

Sciences de la nature Secondaire 1

Programme d'études :
document de
mise en œuvre

Manitoba
Education,
Training
and Youth

Éducation,
Formation professionnelle
et Jeunesse
Manitoba



**Sciences de la nature
Secondaire 1
Programme d'études :
Document de mise en œuvre**

2001

Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba

DONNÉES DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION

507.12 Sciences de la nature, secondaire 1, programme d'études : document de mise en œuvre.

ISBN 0-7711-2704-9

1. Sciences naturelles – Étude et enseignement (Secondaire) – Manitoba.
2. Programmes d'études -- Manitoba. I. Manitoba. Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse.

Tous droits réservés © 2001, la Couronne du chef Manitoba représentée par le ministre de l'Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse. Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba, Division du Bureau de l'éducation française, 1181, avenue Portage, bureau 509, Winnipeg (Manitoba) R3G 0T3.

Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba autorise la reproduction de ce document ou certains extraits à des fins éducatives et non lucratives. Ce droit ne s'applique pas aux pages provenant d'une autre source.

Nous nous sommes efforcés d'indiquer les sources originales comme il se doit et de respecter la *Loi sur le droit d'auteur*. Si vous remarquez des omissions ou des erreurs, prière d'en aviser Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba pour qu'elles soient rectifiées.

Dans le présent document, les termes de genre masculin sont parfois utilisés pour désigner les personnes englobant à la fois les femmes et les hommes; ces termes sont utilisés sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger le texte.



REMERCIEMENTS

Sciences de la nature, secondaire 1, programme d'études : document de mise en oeuvre, auquel on se référera ci-après sous le nom de **Document de mise en oeuvre**, appuie l'implantation du *Cadre manitobain de résultats d'apprentissage en sciences de la nature (Secondaire 1)* (2000).

Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba aimerait exprimer ses remerciements au Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) et à tous les participants et participants à l'élaboration du *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12* (1997) dont se sont inspirés les Cadres et les Documents de mise en oeuvre manitobains en sciences de la nature.

Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba remercie également les personnes suivantes qui ont contribué à l'élaboration et à la révision du programme d'études en sciences de la nature au secondaire 1, y compris ce *Document de mise en oeuvre*.

Élaboration et révision du *Document de mise en oeuvre* en sciences de la nature

Jeff Anderson	Conseiller pédagogique en sciences de la nature	Bureau de l'éducation française, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
Jean-Vianney Auclair	Directeur du projet	Bureau de l'éducation française, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
Chantal Bérard	Conseillère pédagogique en sciences de la nature	Bureau de l'éducation française, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
Danièle Dubois-Jacques	Enseignante	Institut collégial Lorette, Division scolaire de la Rivière-Seine n° 14
Carole Freynet-Gagné	Rédactrice (pigiste)	Saint-Vital (Manitoba)
Georges Kirouac	Enseignant	Collège régional Gabrielle-Roy, Division scolaire franco-manitobaine n° 49
Heather Marks	Enseignante	École secondaire Sisler, Division scolaire de Winnipeg n° 1
Nicole Massé	Rédactrice de programmes d'études	Bureau de l'éducation française, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
Don Metz	Professeur	Faculté d'éducation, Université de Winnipeg
Gilbert Raineault	Consultant (pigiste)	Saint-Boniface (Manitoba)
Mia Schorpion	Enseignante	École John-Henderson, Division scolaire River East n° 9
Paul Sherwood	Conseiller pédagogique en sciences de la nature	Bureau de l'éducation française, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
Richard Verrier	Enseignant	École Pointe-des-Chênes, Division scolaire franco-manitobaine n° 49
Gonzague Wrobel	Enseignant	École Viscount-Alexander, Division scolaire de Fort Garry n° 5
Nicole Yarjau	Enseignante	Collège Jeanne-Sauvé, Division scolaire de Saint-Vital n° 6



Élaboration des résultats d'apprentissage en sciences de la nature

Jeff Anderson	Conseiller pédagogique en sciences de la nature	Bureau de l'éducation française, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
Diane Blankenborg	Enseignante	Silver Heights Collegiate, Division scolaire St. James-Assiniboia n° 2
George Bush	Conseiller pédagogique en sciences de la nature	Division des programmes scolaires, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
Paul Cuthbert	Conseiller pédagogique en sciences de la nature	Division des programmes scolaires, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
Danièle Dubois-Jacques	Enseignante	Institut collégial Lorette, Division scolaire de la Rivière-Seine n° 14
Ryan Gray	Enseignant	Hapnot Collegiate, Division scolaire de Flin Flon n° 46
Betty Anne Kiddell	Enseignante	Acadia Junior High School, Division scolaire de Fort Garry n° 5
Georges Kirouac	Enseignant	Collège régional Gabrielle-Roy, Division scolaire franco-manitobaine n° 49
Heather Marks	Enseignante	École secondaire Sisler, Division scolaire de Winnipeg n° 1
Nicole Massé	Rédactrice de programmes d'études	Bureau de l'éducation française, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
Coleen McKellar	Enseignante	Crocus Plains Regional Secondary, Division scolaire de Brandon n° 40
Don Metz	Professeur	Faculté d'éducation, Université de Winnipeg
Jean Mousseau	Enseignant	Collège Pierre-Elliott-Trudeau, Division scolaire Transcona-Springfield n° 12
John Murray	Conseiller pédagogique en sciences de la nature	Division des programmes scolaires, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
Aileen Najduch	Conseillère pédagogique en sciences de la nature	Division des programmes scolaires, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
Benoit Pellerin	Enseignant	Collège Louis-Riel, Division scolaire franco-manitobaine n° 49
Paul Sherwood	Conseiller pédagogique en sciences de la nature	Bureau de l'éducation française, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
Donna Smith	Enseignante	Transcona Collegiate, Division scolaire Transcona-Springfield n° 12
Richard Verrier	Enseignant	École Pointe-des-Chênes, Division scolaire franco-manitobaine n° 49



Équipe technique pour le *Document de mise en œuvre* en sciences de la nature

André de Repentigny	Traducteur	Service de traduction, Culture, Patrimoine et Tourisme Manitoba
Nadine Gosselin	Opératrice de traitement de texte	Bureau de l'éducation française, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba
David Lemay	Artiste (pigiste)	Saint-Boniface (Manitoba)
Pierre Lemoine	Traducteur et réviseur (pigiste)	Saint-Vital (Manitoba)
Cindy Rioland	Traductrice	Service de traduction, Culture, Patrimoine et Tourisme Manitoba

Un merci particulier au personnel de la Direction des ressources éducatives françaises (DREF) qui a aidé à la compilation des listes de ressources éducatives pour chacun des regroupements thématiques.



TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE	.01
1. Les finalités de l'éducation	.02
2. La culture scientifique	.02
3. Les principes de base de la culture scientifique	.03
La nature des sciences et de la technologie	.04
Les sciences, la technologie, la société et l'environnement (STSE)	.06
Les habiletés et les attitudes scientifiques et technologiques	.08
Les connaissances scientifiques essentielles	.14
Les concepts unificateurs	.15
4. Des considérations générales en sciences	.16
La langue	.16
Les sciences pour tous	.16
L'éthique	.16
La sécurité	.17
5. L'apprentissage	.18
Des principes découlant de la psychologie cognitive	.18
D'autres considérations liées à l'apprentissage	.18
6. L'enseignement	.19
La démarche à trois temps	.19
La promotion de la culture scientifique	.20
7. Les résultats d'apprentissage	.22
Les résultats d'apprentissage généraux (RAG)	.22
Les résultats d'apprentissage spécifiques (RAS)	.24
Les précisions qui accompagnent les RAS	.26
La codification des RAS	.26
Mode d'emploi pour la lecture des RAS thématiques	.27
Mode d'emploi pour la lecture des RAS transversaux	.27
8. L'organisation générale du document	.28
Le contenu d'un module thématique	.28
Les blocs d'enseignement	.29
Les stratégies d'enseignement suggérées	.29
Les stratégies d'évaluation suggérées	.29
Mode d'emploi pour la lecture des stratégies suggérées	.30
Les modalités d'évaluation	.32
Les questions posées aux élèves	.34
9. La planification en sciences	.35
10. Bibliographie	.36
MODULE THÉMATIQUE 1 : LA REPRODUCTION	.1.01
MODULE THÉMATIQUE 2 : LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS	.2.01
MODULE THÉMATIQUE 3 : LA NATURE DE L'ÉLECTRICITÉ	.3.01
MODULE THÉMATIQUE 4 : L'EXPLORATION DE L'UNIVERS	.4.01



INTRODUCTION GÉNÉRALE



1. LES FINALITÉS DE L'ÉDUCATION

L'éducation vise à préparer l'apprenante ou l'apprenant à devenir une citoyenne ou un citoyen autonome, engagé et responsable, en lui donnant une formation de qualité. Par conséquent, l'éducation doit favoriser le développement harmonieux de la personne dans ses dimensions intellectuelle, physique, affective, sociale, culturelle et morale.

L'éducation ne relève pas uniquement des institutions scolaires, c'est en fait une responsabilité que partagent l'école, la famille, les amis et la communauté. Bien entendu l'école demeure une des pierres angulaires du système éducatif, car c'est à elle que revient le rôle d'assurer une formation générale de base accessible à tous.

2. LA CULTURE SCIENTIFIQUE

Au début du XXI^e siècle, le champ des connaissances scientifiques continue de s'élargir et d'évoluer à un rythme accéléré. Personne ne peut prédire avec certitude quelles seront les nouvelles découvertes, inventions et technologies qui modifieront le mode de vie des sociétés canadienne et mondiale. Puisqu'il faut préparer nos enfants pour le monde de demain, il apparaît impératif de s'interroger sur quelle doit être leur formation de base en sciences de la nature.

Des éducatrices et éducateurs des quatre coins du pays ont tenté de répondre à cette question et à bien d'autres dans un document intitulé *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12*. Dans un premier temps, ces intervenants se sont d'abord accordés sur une vision pancanadienne de la culture scientifique :

Le Cadre commun des résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12 s'inspire de la vision que tout élève du Canada, quels que soient son sexe et son origine culturelle, aura la possibilité de développer une culture scientifique. Constituée d'un ensemble évolutif d'attitudes, d'habiletés et de connaissances en sciences, cette culture permet à l'élève de développer des aptitudes liées à la recherche scientifique, de résoudre des problèmes, de prendre des décisions, d'avoir le goût d'apprendre sa vie durant et de maintenir un sens d'émerveillement du monde qui l'entoure.

Diverses expériences d'apprentissage inspirées de ce Cadre fourniront à l'élève de multiples occasions d'explorer, d'analyser, d'évaluer, de synthétiser, d'apprécier et de comprendre les interactions entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement, lesquelles auront des conséquences sur sa vie personnelle, sa carrière et son avenir. (Conseil des ministres de l'Éducation [Canada], 1997)

3. LES PRINCIPES DE BASE DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE AU MANITOBA

Le ministère de l'Éducation, de la Formation professionnelle et de la Jeunesse partage la vision pancanadienne de la culture scientifique. Pour s'assurer que chaque élève est en mesure de s'approprier une certaine culture scientifique, il importe de proposer à l'élève diverses expériences d'apprentissage structurées et non structurées qui intègrent les aspects essentiels des sciences et de ses applications. Ces aspects essentiels constituent les principes de base de la culture scientifique dont s'inspire le Ministère pour élaborer ses programmes d'études en sciences de la nature. Au Manitoba, cinq principes de base, issus du *Cadre commun des résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12* et adaptés afin de mieux répondre aux besoins des élèves, servent à articuler l'orientation des programmes d'études en sciences de la nature (voir la figure 1).

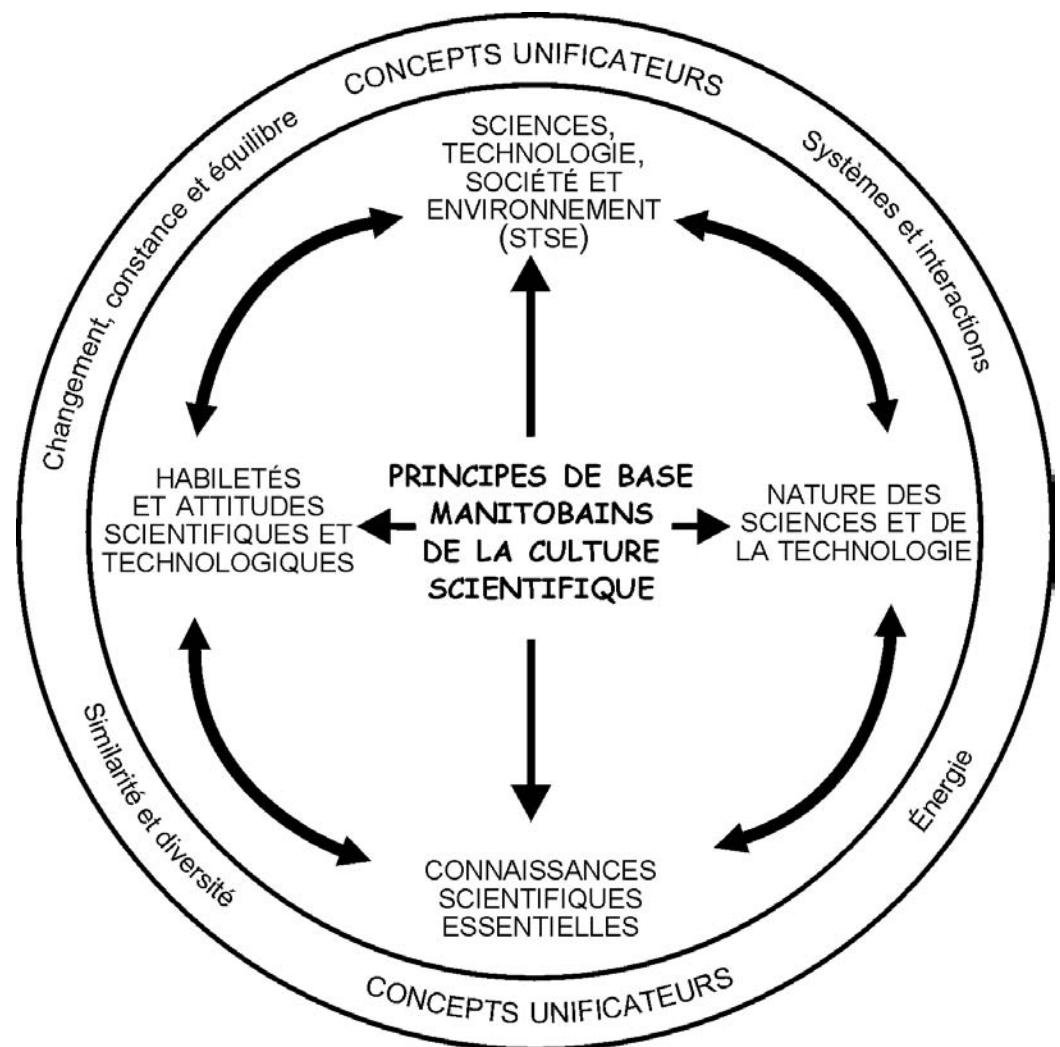


Fig. 1 – Principes de base manitobains de la culture scientifique.

La nature des sciences et de la technologie

Les sciences et la technologie constituent une sphère d'activités humaines et sociales unique ayant une longue histoire tissée par de nombreux hommes et femmes issus de sociétés diverses.

Les **sciences** constituent une façon de connaître l'Univers et de répondre à des questions sur les phénomènes qui nous entourent. Cette interrogation repose sur la curiosité, la créativité, l'imagination, l'intuition, l'exploration, l'observation, la capacité de reproduire des expériences, l'interprétation des données et les débats qui en découlent. L'activité scientifique comprend la prédiction, l'interprétation et l'explication de phénomènes naturels et de conception humaine. Bon nombre de personnes expertes en histoire, en sociologie et en philosophie des sciences affirment qu'il y a plus d'une méthode permettant de mener une étude scientifique. Elles croient que les sciences reposent sur un ensemble de théories, de connaissances, d'observations, d'expériences, d'intuitions et de processus ancrés dans le monde physique.

Les connaissances et les théories scientifiques sont constamment mises à l'épreuve, modifiées et perfectionnées au fur et à mesure que de nouvelles connaissances et théories les précisent. À travers l'histoire, plusieurs intervenants d'origines et de formations diverses ont débattu chaque observation nouvelle et chaque hypothèse, remettant ainsi en question des connaissances scientifiques jusqu'alors acceptées. Ce débat scientifique se poursuit encore aujourd'hui, selon un jeu très élaboré de discussions théoriques, d'expériences, de pressions sociales, culturelles, économiques et politiques, d'opinions personnelles et de besoins de reconnaissance et d'acceptation par des pairs. L'élève se rendra compte que bien qu'il puisse y avoir des changements majeurs dans notre compréhension du monde lors de découvertes scientifiques révolutionnaires, une grande partie de cette compréhension est plutôt le fruit de l'accumulation constante et progressive de connaissances.

La **technologie** se préoccupe principalement de proposer des solutions à des problèmes soulevés lorsque les humains cherchent à s'adapter à l'environnement. On peut considérer la technologie comme : un outil ou une machine; un procédé, un système, un environnement, une épistémologie, une éthique; l'application systématique de connaissances, de matériel, d'outils et d'aptitudes pour étendre les capacités humaines.

Il faut bien saisir que la technologie comprend beaucoup plus que les connaissances et les habiletés liées aux ordinateurs et aux applications informatiques. La technologie est une forme de savoir qui exploite les concepts et les habiletés des autres disciplines, y compris les sciences. Mais c'est aussi l'application de ces connaissances pour satisfaire un besoin ou pour résoudre un problème à l'aide de matériaux, d'énergie et d'outils de toutes sortes. La technologie a des répercussions sur les procédés et les systèmes, sur la société et sur la façon dont les gens pensent, perçoivent et définissent leur monde.

La figure 2 illustre comment les sciences et la technologie diffèrent dans leur but, leur procédé et leurs produits, bien qu'en même temps elles interagissent entre elles.

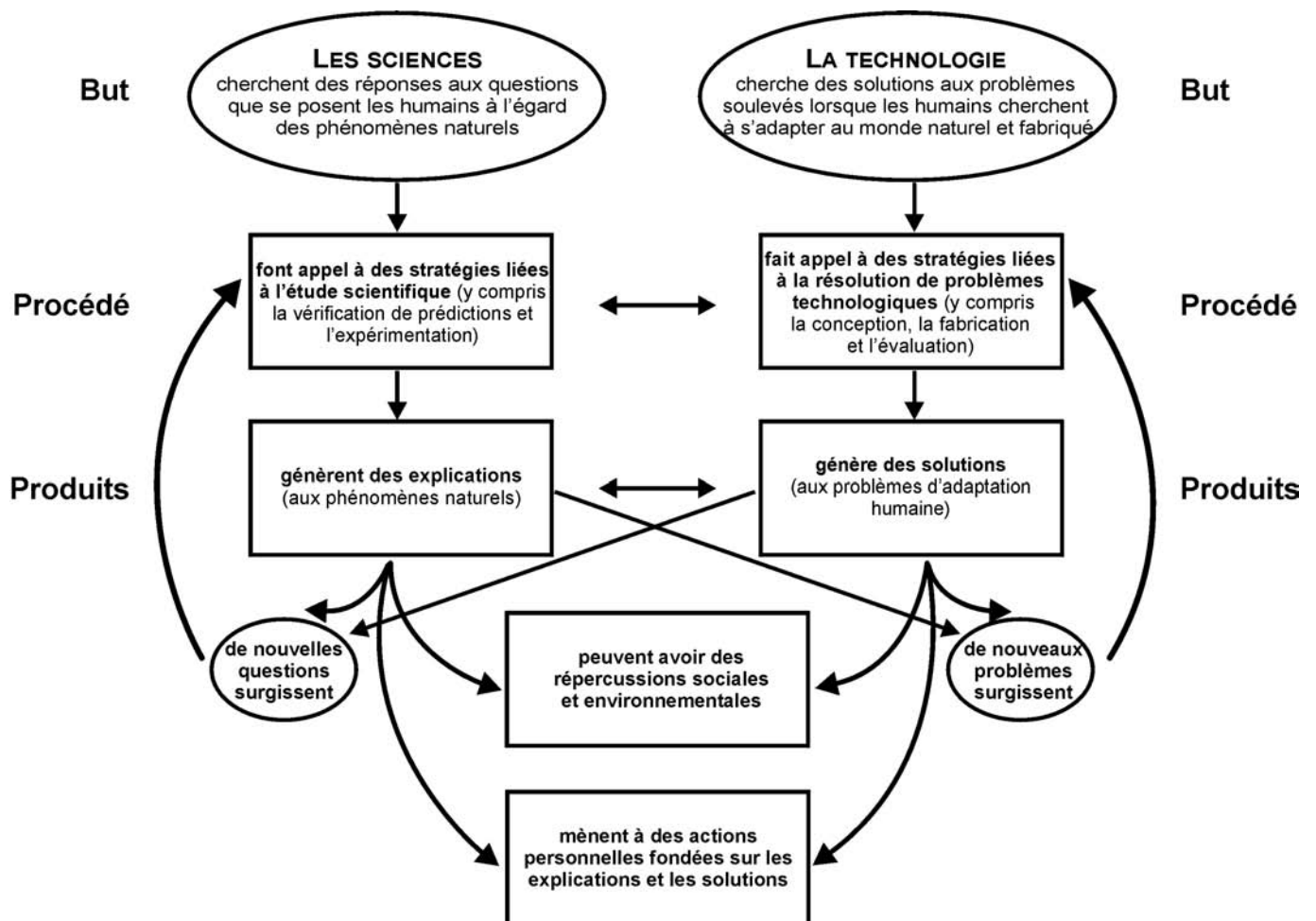


Fig. 2 – Les sciences et la technologie : Leur nature et leurs interactions.

Tiré de *Science and Technology Education for the Elementary Years : Frameworks for Curriculum and Instruction*, par Bybee, Rodger W, ©The Network, Inc. (adaptation autorisée).

Les sciences, la technologie, la société et l'environnement (STSE)

Une compréhension des interactions STSE est essentielle à la culture scientifique. En fait, en étudiant le contexte historique, l'élève en vient à apprécier comment les traditions culturelles et intellectuelles ont influencé les questions et les méthodologies scientifiques et comment, en retour, les sciences et la technologie ont influencé le domaine plus large des idées.

De nos jours, la majorité des scientifiques travaillent dans le secteur privé. Leurs projets sont plus souvent motivés par les besoins de l'entreprise et du milieu sectoriel que par la recherche pure. Pourtant, plusieurs solutions technologiques donnent lieu à des problèmes sociaux et environnementaux. L'élève, en tant que citoyenne ou citoyen de l'avenir, doit reconnaître le potentiel que représente la culture scientifique pour habiliter les personnes, les communautés et la société démocratique dans son ensemble à prendre des décisions.

Les connaissances scientifiques sont nécessaires, mais elles ne suffisent pas par elles-mêmes à faire comprendre les interactions entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement. Pour saisir ces interactions, il est essentiel que l'élève comprenne les valeurs liées aux sciences, à la technologie, à la société et à l'environnement.

« Il n'existe pas de plus grande contribution ou d'élément plus essentiel pour les stratégies environnementales à long terme pour un développement durable, respectueux de l'environnement [...], que l'éducation des générations suivantes en matière d'environnement. »
(UNESCO, 1988)

Pour parvenir à cette culture scientifique, l'élève doit reconnaître l'importance du développement durable. Le développement durable est un modèle de prise de décisions qui considère les besoins des générations présentes et futures, et qui tient compte à la fois de l'environnement, de la santé et du bien-être humains, et de l'activité économique. Il vise un équilibre harmonieux entre ces trois sphères (voir la figure 3).



Fig. 3 – Le développement durable.

Au fur et à mesure que l'élève avance dans sa scolarité, elle ou il reconnaît et cerne diverses interactions STSE. L'élève applique ses habiletés de prise de décisions dans des contextes de plus en plus exigeants, tels qu'illustrés ci-après :

- **La complexité de la compréhension** – passer d'idées concrètes et simples à des concepts abstraits; passer d'une connaissance limitée des sciences à une connaissance plus profonde et plus large des sciences et du monde;
- **Les applications en contexte** – passer de contextes locaux et personnels à des contextes sociétaux et planétaires;
- **La considération de variables et de perspectives** – passer d'une ou de deux variables ou perspectives simples à un grand nombre à complexité croissante;
- **Le jugement critique** – passer de jugements simples sur le vrai ou le faux de quelque chose à des évaluations complexes;
- **La prise de décisions** – passer de décisions prises à partir de connaissances limitées et avec l'aide d'une enseignante ou d'un enseignant, à des décisions basées sur des recherches approfondies comportant un jugement personnel et prises de façon indépendante.

[Traduction] « Il est essentiel que le public se familiarise avec le concept du développement durable et ses pratiques dans le but de les comprendre. Si nous voulons changer notre style de vie, nous devons former les générations présentes et futures, et les munir des connaissances nécessaires pour assurer la mise en application du développement durable. »

(La stratégie de développement durable pour le Manitoba, 1994)

Les habiletés et les attitudes scientifiques et technologiques

Une culture qui découle d'une formation scientifique doit amener l'élève à répondre à des questions dans le cadre d'une étude scientifique, à résoudre des problèmes technologiques et à prendre des décisions (voir la figure 4). Bien que les habiletés et les attitudes comprises dans ces processus ne soient pas l'apanage exclusif des sciences, elles jouent un rôle important dans l'évolution d'une compréhension des sciences et dans l'application des sciences et de la technologie à des situations nouvelles.

	Étude scientifique	Résolution de problèmes technologiques (processus de design)	Prise de décisions
But :	Satisfaire à sa curiosité à l'égard des événements et des phénomènes dans le monde naturel et fabriqué.	Composer avec la vie de tous les jours, les pratiques et les besoins des humains.	Identifier divers points de vue ou perspectives à partir de renseignements différents ou semblables.
Procédé :	Que savons-nous ? Que voulons-nous savoir ?	Comment pouvons-nous y arriver ? La solution fonctionnera-t-elle ?	Existe-t-il des solutions de rechange ou des conséquences ? Quel est le meilleur choix en ce moment ?
Produit :	Une compréhension des événements et des phénomènes dans le monde naturel et fabriqué.	Un moyen efficace d'accomplir une tâche ou de satisfaire à un besoin.	Une décision avisée compte tenu des circonstances.
	Question scientifique	Problème technologique	Enjeu STSE
Exemples :	Pourquoi mon café refroidit-il si vite ? <i>Une réponse possible :</i> L'énergie calorifique est transférée par conduction, convection et rayonnement.	Quel matériau permet de ralentir le refroidissement de mon café ? <i>Une solution possible :</i> Le polystyrène (tasse) ralentit le refroidissement des liquides chauds.	Devrions-nous choisir des tasses en polystyrène ou en verre pour notre réunion ? <i>Une décision possible :</i> La décision éventuelle doit tenir compte de ce que dit la recherche scientifique et technologique à ce sujet ainsi que des facteurs tels que la santé, l'environnement, et le coût et la disponibilité des matériaux.

Fig. 4 – Les processus de la formation scientifique.

Adaptation autorisée par le ministre d'Alberta Learning de la province de l'Alberta (Canada), 2000.

- **Étude scientifique :** L'étude scientifique est une façon de comprendre un peu plus l'Univers. Elle exige la recherche d'explications de phénomènes. Il n'existe pas une seule méthode ni une seule séquence d'étapes à suivre pour réaliser une étude scientifique. C'est plutôt une approche systématique et critique qui caractérise l'ensemble du travail scientifique.

L'élève doit apprendre les habiletés fondamentales à l'étude scientifique, telles que le questionnement, l'observation, l'inférence, la prédiction, la mesure, l'hypothèse, la classification, la conception d'expériences, la collecte, l'analyse et l'interprétation de données; l'élève doit aussi développer des attitudes telles que la curiosité, le scepticisme et la créativité. Ces habiletés et attitudes sont souvent représentées comme un cycle qui comporte une phase de questionnement, la génération d'explications possibles et la collecte de données afin de déterminer l'explication la plus utile et la plus précise qui permettra de comprendre le phénomène à l'étude. En règle générale, de nouvelles questions peuvent surgir pour relancer le cycle (voir la figure 5).

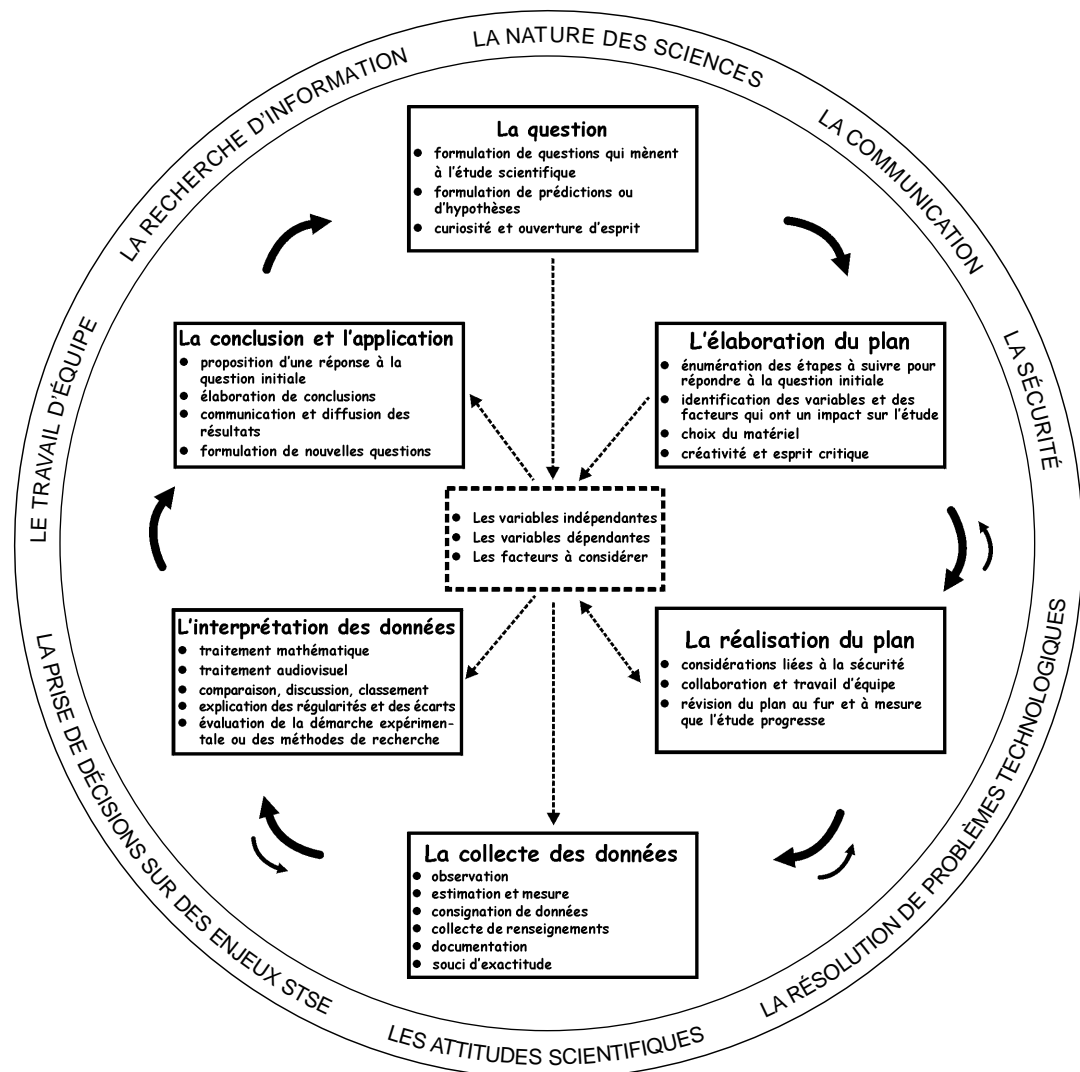


Fig. 5 – Étapes de l'étude scientifique (exploration, expérience, recherche).

- **Résolution de problèmes technologiques** : La résolution de problèmes technologiques amène l'élève à chercher des solutions aux problèmes qui surgissent lorsque les humains cherchent à s'adapter à l'environnement. De la maternelle à la 8^e année, les élèves développent les habiletés et les attitudes nécessaires à la résolution de problèmes par l'entremise d'un cycle appelé le processus de design.

Le processus de design peut lui-même se manifester sous deux variantes : la création d'un prototype et l'évaluation d'un produit ou d'un procédé. La création d'un prototype comprend diverses étapes telles que la conception d'un dispositif, d'un appareil, d'un système ou d'un procédé, la fabrication et la mise à l'essai, en vue d'obtenir une solution optimale à un problème donné. Parfois le processus de design doit faire abstraction de la fabrication même du prototype pour ne s'en tenir qu'à une représentation ou un modèle (voir la figure 6).

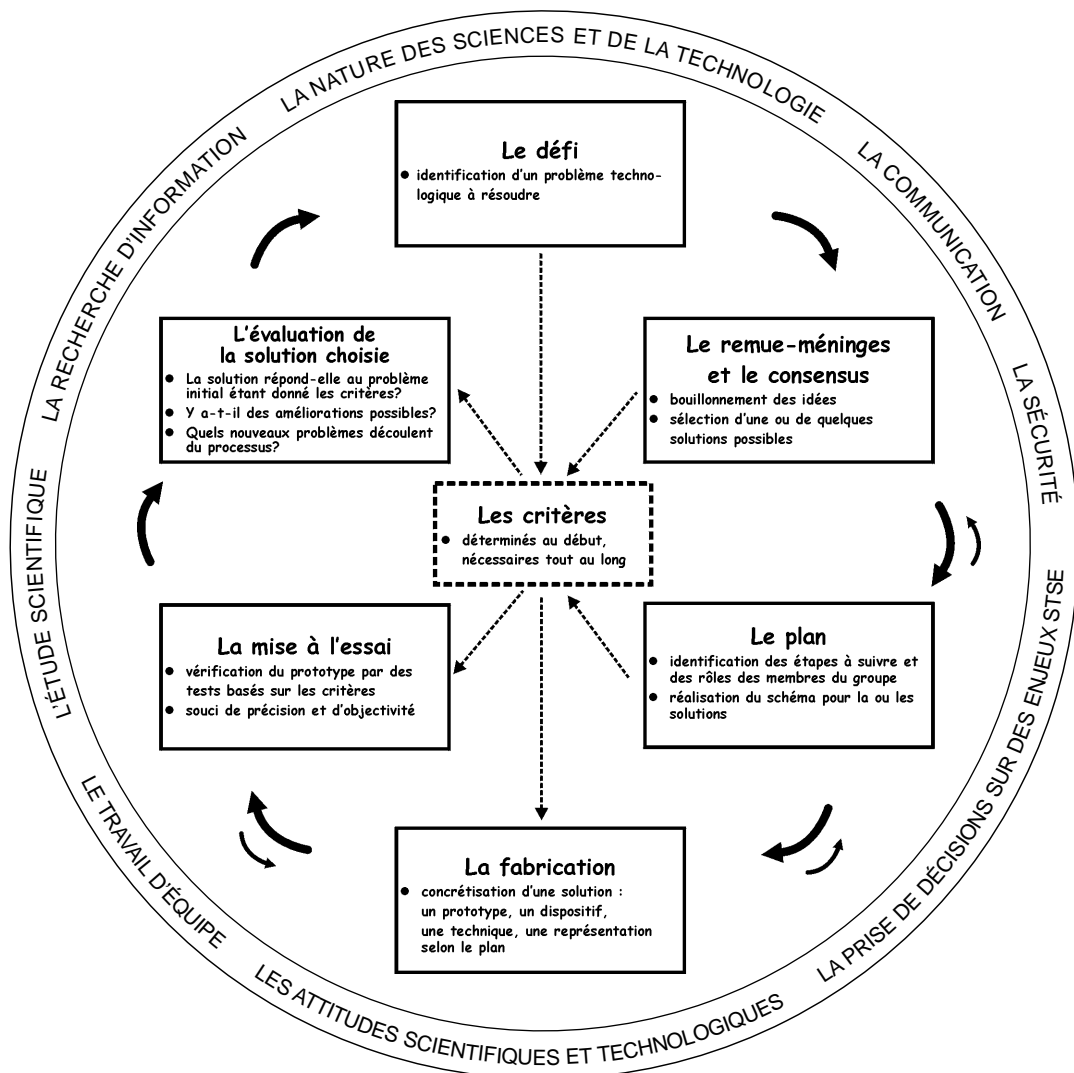


Fig. 6 – Étapes du processus de design. – Création d'un prototype.

L'évaluation d'un produit de consommation est une autre façon d'amorcer le processus de design en faisant abstraction de la fabrication : il s'agit alors d'évaluer ce que d'autres ont déjà produit (voir la figure 7).

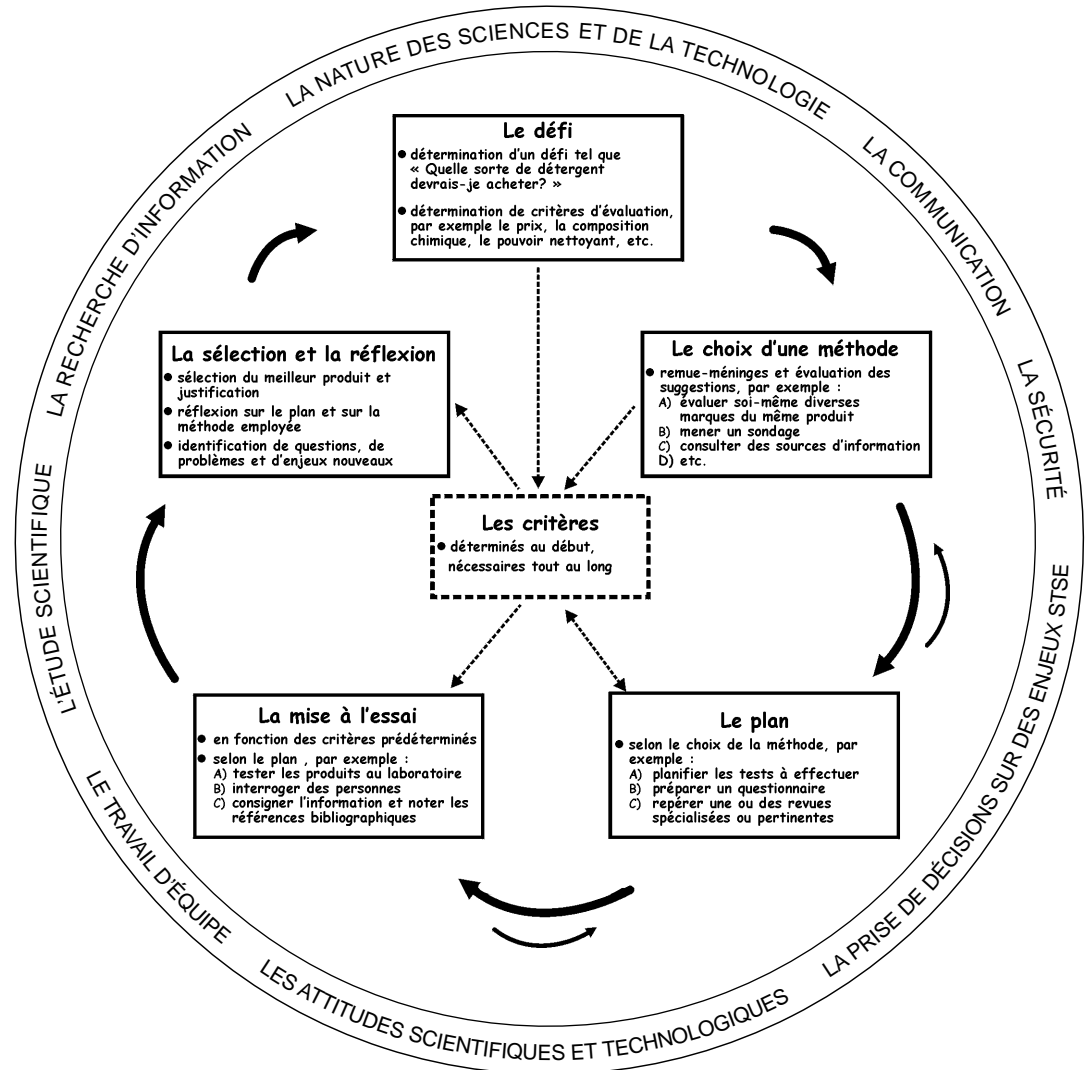


Fig. 7 – Étapes du processus de design – Évaluation d'un produit.

Le processus de design permet aux élèves de simuler en quelque sorte la résolution de problèmes technologiques qui se fait dans la vie de tous les jours, dans l'industrie et dans tout domaine scientifique ou technologique. La détermination de critères est cruciale dans ce genre d'activité, car les plans et les tests subséquents doivent refléter ces critères. À l'intérieur du processus de design figurent aussi une rétroaction flexible et une évaluation ultime du processus lui-même, afin de simuler davantage ce qui se passe lorsqu'on doit résoudre des problèmes technologiques réels. L'intention d'une activité de processus de design n'est pas d'avoir un groupe ou une idée gagnante; son but est plutôt de juger en faveur ou à l'encontre d'un ou de plusieurs prototypes, produits ou techniques selon divers critères préétablis.

Comme avec l'étude scientifique, le cycle du processus de design peut être relancé par des problèmes nouveaux issus d'un cycle précédent.

Dans les années de secondaire, les habiletés et les attitudes liées à la résolution de problèmes technologiques s'inscrivent implicitement dans le processus de prise de décisions.

- **Enjeux STSE et prise de décisions** : L'élève, personnellement et en tant que citoyenne ou citoyen du monde, doit être en mesure de prendre des décisions. De plus en plus, les types d'enjeux auxquels l'élève doit faire face exigent la capacité d'appliquer les processus et les produits scientifiques et technologiques dans une optique STSE. Le processus de prise de décisions comprend une série d'étapes dont la clarification d'un enjeu, l'évaluation critique de tous les renseignements disponibles, l'élaboration d'options en vue d'une décision, le choix de la meilleure décision parmi les options élaborées, l'examen des répercussions (possibles ou actuelles) d'une décision et une réflexion sur le processus lui-même (voir la figure 8).

Tout au long de sa formation en sciences, l'élève devrait prendre une part active dans des situations de prise de décisions. Celles-ci ne sont pas seulement importantes par elles-mêmes, mais elles fournissent également un contexte pertinent pour l'étude scientifique, la résolution de problèmes technologiques et l'étude des interactions STSE. Au cours des années secondaires, les habiletés et les attitudes liées à la prise de décisions STSE sont explicitées.

- **Attitudes** : L'étude scientifique, la résolution de problèmes technologiques et la prise de décisions dépendent toutes des attitudes. Ces attitudes ne s'acquièrent pas de la même façon que le sont les habiletés et les connaissances. Elles consistent en des aspects généralisés de conduite appris au moyen de l'exemple et renforcés par une rétroaction opportune. Les attitudes ne sont pas authentiques si l'on ne peut les observer que lorsque suggérées par l'enseignante ou l'enseignant. Elles sont plutôt mises en évidence par des manifestations non sollicitées au fil du temps. Le foyer, l'école, la communauté et la société en général jouent tous un rôle dans le développement continu des attitudes chez les élèves.

COMMENT ABORDER UN ENJEU STSE

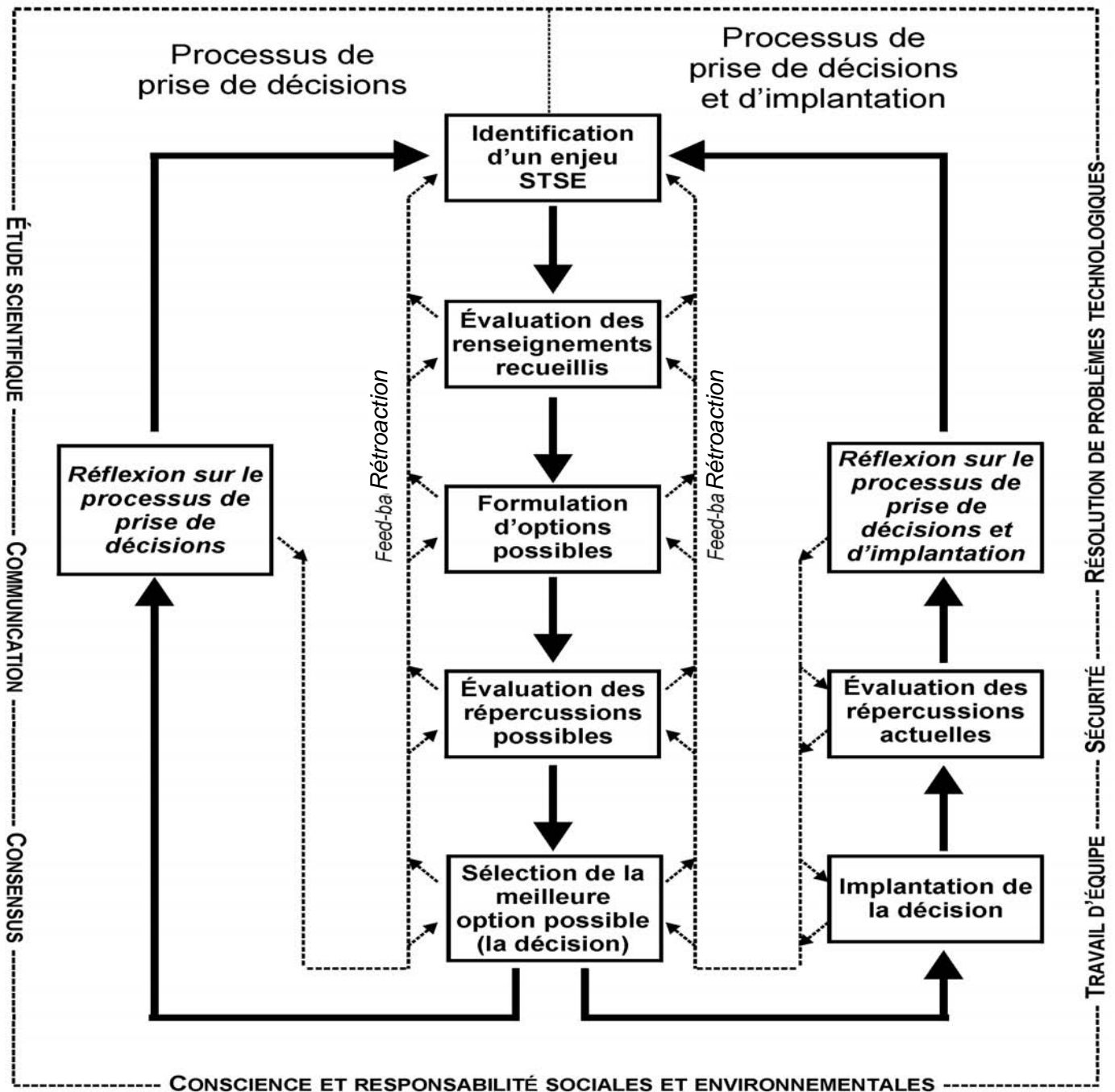


Fig. 8 – Étapes du processus de prise de décisions liées aux enjeux STSE.

Les connaissances scientifiques essentielles

Le contenu notionnel des sciences comprend notamment des théories, des modèles, des concepts, des principes et des faits essentiels à la compréhension des sciences de la vie, des sciences physiques et des sciences de la Terre et de l'espace.

- **Les sciences de la vie** se préoccupent de la croissance et des interactions des êtres vivants dans leur environnement, de façon à refléter leur caractère unique, leur diversité, leur continuité génétique et leur nature changeante. Les sciences de la vie comprennent l'étude des organismes (dont les humains), des écosystèmes, de la biodiversité, de la cellule, de la biochimie et de la biotechnologie.
- **Les sciences chimiques et physiques** se préoccupent de la matière, de l'énergie et des forces. La matière a une structure, et des interactions multiples existent entre ses composantes. L'énergie relie la matière aux forces gravitationnelle, électromagnétique et nucléaires de l'Univers. Les sciences physiques traitent des lois de la conservation de la masse et de l'énergie, de la quantité de mouvement et de la charge.
- **Les sciences de la Terre et de l'espace** fournissent à l'élève des perspectives mondiales et universelles sur ses connaissances. La Terre a une forme, une structure et des régularités de changement, tout comme le système solaire qui l'entoure et l'Univers physique au-delà de celui-ci. Les sciences de la Terre et de l'espace comprennent des domaines d'études comme la pédologie, la géologie, la météorologie, l'hydrologie et l'astronomie.

Évidemment, l'école ne prétend pas enseigner aux élèves toutes les connaissances scientifiques impliquées dans les enjeux et les débats auxquels ils participeront à titre de citoyennes et citoyens. Même les scientifiques eux-mêmes n'arrivent pas à cerner les connaissances requises pour saisir l'ampleur et la complexité des divers enjeux STSE, surtout en ce qui concerne les conséquences à long terme. Les élèves, qu'ils s'orientent vers une carrière scientifique ou non, ont tous besoin de connaissances scientifiques générales leur permettant de participer avec confiance aux discussions sur les enjeux dans la société à venir.

Les élèves doivent comprendre que les disciplines scientifiques ne sont pas distinctes les unes des autres, et qu'en réalité l'interdisciplinarité scientifique est la norme plutôt que l'exception. L'étude scientifique au sein d'une discipline permet d'approfondir certaines notions théoriques mais il ne faut pas que cet exercice crée chez l'élève la fausse impression qu'on peut, par exemple, faire de la biologie sans tenir compte de la chimie, ou encore faire de l'hydrologie sans toucher à la physique. Comme l'Univers n'est pas sectionné en disciplines scientifiques, l'élève doit se doter d'une culture scientifique qui intègre ses diverses connaissances en un tout cohérent.

Les concepts unificateurs

Les concepts unificateurs permettent d'établir des liens à l'intérieur des disciplines scientifiques et entre elles. Ce sont des idées clés qui sous-tendent et relient entre elles toutes les connaissances scientifiques. De plus, les concepts unificateurs s'étendent dans des disciplines telles que les mathématiques et les sciences humaines. Par conséquent, les concepts unificateurs aident l'élève à construire une compréhension plus globale des sciences et de leur rôle dans la société. Les quatre concepts unificateurs qui suivent ont servi à l'élaboration des programmes d'études manitobains en sciences de la nature.

- **Similarité et diversité** : Les concepts de similarité et de diversité fournissent des outils permettant d'organiser nos expériences avec le monde. En commençant par des expériences non structurées, l'élève apprend à reconnaître divers attributs d'objets, de substances, de matériaux, d'organismes et d'événements, ce qui lui permet de faire des distinctions utiles entre ces attributs et parmi eux. Au fur et à mesure que s'élargissent ses connaissances, l'élève apprend à se servir de procédures et de protocoles couramment acceptés pour décrire et classer des substances, des organismes et des événements, ce qui l'aide à mieux partager ses idées avec autrui et à réfléchir à ses expériences.
- **Systèmes et interactions** : Concevoir le tout en fonction de ses parties et, inversement, comprendre les parties en fonction du tout sont deux aspects importants de la compréhension et de l'interprétation du monde. Un système est un ensemble d'éléments qui interagissent les uns avec les autres; l'effet global de ces interactions est souvent plus grand que celui des parties individuelles du système, et cela même quand on additionne simplement l'effet de chacune des parties. L'élève a l'occasion d'étudier à la fois les systèmes naturels et technologiques.
- **Changement, constance et équilibre** : Les concepts de constance et de changement sous-tendent la plupart des connaissances sur le monde naturel et fabriqué. Grâce à l'observation, l'élève apprend que certains attributs d'objets, de substances, de matériaux, d'organismes et de systèmes demeurent constants au fil du temps, tandis que d'autres changent. Au cours de ses études scientifiques, l'élève apprend le déroulement de divers processus ainsi que les conditions nécessaires au changement, à la constance et à l'équilibre.
- **Énergie** : La notion d'énergie est un outil conceptuel qui rassemble plusieurs connaissances liées aux phénomènes naturels, aux objets, aux substances, aux matériaux et aux processus de changement. L'énergie - qu'elle soit transmise ou transformée - permet à la fois le mouvement et le changement. L'élève apprend à décrire l'énergie par ses effets et ses manifestations, et à acquérir au fil du temps un concept de l'énergie comme élément inhérent des interactions des substances, des fonctions vitales et du fonctionnement des systèmes.

4. DES CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES EN SCIENCES

La langue

De par leur nature, les sciences constituent un terrain fertile à l'apprentissage d'une langue seconde ou de la langue maternelle. L'étude scientifique, la résolution de problèmes technologiques et la prise de décisions STSE, par exemple, nécessitent des activités structurées, des interactions sociales et des réflexions abstraites faisant toutes appel à la communication orale ou écrite. Parallèlement, la langue est un outil indispensable à l'acquisition et à la transmission des savoirs scientifiques et technologiques. Enfin, les sciences sont en quelque sorte une langue, spécialisée certes, qui exige des mécanismes d'apprentissage semblables à ceux déployés pour l'acquisition d'une langue.

La qualité du français parlé et écrit à l'école est une responsabilité partagée par tous les enseignants et ne relève pas uniquement des enseignants de langue. Dans cette optique, les programmes d'études en sciences de la nature favorisent l'emploi d'un vocabulaire précis et d'un style propre aux sciences.

Les sciences pour tous

Les programmes d'études manitobains visent à promouvoir l'apprentissage des sciences et la possibilité d'une carrière scientifique ou technologique pour tout élève, fille ou garçon. Les sciences ne sont plus un domaine réservé aux hommes, et il faut encourager autant les filles que les garçons à élargir leurs intérêts et à développer leurs talents par l'entremise de situations et de défis captivants et pertinents pour tous.

Dans le même ordre d'idée, les sciences intéressent et appartiennent à l'humanité entière dans toute sa diversité, que ce soit au niveau culturel, économique, personnel ou physique. Il faut à la fois respecter et promouvoir la diversité humaine à l'origine même des sciences et de la technologie, et s'assurer que toute personne intéressée par les sciences et la technologie peut les étudier et réaliser son potentiel.

L'éthique

L'étude des concepts scientifiques peut mener les élèves comme les enseignants à discuter de questions d'éthique. Par exemple, les différents points de vue sur l'utilisation des terres peuvent donner lieu à des discussions sur un déséquilibre potentiel entre l'activité économique et le respect de l'environnement et des cultures. De même, une discussion sur l'utilisation médicale des tissus embryonnaires peut susciter des préoccupations religieuses ou morales.

En effet, nombreux sont les enjeux soulevés en classe de sciences qui comporteront des conséquences environnementales, sociales ou morales. Comme ces enjeux tirent leur origine de l'étude scientifique, l'enseignement devrait en tenir compte. Il faut préciser cependant que les sciences ne fournissent qu'une toile de fond permettant la prise de décisions personnelles et collectives plus éclairées. Il incombe de gérer les discussions avec sensibilité et sans détour.

Plus particulièrement, certains élèves et leurs parents exprimeront peut-être des préoccupations concernant la tendance évolutionniste en cours dans le domaine des sciences de la vie. Ils ont droit au respect de leurs convictions, tant de la part du système scolaire que des scientifiques. Néanmoins, les sciences représentent une façon (parmi d'autres) d'étudier l'Univers et l'humanité. Parfois l'enseignante ou l'enseignant choisira de discuter de points de vue autres que celui traditionnellement offert par les sciences dites « occidentales », mais comme ces points de vue ne relèvent pas des disciplines scientifiques, il n'incombe pas au cours de sciences d'en faire un traitement systématique.

L'éthique en classe de sciences doit aussi se manifester par le respect qu'ont les élèves et les enseignants à l'égard des personnes, de la société, des organismes vivants et de l'environnement. Ce respect doit être inculqué et encouragé lors d'activités telles que les excursions scolaires, l'observation d'un animal vivant, la dissection, la visite à un hôpital, etc. L'éthique en cours de sciences doit se traduire aussi bien au niveau de la pratique que de la pensée et elle doit être à la fois rationnelle et sensible.

La sécurité

Au fur et à mesure de leur scolarisation, les élèves sont appelés à être de plus en plus responsables lors d'activités scientifiques. En effet, la sécurité est une composante essentielle de la culture scientifique. L'observation des élèves au cours d'une activité menée dans la classe ou lors d'une excursion scolaire permet à l'enseignante ou à l'enseignant de déceler s'ils manifestent les habiletés et les attitudes de sécurité requises. Le document d'appui *La sécurité en sciences de la nature* fournit de nombreuses précisions à ce sujet.

Généralement, les élèves du secondaire réalisent leurs expériences scientifiques ou observent une démonstration scientifique dans un laboratoire proprement dit. À mesure que les expériences ou les démonstrations faites en classes comportent un plus grand risque, l'enseignante ou l'enseignant doit s'assurer de disposer d'un local ou d'installations qui répondent aux exigences en matière de sécurité en sciences. Ces exigences sont décrites dans *La sécurité en sciences de la nature*.

Tout en exigeant un apprentissage en français de la sécurité en sciences, l'enseignante ou l'enseignant doit tenir compte des compétences langagières de chacun de ses élèves, et doit faire en sorte qu'aucun élève ne soit mis à risque simplement parce qu'elle ou il ne maîtrise pas suffisamment le français.

5. L'APPRENTISSAGE

Des principes découlant de la psychologie cognitive

L'apprentissage des sciences s'inscrit dans l'évolution personnelle de l'élève qui doit se responsabiliser graduellement face à la construction de ses savoirs scientifiques et à leur utilisation dans des contextes de plus en plus variés et complexes. Tout apprentissage est un cheminement dans lequel l'élève élargit progressivement son champ d'autonomie. Les recherches dans le domaine de la psychologie cognitive ont permis de dégager des principes d'apprentissage qui permettent de porter un regard nouveau sur les actes pédagogiques les plus susceptibles de favoriser l'acquisition, l'intégration et la réutilisation des connaissances.

- L'apprentissage est plus efficace et plus durable lorsque l'élève est actif dans la construction de son savoir : l'acquisition de connaissances ou l'intériorisation de l'information est un processus personnel et progressif qui exige une activité mentale continue.
- L'apprentissage est plus efficace lorsque l'élève réussit à établir des liens entre les nouvelles connaissances et les connaissances antérieures.
- L'organisation des connaissances en réseaux favorise chez l'élève l'intégration et la réutilisation fonctionnelle des connaissances : plus les connaissances sont organisées sous forme de schémas ou de réseaux, plus il est facile pour l'élève de les retenir et de les récupérer de sa mémoire.
- L'acquisition des stratégies cognitives (qui portent sur le traitement de l'information) et métacognitives (qui se caractérisent par une réflexion sur l'acte cognitif lui-même ou sur le processus d'apprentissage) permet à l'élève de réaliser le plus efficacement possible ses projets de communication et, plus globalement, son projet d'apprentissage.
- La motivation scolaire repose sur les perceptions qu'a l'élève de ses habiletés, de ses capacités d'apprentissage, de la valeur et des difficultés de la tâche et, enfin, de ses chances de réussite. La motivation scolaire détermine le niveau de son engagement, le degré de sa participation et la persévérance qu'elle ou il apportera à la tâche.

« Pour apprendre quelque chose aux gens, il faut mélanger ce qu'ils connaissent avec ce qu'ils ignorent. »
(Pablo Picasso)

D'autres considérations liées à l'apprentissage

L'apprentissage est plus efficace lorsque le caractère unique de l'élève est mis en ligne de compte. Pour cette raison, différentes situations d'apprentissage doivent être offertes aux élèves afin de respecter leurs intelligences, leurs différences cognitives, sociales, culturelles ainsi que leurs rythmes d'apprentissage. L'apprentissage est plus efficace aussi lorsque les activités proposées en classe sont signifiantes, pertinentes, intéressantes, réalisables, axées sur des expériences concrètes d'apprentissage et liées à des situations de la vie de tous les jours. Enfin, l'apprentissage est plus efficace lorsque les élèves se sentent acceptés par l'enseignante ou l'enseignant et par leurs camarades de classe. Plus le climat d'apprentissage est sécurisant, plus les élèves sont en mesure de prendre des risques et de poser des questions qui mènent à une meilleure compréhension.

6. L'ENSEIGNEMENT

La démarche à trois temps

L'apprentissage de l'élève est facilité, appuyé et encadré par une démarche pédagogique gérée par l'enseignante ou l'enseignant. Par mesure de cohérence, cette démarche doit s'inspirer des principes d'apprentissage mentionnés ci-contre. La figure 9 explique la démarche pédagogique à trois temps, qui comprend la préactivité, l'activité proprement dite, et la postactivité.

APPRENTISSAGE DE L'ÉLÈVE	DÉMARCHE PÉDAGOGIQUE	
	OPÉRATIONNALISATION	ÉVALUATION FORMATIVE INTERACTIVE
1^{er} temps : Préparation de la situation d'apprentissage (la préactivité)		
<ul style="list-style-type: none"> ■ L'élève se rappelle la situation d'apprentissage précédente ou des résultats de situations précédentes qu'elle ou il a vécues. ■ L'élève formule ou s'approprie des objectifs d'apprentissage, les relie à son vécu et anticipe d'en tirer profit (d'où sa participation et son intérêt). L'élève considère aussi ses acquis en rapport avec les objectifs proposés. ■ L'élève propose ou choisit une situation d'apprentissage et formule des questions et des réactions en rapport avec cette situation. L'élève cherche à se doter de ressources et d'outils et à créer un milieu propice à l'apprentissage, seul ou avec ses pairs. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'enseignante ou l'enseignant facilite le retour de l'élève sur la situation d'apprentissage précédente ou sur les résultats d'expériences antérieures. ■ L'enseignante ou l'enseignant présente les objectifs d'apprentissage, les rend significatifs et accessibles, les relie au vécu de l'élève et facilite la relation entre les acquis et les objectifs proposés. ■ L'enseignante ou l'enseignant propose des situations d'apprentissage significatives et sécurise l'élève face au choix d'une situation, en précisant les attentes. Elle ou il facilite l'organisation des groupes et du milieu d'apprentissage (ressources et outils disponibles). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'enseignante ou l'enseignant observe les significations que l'élève dégage de ses expériences antérieures (attitudes, habiletés, connaissances). ■ L'enseignante ou l'enseignant vérifie la compréhension par l'élève des objectifs. Elle ou il vérifie si les objectifs semblent être significatifs et pertinents et si l'élève a les acquis nécessaires pour poursuivre les objectifs proposés. ■ L'enseignante ou l'enseignant vérifie que l'élève a compris les situations d'apprentissage et qu'elle ou il peut en dégager les significations. L'enseignante ou l'enseignant vérifie aussi si l'élève est à l'aise et de quelles façons elle ou il se prépare.
2^e temps : Réalisation de la situation d'apprentissage (l'activité)		
<ul style="list-style-type: none"> ■ L'élève traite du contenu d'apprentissage en explorant et en étudiant des phénomènes, des informations ou des sources de données (observation, interrogation, recherche, analyse, description, prédiction, formulation d'hypothèse, etc.). ■ Elle ou il choisit et organise l'information (traitement de données, schématisation, synthèse, critique, etc.) pour la présenter à la fin (extrapolation, déduction, évaluation, conclusion, application). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'enseignante ou l'enseignant incite et guide l'élève dans sa recherche ou son expérimentation, en proposant des éléments de source ou de solution et en conscientisant l'élève aux techniques nécessaires pour puiser de l'information. ■ L'enseignante ou l'enseignant guide aussi l'élève dans l'organisation et la présentation de son information et de ses résultats, lui proposant des pistes diverses et appropriées tout en lui aidant à prendre conscience de la démarche utilisée. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'enseignante ou l'enseignant observe la démarche et les stratégies de l'élève dans son étude ou sa résolution de problèmes, tout en vérifiant son intérêt au niveau de la collecte de données, de l'organisation de l'information et de la présentation de ses résultats.
3^e temps : Intégration de la situation d'apprentissage (la postactivité)		
<ul style="list-style-type: none"> ■ L'élève effectue un retour (une réflexion) sur la situation d'apprentissage, en objective sa démarche et son produit, tire des conclusions, dégage des règles et principes, ou applique les résultats à une situation d'apprentissage analogue. ■ L'élève intègre la situation d'apprentissage en y dégageant des significations personnelles, tout en agrandissant son répertoire d'attitudes, d'habiletés et de connaissances et en témoignant de la confiance. Elle ou il est capable de réinvestir ce nouveau savoir dans une autre situation. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'enseignante ou l'enseignant facilite le retour sur la situation d'apprentissage, guide l'élève dans l'objectivation, l'aide à tirer des conclusions et à appliquer les résultats dans une situation analogue. ■ L'enseignante ou l'enseignant aide l'élève à dégager des significations personnelles reliées à une situation d'apprentissage, fournit de la rétroaction sur les résultats de la situation, et facilite l'expression et la manifestation de la confiance qu'a l'élève en elle-même ou lui-même, en lui proposant des situations de réinvestissement. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'enseignante ou l'enseignant observe la participation de l'élève dans le retour sur la situation d'apprentissage. Elle ou il observe chez l'élève son objectivation, sa démarche pour en arriver à des conclusions, et son application des résultats dans une situation analogue. ■ L'enseignante ou l'enseignant vérifie la pertinence des significations personnelles reliées à la situation d'apprentissage, évalue la démarche suivie par l'élève et son apprentissage, observe l'image qu'a l'élève d'elle-même ou de lui-même, et vérifie le degré de participation de l'élève dans le réinvestissement.
<i>Il y a interdépendance dans les différents éléments de la démarche pédagogique; leur déroulement n'est pas forcément linéaire et il varie d'une ou un élève à l'autre.</i>		

Fig. 9 – Apprentissage de l'élève et démarche pédagogique en trois temps.
Tiré et adapté du *Dictionnaire actuel de l'éducation*, 2^e éd. de Renald Legendre.

La promotion de la culture scientifique

Tout en suivant une démarche pédagogique axée sur l'élève, l'enseignante ou l'enseignant en sciences de la nature doit, dans la mesure du possible, ne pas perdre de vue son rôle dans la promotion de la culture scientifique. L'enseignante ou l'enseignant doit :

« On ne peut rien enseigner à autrui. On ne peut que l'aider à découvrir. »
(Galiléo Galilée)

- encourager l'élève à développer un sentiment d'émerveillement et de curiosité, accompagné d'un sens critique à l'égard de l'activité scientifique et technologique;
- amener l'élève à se servir des sciences et de la technologie pour construire de nouvelles connaissances et résoudre des problèmes, lui permettant d'améliorer sa qualité de vie et celle des autres;
- préparer l'élève à aborder de façon critique des enjeux d'ordre social, économique, éthique ou environnemental liés aux sciences;
- offrir à l'élève une formation solide en sciences lui offrant la possibilité de poursuivre des études supérieures, de se préparer à une carrière liée aux sciences et d'entreprendre des loisirs à caractère scientifique convenant à ses intérêts et aptitudes;
- développer chez l'élève dont les aptitudes et les intérêts varient une sensibilisation à une vaste gamme de métiers liés aux sciences, à la technologie et à l'environnement.

L'expérimentation par l'élève est au centre de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences de la nature. L'accent n'est plus mis sur la mémorisation des faits et des théories scientifiques isolées du monde réel. Les élèves apprennent à apprendre, à penser, à évaluer de façon critique l'information recueillie et à prendre des décisions éclairées. La figure 10 dresse un portrait de ce que doivent être l'apprentissage et l'enseignement des sciences au début du XXI^e siècle.

« J'entends et j'oublie. Je vois et je me souviens. Je fais et je comprends. »
(Proverbe chinois)

Dans la salle de classe en sciences de la nature, l'enseignante ou l'enseignant doit être à la fois :

- pédagogue;
- modèle en ce qui a trait aux attitudes et aux habiletés scientifiques et technologiques;
- amateur passionné par les sciences et la technologie.

L'apprentissage des sciences aujourd'hui.

Insister moins sur :

- la connaissance de faits et de données scientifiques
- l'étude de chaque discipline en soi (sciences de la vie, sciences chimiques et physiques, sciences de la Terre et de l'espace)
- la distinction entre les connaissances scientifiques et la démarche scientifique
- le survol de nombreux sujets scientifiques
- l'exécution d'une étude scientifique au moyen d'un ensemble prescrit de procédés

Privilégier plutôt :

- la compréhension de concepts scientifiques et le développement d'habiletés pour la recherche scientifique
- l'apprentissage du contenu disciplinaire abordé dans divers contextes, afin de comprendre des perspectives personnelles et sociales liées aux sciences et à la technologie ainsi que l'histoire et la nature des sciences
- l'intégration de tous les savoirs (attitudes, habiletés, connaissances) à l'étude scientifique
- l'étude de quelques concepts scientifiques fondamentaux
- l'étude scientifique comme un apprentissage continu de stratégies, d'habiletés et de concepts

Changement de priorités pédagogiques pour favoriser l'étude scientifique.

Insister moins sur :

- les activités de démonstration et de vérification des connaissances scientifiques
- la recherche ou l'expérience effectuée sur une seule période de classe
- l'application des habiletés scientifiques hors contexte
- l'application d'une seule habileté isolément, telle que l'observation ou l'inférence
- l'obtention d'une réponse
- les sciences à titre d'exploration et d'expérience
- la livraison de réponses aux questions sur des connaissances scientifiques
- l'analyse et la synthèse des données, individuellement ou collectivement, sans affirmer ni justifier une conclusion
- l'étude d'une grande quantité de connaissances au détriment du nombre de recherches ou d'expériences
- la conclusion d'une étude scientifique aussitôt que les résultats d'une expérience sont obtenus
- la gestion du matériel et de l'équipement
- la communication des idées et des conclusions de l'élève à l'enseignante ou l'enseignant seulement

Privilégier plutôt :

- les activités de recherche et d'analyse liées à des questions scientifiques
- la recherche ou l'expérience effectuée sur une période de temps prolongée
- l'application des habiletés scientifiques dans un contexte réel
- l'application de multiples habiletés intégrées, faisant appel à la manipulation, la cognition et le traitement
- l'exploitation des données et des stratégies pour développer ou réviser une explication
- les sciences à titre d'argument et d'explication
- la communication d'explications scientifiques
- l'analyse et la synthèse fréquente de données par des groupes d'élèves **après** qu'ils ont affirmé et justifié leurs conclusions
- de nombreuses recherches et expériences pour développer une compréhension de l'étude scientifique et pour apprendre des attitudes, des habiletés et des connaissances scientifiques
- l'application des résultats d'une expérience à des arguments et à des explications scientifiques
- la gestion des idées et de l'information
- la communication ouverte des idées et du travail de l'élève à toute la classe

Fig. 10 – *Changement de priorités dans l'apprentissage et l'enseignement des sciences de la nature.*

Traduction d'un extrait du document *National Science Education Standards*, p. 113, publié par la National Academy of Sciences.

7. LES RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

L'apprentissage des sciences de la nature s'articule autour de la notion de **résultats d'apprentissage**. Un résultat d'apprentissage décrit de façon concise les connaissances, les habiletés et les attitudes - observables et, dans la mesure du possible, mesurables - qu'est censé acquérir une ou un élève dans une matière donnée et au cours d'un laps de temps.

Les résultats d'apprentissage sont toujours exprimés en fonction de ce qu'une ou un élève peut faire ou peut démontrer; à ne pas confondre avec *objectif* qui met l'accent sur ce que l'enseignant ou l'enseignante doit faire.

On distingue deux niveaux de résultats d'apprentissage au Manitoba : les résultats d'apprentissage généraux, appelés plus familièrement les RAG, et les résultats d'apprentissage spécifiques, nommés RAS.

Les résultats d'apprentissage généraux (RAG)

Les résultats d'apprentissage généraux sont des énoncés généraux qui décrivent ce qu'un élève ayant terminé sa formation scientifique au primaire, à l'intermédiaire et au secondaire est en mesure d'accomplir en sciences de la nature. Les RAG sont les mêmes de la maternelle au secondaire 4. Ils découlent des cinq principes de base de la culture scientifique (voir la figure 11).

PRINCIPES DE BASE	RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX								
Nature des sciences et de la technologie	A1	A2	A3	A4	A5				
Sciences, technologie, société et environnement (STSE)	B1	B2	B3	B4	B5				
Habiletés et attitudes scientifiques et technologiques	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
Connaissances scientifiques essentielles	D1	D2	D3	D4	D5	D6			
Concepts unificateurs	E1	E2	E3	E4					

Fig. 11 – Correspondance entre les principes de base et les RAG.

La figure 12 énumère les résultats d'apprentissage généraux en sciences de la nature qui se construisent de la maternelle au secondaire 4.

- A1. L'élève sera apte à reconnaître à la fois les capacités et les limites des sciences comme moyen de répondre à des questions sur notre monde et d'expliquer des phénomènes naturels.
- A2. L'élève sera apte à reconnaître que les connaissances scientifiques se fondent sur des données, des modèles et des explications et évoluent à la lumière de nouvelles données et de nouvelles conceptualisations.
- A3. L'élève sera apte à distinguer de façon critique les sciences de la technologie, en fonction de leurs contextes, de leurs buts, de leurs méthodes, de leurs produits et de leurs valeurs.
- A4. L'élève sera apte à identifier et apprécier les contributions qu'ont apportées des femmes et des hommes issus de diverses sociétés et cultures à la compréhension de notre monde et à la réalisation d'innovations technologiques.
- A5. L'élève sera apte à reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et progressent mutuellement.
- B1. L'élève sera apte à décrire des innovations scientifiques et technologiques, d'hier et d'aujourd'hui, et reconnaître leur importance pour les personnes, les sociétés et l'environnement à l'échelle locale et mondiale.
- B2. L'élève sera apte à reconnaître que les poursuites scientifiques et technologiques ont été et continuent d'être influencées par les besoins des humains et le contexte social de l'époque.
- B3. L'élève sera apte à identifier des facteurs qui influent sur la santé et expliquer des liens qui existent entre les habitudes personnelles, les choix de style de vie et la santé humaine aux niveaux personnel et social.
- B4. L'élève sera apte à démontrer une connaissance et un intérêt personnel pour une gamme d'enjeux, de passe-temps et de métiers liés aux sciences et à la technologie.
- B5. L'élève sera apte à identifier et démontrer des actions qui favorisent la durabilité de l'environnement, de la société et de l'économie à l'échelle locale et mondiale.
- C1. L'élève sera apte à reconnaître les symboles et les pratiques liés à la sécurité lors d'activités scientifiques et technologiques ou dans sa vie de tous les jours, et utiliser ces connaissances dans des situations appropriées.
- C2. L'élève sera apte à démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique.
- C3. L'élève sera apte à démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes technologiques.
- C4. L'élève sera apte à démontrer des habiletés de prise de décisions et de pensée critique lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur de l'information scientifique et technologique.
- C5. L'élève sera apte à démontrer de la curiosité, du scepticisme, de la créativité, de l'ouverture d'esprit, de l'exactitude, de la précision, de l'honnêteté et de la persistance, et apprécier l'importance de ces qualités en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques.
- C6. L'élève sera apte à utiliser des habiletés de communication efficaces et des technologies de l'information afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques.
- C7. L'élève sera apte à travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui lors de ses activités scientifiques et technologiques.
- C8. L'élève sera apte à évaluer, d'une perspective scientifique, les idées et les renseignements rencontrés au cours de ses études et dans la vie de tous les jours.
- D1. L'élève sera apte à comprendre les structures et les fonctions vitales qui sont essentielles et qui se rapportent à une grande variété d'organismes, dont les humains.
- D2. L'élève sera apte à comprendre diverses composantes biotiques et abiotiques, ainsi que leurs interactions et leur interdépendance au sein d'écosystèmes y compris la biosphère en entier.
- D3. L'élève sera apte à comprendre les propriétés et les structures de la matière ainsi que diverses manifestations et applications communes des actions et des interactions de la matière.
- D4. L'élève sera apte à comprendre comment la stabilité, le mouvement, les forces ainsi que les transferts et les transformations d'énergie jouent un rôle dans un grand nombre de contextes naturels et fabriqués.
- D5. L'élève sera apte à comprendre la composition de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la lithosphère ainsi que des processus présents à l'intérieur de chacune d'elles et entre elles.
- D6. L'élève sera apte à comprendre la composition de l'Univers et les interactions en son sein ainsi que l'impact des efforts continus de l'humanité pour comprendre et explorer l'Univers.
- E1. L'élève sera apte à décrire et apprécier les similarités et les différences parmi les formes, les fonctions et les régularités du monde naturel et fabriqué.
- E2. L'élève sera apte à démontrer et apprécier comment le monde naturel et fabriqué est composé de systèmes et comment des interactions ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux.
- E3. L'élève sera apte à reconnaître que des caractéristiques propres aux matériaux et aux systèmes peuvent demeurer constantes ou changer avec le temps et décrire les conditions et les processus en cause.
- E4. L'élève sera apte à reconnaître que l'énergie, transmise ou transformée, permet à la fois le mouvement et le changement, et est intrinsèque aux matériaux et à leurs interactions.

Fig. 12 – Résultats d'apprentissage généraux en sciences de la nature.

Les résultats d'apprentissage spécifiques (RAS)

Les résultats d'apprentissage spécifiques découlent des résultats généraux et se veulent des descripteurs concis et précis de l'apprentissage scientifique de chaque élève. On distingue deux types de RAS en sciences, soit les RAS transversaux et les RAS thématiques. Ces deux catégories de RAS sont d'importance égale.

- Les **RAS transversaux** sont des énoncés qui décrivent surtout des habiletés et des attitudes à acquérir au cours de l'année scolaire. Chaque RAS transversal est énoncé de façon à pouvoir être enseigné dans un ou plusieurs contextes tout au long de l'année.

Les RAS transversaux suivent une progression de la maternelle au secondaire 4. Il arrive parfois qu'un RAS soit le même pendant quelques années; une fléchette indique alors que le RAS a figuré dans l'année précédente. Malgré cette répétition, on s'attend à ce que le RAS en question soit encore à l'étude, bien qu'abordé dans de nouveaux contextes.

Les RAS transversaux sont organisés en neuf catégories. Les sept premières catégories représentent une suite plus ou moins chronologique de diverses étapes de l'étude scientifique ou du processus de prise de décisions, tandis que les deux dernières catégories sont de l'ordre de la réflexion, de la métacognition et des attitudes.

Les catégories de RAS transversaux

1. Initiation
2. Recherche
3. Planification
4. Réalisation d'un plan
5. Observation, mesure et enregistrement
6. Analyse et interprétation
7. Conclusion et application
8. Réflexion sur la nature des sciences et de la technologie
9. Démonstration des attitudes scientifiques et technologiques

- Les **RAS thématiques** sont des énoncés qui décrivent en grande partie des connaissances scientifiques, quoiqu'ils touchent aussi à de nombreuses habiletés et attitudes contextuelles. Les RAS s'agencent autour de thèmes particuliers. L'ordre de présentation qui est offert dans le *Document de mise en œuvre* n'est pas obligatoire, mais il constitue une progression logique de la construction des savoirs de l'élève dans le cours de sciences.

En secondaire 1, quatre grands thèmes appelés *regroupements thématiques* (numérotés de 1 à 4) servent à orienter l'enseignement; chaque regroupement est constitué d'un ensemble de RAS thématiques. Pour ce qui est des RAS transversaux, ils sont présentés dans le regroupement transversal (dont le numéro est 0). La figure 13 permet de voir d'un coup d'œil tous les regroupements de la maternelle au secondaire 1.

	<i>Regroupement transversal 0</i>	<i>Regroupement thématique 1</i>	<i>Regroupement thématique 2</i>	<i>Regroupement thématique 3</i>	<i>Regroupement thématique 4</i>
Maternelle	Les habiletés et les attitudes transversales de la maternelle	Les arbres	Les couleurs	Le papier	---
1 ^{re} année	Les habiletés et les attitudes transversales de la 1 ^{re} année	Les caractéristiques et les besoins des êtres vivants	Les sens	Les caractéristiques des objets et des matériaux	Les changements quotidiens et saisonniers
2 ^e année	Les habiletés et les attitudes transversales de la 2 ^e année	La croissance et les changements chez les animaux	Les propriétés des solides, des liquides et des gaz	La position et le mouvement	L'air et l'eau dans l'environnement
3 ^e année	Les habiletés et les attitudes transversales de la 3 ^e année	La croissance et les changements chez les plantes	Les matériaux et les structures	Les forces qui attirent ou repoussent	Les sols dans l'environnement
4 ^e année	Les habiletés et les attitudes transversales de la 4 ^e année	Les habitats et les communautés	La lumière	Le son	Les roches, les minéraux et l'érosion
5 ^e année	Les habiletés et les attitudes transversales de la 5 ^e année	Le maintien d'un corps en bonne santé	Les propriétés et les changements des substances	Les forces et les machines simples	Le temps qu'il fait
6 ^e année	Les habiletés et les attitudes transversales de la 6 ^e année	La diversité des êtres vivants	Le vol	L'électricité	L'exploration du système solaire
7 ^e année	Les habiletés et les attitudes transversales de la 7 ^e année	Les interactions au sein des écosystèmes	La théorie particulaire de la matière	Les forces et les structures	La croûte terrestre
8 ^e année	Les habiletés et les attitudes transversales de la 8 ^e année	Des cellules aux systèmes	L'optique	Les fluides	Les systèmes hydrographiques
Secondaire 1	Les habiletés et les attitudes transversales du secondaire 1	La reproduction	Les atomes et les éléments	La nature de l'électricité	L'exploration de l'Univers
Icônes utilisées dans le <i>Document de mise en œuvre</i> pour représenter les regroupements thématiques du secondaire 1					

Fig. 13 – Regroupements en sciences de la nature.

Les précisions qui accompagnent les RAS

Il arrive que l'énoncé d'un RAS transversal ou thématique ne soit pas suffisamment détaillé et que des précisions supplémentaires s'imposent. Un contenu notionnel obligatoire est alors précédé par la mention entre autres dans le RAS. L'inclusion d'un « entre autres » ne limite pas l'apprentissage à ce contenu notionnel, mais elle en précise le minimum (ou le contenu notionnel commun) obligatoire d'un RAS. Par ailleurs, la mention par exemple précise également la nature du contenu notionnel et permet à l'enseignante ou à l'enseignant de mieux cerner l'intention du RAS, sans toutefois exiger que ce soit les exemples fournis qui doivent être enseignés.

Alors que les « entre autres » sont écrits dans le même style que l'énoncé principal des RAS, les « par exemple » sont en italique pour bien souligner le fait qu'ils n'ont pas le statut obligatoire de l'énoncé principal.

Deux types de renvois figurent sous les RAS. Le premier type, qui ne se trouve que sous les RAS transversaux, vient souligner le lien entre un RAS transversal de sciences de la nature et des RAS ou RAG similaires dans d'autres disciplines ou compétences : le français langue première (FL1), le français langue seconde - immersion (FL2), les compétences en technologies de l'information (TI), et les mathématiques (Maths). Ces renvois permettent d'établir des correspondances entre ce qui est enseigné en sciences et dans d'autres matières de sorte à favoriser l'intégration.

Le second type de renvoi relie chacun des RAS transversaux et thématiques aux RAG dont ils s'inspirent. Une enseignante ou un enseignant peut davantage cerner l'esprit dans lequel a été rédigé un RAS en consultant les RAG visés par le renvoi.

La codification des RAS

En sciences de la nature, chaque RAS transversal est codifié selon :

- l'année scolaire;
- le regroupement (tous les RAS transversaux appartiennent au regroupement 0);
- la catégorie;
- l'ordre de présentation du RAS.

Les RAS thématiques sont eux aussi codifiés selon :

- l'année scolaire;
- le regroupement thématique (1, 2, 3 ou 4);
- l'ordre de présentation du RAS (cet ordre est facultatif).

Mode d'emploi pour la lecture des RAS thématiques

Exemples de RAS thématiques

énoncé précédant chaque RAS

entre autres : ce contenu notionnel est obligatoire

renvoi aux RAG

par exemple : ce contenu notionnel est facultatif – il est indiqué en italique

L'élève sera apte à :	
S1-4-07	comparer des perspectives culturelles sur l'origine et l'évolution de l'Univers à des perspectives scientifiques; RAG : A1, A2, A4, D6
S1-4-08	différencier les principales composantes de l'Univers, entre autres les planètes, les lunes, les comètes, les astéroïdes, les nébuleuses, les étoiles, les galaxies, les trous noirs; RAG : D6, E1, E2
S1-4-09	expliquer comment diverses technologies ont contribué à accroître notre capacité d'explorer et de comprendre l'Univers, <i>par exemple la robotique, le Télémanipulateur, le télescope Hubble, les véhicules Lunar Rover et Sojourner, la navette spatiale, la station spatiale, les sondes spatiales Pathfinder et Galileo.</i> RAG : A5, B1, B2, D6

codification d'un RAS thématique

S1-4-07

année scolaire

ordre de présentation

regroupement

Mode d'emploi pour la lecture des RAS transversaux

Exemples de RAS transversaux

énoncé précédant chaque RAS

par exemple : ce contenu notionnel est facultatif – il est indiqué en italique

renvoi aux RAG

entre autres : ce contenu notionnel est obligatoire

catégorie

RAS lié à l'étude scientifique

RAS lié au processus de prise de décisions

RAS lié à la fois à l'étude scientifique et au processus de prise de décisions

flèche : ce RAS figure aussi au programme de la 8^e année

L'élève sera apte à :		
	Étude scientifique	Prise de décisions
	S1-0-6c évaluer le plan initial d'une étude scientifique et proposer des améliorations, <i>par exemple relever les forces et les faiblesses des méthodes utilisées pour la collecte des données;</i> (FL1 : L3; FL2 : CÉ5, CO5, PÉ5, PO5) RAG : C2, C5	S1-0-6d adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées; RAG : C3, C4, C5, C8
7. Conclusion et application	S1-0-7a tirer une conclusion qui explique les résultats d'une étude scientifique, entre autres expliquer les relations de cause à effet, <i>déterminer</i> d'autres explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction; (FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5) RAG : C2, C5, C8	S1-0-7b sélectionner parmi les options la meilleure décision STSE possible et déterminer un plan d'action pour implanter cette décision; (FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4) RAG : B5, C4
		S1-0-7c implanter une décision STSE et en évaluer les effets; (FL2 : PÉ1, PO1) RAG : B5, C4, C5, C8
		S1-0-7d réfléchir sur le processus utilisé pour sélectionner ou implanter une décision STSE et suggérer des améliorations à ce processus; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : C4, C5
		S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension; (FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5) RAG : C2, C3, C4
	S1-0-8a distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits. RAG : A3	

codification d'un RAS transversal

S1-0-7b

année scolaire

catégorie

regroupement

ordre de présentation

renvois aux RAG ou aux RAS en :

- français langue première (FL1)
- français langue seconde (FL2-immersion)
- mathématiques de la 8^e année (Maths 8^e)
- mathématiques du secondaire 1 (Maths S1)
- technologies de l'information (TI)

8. ORGANISATION GÉNÉRALE DU DOCUMENT

Le présent document comprend, outre la section d'**Introduction générale**, quatre modules qui correspondent aux quatre regroupements (thèmes) ciblés en secondaire 1 :

- **La reproduction;**
- **Les atomes et les éléments;**
- **La nature de l'électricité;**
- **L'exploration de l'Univers.**

Ces modules peuvent être utilisés indépendamment des autres et l'ordre dans lequel ils sont présentés est facultatif. De nombreux indices servent à reconnaître les modules :

- Le numéro et le titre du regroupement thématique sont indiqués au haut de chaque page;
- Le premier chiffre de la pagination correspond au numéro du regroupement;
- L'icône particulière au regroupement figure en bas de chaque page.

Contenu d'un module thématique

Chaque module thématique comprend les éléments suivants :

- Un aperçu du regroupement thématique.
- Des conseils d'ordre général qui portent sur des considérations pratiques dont l'enseignante ou l'enseignant devra tenir compte dans la planification de son cours.
- Un tableau des blocs d'enseignement ainsi qu'une suggestion du temps à accorder à chacun des blocs.
- Une liste des ressources éducatives pour l'enseignant, notamment des livres, divers imprimés, des vidéocassettes, des disques numérisés et des sites Web.
- Une liste des résultats d'apprentissage spécifiques pour le regroupement thématique.
- Une liste des résultats d'apprentissage spécifiques transversaux.
- Une liste des résultats d'apprentissage généraux qui cernent l'orientation philosophique des cours de sciences de la nature.
- Des stratégies d'enseignement et d'évaluation suggérées pour chaque bloc d'enseignement.
- Des annexes reproductibles à l'intention de l'enseignante ou de l'enseignant et des élèves.
- Des feuilles reproductibles servant à la compilation d'un portfolio.

Les blocs d'enseignement

Les blocs d'enseignement sont des ensembles de cinq RAS ou moins, parmi lesquels on retrouve des RAS thématiques propres au regroupement dont il est question ainsi que des RAS transversaux qui y sont jumelés. La mise en page de ces blocs d'enseignement se fait sur deux pages placées côte à côte. Pour chaque bloc d'enseignement, au moins une stratégie d'enseignement et au moins une stratégie d'évaluation sont suggérées.

Les stratégies d'enseignement suggérées

Chaque stratégie d'enseignement comprend une section :

- **En tête** : suggestions pour mettre en contexte les apprentissages visés, activer les connaissances antérieures des élèves ou stimuler l'intérêt des élèves
- **En quête** : suggestions qui visent l'acquisition d'attitudes, d'habiletés et de connaissances que représentent les RAS du bloc d'enseignement.
- **En fin** : suggestions qui encouragent l'objectivation, la réflexion, la métacognition ou le réinvestissement.

Les encadrés

Divers encadrés accompagnent les stratégies d'enseignement. Ils offrent :

- des précisions quant aux notions scientifiques à enseigner;
- des avis de nature plutôt pédagogique;
- des renvois à des annexes ou à des ressources éducatives utiles;
- d'autres renseignements ou mises en garde susceptibles d'intéresser l'enseignant.

Une stratégie d'enseignement peut aussi comprendre une section :

- **En plus** : suggestions qui dépassent l'intention des RAS de ce niveau, mais qui peuvent néanmoins enrichir l'apprentissage des élèves et stimuler de nouvelles réflexions.
- **En jeu** : suggestions qui soulèvent des enjeux STSE découlant des notions abordées dans les RAS.

Il peut y avoir à l'intérieur de chacune des sections ci-dessus une numérotation pour différentes options (❶, ❷, ❸, etc.); l'enseignante ou l'enseignant doit alors sélectionner une option en fonction de ses préférences pédagogiques et des intérêts de la classe. **Une seule option suffit pour compléter la section en question.** Par contre, il peut exister au sein d'une option particulière des étapes nécessaires pour que les RAS soient atteints. Ces étapes sont indiquées par les lettres A, B, C, etc., et **elles constituent des étapes nécessaires pour mener l'activité à terme.**

Les stratégies d'évaluation suggérées

Les stratégies d'évaluation sont numérotées (❶, ❷, ❸, etc.). Toutefois, contrairement aux stratégies d'enseignement, **une seule des options proposées n'est pas nécessairement suffisante pour évaluer tous les RAS thématiques et transversaux** du bloc d'enseignement. L'enseignante ou l'enseignant doit donc choisir un ensemble de suggestions.

Mode d'emploi pour la lecture des stratégies suggérées

Les RAS thématiques et transversaux du bloc sont toujours disposés en haut, sur la largeur des deux pages côte à côte. Si des pages supplémentaires sont utilisées pour les stratégies du même bloc, les mêmes RAS sont indiqués au haut des pages suivantes.

La matière, l'année scolaire et le numéro du regroupement thématique sont indiqués au haut de la page.

Un encadré fournit des précisions notionnelles, pédagogiques ou autres.

La lettre du bloc indique son ordre dans le module. Chaque bloc a aussi un titre qui porte sur les notions visées. Les blocs d'enseignement sont offerts à titre de suggestions.

Les stratégies d'enseignement suggérées sont disposées en trois colonnes.

La section « En tête » correspond à la préactivité.

Les étapes nécessaires au sein d'une section sont indiqués par des lettres.

La section « En quête » correspond à l'activité.

La section « En fin » correspond à la postactivité.

Dans la pagination, le chiffre avant le point indique le numéro du regroupement thématique.

L'icône du regroupement thématique.

Sciences de la nature
Secondaire 1
Regroupement 4

L'EXPLORATION DE L'UNIVERS

Résultats d'apprentissage spécifiques pour le bloc d'enseignement :

Bloc C
La Terre et l'espace

L'élève sera apte à :

S1-4-04 comparer, au cours de l'histoire, diverses conceptions de la relation entre la Terre et l'espace, entre autres les modèles géocentriques et héliocentriques;
RAG : A2, A4, B2, E2

S1-4-05 expliquer le mouvement apparent du Soleil, des étoiles, des planètes et de la Lune vus de la Terre, entre autres les levers et couchers quotidiens, les constellations saisonnières, le mouvement rétrograde;
RAG : D4, D6, E2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

● Au tableau, dessiner un tableau en T et demander aux élèves s'ils sont capables de classer le peuple qu'ils ont étudié sous l'une ou l'autre des grandes conceptions de la relation entre la Terre et l'espace, notamment les modèles géocentrique et héliocentrique.

En quête

● A) Aborder l'histoire de l'astronomie, en commençant avec les observations du ciel et les régularités quotidiennes, lunaires et saisonnières qui laissent perplexes les humains de l'Antiquité (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 410-411). On a pendant longtemps considéré comme vérité absolue la notion géocentrique de l'Univers (par exemple, le modèle du philosophe Ptolémée ou le modèle du philosophe grec Aristote); ce n'est que depuis le modèle héliocentrique de l'astronome polonais Copernic que l'astronomie moderne a connu son essor (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 435-438, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 438-439).
Noter sur une ligne du temps les grandes époques de l'astronomie et les principaux personnages qui en ont marqué l'essor.

B) Souligner l'importance de l'observation du mouvement apparent des corps célestes pour justifier les diverses conceptions de l'Univers. Discuter avec les élèves des questions suivantes :

- Pourquoi le mouvement apparent des astres est-il différent de leur mouvement réel?
- De quelles façons la forme sphérique de la Terre influe-t-elle sur la perception des astres?
- De quelles façons la rotation de la Terre influe-t-elle sur la perception des astres?
- De quelles façons la révolution de la Terre influe-t-elle sur la perception des astres?
- De quelle façon l'atmosphère terrestre influe-t-elle sur la perception des astres?

Pour connaître les réponses à ces questions, consulter *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 437, 440-441, 455; ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 403-407.

C) Former des groupes et inviter chacun d'eux à préparer une démonstration assez fidèle d'un type de mouvement particulier. Voici une liste des mouvements apparents que les élèves doivent être en mesure d'expliquer :

- les levers et couchers du Soleil;
- les constellations saisonnières (on pourrait les répartir en plus d'un groupe);
- le mouvement rétrograde des planètes;
- les phases de la Lune.

Pendant les démonstrations de chaque groupe, s'assurer que chaque élève a en main quatre cadres de concept (voir l'annexe 19) pour la prise de notes (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.10, 11.24, 11.36).

Le élèves ont déjà étudié en 6^e année des modèles scientifiques servant à expliquer la position de la Terre dans l'espace sans toutefois se servir des termes « géocentrique » et « héliocentrique ».

Des personnages importants dans l'histoire de l'astronomie sont indiqués à l'annexe 18.

page
4.36

En fin

● Suite aux démonstrations, demander aux élèves de répondre aux quatre questions suivantes dans leur carnet scientifique :

Mode d'emploi pour la lecture des stratégies suggérées

Le texte du *Document de mise en œuvre* s'adresse aux enseignants. Cependant, les questions posées aux élèves sont en italique.

Le titre du module correspond au titre du regroupement thématique. Toutefois, le module traite aussi des habiletés et des attitudes du regroupement 0.

Pour chaque RAS il y a un renvoi aux RAG. Pour les RAS transversaux il peut aussi y avoir des renvois à d'autres disciplines ou compétences.

La section « En plus » correspond à des activités d'extension possibles. Ces activités dépassent l'intention des RAS du bloc. La section « En jeu » correspond à des enjeux STSE possibles liés aux RAS du bloc.

Les stratégies d'évaluation suggérées sont disposées dans la colonne de droite.

Les stratégies d'évaluation sont numérotées. Une seule stratégie ne suffit pas nécessairement à l'évaluation de tous les RAS du bloc.

La numérotation à l'intérieur des sections « En tête », « En quête » et « En fin » indique des options : une seule option à l'intérieur de chaque section suffit pour compléter la stratégie d'enseignement. Pour les sections « En plus » et « En jeu », la numérotation indique aussi des options mais celles-ci vont au-delà des RAS du bloc.

Au besoin, la lecture des stratégies du bloc se poursuit aux deux prochaines pages.

L'EXPLORATION DE L'UNIVERS

Sciences de la nature
Secondaire 1
Regroupement 4

S1-0-1b sélectionner diverses méthodes permettant de répondre à des questions précises et en justifier le choix;
(FL2 : PÉ4, PO4; Maths
S1 : 1.1.6)
RAG : C2

S1-0-8e discuter du fait que des personnes de diverses cultures ont contribué au développement des sciences et de la technologie;
(FL1 : C1; FL2 : CÉ3, CO3, V)
RAG : A4, A5

S1-0-9d valoriser l'ouverture d'esprit, le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision et la persévérance en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques.
(FL2 : V)
RAG : C2, C3, C4, C5

- *Pourquoi le Soleil se lève-t-il et se couche-t-il?*
- *Pourquoi la Lune voyage-t-elle aussi dans le ciel?*
- *Pourquoi ne peut-on pas voir les mêmes étoiles au fil des saisons? (Il existe pour chaque latitude des étoiles circumpolaires qui sont observables à l'année longue.)*
- *Qu'est-ce que le mouvement rétrograde d'un astre?*

En plus

❶ Discuter et démontrer le phénomène d'éclipse (vu en 6^e année) ou inviter des élèves de 6^e année à venir en parler.

❷ Inviter les élèves à étudier le procès de Galilée. Présenter la vidéocassette *Galileo Galilei* ou le cédérom *Galilée : et pourtant elle tourne* qui traitent de cette partie de l'histoire médiévale.

❸ Inviter les élèves passionnés par l'histoire de l'astronomie à poursuivre une recherche plus approfondie sur les percées astronomiques de divers peuples du passé : les Égyptiens, les Grecs, les Chinois, les Celtes, les Mayas, les Incas, les Polynésiens, etc. Demander aux élèves de rédiger leur résumé de recherche comme s'il s'agissait d'une lettre écrite par un astronome de l'époque.

❹ Demander aux élèves de trouver des mythes ou des légendes anciennes qui expliquent le mouvement de certains astres dans le ciel et à venir les raconter en classe.

❺ Discuter de certains cycles, régularités ou expressions qui seraient à juste titre ou fautivement liés aux phases de la Lune : le cycle menstruel, par exemple, ou l'expression « être bien ou mal luné ».

suite à la page 4.38

Stratégies d'évaluation suggérées

❶ Amener les élèves à comparer les conceptions géocentriques et héliocentriques de l'Univers (voir l'annexe 20).

- *Quelle est la conception actuelle de notre Univers? Depuis quand a-t-elle la faveur des astronomes? (Depuis le XX^e siècle, on sait que le Soleil n'est qu'une petite étoile aux abords de la Voie lactée, une galaxie parmi tant d'autres; les cosmologues se demandent toujours si les galaxies s'éloignent les unes des autres ou si elles se rapprochent.)*

❷ Évaluer la démonstration réalisée par chaque groupe. Accorder une attention particulière au souci qu'a eu le groupe d'expliquer clairement son concept aux autres élèves et de répondre aux questions soulevées.

❸ Inviter les élèves à reprendre l'exercice de l'annexe 10 avec le tableau de données suivant pour une planète. Ils doivent constater que son mouvement est rétrograde.

Date de l'observation	Azimut de la planète X (mesuré à la même heure)
1 ^{er} juillet	113°
15 juillet	105°
1 ^{er} août	98°
15 août	94°
1 ^{er} septembre	93°
15 septembre	94°
1 ^{er} octobre	102°
15 octobre	102°
1 ^{er} novembre	108°
15 novembre	109°
1 ^{er} décembre	101°
15 décembre	95°
1 ^{er} janvier	90°

suite à la page 4.39

page 4.37

Les modalités d'évaluation

Une variété de **modalités** ont été employées dans ce document pour recueillir des données sur la performance des élèves par rapport à l'atteinte des résultats d'apprentissage ou pour les évaluer. Aucune modalité, aussi bonne soit-elle, ne peut permettre d'évaluer à elle seule toute la vaste gamme des connaissances, des habiletés et des attitudes en jeu. Ces diverses modalités, en conjonction les unes avec les autres, permettent d'obtenir des données pertinentes non seulement sur ce que l'élève a appris, mais aussi sur la manière dont il a appris.

Voici une brève description de chacune des modalités privilégiées et des instruments utilisés pour soutenir cette modalité :

- **L'observation** directe au cours des activités d'apprentissage vise avant tout à obtenir des renseignements sur les attitudes de l'élève à l'égard des sciences, sur ses habiletés scientifiques et technologiques et sur la manière dont elle ou il travaille en groupes ou seul. Ces attitudes et habiletés sont difficiles, voire impossible, à évaluer d'une autre façon.

Divers types de grille d'observation ont été employés dans ce document. Certaines grilles permettent par exemple de noter par un oui ou par un non l'atteinte des résultats d'apprentissage; d'autres, sous forme d'échelle, permettent de noter le degré d'atteinte d'un RAS et d'autres encore prennent la forme d'une fiche anecdotique sur laquelle il est possible de noter de manière très brève un commentaire. Ces diverses grilles d'observation nécessitent parfois une analyse ultérieure.

- **Les travaux pratiques** consistent en une série de tâches ou d'exercices créés de toutes pièces pour faire ressortir des connaissances, des habiletés ou des attitudes précises en relation avec le programme d'études. **Les projets de recherche**, pour leur part, sont des tâches structurées qui consistent à amener l'élève à étudier en profondeur des questions reliées aux sciences et aux technologies.

Les travaux pratiques (expériences) et les projets de recherche s'accompagnent d'une variété d'instruments d'évaluation, notamment la grille d'accompagnement, appelée aussi liste de vérification ou feuille de route, qui peut comprendre un plan détaillé de ce qui est attendu à la fin du projet, des échéances et des critères d'évaluation précis. Ces instruments permettent à l'élève de mieux cerner son travail, d'une part, et de comprendre l'importance de la planification dans un projet d'envergure, d'autre part. La grille ou l'échelle d'appréciation est également employée pour donner une idée précise à l'élève de la qualité de son travail grâce à des descriptions claires des niveaux d'habileté atteints pour chaque critère.

- **Les tests** sont employés pour mesurer ce que l'élève a appris à la suite d'un ensemble d'activités d'apprentissage réparties sur une période de temps jugée significative.

Tout instrument qui donne lieu à une note ou à un commentaire peut servir au « testing ». Les tests permettent de faire un retour sur les apprentissages faits en classe et l'enseignant ou l'enseignante peut profiter de cette rétroaction pour améliorer son enseignement. Un test peut servir à l'évaluation diagnostique, formative ou sommative.

- **Les questions objectives** sont des questions qui exigent le choix d'une réponse possible parmi d'autres. Souvent utilisées en guise d'évaluation rapide, elles peuvent, si elles sont bien conçues, permettre de sonder les habiletés cognitives de niveau supérieur.

Les exercices de closure comprenant des phrases lacunaires (à trous) et les questions d'appariement, de vrai ou faux et à choix multiples font partie de la catégorie des questions objectives et sont proposées dans ce document. Des questions de ce genre permettent une notation plus objective.

- **Les questions à développement** requièrent des réponses structurées et écrites. Elles permettent de mieux évaluer la compréhension de concepts ainsi que diverses habiletés cognitives, notamment la synthèse et l'analyse.

Dans le présent document, un grand nombre de questions à développement se trouvent dans la section En fin et exigent une réflexion de l'élève faisant appel à la fois aux nouvelles notions apprises et à l'ensemble de ses connaissances sur le sujet.

- **La représentation graphique** permet de comprendre comment l'élève résume, organise et intègre l'information obtenue. Moyen privilégié pour l'évaluation diagnostique, la représentation graphique sert également à l'évaluation formative. Ainsi l'enseignante ou l'enseignant peut plus facilement guider l'élève et intervenir pour corriger une conception erronée.

Les organigrammes, les schémas conceptuels et les divers cadres font partie des outils présentés dans ce document.

- **Le carnet scientifique** est un recueil des réflexions et des réactions de l'élève en rapport avec son apprentissage. La nature des commentaires qui s'y trouvent porte sur le processus d'apprentissage, les difficultés à saisir certaines notions et la perception des activités proposées en classe. Pour l'enseignant ou l'enseignante, ce type d'évaluation permet de mieux comprendre ce qui se passe dans la tête de l'élève en situations d'apprentissage et ainsi d'intervenir plus adéquatement. Certaines suggestions d'enseignement ou d'évaluation font parfois usage du carnet scientifique pour d'autres types d'exercices bien que cela ne soit pas la fonction pour laquelle il a été conçu.
- **Les portfolios** : Un portfolio est un recueil d'échantillons de travaux de l'élève qui témoignent de la progression de ses apprentissages au fil du temps. Le portfolio d'apprentissage ou d'évaluation nécessite la participation et la réflexion de l'élève à l'ensemble du processus d'apprentissage ou d'évaluation.

Pour être un portrait fidèle des apprentissages de l'élève, le portfolio doit contenir une variété de documents ou pièces tels que des travaux de recherche, des rapports d'expérience, des réflexions sur ses apprentissages, des schémas explicatifs, des tests, des auto-évaluations et des évaluations par les pairs, des observations de l'enseignant sous forme de grille d'observation ou de commentaires, des extraits du carnet scientifique, des photos, des cassettes audio ou des vidéocassettes de projet de recherche et des disques numérisés. Chaque échantillon de travail est accompagné d'une fiche d'identification sur laquelle l'élève pose un regard critique quant au travail accompli. La réalisation d'un portfolio est suggérée pour chacun des modules thématiques.

- **L'auto-évaluation et l'évaluation par les pairs** : Il est important de souligner que les divers instruments recensés peuvent non seulement être utilisés par l'enseignant ou l'enseignante, mais s'avèrent fort utiles quand on demande aux élèves de s'évaluer eux-mêmes ou que l'on demande aux pairs de porter des jugements sur la performance d'un élève.

Les questions posées aux élèves

De nombreux exemples de questions à poser aux élèves sont parsemés dans le texte des stratégies d'enseignement et d'évaluation. Puisque normalement le texte du *Document de mise en œuvre* s'adresse aux enseignants, l'italique a été utilisé pour faire ressortir des questions à l'intention des élèves.

Les questions que l'on pose aux élèves doivent les inciter à réfléchir en regard de nombreux niveaux taxinomiques de pensée cognitive. De plus, les questions doivent faire appel davantage à la compréhension critique et interprétative qu'à la compréhension littérale. La figure 14 met en relation ces éléments.

	niveau taxinomique de pensée cognitive	exemple de question au secondaire 1
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">COMPRÉHENSION INTERPRÉTATIVE</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">COMPRÉHENSION LITTÉRALE</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">COMPRÉHENSION CRITIQUE</p>	Identification <ul style="list-style-type: none"> le rappel de l'information qui, quoi, quand, où, comment? verbes tels que décrire, nommer 	- <i>Quel est le numéro atomique de l'azote?</i> - <i>Quelles sont les caractéristiques de la Voie lactée?</i>
	Compréhension <ul style="list-style-type: none"> l'organisation et la sélection des faits et des idées verbes tels que résumer, choisir 	- <i>Quelle est l'idée principale dans ce reportage sur la production hydro-électrique?</i>
	Application <ul style="list-style-type: none"> l'utilisation de faits, de règles et de principes verbes tels que calculer, lier 	- <i>Pourquoi le clonage est-il un exemple de reproduction asexuée?</i> - <i>Quel est le lien entre la charge et le courant?</i>
	Analyse <ul style="list-style-type: none"> la séparation d'un tout en ses constituants verbes tels que classer, comparer 	- <i>Comment pourrait-on classer les maladies humaines?</i> - <i>L'oxygène ressemble-t-il à l'ozone?</i>
	Synthèse <ul style="list-style-type: none"> la combinaison d'idées pour en créer de nouveaux ensembles verbes tels que prédire, inférer 	- <i>Que prédis-tu au sujet du courant si on ajoute une résistance ici?</i> - <i>Que pourrait subir un corps en apesanteur?</i>
	Évaluation <ul style="list-style-type: none"> l'élaboration d'opinions, de jugements ou de décisions verbes tels que réagir, apprécier 	- <i>Que penses-tu de la sélection génétique?</i> - <i>La survie des aigles est-elle plus cruciale que l'exploration de Mars?</i>

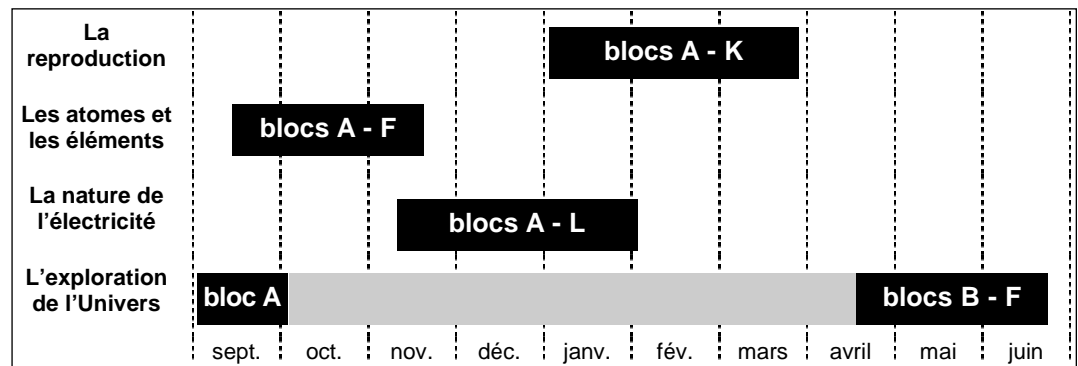
Fig. 14 – Relation entre les types de compréhension et les niveaux taxinomiques de la pensée cognitive.

9. LA PLANIFICATION EN SCIENCES

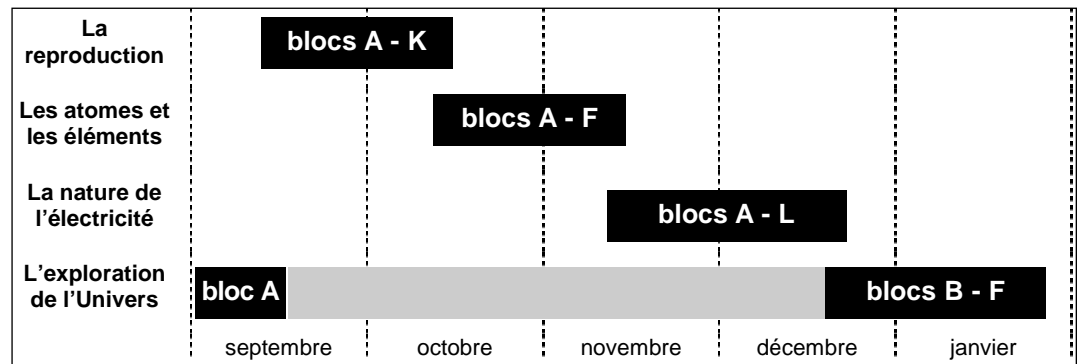
Le Ministère a conçu le programme d'études en sciences de la nature au secondaire 1 en fonction de 110 heures d'enseignement. Selon les diverses modalités scolaires, le cours s'échelonne sur cinq ou dix mois.

Les trois scénarios suivants constituent des suggestions pour l'organisation du cours.

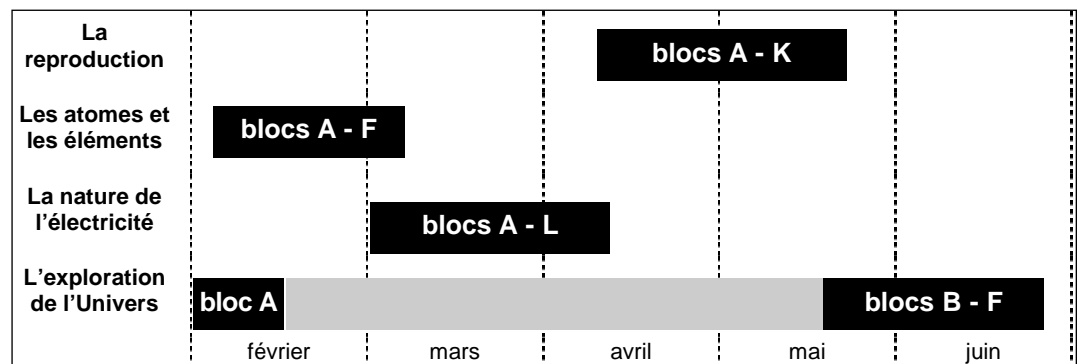
Cours annuel



Cours semestriel (septembre à janvier)



Cours semestriel (février à juin)



10. BIBLIOGRAPHIE

- Alberta Education. *Program of Studies – Elementary Schools: Science*. Edmonton, Alberta Education, 1995.
- Alberta Learning. *Grade 7 Science Program Outcomes: Resource Development Draft (April 1999)*. Edmonton, Alberta Learning, 1999.
- . *Grade 8 Science Program Outcomes: Resource Development Draft (April 1999)*. Edmonton, Alberta Learning, 1999.
- . *Grade 9 Science Program Outcomes: Resource Development Draft (April 1999)*. Edmonton, Alberta Learning, 1999.
- American Association for the Advancement of Science. *Benchmarks for Science Literacy: Project 2061*. New York, Oxford University Press, 1993.
- . *Science for All Americans*. Washington, AAAS Publications, 1990.
- Bybee, R. *Science and Technology Education for the Elementary Years: Frameworks for Curriculum and Instruction*. Rowley (Massachusetts), The NETWORK, 1989.
- Campbell, V., Lofstrom, J. et Jerome, B. *Decisions Based on Sciences*. Arlington (Virginie), National Science Teachers Association, 1997.
- Conseil des ministres de l'Éducation (Canada). *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature (M à 12)*. Toronto, Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), 1997.
- . *Évaluation en sciences : Cadre de classification et critères d'évaluation*. Toronto, Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), 1996.
- Conseil des sciences du Canada. *À l'école des sciences : La jeunesse canadienne face à son avenir; Rapport 36*. Ottawa, Approvisionnement et Services Canada, 1984.
- Conseil supérieur de l'éducation. *Améliorer l'éducation scientifique sans compromettre l'orientation des élèves : Les sciences de la nature et la mathématique au deuxième cycle du secondaire*. Sainte-Foy (Québec), Conseil supérieur de l'éducation, 1990.
- . *L'initiation des élèves aux sciences de la nature chez les enfants au primaire*. Sainte-Foy (Québec), Conseil supérieur de l'éducation, 1989.
- Cornfield, R.J. et autres. *Construire la réussite : L'évaluation comme outil d'intervention*. Montréal, Éditions de la Chenelière, 1994.
- Department for Education and the Welsh Office. *Technology in the National Curriculum*. Londres, HMSO, 1990.

Departments of Education of New Brunswick, Newfoundland and Labrador, Nova Scotia, and Prince Edward Island. *Foundation for the Atlantic Canada Science Curriculum*. Saint-Jean (Terre-Neuve), Newfoundland and Labrador Department of Education, 1998.

De Vecchi, G. et Giordan, A. *L'enseignement scientifique : Comment faire pour que « ça marche »?* Nice (France), Z'éditions, 1988.

Éducation et Formation professionnelle Manitoba. *Cadre manitobain de résultats d'apprentissage en sciences de la nature (M à 4)*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1999.

---. *Cadre manitobain de résultats d'apprentissage en sciences de la nature (5 à 8)*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 2000.

---. *Cadre manitobain de résultats d'apprentissage en sciences de la nature (S1)*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 2000.

---. *Études autochtones : Document-ressource à l'usage des années primaires (M-4)*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1995.

---. *Études autochtones : Document cadre à l'usage des enseignants des années primaires (M-4)*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1995.

---. *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire : Une ressource didactique*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 2000.

---. *Liens curriculaires : Éléments d'intégration en salle de classe*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1997.

---. *Mathématiques, Septième et huitième années : Document de mise en œuvre*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1998.

---. *Mathématiques, Secondaire 1 : Document de mise en œuvre*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1998.

---. *Nouvelles directions pour le renouveau de l'éducation : Les bases de l'excellence*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1995.

---. *Politique curriculaire pour le programme d'immersion française*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1996.

---. *Les résultats d'apprentissage manitobains en français langue première (M - S4)*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1996.

---. *Les résultats d'apprentissage manitobains en français langue seconde - immersion (M - S4)*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1996.

- Éducation et Formation professionnelle Manitoba. *La sécurité en sciences de la nature : Un manuel ressource*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1999.
- . *Le succès à la portée de tous les apprenants*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1997.
- . *La technologie comme compétence de base : Vers l'utilisation, la gestion et la compréhension des technologies de l'information*. Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1998.
- Larochelle, M. et Désautels, J. *Autour de l'idée de science : Itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes*. Québec, Presses de l'Université Laval, 1992.
- Legendre, Renald. *Dictionnaire actuel de l'éducation, 2^e édition*. Montréal, Éditions Guérin, 1993.
- Ministère de l'Éducation et de la Formation (Ontario). *Le curriculum de l'Ontario de la 1^{re} à la 8^e année : Sciences et technologie*. Toronto, Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 1998.
- . *Le curriculum de l'Ontario de la 9^e et 10^e année : Sciences*. Toronto, Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 1999.
- National Research Council. *National Science Education Standards*. Washington, National Academy of Sciences, 1996.
- National Science Teachers Association. *Scope, Sequences, and Coordination of Secondary School Science*, vol. 2. Arlington (Virginie), National Science Teachers Association, 1992.
- . *The Content Core : A Guide for Curriculum Designers*. Arlington (Virginie), National Science Teachers Association, 1993.
- Orpwood, G. et Souque, J.P. *Science Education in Canadian Schools, Background Study 52*. Ottawa, Approvisionnement et Services Canada, 1984.
- Sustainability Manitoba. *Sustainable Development Strategy for Manitoba*. Winnipeg, Sustainability Manitoba, 1994.
- Tardif, Jacques. *Pour un enseignement stratégique : L'apport de la psychologie cognitive*. Montréal, Les Éditions Logiques, 1992.
- UNESCO. *Le développement durable grâce à l'éducation relative à l'environnement*. Connexion, vol. 13, n° 2, juin 1988.
- World Commission on Environment and Development. *Our Common Future*. New York, Oxford University Press, 1987.

LA REPRODUCTION



APERÇU DU REGROUPEMENT

La reproduction est la fonction biologique qui assure la continuité et la diversité des espèces. Dans le présent regroupement, l'élève compare la reproduction sexuée à la reproduction asexuée, apprend à connaître le fonctionnement des systèmes reproducteurs humains et décrit les étapes marquant le développement de l'être humain, de la conception à la naissance. L'élève reconnaît le noyau de la cellule comme étant le lieu de l'information génétique, responsable de la transmission des traits de génération en génération. L'élève discute aussi de facteurs qui peuvent entraîner des mutations génétiques, y compris les facteurs environnementaux, et elle ou il examine un enjeu lié à la biotechnologie.

CONSEILS D'ORDRE GÉNÉRAL

En 8^e année, les élèves ont étudié la cellule et ses principales composantes (*Des cellules aux systèmes*), ainsi que divers systèmes du corps humain, à l'exception des systèmes reproducteurs.

En secondaire 1, l'observation de la reproduction cellulaire peut se faire indirectement par l'entremise de documents audiovisuels, mais l'observation directe grâce au microscope suscite davantage l'intérêt des élèves. On recommande l'emploi d'affiches anatomiques et d'animations vidéo pour l'étude des systèmes reproducteurs et du développement foetal. La dissection n'est pas obligatoire, mais elle constitue une activité d'apprentissage très enrichissante.

Enfin, il faut s'assurer que les élèves aient accès à de la documentation récente sous forme imprimée et électronique, afin de pouvoir aborder et approfondir divers enjeux et notions liés à la biotechnologie. Ce domaine de recherche est en plein essor et des répercussions économiques et sociales se font déjà ressentir. L'information datant de quelques années seulement est souvent périmée, vu la recherche intensive, les nombreuses expériences en génétique et les manipulations biologiques menées par divers intervenants. L'abonnement à quelques revues scientifiques et une connexion Internet permettent à l'école d'être branchée sur les données les plus récentes.

Deux pages reproductibles pour le portfolio figurent à la toute fin de ce regroupement. Elles sont de nature très générale et elles conviennent au portfolio d'apprentissage ou d'évaluation. Des suggestions pour la cueillette d'échantillons à inclure dans ce portfolio se trouvent dans la section de l'Introduction générale.

Dans le présent document, les termes de genre masculin sont utilisés pour désigner les personnes englobant à la fois les femmes et les hommes; ces termes sont utilisés sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger le texte.



BLOCS D'ENSEIGNEMENT SUGGÉRÉS

Afin de faciliter la présentation des renseignements et des stratégies d'enseignement et d'évaluation, les RAS de ce regroupement ont été disposés en **blocs d'enseignement**. À souligner que, tout comme le regroupement lui-même, les blocs d'enseignement ne sont que des pistes suggérées pour le déroulement du cours de sciences de la nature. L'enseignant peut choisir de structurer son cours et ses leçons en privilégiant une autre approche. Quoi qu'il en soit, les élèves doivent atteindre les RAS prescrits par le Ministère pour le secondaire 1.

Outre les RAS propres à ce regroupement, plusieurs RAS transversaux du secondaire 1 ont été rattachés aux blocs afin d'illustrer comment ils peuvent s'enseigner pendant l'année scolaire.

	Titre du bloc	RAS inclus dans le bloc	Durée suggérée
Bloc A	La mitose	S1-1-01, S1-1-02, S1-0-5c	240 à 270 min
Bloc B	La reproduction asexuée	S1-1-03, S1-1-04, S1-0-2b, S1-0-2c, S1-0-4e	150 à 180 min
Bloc C	La méiose	S1-1-05, S1-0-3a, S1-0-7e, S1-0-9d	180 à 210 min
Bloc D	La comparaison de la mitose et de la méiose	S1-1-06, S1-1-07, S1-0-4e, S1-0-4f	60 à 90 min
Bloc E	Les adaptations favorables à la reproduction	S1-1-08, S1-0-2a, S1-0-2b, S1-0-5c, S1-0-9c	90 à 120 min
Bloc F	La reproduction humaine	S1-0-09, S1-0-7e, S1-0-8b	180 à 240 min
Bloc G	Le développement fœtal	S1-1-10, S1-0-1c, S1-0-2a, S1-0-2c	150 à 180 min
Bloc H	La dominance et la récessivité	S1-1-11, S1-1-12, S1-1-13, S1-0-5c, S1-0-6a	180 à 210 min
Bloc I	Les traits liés au sexe	S1-1-14	60 à 90 min
Bloc J	La recherche en génétique et en reproduction	S1-1-15, S1-1-16, S1-0-8e, S1-0-8g, S1-0-9a	180 à 240 min
Bloc K	Les enjeux liés à la biotechnologie	S1-1-17, S1-1-18, S1-0-1d, S1-0-3d, S1-0-6d	180 à 240 min
	<i>Récapitulation du regroupement et objectivation</i>		60 à 90 min
	Nombre d'heures suggéré pour ce regroupement		30 à 34 h



RESSOURCES ÉDUCATIVES SUGGÉRÉES POUR L'ENSEIGNANT

Vous trouverez ci-dessous une liste de ressources éducatives qui se prêtent bien à ce regroupement. Il est possible de se procurer la plupart de ces ressources à la Direction des ressources éducatives françaises (DREF). Certaines d'entre elles peuvent aussi être commandées auprès du Centre des manuels scolaires du Manitoba (CMSM).

[R] indique une ressource recommandée

LIVRES

Les anomalies génétiques : un recueil d'information sur la génétique humaine, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (1986). DREF 573.2 A615.

Atlas du corps humain, Éd. S.F. (1989). ISBN 2-921163-00-4. DREF 612 A881. [petite section sur l'appareil reproducteur]

Attendre un enfant : Toutes les réponses à vos questions, Éd. Hurtubise HMH (1999). ISBN 2-89428-296-6. [excellentes explications de la grossesse et du développement fœtal]

Au coeur de la vie, de Dominique Morello, collection Explora, Éd. Presses Pockets (1991). ISBN 2-266-04392-7. DREF 574.87 M842a.

Biologie et génétique, de Martine Scrive, collection La science et les hommes, Éd. Messidor/La Farandole (1990). ISBN 2-209-06254-3. DREF 574 S434b.

Biologie : la cellule – Module 1, fiches d'apprentissage, de Marcel Lefebvre, Gouvernement du Québec (1987). ISBN 2550136550. DREF 574.87 L489b v.1. [code génétique]

Biologie : la cellule – Module 2, fiches d'apprentissage, de Marcel Lefebvre, Gouvernement du Québec (1987). ISBN 255013656X. DREF 574.87 L489b v.2. [code génétique]

Biologie : la cellule – Module 3, fiches d'apprentissage, de Marcel Lefebvre, Gouvernement du Québec (1987). ISBN 2550136578. DREF 574.87 L489b v.3. [méiose et mitose]

Biologie : Principes, phénomènes et processus, de Galbraith et autres, Éd. Guérin (1993). ISBN 2-7601-3306-0. DREF 574.0202 G148b. CMSM 94452. [5^e partie : renseignements sur les travaux de Mendel et sur l'hérédité]

Biologie : le système reproducteur chez l'humain – Corrigé, de Nicole Perreault, Gouvernement du Québec (1987). ISBN 2-550-13667-5. DREF 611.6 P454b C.

Biologie : le système reproducteur chez l'humain – Module 1, fiches d'apprentissage, de Nicole Perreault, Gouvernement du Québec (1987). ISBN 2-550-13650-0. DREF 611.6 P454b v.1.

Biologie : le système reproducteur chez l'humain – Module 2, fiches d'apprentissage, de Nicole Perreault, Gouvernement du Québec (1987). ISBN 2-550-13651-9. DREF 611.6 P454b v.2.



Biologie : le système reproducteur chez l'humain – Module 3, fiches d'apprentissage, de Nicole Perreault, Gouvernement du Québec (1987). ISBN 2-550-13652-7. DREF 611.6 P454b v.3. [hygiène, méthodes contraceptives]

Biologie, de Neil Campbell et Richard Mathieu, Éd. du Renouveau pédagogique (1995). ISBN 2-7613-0653-8. DREF 570 C189b. CMSM 91008. [manuel universitaire]

Biotechnologie, de Daniel Thomas, collection La science et les hommes, Éd. Messidor/La Farandole (1990). ISBN 2-209-06256-X. DREF 338.16 T455b.

La cellule, de Réal Charette et Christiane Poirier, collection Labo-Sciences, Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques (1991). ISBN 1-55043-413-6. DREF 502.8 C472c.

Comme un souffle de vie, 3^e secondaire : Biologie humaine, 2^e édition, de Johanne Janson, Éd. Lidec (1997). ISBN 2-7608-3593-6. DREF 612 J35c. CMSM 91003. [manuel de secondaire 3 et 4 qui traite en détail de la reproduction humaine]

Comme un souffle de vie – Cahier d'activités, de Johanne Janson, Éd. Lidec (1986). ISBN 2-7608-3596-0. DREF 612 J35c. CMSM 91004.

Le corps humain : structures, organes et fonctionnements, de Steve Parker, collection Passion des sciences, Éd. Gallimard (1994). ISBN 2-07-058341-4. DREF 612 P243c. [très bonnes images pour illustrer les structures et le développement de l'embryon et du fœtus]

Les couleuvres rayées de Narcisse – Cahier pédagogique, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (1999). ISBN 0-7711-2141-5. CMSM 91094. [accompagne la vidéocassette du même nom]

Éducation physique et Éducation à la santé – Programme d'études : Cadre manitobain des résultats d'apprentissage pour un mode de vie actif et sain, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (2000). ISBN 0-7711-2899-1-4. DREF P.D. [RAS sur la sexualité]

[R] **L'enseignement des sciences de la nature au secondaire : Une ressource didactique**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (2000). ISBN 0-7711-2139-3. DREF PD. CMSM 93965. [stratégies de pédagogie différenciée]

La génétique, de Catherine Bousquet, collection Explora, Éd. Presses Pocket (1992). ISBN 2-266-04255-6. DREF 575.1 B777g.

Le génie génétique, de Nigel Hawkes et François Carlier, collection À la une, Éd. Gamma/St-Loup (1991). ISBN 2-7130-1230-9. DREF 660.65 H392g. [bonne introduction au sujet]

L'histoire de la naissance, de Viviane Abel Prot et Philippe Delorme, collection Découverte benjamin, Éd. Gallimard (1986). ISBN 2-07-039718-1. DREF 612.6 A141h. [explications simplifiées]

Infos santé jeunes, de Brigitte Cadéac et Véronique Henriot, collection Ados Guide, Éd. de la Martinière (1998). ISBN 2732424641. DREF 613.0433 C122i. [à l'intention des adolescents; contextes européens]

Interactions 9 – Manuel de l'élève, de Hope et autres, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (1997). ISBN 2-89310-458-4. DREF 510.76 H791i 09. CMSM 91540. [manuel scolaire de mathématiques; divers types de diagrammes et graphiques]



La matière et la vie, d'Albert Jacquard, Éd. Milan (1995). ISBN 2-84113-267-6. DREF 576.8 J19m. [origine de l'humanité; complexité et évolution des êtres vivants]

Millénium : L'odyssée du savoir, Éd. Nathan (1998). ISBN 2-09-240362-1. DREF 034.1 M646. [excellente référence scientifique et technologique]

Neuf mois pour naître : les aventures du bébé dans le ventre de sa maman, de Catherine Dolto et Volker Theinhardt, collection Grain de sel, Éd. Hatier (1985). ISBN 2-218-07163-0. DREF 612.6 D665n. [avec disque sonore; explication simplifiée des bruits intra-utérins]

[R] **Omnisciences 9 – Feuilles reproductibles, Tome I**, de Gibbons et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-538-8. DREF 500 O55 9e. CMSM 90490. [accompagne le Guide d'enseignement]

[R] **Omnisciences 9 – Guide d'enseignement**, de Gibbons et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2000). ISBN 2-89461-316-4. DREF 500 O55 9e. CMSM 90487. [accompagne le Manuel de l'élève]

[R] **Omnisciences 9 – Manuel de l'élève**, de Galbraith et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2000). ISBN 2-89461-315-6. DREF 500 O55 9e. CMSM 94017.

Les origines de la vie, de Linda Gamlin, collection Le monde d'aujourd'hui, Éd. Artis-Historia (1989). ISBN 0-86313-756-1. DREF 577 G192o.

Plantes et graines, de John Stidworthy et Louis Morzac, collection Au microscope, Éd. Héritage (1990). ISBN 2-7130-1096-9. DREF 581.4 S854p. [champignons, lichens, algues, plantes; parties de plantes vues au microscope]

Qui m'a fait?, de Doney et autres, Éd. Brunnen (1987). ISBN 3765574228. DREF 612.6 D681q. [explication simplifiée du processus de reproduction humaine; liens avec le programme de santé; plutôt pour le primaire]

Reproduction et développement, de Raymond Bergeron et Jean-Pierre Regnault, collection Bio-modules, Éd. Décarie (1980). ISBN 2891370074. DREF 574.16 B496r.

La reproduction humaine, du Bureau de l'éducation française (1983). DREF 612.6 R425.

Les sciences apprivoisées 8, de Roberts et autres, Éd. Guérin (1991). ISBN 2-7601-2449-5. DREF 502.02 S416 08. CMSM 92859. [manuel scolaire utilisé en Alberta; chapitre sur la reproduction des plantes]

Les sciences apprivoisées 9, de Roberts et autres, Éd. Guérin (1991). ISBN 2-7601-2448-7. DREF 502.02 S416 09. CMSM 92861. [manuel scolaire utilisé en Alberta; chapitre sur la reproduction des plantes]

Sciences et techniques biologiques et géologiques 4^e, de Hervé et autres, Éd. Hatier (1988). ISBN 2-218-01607-9. DREF 574.0202 H578g 4e. [reproduction humaine; manuel scolaire pour les élèves de 13-14 ans en France]

Sciences et techniques biologiques et géologiques 5^e, de Hervé et autres, Éd. Hatier (1987). ISBN 2-218-07924-0. DREF 574.0202 H578s 5e. [reproduction sexuée et asexuée; manuel scolaire pour les élèves de 12-13 ans en France]



[R] **Sciences 9 – Manuel de l'élève**, de Plumb et autres, Éd. Beauchemin (2000). ISBN 2-7616-1032-6. DREF 500 S416 9e. CMSM 94014.

[R] **La sécurité en sciences de la nature : Un manuel ressource**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (1999). ISBN 0-7711-2136-9. DREF P.D. CMSM 91719.

Le sexe? Parlons-en! : la croissance, les transformations physiques, le sexe et la santé sexuelle, de Robie H. Harris et Michael Emberly, Éd. Héritage (1995). ISBN 2-7625-8088-9. DREF 612.6 H315s. [liens avec le programme de santé]

[R] **Le succès à la portée de tous les apprenants**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (1997). ISBN 0-7711-2110-5. DREF 371.9 M278s. CMSM 91563. [stratégies de pédagogie différenciée]

[R] **Tant de façons de se reproduire : une nouvelle manière d'explorer le monde animal**, de Martine Podesto, collection Tant de façons, Éd. Québec Amérique (1998). ISBN 2-89037-968-X. DREF 591.562 P742t. [reproduction animale]

Toutes les plantes, de Morel et autres, collection L'encyclopédie visuelle bilingue, Éd. Gallimard (1992). ISBN 2-07-057514-4. DREF 581.03 T736.

Un virage à prendre en douceur – Rapport final de la Commission royale sur les nouvelles techniques de reproduction, de Baird et autres, Éd. du gouvernement du Canada (1993). ISBN 0-660-94438-3. [consulter le site Web <http://publications.tpsgc.gc.ca/publishing/publications/titles/hea20-f.html>]

La vie : Un équilibre à maintenir – Édition revue et corrigée, de Gilles Isabelle et Denise Bergeron, Éd. Lidec (1999). ISBN 2-7608-3603-7. CMSM 94020. [chapitre 6 sur la reproduction; chapitre 7 sur la génétique]

AUTRES IMPRIMÉS

L'actualité, Éditions Rogers Media, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 20 fois par an; articles d'actualité canadienne et internationale]

Bibliothèque de travail (BT), Publications de l'École moderne française, Mouans-Sartoux (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 10 fois par an; dossiers divers]

Ça m'intéresse, Prisma Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; beaucoup de contenu STSE; excellentes illustrations]

Les clés de l'actualité, Milan Presse, Toulouse (France). [tabloïde hebdomadaire à l'intention des adolescents; actualités scientifiques]

Les Débrouillards, Publications BLD, Boucherville (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle]

Eurêka : Au cœur de la science, Bayard Presse, Paris (France). [revue mensuelle sur les sciences; très bien illustrée]

Extra : L'encyclopédie qui dit tout, Trustar Limitée, Montréal (Québec). DREF C.V. [supplément hebdomadaire à la revue *7 jours*; contient d'excellents articles et renseignements scientifiques de tout genre]



Interface, Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, Montréal (Québec). [revue bimensuelle de vulgarisation scientifique; recherches canadiennes]

National Geographic, National Geographic France, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; version française de la revue américaine *National Geographic Magazine*]

Okapi, Bayard Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue bimensuelle; reportages bien illustrés sur divers sujets]

[R] **Pour la science**, Éd. Bélin, Paris (France). [revue mensuelle; version française de la revue américaine *Scientific American*]

Protégez-Vous, Le Magazine Protégez-Vous, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle à l'intention de la protection des consommateurs québécois; plusieurs articles sur des technologies de tous les jours et leurs répercussions sociales et médicales]

[R] **Québec Science**, La Revue Québec Science, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 10 fois l'an]

La Recherche, La Société d'éditions scientifiques, Paris (France). [revue mensuelle française; traite de divers sujets scientifiques]

[R] **Science et vie junior**, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; excellente présentation de divers dossiers scientifiques; explications logiques avec beaucoup de diagrammes]

[R] **Science et vie**, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles plus techniques]

[R] **Sciences et avenir**, La Revue Sciences et avenir, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles détaillés]

[R] **Science illustrée**, Groupe Bonnier France, Boulogne-Billancourt (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles bien illustrés et expliqués]

MATÉRIEL DIVERS

Reproduction asexuée, Prod. Carolina Biological Supply. DREF M.-M. 578 R425. [ensemble de 8 lames microscopiques]

Reproduction chez les vertébrés, de Jean-Pierre Baron, Éd. Deux-Sèvres (1989). ISBN 2-903772-91-6. DREF DIAPO 591.16 R265r. [livret et ensemble de 24 diapositives]

Tissus cancéreux, Prod. Carolina Biological Supply. DREF M.-M. 578 T616. [ensemble de 11 lames microscopiques de différents tissus cancéreux]



VIDÉOCASSETTES

Les biotechnologies, de Louis-Roland Leduc, collection Science-friction, Prod. Télé-Québec (1996). DREF 42990 / V4142. [25 min]

Brevet approuvé, vie, de Guy Leduc, collection Nova, Prod. Radio-Québec (1984). DREF BLXZ / V5693. [60 min]

La cellule vivante, Prod. Encyclopaedia Britannica (1979). DREF BLUC / V7312, V7478. [20 min; spécialisation des cellules, découverte de la cellule (histoire), aperçu de la mitose]

Les couleuvres rayées de Narcisse, Prod. Rivard (1997). DREF 44134 / V8175, V8176, V8779, V8780. [26 min; réalisée au Manitoba; accompagnée d'un cahier pédagogique; reproduction de la couleuvre]

Le cycle des fleurs, Prod. Encyclopaedia Britannica (1985). DREF BLVM / V5840. [14 min; croissance accélérée d'un pois, organes mâles et femelle d'une fleur, production de graines]

Forts en sciences 2, collection Forts en sciences, Prod. TV Ontario (1995). DREF 43015 / V8100. [60 min; cellule; structure des plantes]

[R] **La génétique**, de Laurier Bonin, collection Omni science, Prod. Radio-Québec (1989). DREF JGNI / V4818. [26 min; clonage, manipulation génétique]

J'étudie les cellules, Centre de matériel d'éducation visuelle (1978). DREF BLUE / V5366, V5378, V7479. [16 min; amorce possible; petit extrait sur la mitose; différentes cellules]

[R] **La méiose**, Prod. Encyclopaedia Britannica (1988). DREF JGLM / V6634, V6635. [15 min; excellente]

Microcosmos, Prod. C/FP Vidéo (1997). DREF 42931 / V4698, V4699. [75 min; reproduction des insectes]

Le miracle de la vie, Prod. Pyramid Films (1989). DREF CCFO / V5550. [11 min]

[R] **La mitose**, Prod. Encyclopaedia Britannica (1988). DREF JGLN / V6632, V6633. [24 min; excellente; démontre la nature dynamique de la mitose]

[R] **Reproduction chez les plantes**, Prod. Encyclopaedia Britannica (1985). DREF BLVJ / V6333. [16 min; reproduction sexuelle des fleurs, pollinisation, croisement, clonage, greffage]

60 milliards de cellules, de Michel Gauthier, Prod. SAVEC (1982). DREF JPNZ / V5062. [15 min; cycle menstruel, fécondation, gestation et accouchement]

La Termitière du XXI^e siècle, collection Le meilleur des mondes, Radio-télévision belge de la communauté française (1985). DREF BKMK / V6354. [65 min; fécondation in vitro]

Zoom cosmique, Office national du film du Canada (1968). DREF JHFR / V4123. [8 min; film d'animation qui fait la relation entre l'infiniment grand et l'infiniment petit; excellente amorce pour les atomes, les cellules, l'Univers; peut être présenté à plusieurs reprises dans l'année pour lier les trois thèmes]

DISQUES NUMÉRISÉS ET LOGICIELS



- [R] **Ainsi vient la vie de la conception à la naissance**, collection J'imagine le monde, Prod. Montparnasse Multimédia (1995). DREF CD-ROM 612.63 R153.
- [R] **BioTech : Trousse des carrières en biotechnologie, un outil multimédia de sensibilisation aux carrières**, Conseil de ressources humaines en biotechnologie (1999). DREF CD-ROM 660.6023 B615. [réalisation canadienne]
- Le corps humain en 3D**, collection L'aventure de la connaissance, Prod. Edusoft (1996). DREF CD-ROM 612.003 C821. [structure et fonctionnement des systèmes reproducteurs masculin et féminin]
- Le corps humain : l'encyclopédie du corps humain en 3D**, Prod. TLC-Edusoft (1997). DREF CD-ROM 612.003 C822. [structures et fonctions]
- 10 ans de Science et vie**, de Boutet et autres, Prod. Les Logiciels De Marque (1999). DREF CD-ROM 505 D619. [articles sur le développement embryonnaire, sur l'impact des pesticides]
- [R] **Encyclopédie de la santé et du corps humain**, Prod. Micro-Application (1998). ISBN 2742911219. DREF CD-ROM 610.3 E56.
- Encyclopédie du corps humain**, Éd. Larousse (1995). DREF CD-ROM 612.003 E56.
- [R] **Encyclopédie médicale pour la famille**, Éd. Prat (1997). DREF CD-ROM 610.3 E56. [structure et fonctionnement des systèmes reproducteurs masculin et féminin et développement fœtal]
- L'inerte et le vivant 2 : Les secrets de la vie**, collection Passion du Savoir, Prod. Thot Multimédia (1998). DREF CD-ROM 570.1 I42 02. [mitose et méiose, ADN, transmission de traits héréditaires]
- La leçon d'anatomie, de la préhistoire à nos jours**, Éd. Gallimard (1996). DREF CD-ROM 611.009 L466.
- Les mystères du corps humain**, Éd. Hachette Multimédia (1999). DREF 612.003 M998. [étapes de la vie, laboratoire multimédia, exercices pour améliorer la condition physique]
- [R] **Québec Science**, Prod. Les Logiciels De Marque (1997). ISBN 2-921616-13-0. DREF CD-ROM 505 Q3. [articles sur de nouvelles technologies reproductives, les facteurs environnementaux liés à la reproduction, les spermatozoïdes, le fœtus, la fécondité]
- Les secrets du corps humain**, Prod. Ubi Soft (1996). DREF CD-ROM 611 S446. [encyclopédie interactive; structure et fonctionnement des systèmes reproducteurs masculin et féminin]



SITES WEB

Les adresses électroniques de ces sites sont susceptibles de changer.

La date entre parenthèses indique notre plus récente consultation.

Agence Science-Pressé. <http://www.sciencepresse.qc.ca/index.html> (février 2001). [excellent répertoire des actualités scientifiques issues de nombreuses sources internationales; dossiers très informatifs]

Aliments génétiquement modifiés. <http://www.hc-sc.gc.ca/francais/archives/genmodf.htm> (février 2001). [géré par Santé Canada; renseignements destinés au grand public]

Les Années lumière. <http://radio-canada.ca/lumiere/> (février 2001). [magazine radio qui traite de découvertes scientifiques et biotechnologiques]

Association française de recherche génétique / Fédération de maladies génétiques orphelines. <http://www.multimania.com/afrg/> (février 2001).

Biodidac : Histologie. <http://biodidac.bio.uottawa.ca/Thumbnails/samples.htm#histo> (mars 2001). [banque d'images de cellules diverses]

La biologie cellulaire. <http://pages.infinit.net/rivsabo/biocel.html> (février 2001). [répertoire]

Biologie de secondaire 3 [Québec]. <http://pages.infinit.net/djieffe/> (février 2001). [module sur la reproduction : notions, tests, textes et hyperliens]

Biologie et multimédia. <http://www.multimania.com/mkriat/> (février 2001). [nécessite Shockwave; mitose et méiose animées]

Biologie 301 : Les exercices du thème « La reproduction ». <http://www.virtuel.collegebdeb.qc.ca/bio/cdll/301/73Ex05-1.html> (février 2001). [mitose et méiose]

Biologie 314. <http://margdelaj.csdm.qc.ca/matieres/sciences/biologie/biolo1.html> (février 2001). [excellente source de renseignements techniques; conçu pour les élèves plus âgés, les parents et les enseignants; diagrammes des divers systèmes du corps humain; nutrition; fonctionnement des sens]

Biologie 1 h. <http://home.worldonline.be/~mairese/bio5/introBio5.htm?> (février 2001). [voir les liens pour le thème n° 4 (la procréation) - mitose, méiose, clonage, gamétogénèse, etc.]

Biomag. <http://www.cybercable.tm.fr/~biomag/> (février 2001). [revue en ligne de vulgarisation scientifique sur les actualités en biologie et en écologie]

Biopresse. <http://pages.infinit.net/biopress/> (février 2001). [renseignements et quiz divers sur le corps humain]

BioteCanada. <http://www.biotech.ca/FR/index.html> (février 2001). [destiné au grand public; explications de la biotechnologie et de ses répercussions]

Caractéristiques des végétaux : Multiplication végétative et totipotentialité. <http://ww2.creaweb.fr/bv/multi.html> (février 2001).



Centre de recherche de Brandon (Agriculture et Agroalimentaire Canada). <http://res2.agr.ca/brandon/homee.htm> (février 2001).

Centre de recherche en génie des procédés de l'environnement et des biotechnologies. <http://www.biopro.polymtl.ca/> (février 2001).

Centre de recherche sur les céréales. <http://res2.agr.ca/winnipeg/home.html> (février 2001). [géré par Agriculture et agro-alimentaire Canada]

Centre de recherche Université Laval Robert-Giffard. <http://www.crulrg.org/> (février 2001). [génétique des problèmes mentaux]

Centre québécois d'innovation en biotechnologie. <http://www.cqib.org/index.htm> (février 2001).

Coalition pour la recherche biomédicale et en santé. <http://www.cbhr.ca/> (février 2001).

Conseil de l'information en biotechnologie. <http://www.whybiotech.com/french/main.html> (février 2001). [organisme canadien qui vante les mérites et les réussites de la biotechnologie; destiné au grand public]

Cours de Biologie 71.125. <http://www.ustboniface.mb.ca/cusb/abernier/Biologie/home-bio-2000.html> (février 2001). [cours universitaire offert par le Collège de Saint-Boniface; d'excellents diagrammes de cellules; contenu très avancé]

Cours de génétique multimédia. <http://sciences.univ-angers.fr/~jalouzot/cours/coudbl.htm> (février 2001). [animations]

Cyberbio. <http://le-village.ifrance.com/cyberbio/entree.htm> (février 2001). [d'après le manuel universitaire de Neil Campbell; navigation conviviale; explications et exercices sur la reproduction animale et végétale, la mitose, la génétique, etc.]

Dénouer le fil de la vie. <http://www.unil.ch/sc/pages/bazar/articles/biologie/noeuds.htm> (février 2001). [ADN]

Le développement embryonnaire. <http://www.mygale.org/mad8/EvolVie/physio/embryo1.htm> (février 2001). [chez les animaux]

La division cellulaire. http://www.quebecscience.qc.ca/Cyber/1.0/1_171_182.htm (février 2001). [site Web]

Fécondation. <http://www.fortinmd.qc.ca/feconda.htm> (février 2001). [techniques d'assistance médicale à la procréation]

La fécondation. <http://www.ac-versailles.fr/etabliss/herblay/GENETIQU/FICHES/fecond.htm> (février 2001).

La fécondation humaine en résumé. <http://tecfa.unige.ch/~lintz/fecond.html> (février 2001).

Fondation européenne de la science. <http://www.esf.org/fr/Index.htm> (février 2001). [répertoire de divers projets scientifiques et technologiques européens]



Forêt virtuelle. <http://sylva.for.ulaval.ca/foret/> (février 2001). [divisions cellulaire, reproduction des conifères et des feuillus]

Génétique : sites francophones. <http://www.chu-rouen.fr/ssf/genetfr.html> (février 2001). [répertoire de sites médicaux]

Le génie génétique : une nouvelle arme contre la maladie. <http://www.unil.ch/gybn/Matieres/Biol/G-genetic.html> (février 2001).

Génome Canada. http://www.genomecanada.ca/fr/menu_fr.html (février 2001).

Grains de vie : le monde merveilleux des graines. <http://versicolores.ca/seedsoflife/accueil.html> (février 2001).

[R] **Le grand dictionnaire terminologique.** <http://www.granddictionnaire.com/> (février 2001). [dictionnaire anglais-français; offert par l'Office de la langue française du Québec]

Grand dossier Québec Science : La génétique – De Mendel au clonage. http://www.cybersciences.com/cyber/1.0/1_171_Menu.htm (février 2001).

Grand dossier Québec Science : Les biotechnologies. http://www.cybersciences.com/Cyber/1.0/1_685_MenuFrancais.htm (février 2001).

Les graphiques à l'ère de l'information. http://www.statcan.ca/francais/kits/graph_f.htm (février 2001). [activités pour élèves conçues par Statistiques Canada]

Index des articles des Cahiers scientifiques de l'ACFAS. <http://www.acfas.ca/cahiers/sujets.html> (février 2001). [recherches récentes réalisées par des chercheurs canadiens]

Index des articles d'Interface (revue de l'ACFAS). <http://www.acfas.ca/interface/9196ind.html> (février 2001). [recherches réalisées par des chercheurs canadiens]

Info Biotech Canada. http://www.cisti.nrc.ca/ibc/index_f.html (février 2001). [coentreprise des secteurs gouvernementaux, privés et universitaires]

Institut de biotechnologie des plantes. <http://www.pbi.nrc.ca/> (février 2001). [agence canadienne]

Institut de recherche en biotechnologie. <http://www.bri.nrc.ca/irbgenfr.htm> (février 2001). [division du Conseil national de recherches du Canada]

Instituts de recherche en santé du Canada. <http://www.cihr.ca/> (février 2001).

Intersciences. <http://www.cyberus.ca/~ajdesor/desormeaux.htm> (février 2001). [excellent répertoire de sites Web portant sur les sciences; un grand nombre de sites en français]

LabGeneration. <http://www.labgeneration.com/fr/> (février 2001). [réseau européen d'actualités et de recherches en biologies et en biotechnologies]



Laboratoire d'histologie de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Montréal. <http://www.medvet.umontreal.ca/histologie/> (février 2001). [répertoire impressionnant d'images de cellules de divers tissus animaux]

Le maïs transgénique. <http://www.verneuil.com/bio/transg.htm> (février 2001).

Médecine de la reproduction : sites francophones. <http://www.chu-rouen.fr/ssf/reprodfr.html> (février 2001). [répertoire de sites médicaux]

Mes enfants seront-ils daltoniens? <http://216.150.57.12/dalthere1.htm> (février 2001)

Mieux t'informer sexuellement. <http://www.cs-renelevesque.qc.ca/mts/index.html> (février 2001). [conçu par des enseignants de la Commission scolaire René-Lévesque en Gaspésie; traite des maladies transmises sexuellement]

Les mystères du corps humain. <http://www3.sympatico.ca/nanou1/corps/> (février 2001).

Pour la science. <http://www2.pourlascience.com/> (février 2001). [revue française qui traite des découvertes scientifiques et biotechnologiques]

Préparations microscopiques : images de la mitose. http://www.ac-creteil.fr/svt/microsc/mnu_micro.htm (février 2001).

Québec Science. http://www.cybersciences.com/Cyber/0.0/0_0.asp (février 2001). [revue canadienne qui traite de découvertes scientifiques et biotechnologiques]

Quiz mitotique. <http://tecfa.unige.ch/staf/staf-e/marquis/staf14/ex3/welcome.html> (février 2001).

Radio-Canada : Science-technologie. <http://www.radio-canada.ca/sciencetechno/> (février 2001). [actualités, reportages]

La Recherche. <http://www.larecherche.fr/index.html> (février 2001). [revue française qui traite de découvertes scientifiques et biotechnologiques telles que le clonage]

Reproduction : Apprentissage par problèmes. <http://edumed.unige.ch/apprentissage/module1/reproduction/index.html> (février 2001). [destiné aux élèves de 2^e année de médecine; offert par la Faculté de Genève (Suisse)]

Reproduction sexuée et asexuée : une approche différente de la question. <http://www.ac-reims.fr/datice/SVT/Sexe/reprodu.htm> (février 2001). [avantages et inconvénients]

Le réseau Franco-Science. <http://www.franco-science.org/> (février 2001). [répertoire des sciences en français géré par l'Agence Science-Press]

[R] **Sciences en ligne.** <http://www.sciences-en-ligne.com/> (février 2001). [excellent magazine en ligne sur les actualités scientifiques; comprend un dictionnaire interactif pour les sciences, à l'intention du grand public]



Sciences et avenir quotidien. <http://quotidien.sciencesetavenir.com/> (février 2001). [revue française qui traite des actualités scientifiques]

SidaWeb. <http://www.sidaweb.com/information.htm> (février 2001). [actualités et renseignements sur le sida]

Société canadienne du cancer : Renseignements sur le cancer. <http://www.cancer.ca/inewf.htm> (février 2001).

Terminologie du génie génétique. <http://www.citi2.fr/dico/welcome.html> (février 2001). [géré par le Centre de ressources informatiques de l'Université René-Descartes; lexique anglais-français]

La thérapie génique. <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/8807/> (février 2001).

Un aperçu de botanique. <http://www.multimania.com/mad8/SiteBota/index.htm> (février 2001). [classification, reproduction et anatomie des plantes]

Université virtuelle : Échographies. http://www.med.univ-rennes1.fr/cerf/infopatient/BD08_a.html (février 2001).

Venez découvrir les mystères du corps humain. <http://le-village.ifrance.com/CorpsHumain/> (février 2001). [explications et diagrammes du système reproducteur]

Vulgarisation. http://www.illustration-medicale.com/grand/fr_vulgarisation.html (février 2001). [organes génitaux masculins, contraception, femme enceinte, accouchement]

LIEUX ET ÉVÉNEMENTS

Centre de recherche de Brandon (Agriculture et Agroalimentaire Canada), Brandon (Manitoba). <http://res2.agr.ca/research-recherche/indexf.html> [nouvelles variétés d'orge]

Centre de recherche sur les céréales (Agriculture et Agroalimentaire Canada), Winnipeg (Manitoba) et Morden (Manitoba). <http://res2.agr.ca/winnipeg/home.html> [travaux en biotechnologie]

Faculté d'agriculture, Université du Manitoba, Winnipeg (Manitoba). [travaux en biotechnologie et en agroalimentaire; liaison avec Agriculture Canada]

Faculté de médecine, Université du Manitoba, Winnipeg (Manitoba).

Faculté des sciences, Collège universitaire de Saint-Boniface, Saint-Boniface (Manitoba). <http://www.ustboniface.mb.ca/> [professeurs et laboratoires universitaires de biologie]



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES

L'élève sera apte à :

S1-1-01 illustrer et expliquer le processus de la division mitotique des cellules végétales et animales, entre autres les chromosomes, la mitose, la division cytoplasmique, le cycle cellulaire;
RAG : D1, E1, E2

S1-1-02 observer et expliquer la nature dynamique de la division cellulaire;
RAG : C2, D1, E3

S1-1-03 décrire divers types de reproduction asexuée chez les plantes et les animaux, *par exemple la fission binaire, le bourgeonnement, la sporulation, la multiplication végétative, la régénération*;
RAG : D1, E1

S1-1-04 étudier et décrire des applications de la reproduction asexuée en agriculture, *par exemple le clonage, le bouturage, le greffage, la propagation par bulbes*;
RAG : A5, B1, B2, D1

S1-1-05 illustrer et expliquer la production des gamètes mâles et femelles par méiose chez les plantes et les animaux;
RAG : D1, E1, E2

S1-1-06 comparer la fonction de la mitose à celle de la méiose, entre autres les cellules diploïdes, les cellules haploïdes;
RAG : D1, E1

S1-1-07 comparer la reproduction sexuée à la reproduction asexuée relativement aux avantages et aux inconvénients pour diverses espèces de plantes et d'animaux;
RAG : D1, E1

S1-1-08 étudier et expliquer des adaptations de diverses espèces de plantes et d'animaux pour augmenter leurs chances de se reproduire, *par exemple l'apparence, le comportement, les indices chimiques, le nombre de graines, d'œufs ou de petits engendrés à la fois*;
RAG : D2, E1, E2

S1-1-09 décrire la structure et le fonctionnement des systèmes reproducteurs masculin et féminin chez les humains, entre autres le rôle des hormones;
RAG : D1, E1, E2



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES (suite)

- S1-1-10 décrire de façon sommaire le développement de l'être humain de la conception à la naissance, entre autres les chromosomes X et Y, le zygote, l'embryon, le fœtus;
RAG : D1, E1, E2, E3
- S1-1-11 observer, recueillir et analyser des données obtenues auprès des élèves de sa classe relativement à la transmission d'un seul trait héréditaire,
par exemple la façon de se croiser les mains, le rattachement du lobe de l'oreille, la faculté de se rouler la langue;
RAG : C2, D1
- S1-1-12 distinguer les gènes dominants des gènes récessifs,
entre autres le génotype, le phénotype;
RAG : D1, E1, E2
- S1-1-13 décrire la relation entre l'ADN, les chromosomes, les gènes et l'expression des traits héréditaires, entre autres les ressemblances génétiques entre tous les humains;
RAG : A2, D1, E1, E2
- S1-1-14 expliquer l'hérédité des traits liés au sexe chez les humains et utiliser un pedigree pour suivre la transmission de génération en génération d'un trait héréditaire particulier,
par exemple le daltonisme, l'hémophilie;
RAG : D1, E1, E2
- S1-1-15 étudier et décrire des facteurs environnementaux et des choix personnels qui peuvent être à l'origine de mutations génétiques ou de changements dans le développement d'un organisme,
par exemple l'alcoolisme fœtal, la surexposition aux rayons solaires, les toxines, les additifs alimentaires, les substances qui imitent les hormones naturelles, la radiation;
RAG : B1, B3, D1, D2
- S1-1-16 étudier la contribution du Canada et d'autres pays à la recherche et au développement technologique dans les domaines de la génétique et de la reproduction,
par exemple le Projet du génome humain;
RAG : A3, A4, B1, B2
- S1-1-17 discuter des applications et des répercussions actuelles et éventuelles des biotechnologies et lier ces enjeux à la prise de décisions personnelles ou publiques,
entre autres le génie génétique, le dépistage génétique, le clonage, l'empreinte génétique;
RAG : B1, B2, C4, C8
- S1-1-18 utiliser le processus de prise de décisions afin d'examiner un enjeu contemporain lié à la biotechnologie.
RAG : C4, C6, C7, C8



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX

L'élève sera apte à :

	Étude scientifique	Prise de décisions
1. Initiation	<p>S1-0-1a proposer des questions vérifiables expérimentalement; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C2</p> <p>S1-0-1b sélectionner diverses méthodes permettant de répondre à des questions précises et en justifier le choix; (FL2 : PÉ4, PO4; Maths S1 : 1.1.6) RAG : C2</p>	<p>S1-0-1c relever des enjeux STSE que l'on pourrait examiner; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p> <p>S1-0-1d amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des divers intervenants concernés; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p>
2. Recherche	<p>S1-0-2a ☞ sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines; (FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p> <p>S1-0-2b évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information; (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; TI : 2.2.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C5, C8</p> <p>S1-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques; (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p>	<p>S1-0-2d passer en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à un enjeu STSE, <i>par exemple l'opinion des gouvernements, du public, des environmentalistes et des autochtones en ce qui concerne le développement hydroélectrique; les points de vue religieux, sociaux et médicaux sur le dépistage génétique;</i> (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : B1, C4</p>
3. Planification	<p>S1-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou sur des événements observés; (FL2 : CÉ1, CO1) RAG : C2</p> <p>S1-0-3b relever des relations mathématiques possibles entre des variables, <i>par exemple la relation entre le courant et la résistance;</i> (Maths 8^e : 1.1.2; Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4) RAG : C2</p> <p>S1-0-3c planifier une étude afin de répondre à une question précise, entre autres préciser le matériel nécessaire; déterminer les variables dépendantes, indépendantes ou contrôlées; préciser les méthodes et les mesures de sécurité à suivre; (FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C1, C2</p>	<p>S1-0-3d résumer les données pertinentes ainsi que les arguments et les positions déjà exprimés relativement à un enjeu STSE; (FL1 : CO5; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C4</p> <p>S1-0-3e déterminer des critères pour l'évaluation d'une décision STSE, <i>par exemple le mérite scientifique; la faisabilité technologique; des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques; la sécurité; le coût; la durabilité;</i> (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : B5, C1, C3, C4</p> <p>S1-0-3f proposer et développer des options qui pourraient mener à une décision STSE; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : C4</p>




RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
4. Réalisation d'un plan	<p>S1-0-4a ➡ mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres contrôler les variables, répéter des expériences pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats; (TI : 1.3.1) RAG : C1, C2</p> <p>S1-0-4b faire preuve d'habitudes de travail qui tiennent compte de la sécurité personnelle et collective, et qui témoignent de son respect pour l'environnement, entre autres la connaissance et l'emploi des mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés; RAG : B3, B5, C1, C2</p> <p>S1-0-4c interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques; RAG : C1, C2</p>	<p>S1-0-4d employer diverses méthodes permettant d'anticiper les répercussions de différentes options STSE, <i>par exemple une mise à l'essai, une implantation partielle, une simulation, un débat;</i> (FL2 : PO1) RAG : C4, C5, C6, C7</p>
	<p>S1-0-4e ➡ travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils surgissent; (FL2 : PO5) RAG : C2, C4, C7</p> <p>S1-0-4f assumer divers rôles et partager les responsabilités au sein d'un groupe, et évaluer les rôles qui se prêtent le mieux à certaines tâches; (FL2 : PO5) RAG : C2, C4, C7</p>	
5. Observation, mesure et enregistrement	<p>S1-0-5a sélectionner et employer des méthodes et des outils appropriés à la collecte de données et de renseignements; (FL2 : PÉ1, PÉ4, PO1, PO4; Maths 8^e : 2.1.2; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.1) RAG : C2</p> <p>S1-0-5b estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI; (Maths 8^e : 4.1; Maths S1 : 9.1) RAG : C2</p> <p>S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia; (FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2) RAG : C2, C5</p>	<p>S1-0-5d évaluer différentes options pouvant mener à une décision STSE, compte tenu des critères prédéterminés, <i>par exemple le mérite scientifique; la faisabilité technologique; des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques; la sécurité; le coût; la durabilité;</i> (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 3.2.3) RAG : B5, C1, C3, C4</p>



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
6. Analyse et interprétation	<p>S1-0-6a  reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations; (FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1.3; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; TI : 1.3.1, 3.3.1) RAG : C2, C5</p> <p>S1-0-6b relever des écarts dans les données et en suggérer des explications, <i>par exemple les sources d'erreur;</i> (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4) RAG : C2</p> <p>S1-0-6c évaluer le plan initial d'une étude scientifique et proposer des améliorations, <i>par exemple relever les forces et les faiblesses des méthodes utilisées pour la collecte des données;</i> (FL1 : L3; FL2 : CÉ5, CO5, PÉ5, PO5) RAG : C2, C5</p>	<p>S1-0-6d adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées; RAG : C3, C4, C5, C8</p>
7. Conclusion et application	<p>S1-0-7a tirer une conclusion qui explique les résultats d'une étude scientifique, entre autres expliquer les relations de cause à effet, déterminer d'autres explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction; (FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5) RAG : C2, C5, C8</p>	<p>S1-0-7b sélectionner parmi les options la meilleure décision STSE possible et déterminer un plan d'action pour implanter cette décision; (FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4) RAG : B5, C4</p> <p>S1-0-7c implanter une décision STSE et en évaluer les effets; (FL2 : PÉ1, PO1) RAG : B5, C4, C5, C8</p> <p>S1-0-7d réfléchir sur le processus utilisé pour sélectionner ou implanter une décision STSE et suggérer des améliorations à ce processus; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : C4, C5</p>
	<p>S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension; (FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5) RAG : C2, C3, C4</p>	



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
8. Réflexion sur la nature des sciences et de la technologie	<p>S1-0-8a C distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits; RAG : A3</p> <p>S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : A2, A3, C2, C3</p> <p>S1-0-8c C décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution; RAG : A2, A5</p> <p>S1-0-8d C décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques; RAG : A5</p> <p>S1-0-8e discuter du fait que des personnes de diverses cultures ont contribué au développement des sciences et de la technologie; (FL1 : C1; FL2 : CÉ3, CO3, V) RAG : A4, A5</p> <p>S1-0-8f établir des liens entre ses activités personnelles et les métiers qui l'intéressent, d'une part, et des disciplines scientifiques précises, d'autre part; RAG : B4</p> <p>S1-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société et l'environnement, entre autres des changements importants dans les conceptions scientifiques du monde, des conséquences imprévues à l'époque; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1, PO1) RAG : B1</p>	
9. Démonstration des attitudes scientifiques et technologiques	<p>S1-0-9a C apprécier et respecter le fait que les sciences et la technologie ont évolué à partir de points de vue différents, tenus par des femmes et des hommes de diverses sociétés et cultures; (FL2 : CÉ3, CO3) RAG : A4</p> <p>S1-0-9b C s'intéresser à un large éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences et à la technologie; RAG : B4</p> <p>S1-0-9c faire preuve de confiance dans sa capacité de mener une étude scientifique ou d'examiner un enjeu STSE; (FL2 : V) RAG : C2, C4, C5</p> <p>S1-0-9d valoriser l'ouverture d'esprit, le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision et la persévérance en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques; (FL2 : V) RAG : C2, C3, C4, C5</p> <p>S1-0-9e C se sensibiliser à l'équilibre qui doit exister entre les besoins humains et un environnement durable, et le démontrer par ses actes; RAG : B5, C4</p> <p>S1-0-9f faire preuve d'un engagement personnel proactif envers des enjeux STSE. RAG : B5, C4</p>	



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX

Le but des résultats d'apprentissage manitobains en sciences de la nature est d'inculquer à l'élève un certain degré de culture scientifique qui lui permettra de devenir un citoyen renseigné, productif et engagé.

Une fois sa formation scientifique au primaire, à l'intermédiaire et au secondaire complétée, l'élève sera apte à :

Nature des sciences et de la technologie

- A1. reconnaître à la fois les capacités et les limites des sciences comme moyen de répondre à des questions sur notre monde et d'expliquer des phénomènes naturels;
- A2. reconnaître que les connaissances scientifiques se fondent sur des données, des modèles et des explications, et évoluent à la lumière de nouvelles données et de nouvelles conceptualisations;
- A3. distinguer de façon critique les sciences de la technologie, en fonction de leurs contextes, de leurs buts, de leurs méthodes, de leurs produits et de leurs valeurs;
- A4. identifier et apprécier les contributions qu'ont apportées des femmes et des hommes issus de diverses sociétés et cultures à la compréhension de notre monde et à la réalisation d'innovations technologiques;
- A5. reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et progressent mutuellement;

Sciences, technologie, société et environnement (STSE)

- B1. décrire des innovations scientifiques et technologiques, d'hier et d'aujourd'hui, et reconnaître leur importance pour les personnes, les sociétés et l'environnement à l'échelle locale et mondiale;
- B2. reconnaître que les poursuites scientifiques et technologiques ont été et continuent d'être influencées par les besoins des humains et le contexte social de l'époque;
- B3. identifier des facteurs qui influent sur la santé et expliquer des liens qui existent entre les habitudes personnelles, les choix de style de vie et la santé humaine aux niveaux personnel et social;
- B4. démontrer une connaissance et un intérêt personnel pour une gamme d'enjeux, de passe-temps et de métiers liés aux sciences et à la technologie;
- B5. identifier et démontrer des actions qui favorisent la durabilité de l'environnement, de la société et de l'économie à l'échelle locale et mondiale;

Habiletés et attitudes scientifiques et technologiques

- C1. reconnaître les symboles et les pratiques liés à la sécurité lors d'activités scientifiques et technologiques ou dans sa vie de tous les jours, et utiliser ces connaissances dans des situations appropriées;
- C2. démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique;
- C3. démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes technologiques;
- C4. démontrer des habiletés de prise de décisions et de pensée critique lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur de l'information scientifique et technologique;



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX (suite)

- C5. démontrer de la curiosité, du scepticisme, de la créativité, de l'ouverture d'esprit, de l'exactitude, de la précision, de l'honnêteté et de la persistance, et apprécier l'importance de ces qualités en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques;
- C6. utiliser des habiletés de communication efficaces et des technologies de l'information afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;
- C7. travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui lors de ses activités scientifiques et technologiques;
- C8. évaluer, d'une perspective scientifique, les idées et les renseignements rencontrés au cours de ses études et dans la vie de tous les jours;

Connaissances scientifiques essentielles

- D1. comprendre les structures et les fonctions vitales qui sont essentielles et qui se rapportent à une grande variété d'organismes, dont les humains;
- D2. comprendre diverses composantes biotiques et abiotiques, ainsi que leurs interactions et leur interdépendance au sein d'écosystèmes, y compris la biosphère en entier;
- D3. comprendre les propriétés et les structures de la matière ainsi que diverses manifestations et applications communes des actions et des interactions de la matière;
- D4. comprendre comment la stabilité, le mouvement, les forces ainsi que les transferts et les transformations d'énergie jouent un rôle dans un grand nombre de contextes naturels et fabriqués;
- D5. comprendre la composition de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la lithosphère ainsi que des processus présents à l'intérieur de chacune d'elles et entre elles;
- D6. comprendre la composition de l'Univers et les interactions en son sein ainsi que l'impact des efforts continus de l'humanité pour comprendre et explorer l'Univers;

Concepts unificateurs

- E1. décrire et apprécier les similarités et les différences parmi les formes, les fonctions et les régularités du monde naturel et fabriqué;
- E2. démontrer et apprécier comment le monde naturel et fabriqué est composé de systèmes et comment des interactions ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux;
- E3. reconnaître que des caractéristiques propres aux matériaux et aux systèmes peuvent demeurer constantes ou changer avec le temps et décrire les conditions et les processus en cause;
- E4. reconnaître que l'énergie, transmise ou transformée, permet à la fois le mouvement et le changement, et est intrinsèque aux matériaux et à leurs interactions.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc A **La mitose**

L'élève sera apte à :

S1-1-01 illustrer et expliquer le processus de la division mitotique des cellules végétales et animales, entre autres les chromosomes, la mitose, la division cytoplasmique, le cycle cellulaire;
RAG : D1, E1, E2

S1-1-02 observer et expliquer la nature dynamique de la division cellulaire;
RAG : C2, D1, E3

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶ Poser les questions suivantes afin que les élèves exploitent les connaissances qu'ils ont de la division cellulaire (→ 8-1-02, 8-1-03) :

- *Comment le corps remplace-t-il le sang donné lors d'une collecte de sang?*
- *Comment se fait-il qu'une petite graine puisse devenir une énorme plante?*
- *Comment le fœtus humain fait-il pour se développer, devenir un enfant puis un adulte?*
- *Comment le corps fait-il pour remplacer la peau perdue lors d'une écorchure? Quel rôle jouent les cellules dans la guérison?*

Devant le nombre significatif de nouveaux termes scientifiques employés tout au long de ce regroupement et afin d'en faciliter la compréhension, une liste d'activités liées à l'apprentissage du vocabulaire est présentée à l'annexe 1.

Poursuivre la discussion et amener les élèves à comprendre que les cellules se divisent. Les inciter à s'interroger sur les mécanismes de la division cellulaire.

❷ Discuter de la question suivante avec les élèves :

- *Lorsqu'on coupe la queue d'une salamandre, son corps en produit une autre. Comment les cellules savent-elles qu'elles doivent produire une queue et non une patte ou une tête?*

Plusieurs personnes croient à tort que les cellules ne contiennent que l'information génétique qu'elles utilisent, par exemple, les cellules de la peau ne renfermeraient que les gènes pour le développement de la peau, ce qui n'est pas le cas. Amener les élèves à s'interroger sur les mécanismes de la régénération chez la salamandre.

Dans un organisme unicellulaire ou multicellulaire, chaque cellule comporte toute l'information génétique de l'organisme en entier. Cependant, chaque cellule utilise seulement l'information génétique dont elle a besoin.

❸ Pour avoir une idée des connaissances des élèves sur les cellules, inviter les élèves à dessiner deux cellules, une végétale et une animale, et à en étiqueter les composantes suivantes : la membrane cellulaire, la membrane nucléaire, le noyau, le cytoplasme, les chromosomes et la paroi cellulaire.

On se s'attend pas à ce que les élèves réussissent à étiqueter correctement toutes les composantes. Il s'agit avant tout de vérifier l'état de leurs connaissances de la cellule. Les élèves dessineront ces cellules de nouveau à la fin de leur étude de la cellule et pourront dès lors constater l'évolution de leurs connaissances.

En quête

- ❹
- A) Repasser les grandes lignes de la théorie cellulaire étudiée en 8^e année, notamment :
- Tout être vivant est composé d'une ou de plusieurs cellules;
 - La cellule est l'unité fondamentale de structure et de fonctionnement des êtres vivants;
 - Toute cellule provient de cellules préexistantes;
 - L'activité d'un être vivant dépend de l'activité de l'ensemble des cellules qui le constituent.



S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia.
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2) RAG : C2, C5

Mettre l'accent sur le 3^e énoncé de la théorie cellulaire, car il met en évidence l'importance de la division cellulaire et de la reproduction. Revenir au besoin sur les questions de la section « En tête 1 » et discuter de la question suivante avec les élèves :

- *Par quel truchement les cellules-filles réussissent-elles à devenir des copies conformes de la cellule-mère? Comment cette « information » est-elle transmise?*

B) Repasser sommairement la structure des cellules végétales et animales. Souligner tout particulièrement la nature et le rôle du noyau et de la chromatine, notamment :

- Le **noyau** est le centre de contrôle de la cellule;
- Il contient l'**information génétique**, c'est-à-dire les « directives » pour la croissance et le fonctionnement de la cellule;
- L'information génétique est renfermée dans des molécules d'**acide désoxyribonucléique (ADN)**;
- Dans le noyau d'une cellule typique, l'ADN constitue une substance granuleuse informelle appelée la **chromatine**.

C) Proposer aux élèves une feuille de travail (voir l'annexe 2) sur laquelle ils doivent consigner des renseignements au sujet des chromosomes. Les manuels scolaires peuvent fournir certains éléments de réponse (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, chap. 1, et *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, chap. 5).

Avant de passer à l'étude de la mitose, s'assurer que les élèves se sont familiarisés avec la nouvelle terminologie et comprennent les idées principales, notamment :

- La cellule est entourée d'une membrane cellulaire qui renferme le cytoplasme et le noyau;
- Chez les cellules végétales, une paroi cellulaire rigide (faite de cellulose) circonscrit l'extérieur de la membrane cellulaire;

suite à la page 1.26

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Demander aux élèves de dire si chacun des énoncés suivants est vrai ou faux .

- *Les cellules végétales ont des chromosomes à un brin seulement.* (faux)
- *Chez les cellules végétales et animales qui sont en mitose, chaque nouveau noyau a le même nombre de chromosomes que celui de la cellule-mère.* (vrai)
- *Les cellules végétales et animales ont des fibres fusoriales qui permettent aux brins (chromatides) de se diriger vers différents pôles.* (faux)
- *Seule la cellule végétale produit une plaque équatoriale pour ensuite se séparer en deux cellules-filles.* (vrai)

❷

Poser la question suivante aux élèves :

- *Une fois que la division cellulaire mitotique a eu lieu et que les chromosomes se sont divisés, que doit-il se passer dans les cellules-filles pour qu'elles se reproduisent à leur tour?*

❸

Remettre aux élèves le test de l'annexe 5.

❹

Inviter les élèves à illustrer et à expliquer oralement et à l'aide d'une affiche qu'ils ont créée les événements importants de la division cellulaire. Évaluer leur présentation en privilégiant le contenu et la précision de l'information.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc A **La mitose**

L'élève sera apte à :

S1-1-01 illustrer et expliquer le processus de la division mitotique des cellules végétales et animales, entre autres les chromosomes, la mitose, la division cytoplasmique, le cycle cellulaire;
RAG : D1, E1, E2

S1-1-02 observer et expliquer la nature dynamique de la division cellulaire;
RAG : C2, D1, E3

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.25)

- Le noyau est entouré d'une membrane nucléaire et il contient le ou les chromosomes;
- Un chromosome est habituellement constitué de deux brins d'ADN (deux chromatides) identiques joints au milieu par un centromère, mais un chromosome peut à l'occasion n'être constitué que d'un seul brin (chromatide);
- Chaque brin (chromatide) contient toute l'information génétique du chromosome;
- La présence de deux brins (chromatides) identiques dans un chromosome permet à la même information génétique d'être transmise à deux cellules-filles.

D) Inviter les élèves à préparer un schéma conceptuel (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 12.17) à partir des renseignements recueillis sur le processus de la mitose (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 4-16, *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 142-149, ou un site Web tel que *Biologie et multimédia*).

L'annexe 3 fournit des renseignements sur le déroulement de la mitose.

Distribuer l'exercice de comparaison de la mitose végétale et de la mitose animale (voir l'annexe 4).

E) Amener les élèves à observer au microscope la division mitotique à partir de lamelles préparées par les élèves, par l'enseignant ou par un laboratoire commercial. (L'utilisation de tissus en pleine croissance, tels que des bulbes d'oignons ou des embryons de poissons, augmentera les chances d'observer des cellules en mitose.) Il existe aussi des séquences animées sur site Web, sur cédérom ou sur vidéocassette.

Demander aux élèves de dessiner aussi fidèlement que possible les divisions par mitose qu'ils ont pu observer au microscope.

F) Proposer aux élèves d'illustrer le processus de la division mitotique à l'aide de matériaux (papier construction, des blocs de construction, des bouts de laine) qui offrent une variété de couleurs, mais une même forme. Commencer par illustrer une première cellule qui comprend quatre chromosomes (huit brins). Demander aux élèves de « rassembler » le noyau de cette cellule (par exemple, deux blocs bleus liés ensemble, deux blancs, deux rouges et deux verts) et ensuite d'en illustrer la mitose.

Continuer la démonstration de sorte que les cellules-filles traversent leur interphase et se divisent à leur tour. Porter une attention particulière sur le nombre de chromosomes et de brins (chromatides) dans la cellule-mère et dans les cellules-filles, puis amener les élèves à expliquer comment le nombre de chromosomes a pu rester constant alors que le nombre de brins (chromatides) a changé. Répéter l'activité avec une cellule ayant un différent complément génétique.

Discuter des questions suivantes une fois la division mitotique illustrée :

- *Qu'arrive-t-il à la cellule-mère?*
- *Est-elle restée intacte?*
- *Pourquoi dit-on que la division cellulaire est dynamique?*

G) Ordonner des diapositives qui montrent la division cellulaire. Inviter les élèves à observer les structures dans chaque diapositive (stade) et à noter leurs observations dans leur carnet scientifique.

En fin

❶ Poser les questions suivantes aux élèves et leur demander de justifier leurs réponses dans leur carnet scientifique :

- *Qu'arrive-t-il à la cellule-mère après la division cellulaire?*
- *Si tu prélèves une cellule du bout de ton gros orteil, est-ce que cette cellule contient l'information génétique de ton oreille?*



S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia.

(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2) RAG : C2, C5

- *Une cellule-fille de kangourou n'a encore que des chromosomes à un brin (une chromatide). Cette cellule produira-t-elle seulement un « demi-kangourou »?*
- *Est-ce que les chromosomes de la chenille sont les mêmes que ceux du papillon?*
- *Pourquoi la tige d'une bouture réussit-elle à se faire de nouvelles racines?*
- *Dirais-tu que la division cellulaire ressemble plus à un film qu'à un album photos?*

②

Inviter les élèves, maintenant qu'ils ont étudié la cellule, à dessiner de nouveau deux cellules, une animale et une végétale, et leurs composantes. Ensuite les inviter à comparer ce dessin avec le dessin fait à la section « En tête 2 ».

③

Inviter les élèves à jouer un jeu de rôles où chaque membre s'identifie à une composante cellulaire ou à monter une courte présentation dramatique de la mitose sous forme de chorégraphie, par exemple.

En plus

①

Sensibiliser les élèves au fait que la fréquence de la division cellulaire varie selon la fonction particulière des cellules ainsi que le stade de vie de l'organisme. Demander aux élèves de prédire laquelle des cellules suivantes aura une fréquence de division mitotique continue, accélérée ou freinée :

- la cellule fœtale;
- la cellule nerveuse;
- la cellule cancéreuse.

suite à la page 1.28

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc A **La mitose**

L'élève sera apte à :

S1-1-01 illustrer et expliquer le processus de la division mitotique des cellules végétales et animales, entre autres les chromosomes, la mitose, la division cytoplasmique, le cycle cellulaire;
RAG : D1, E1, E2

S1-1-02 observer et expliquer la nature dynamique de la division cellulaire;
RAG : C2, D1, E3

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.27)

②

Proposer les exercices suivants aux élèves :

- *Science 9 – Manuel de l'élève*, p. 153, question 6;
- *Science 9 – Manuel de l'élève*, p. 157, question 1 ;
- *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p 25, activité de recherche.

③

Demander aux élèves doués ou inscrits dans un cours de multimédia de numériser les images successives d'une schématisation de la mitose pour créer une animation ou d'incorporer, à l'aide d'un logiciel de morphage, les images dans un clip vidéo montrant l'enchaînement progressif des transformations mitotiques. Inviter les élèves à accompagner les images d'une narration ou d'une trame sonore.

Les cellules et la mitose ne sont pas pareilles pour tous les êtres vivants. Les renseignements de ce bloc d'enseignement portent surtout sur les organismes eucaryotes (ayant un noyau cellulaire). Les organismes procaryotes tels que les bactéries n'ont pas de noyau cellulaire et leur division cellulaire est plus élémentaire.

À noter aussi que le phénomène d'enjambement (ou le crossing-over) vient nuancer ce qui a été dit au sujet des brins identiques d'un même chromosome (voir le bloc d'enseignement C).

En jeu

①

Certains produits chimiques dérangent le cycle cellulaire en l'accéléralant ou en le ralentissant. Inviter les élèves à prédire certaines conséquences qui pourraient découler de telles perturbations.

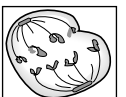
- *Y a-t-il des situations où l'on voudrait déranger intentionnellement le cycle cellulaire?* (cellules nerveuses, cellules musculaires, etc.)
- *Quelles maladies sont caractérisées par un défaut du cycle cellulaire?* (cancers, maladies de croissance, etc.)
- *La recherche dans ce domaine est-elle à proscrire ou à poursuivre? À quel prix?*



S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia.

(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc B **La reproduction asexuée**

L'élève sera apte à :

S1-1-03 décrire divers types de reproduction asexuée chez les plantes et les animaux, par exemple la fission binaire, le bourgeonnement, la sporulation, la multiplication végétative, la régénération;
RAG : D1, E1

S1-1-04 étudier et décrire des applications de la reproduction asexuée en agriculture, par exemple le clonage, le bouturage, le greffage, la propagation par bulbes;
RAG : A5, B1, B2, D1

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Poser la question suivante aux élèves :

- *Que veut dire le mot « reproduction » ?*

Reproduction : capacité d'un être vivant d'engendrer un nouvel organisme de la même espèce.

Inviter les élèves à établir une définition formelle du terme reproduction. Attirer l'attention des élèves sur l'usage du préfixe « re » qui signifie « encore ». Comparer leur définition à celle de l'encadré.

- *Pourquoi cette définition est-elle si précise?*
- *Pourquoi utilise-t-on dans la définition les termes « capacité », « engendrer », « nouvel organisme », « de la même espèce » ?*

Inviter les élèves à donner des exemples d'objets qu'on reproduit dans le monde de tous les jours, par exemple des photos, des livres, des feuilles de papier, etc. Quand on reproduit quelque chose, on a habituellement une copie originale « le parent » et une reproduction « la progéniture ».

- *Est-ce le cas chez les êtres vivants?*
- *Y a-t-il toujours deux parents?*
- *Est-ce possible pour un être vivant de n'avoir qu'un seul parent?*
- *Est-ce possible d'avoir plus de deux parents?*
- *Quels genres d'êtres vivants se reproduisent? Le font-ils tous de la même façon?*
- *Pourquoi les humains font-ils une distinction entre parent et parent biologique?*

- *Dans la nature, les organismes « parents » ont-ils des responsabilités sociales?*
- *Y a-t-il des êtres vivants artificiels ou sans parents?*
- *Les abeilles ouvrières ou les plantes stériles qui ne peuvent pas se reproduire sont-elles des êtres vivants?*
- *De quelles façons la reproduction des organismes peut-elle être utile aux humains?*
- *Y a-t-il des interventions médicales qui font appel à la reproduction des cellules?*

En quête

❶

Sensibiliser les élèves au fait que, dans la nature, plusieurs espèces peuvent se reproduire en n'ayant recours qu'à un seul parent : il s'agit de reproduction « asexuée ». Attirer l'attention des élèves sur le préfixe « a » qui signifie « pas » et « sexué » qui veut dire « accouplement ».

Pour des renseignements sur les cinq modes de reproduction asexuée, consulter l'annexe 6.


Faire appel à la stratégie des groupes d'experts ou « Jigsaw » (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.20-3.21) pour aborder les divers types de reproduction asexuée chez les êtres vivants, soit la fission binaire (scissiparité), le bourgeonnement, la sporulation, la multiplication végétative et la fragmentation (segmentation) et régénération.

Distribuer aux élèves la grille d'accompagnement de l'annexe 7 pour faciliter leur travail ainsi qu'un cadre de prise de notes qu'ils pourront utiliser lors des présentations des groupes dans leur famille « Jigsaw » respective (voir l'annexe 8). Les manuels scolaires offrent de premières pistes pour la recherche (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 29-40, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 159-161).



S1-0-2b évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information;
(FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; TI : 2.2.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C5, C8

S1-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques;
(FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1; TI : 2.3.1, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S1-0-4e  travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils surgissent.
(FL2 : PO5)
RAG : C2, C4, C7

En fin

1

Inviter les élèves à expliquer dans leur carnet scientifique comment leur perception de la reproduction a évolué depuis le début de ce regroupement. Les questions suivantes peuvent servir de pistes :

- *Est-ce que ta notion de reproduction a changé? Explique.*
- *Est-ce que tu as de nouvelles questions par rapport à la reproduction?*
- *Qu'est-ce qui t'a le plus surpris?*

2

À partir de microfiches ou de diapositives illustrant la reproduction asexuée, inviter les élèves à déterminer de quel mode de reproduction il s'agit.

STRATÉGIE N° 2

En tête

1

Inviter les élèves à donner des exemples de plantes de jardin que l'on peut propager sans avoir recours à des graines (tubercules de pommes de terre, rhizomes d'iris ou de framboisiers, bulbes de tulipes ou d'oignons, stolons de fraisiers ou de plantes araignées, boutures de tomates, etc.).

- *Qu'ont en commun toutes ces techniques de propagation? (Indice : combien de parents ont-ils?)*
- *Pourquoi exploite-t-on ces techniques plutôt que d'avoir recours à des graines?*

Inviter les élèves à vérifier leurs réponses auprès de personnes travaillant en horticulture.

suite à la page 1.32

Stratégies d'évaluation suggérées

1

A) Demander aux élèves d'expliquer dans leur carnet scientifique ce qu'on entend par reproduction asexuée en expliquant trois différents modes de reproduction asexuée, en fournissant un exemple d'un organisme qui se reproduit de cette façon et en incluant un schéma.

B) Demander aux élèves de nommer et d'expliquer deux applications de reproduction asexuée en agriculture, en précisant pour chacune quelques exemples de récoltes qui y ont recours et un ou deux avantages de cette application en regard de la propagation par graines.

2

Distribuer aux élèves une feuille d'auto-évaluation de l'apprentissage par groupes d'experts (voir l'annexe 10).

3

Évaluer, par l'entremise de critères déterminés à l'avance et en collaboration avec les élèves, la présentation audiovisuelle sur les applications agricoles de la reproduction asexuée (voir l'annexe 9).

4

Distribuer aux élèves une fiche sur le modèle de l'annexe 11. Évaluer la qualité de leur fiche.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc B **La reproduction asexuée**

L'élève sera apte à :

S1-1-03 décrire divers types de reproduction asexuée chez les plantes et les animaux, par exemple la fission binaire, le bourgeonnement, la sporulation, la multiplication végétative, la régénération;
RAG : D1, E1

S1-1-04 étudier et décrire des applications de la reproduction asexuée en agriculture, par exemple le clonage, le bouturage, le greffage, la propagation par bulbes;
RAG : A5, B1, B2, D1

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.31)

En quête

❶

Diviser la classe en huit groupes et assigner à chaque groupe une des applications de la reproduction asexuée en agriculture, telles que le clonage, le bouturage, le greffage et la propagation par bulbes.

Cette activité nécessitera plusieurs jours ou semaines et devra être menée en conjonction avec l'étude des autres RAS de ce regroupement.

Inviter chaque groupe à présenter une démonstration ou une expérience liée à son application. Distribuer la grille d'évaluation de la présentation aux élèves pour leur donner une idée de ce qui est attendu (voir l'annexe 9).

La présentation pourrait prendre la forme d'une émission de télévision portant sur l'art de préparer un mets. Chaque groupe prendrait le temps nécessaire pour mener l'expérience seul, mais ensuite il préparerait une présentation qui expliquerait l'expérience et en montrerait le produit final.

En fin

❶

Demander aux élèves de répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- *Quelles ont été les ressources les plus utiles pour ta recherche?*
- *Si tu voulais en apprendre davantage sur le sujet, quelles nouvelles pistes aimerais-tu poursuivre?*
- *Est-ce que le groupe a bien travaillé ensemble? Justifie ta réponse.*
- *Si tu pouvais refaire ta recherche, ton expérience ou ta démonstration, qu'est-ce que tu changerais?*
- *Nomme une chose que ton groupe a bien faite.*
- *Nomme une difficulté à laquelle tu t'es heurté.*

En plus

❶

Inviter un spécialiste en agriculture ou en horticulture à faire une présentation aux élèves sur les applications de la reproduction asexuée.

❷

Avec les élèves, visiter une serre, une pépinière ou une ferme expérimentale pour connaître les applications dans ce secteur. Inviter les élèves à poser des questions aux experts sur leur travail respectif, la formation qu'ils ont acquise pour travailler dans ce domaine, la satisfaction qu'ils retirent dans l'accomplissement de leur métier, les ouvertures et les possibilités d'avancement dans ce domaine, les retombées économiques, etc. Proposer aux élèves de rédiger un compte rendu de la visite dans leur carnet scientifique.

❸

À partir de planaires, inviter les élèves à observer la fragmentation et à expliquer le progrès des fragments au cours de la régénération.

❹

Discuter de la question suivante :

- *Les virus se reproduisent-ils ou non? (Ils envahissent une cellule, viennent à contrôler son noyau, et c'est elle qui ensuite produit de nouveaux virus jusqu'à en mourir.)*

En jeu

❶

La reproduction asexuée est une façon de produire sans fin des copies conformes d'un être vivant. Inviter les élèves à discuter des questions suivantes :


- *Quels sont les risques de la monoculture?*
- *Quels sont les risques de n'exploiter que quelques variétés d'un organisme aux dépens de la diversité biologique au sein d'une même espèce?*



LA REPRODUCTION

S1-0-2b évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information;
(FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; TI : 2.2.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C5, C8

S1-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques;
(FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1; TI : 2.3.1, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S1-0-4e  travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils surgissent.
(FL2 : PO5)
RAG : C2, C4, C7

- *Les jardiniers et les agriculteurs de l'avenir auront-ils plus ou moins de choix quant aux types de plantes et d'animaux à exploiter?*
- *Quels sont les avantages des applications de la reproduction asexuée pour la médecine? pour l'industrie alimentaire? pour l'industrie horticole?*

Suggestions de stratégies d'évaluation



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc C **La méiose**

L'élève sera apte à :

S1-1-05 illustrer et expliquer la production des gamètes mâles et femelles par méiose chez les plantes et les animaux;
RAG : D1, E1, E2

S1-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou sur des événements observés;
(FL2 : CÉ1, CO1)
RAG : C2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Rappeler aux élèves que dans la mitose les cellules-filles sont génétiquement identiques à la cellule-mère. De plus, dans la reproduction asexuée, le produit final est génétiquement identique à son parent. Poser les questions suivantes aux élèves :

- Est-ce le cas pour tous les organismes qui se reproduisent?
- Est-ce que les nouveaux organismes sont toujours génétiquement identiques à leur parent?
- Comment se peut-il que vous soyez différents de vos frères et sœurs si vous avez les mêmes parents?
- Est-ce que tous les ovules ou spermatozoïdes sont identiques? Si non, pourquoi?

En quête

❶

A) En groupe, inviter les élèves à imaginer un processus cellulaire qui fait en sorte que le produit final soit génétiquement différent du parent. Les inciter à formuler une hypothèse et un diagramme visant à expliquer le processus à toute la classe. Observer les habiletés de pensée critique des élèves en leur proposant des questions telles que :

- Quelles sont les difficultés qu'on rencontre lorsqu'on veut énoncer une hypothèse?
- Une hypothèse est sensée être vérifiable expérimentalement. La vôtre l'est-elle?
- Le processus que vous avez imaginé explique-t-il la reproduction humaine?
- Votre processus représente-t-il une anomalie ou un phénomène normal?

B) Inviter les élèves à se renseigner sur le processus de la division méiotique afin de confirmer ou d'infirmer leur hypothèse. Mettre diverses sources d'information à la disposition des élèves, par exemple les livres *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 206-207, et *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 44-50; la vidéocassette *La méiose*; le cédérom *L'inerte et le vivant 2 : Les secrets de la vie* et le site *Web Biologie et multimédia*.

C) Récapituler le déroulement de la méiose avec les élèves. Distribuer l'exercice de l'annexe 12; inviter les élèves à accorder une attention toute particulière au nombre de chromosomes dans la cellule-mère et dans les cellules-filles et à bien saisir l'importance de la fonction de réduction au cours de la méiose. Il n'est pas nécessaire que les élèves connaissent le nom des étapes de la méiose, cependant les élèves devraient pouvoir différencier la méiose I de la méiose II. (Voir l'annexe 13 pour connaître ce que les élèves doivent savoir sur la méiose.)

Familiariser les élèves avec la terminologie relative à la méiose au moyen de diverses activités touchant le vocabulaire (voir l'annexe 1). Voici une liste de mots clés :

- chromosomes homologues
- nombre ou cellule haploïde
- nombre ou cellule diploïde
- méiose I
- méiose II
- gamètes
- gamétogenèse
- ovule
- spermatozoïde
- fécondation
- zygote

Les élèves peuvent reprendre l'activité de l'annexe 12 avec d'autres matériaux tels que des blocs de construction. L'activité peut aussi être refaite pour contraster la mitose et la méiose d'une même cellule. S'assurer que les élèves ne confondent pas les deux processus; les cellules-filles de la méiose sont haploïdes alors que celles de la mitose sont diploïdes. (À noter qu'il n'y a pas de méiose chez les organismes non sexués car leurs cellules ne contiennent pas des paires de chromosomes homologues.)



S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension;
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

S1-0-9d valoriser l'ouverture d'esprit, le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision et la persévérance en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques.
(FL2 : V)
RAG : C2, C3, C4, C5

Renforcer l'apprentissage du vocabulaire en insistant pour que les élèves expliquent, à voix haute, leur raisonnement, et se construisent au fur et à mesure des définitions opérationnelles, par exemple :

L'ovule, c'est comme une des cellules-filles à la fin, quand il y a seulement une plume-feutre, un crayon, un stylo et un carton, donc quatre chromosomes non homologues à un brin chacun. Si l'ovule s'unit avec un spermatozoïde, le zygote résultant aura huit chromosomes ou quatre paires de chromosomes homologues, mais encore avec un brin chacun avant l'interphase...

D) Inviter les élèves à lire un texte sur la reproduction sexuée chez les plantes et les animaux afin de comparer la reproduction sexuée végétale et animale (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 51-71, et *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 208-218).

Proposer aux élèves la technique de lecture suivante :

- Mettre les élèves en groupes de deux ou trois et leur demander de s'asseoir face à face. Donner une seule copie du texte (ou un seul exemplaire du livre) à chaque groupe. Laisser les élèves décider qui sera le premier à lire.
- Le lecteur lit au moins un paragraphe. L'élève peut s'arrêter avant, s'il juge que c'est un bon endroit pour s'arrêter et discuter.
- Le lecteur s'arrête et dit quelque chose à propos de ce qu'il a lu. Il peut, par exemple, formuler une prédiction, évoquer un lien avec une expérience personnelle ou une autre lecture, poser une question, exprimer une opinion et les raisons de cette opinion, etc.
- Les auditeurs, à leur tour, disent quelque chose à propos de la lecture.

suite à la page 1.36

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Mettre à la disposition des élèves cinq différents objets qui leur permettent d'expliquer le processus de la division méiotique. Voici quelques exemples :

- des jetons translucides sur un transparent;
- des blocs Lego;
- des cartons de couleur;
- des stylos feutres;
- des bouts de laine;
- des élèves de la classe avec des chemises de couleur.

Répéter cette activité en utilisant différents matériaux.

❷

Demander aux élèves de dessiner dans leur carnet scientifique le processus de la division méiotique.

❸

Demander aux élèves d'expliquer dans leur carnet scientifique la différence entre les trois termes suivants : chromosome, brin (chromatide) et homologue.

- *Pourquoi avons-nous besoin de trois mots pour ces trois concepts?*
- *Rédige une définition comparative.*
- *Lie les concepts d'haploïdie et de diploïdie aux chromosomes homologues.*

❹

Distribuer aux élèves l'exercice de réflexion critique de l'annexe 14. Les réponses sont les suivantes :

1. Il s'agit de **deux chromosomes à double brin** (Normalement il devrait y avoir un centromère unissant les deux chromatides de chaque chromosome). Les deux chromosomes ne sont pas

suite à la page 1.37



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc C **La méiose**

L'élève sera apte à :

S1-1-05 illustrer et expliquer la production des gamètes mâles et femelles par méiose chez les plantes et les animaux;
RAG : D1, E1, E2

S1-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou sur des événements observés;
(FL2 : CÉ1, CO1)
RAG : C2

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.35)

- Un des auditeurs prend la relève et lit un autre passage du texte.
- Chaque groupe continue de la sorte, répétant ces étapes jusqu'à ce que la lecture soit terminée.
- Les élèves remplissent le tableau comparatif suivant, en ce qui a trait à la gamétogenèse animale et végétale.

Gamétogenèse animale	Gamétogenèse végétale

En fin

- ❶
- A) Proposer les questions de discussion suivantes aux élèves :
- *Quel est le résultat d'une fécondation d'un gamète mâle et d'un gamète femelle?*
 - *Est-ce que les cellules sont haploïdes ou diploïdes?*
 - *Est-ce que le produit de la fécondation ressemblera aux parents? Combien y a-t-il de chromosomes dans chaque cellule?*

B) Demander aux élèves d'écrire dans leur carnet scientifique ce qu'ils ont appris de nouveau au sujet de la reproduction et de souligner les différences entre la reproduction des plantes et celle des animaux. Demander aux élèves de poser deux nouvelles questions qui leur viennent à l'esprit suite à leur apprentissage. Inviter les élèves à mener une réflexion sur leur hypothèse de la reproduction sexuée proposée dans la section « En tête ».

En plus

- ❶ Inviter les élèves à mener une recherche sur la parthénogenèse dans laquelle ils étudient ses avantages et ses inconvénients.
- ❷ Discuter de la polyploïdie avec les élèves (voir *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 207).

En jeu

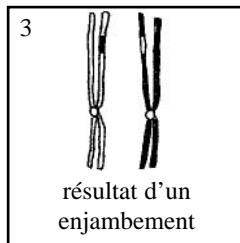
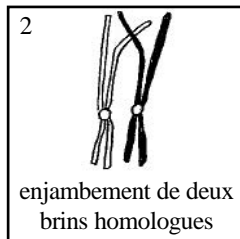
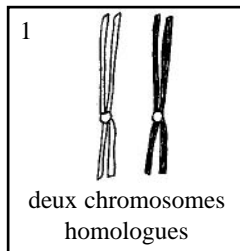
- ❶ Discuter du scénario suivant :
- Tu es fermier et tu as des hectares de terrain à semer, année après année. La compagnie Agriteccon vient de mettre au point un maïs sucré et délicieux qui offre une grande résistance aux insectes et qui pousse bien à n'importe quelle température. Cependant, la semence est très chère et elle produit un maïs stérile.
- *Achèterais-tu cette semence année après année?*
 - *Essaierais-tu de produire ta propre semence? Quels problèmes cela poserait-il pour la compagnie ou pour le fermier?*
 - *Des scénarios semblables se jouent-ils déjà au Canada? dans le monde?*



S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension;
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

S1-0-9d valoriser l'ouverture d'esprit, le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision et la persévérance en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques.
(FL2 : V)
RAG : C2, C3, C4, C5

Au début de la méiose I, alors que les homologues dédoublés sont côte à côte, il peut se produire des **enjambements** (ou crossing-over) entre les chromatides de différents chromosomes. Lors d'un enjambement, un brin (une chromatide) d'un chromosome **échange du matériel génétique** avec un brin de l'autre chromosome homologue. Il en résulte que les deux chromatides d'un même chromosome ne sont plus exactement identiques. Les enjambements sont un phénomène normal – chez les humains il se crée en moyenne deux ou trois enjambements par paire de chromosomes. Après un enjambement, on ne peut plus prétendre qu'un chromosome particulier vienne entièrement du père ou de la mère; il comporte maintenant du matériel génétique des deux parents. Les enjambements constituent un autre mécanisme de la nature pour augmenter et assurer la **variation génétique** parmi une espèce.



Suggestions de stratégies d'évaluation

- des homologues, n'ayant pas la même longueur. Il ne s'agit pas non plus de quatre chromosomes différents puisque le matériel génétique est semblable pour chaque paire de chromatides.
- Il s'agit de **deux chromosomes homologues**, chacun n'ayant qu'un brin unique. (On ne peut pas parler d'un chromosome homologue en soi.) Pour représenter un seul chromosome à double brin, il aurait fallu que les deux chromatides aient le même matériel génétique.
- Il s'agit de **deux chromosomes homologues** ayant chacun deux brins. Ils sont homologues parce qu'ils ont la même longueur et contiennent du matériel génétique aux mêmes endroits; le matériel génétique (*gènes*) situé au même endroit (*locus*) sur deux chromosomes homologues peut présenter des variantes pour un même caractère (ex. cheveux droits et cheveux frisés).
- Il y a deux chromosomes non homologues qui se retrouvent dans une cellule **après la méiose I** (d'une cellule à quatre chromosomes). Ces chromosomes sont encore à double brin. Les autres choix de réponse ne se présentent pas : après la mitose d'une cellule, les chromosomes sont à brin unique; après la méiose II les chromosomes sont aussi à brin unique; juste avant la méiose il y a des paires d'homologues à double brin (il devrait donc y avoir huit chromatides); et une cellule diploïde contient des chromosomes homologues.
- Il y a trois chromosomes non homologues et à brin unique **après la méiose II**.
- Dans un nouveau zygote, **après la fécondation** alors qu'il y a eu union de deux gamètes haploïdes, on retrouve des chromosomes homologues et encore à brin unique. Le zygote est une cellule diploïde; toute cellule diploïde doit dédoubler les brins de ses chromosomes avant de pouvoir entreprendre une mitose ou une méiose.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc D

La comparaison de la mitose et de la méiose

L'élève sera apte à :

S1-1-06 comparer la fonction de la mitose à celle de la méiose, entre autres les cellules diploïdes, les cellules haploïdes;
RAG : D1, E1

S1-1-07 comparer la reproduction sexuée à la reproduction asexuée relativement aux avantages et aux inconvénients pour diverses espèces de plantes et d'animaux;
RAG : D1, E1

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Amener les élèves à prendre connaissance des deux situations suivantes :

- La méduse se reproduit par reproduction sexuée et asexuée, selon les circonstances. Lorsqu'il y a beaucoup de nourriture dans son environnement, elle se reproduit de façon asexuée pour former des polypes qui s'attachent au fond de la mer. Cependant, lorsque la nourriture est rare, ces polypes se reproduisent de façon sexuée pour former des méduses qui flotteront avec les courants marins, afin de pouvoir se déplacer vers de nouvelles sources de nourriture. *Quels avantages la méduse tire-t-elle du fait qu'elle peut changer son mode de reproduction selon les circonstances?*
- Le peuplier se reproduit aussi par reproduction sexuée et asexuée, mais il peut le faire simultanément. D'une part, il produit des graines; d'autre part il produit aussi de nombreuses pousses qui surgissent à partir des rhizomes de l'arbre original. *Quelle méthode de reproduction est avantageuse pour le peuplier s'il se retrouve seul dans un champ? Quelle méthode de reproduction est avantageuse pour le peuplier s'il se retrouve dans une forêt dense? Connaissez-vous d'autres organismes qui utilisent les deux méthodes de reproduction, sexuée et asexuée, en même temps?*

❷

Inviter les élèves à proposer des circonstances dans lesquelles des organismes peuvent se reproduire soit de façon sexuée, soit de façon asexuée. Suggérer des avantages et des inconvénients associés à chaque façon.

❸

Présenter un dessin qui est en quelque sorte une illusion d'optique ou qui a des formes floues (par exemple des nuages). Demander à certains élèves de décrire quels objets ou animaux semblent être illustrés. Tous ne verront pas la même chose. En profiter pour les amener à réfléchir sur la perception que l'on a des choses en général. En venir à conclure que les perceptions d'une personne s'appuient sur les attitudes et les connaissances qu'elle a déjà acquises et que ces perceptions peuvent changer en fonction de l'angle (au sens propre et au sens figuré) où l'on observe et que l'on peut aborder un problème ou une situation de plusieurs angles. Finalement, il est important de rester ouvert aux nouvelles idées et aux points de vue qui diffèrent.

En quête

❶

A) Repasser la mitose et la méiose de sorte à les comparer côte à côte. (Voir les activités de modélisation par manipulation pour illustrer la mitose et la méiose qui se trouvent dans les blocs d'enseignement A et C.) Dans la comparaison, préciser quelles cellules sont diploïdes, quelles sont haploïdes et la différence entre le contenu génétique des cellules-filles par rapport à la cellule-mère.


B) Inviter les élèves à mener un débat (voir l'annexe 15) pour déterminer lequel des deux processus est le plus avantageux : la reproduction sexuée ou asexuée. Diviser la classe en deux groupes. S'assurer que tous les élèves ont un rôle à jouer au sein de leur groupe, soit avant ou pendant le débat.

Rappeler aux élèves l'importance dans un débat de soutenir leurs arguments par des données scientifiques et des exemples. En guise de préparation, inviter les élèves à consulter diverses sources d'information (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 29-74, et *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 186-213).

Inviter des spécialistes tels qu'une professeure d'université, un agriculteur, une biotechnicienne, un zoologue, etc., pour jouer le rôle de juge honorifique lors des débats.

L'annexe 16 fournit des renseignements sur les avantages et les inconvénients de la reproduction asexuée et sexuée.



S1-0-4e  travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils surgissent; (FL2 : PO5)
RAG : C2, C4, C7

S1-0-4f assumer divers rôles et partager les responsabilités au sein d'un groupe, et évaluer les rôles qui se prêtent le mieux à certaines tâches. (FL2 : PO5)
RAG : C2, C4, C7

En fin

1

Inviter les élèves à mener une réflexion suite au débat.

- *Est-ce que vous avez été surpris par les arguments soulevés par l'autre équipe?*
- *Quels arguments vous ont semblé les plus persuasifs? les plus farfelus ou les moins éloquents?*
- *Est-ce que vous pensez qu'il y a une seule bonne réponse?*
- *Croyez-vous qu'il est avantageux pour les humains d'utiliser le mode asexué pour se reproduire (par exemple, le clonage)?*
- *Est-ce que les tenants ont réussi à soulever assez d'arguments pour soutenir leurs perspectives?*

En plus

1

Aborder la parthénogenèse avec les élèves.

- *Pourquoi le pissenlit, l'épervière, le pâturin des prés, les pucerons, les rotifères et même certains lézards font-ils l'usage de la parthénogenèse?*
- *Est-ce un mode de reproduction sexuée ou asexuée? Fait-il appel à la mitose ou à la méiose?*

2

Inviter les élèves à dessiner le cycle de vie d'un organisme qui les intéresse particulièrement. S'assurer qu'ils connaissent le moment auquel la mitose ou la méiose entre en jeu.

En jeu

1

Discuter des scénarios suivants :

- La reproduction asexuée joue un rôle important dans le succès de maintes entreprises agricoles. Cependant, elle limite le patrimoine génétique des espèces cultivées. Vrai ou faux?
- *La reproduction sexuée est-elle une façon acceptable de sauvegarder des populations en voie de disparition?*
- On dit que la reproduction asexuée permet d'engendrer des petits identiques génétiquement à leurs parents. *Ces petits sont-ils identiques à tous points de vue? Pourquoi? (Si on vous clonait, votre progéniture asexuée serait-elle une copie complètement conforme de qui vous êtes? Aurait-elle les mêmes cicatrices, les mêmes talents, les mêmes souvenirs?)*

Stratégies d'évaluation suggérées

1

Présenter les situations suivantes aux élèves et leur demander de les classer selon qu'ils illustrent la reproduction sexuée ou asexuée.

- Un planaire se fait couper en deux. La partie qui conserve la tête génère une nouvelle queue et la partie qui conserve la queue génère une nouvelle tête.
- Une pomme de terre est sectionnée en quatre morceaux qu'on plante ensuite dans le potager.
- La fleur fécondée de l'arachide se penche jusqu'au sol où une gousse souterraine se forme.
- L'hippocampe femelle dépose ses œufs dans le corps du mâle qui les portera jusqu'à l'éclosion.
- Le pollen d'un cerisier mâle féconde les fleurs d'un cerisier femelle qui produit à son tour des cerises avec un noyau.
- Un éléphant mâle et un éléphant femelle s'accouplent pour produire un éléphant.
- On déterre un bulbe de lys et on remarque qu'il a produit de nouveaux petits bulbes.
- De nouveaux fraisiers se développent à partir de l'extrémité des stolons d'un fraisier existant.

2

Distribuer aux élèves le test de l'annexe 17.

3

Inviter les élèves à remplir un tableau de comparaison comprenant au moins deux arguments pour chaque case.

	Avantages	Inconvénients
Reproduction asexuée		
Reproduction sexuée		



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc E Les adaptations favorables à la reproduction

L'élève sera apte à :

S1-1-08 étudier et expliquer des adaptations de diverses espèces de plantes et d'animaux pour augmenter leurs chances de se reproduire, par exemple l'apparence, le comportement, les indices chimiques, le nombre de graines, d'œufs ou de petits engendrés à la fois;
RAG : D2, E1, E2

S1-0-2a ☛ sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines; (FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Regarder un ou plusieurs extraits de vidéocassettes qui illustrent des adaptations de diverses espèces de plantes et d'animaux pour augmenter leurs chances de se reproduire : par exemple *Microcosmos*, *Les couleuvres rayées de Narcisse* ou *Reproduction chez les plantes*.

Adaptation : variation physique ou comportementale qui favorise les chances de survie d'un organisme dans son milieu.

❷

Inviter les élèves à suggérer des raisons servant à appuyer l'importance de s'adapter.

En quête

❶

A) Former des groupes de deux. Demander aux élèves de trouver cinq exemples de plantes et d'animaux qui se sont adaptés pour augmenter leurs chances de se reproduire. Inviter les élèves à rechercher des exemples qui sortent de l'ordinaire afin de démontrer la grande diversité d'adaptations. Pour éviter que les élèves ne se concentrent que sur le monde animal, exiger au moins deux adaptations du monde végétal.

Outre les manuels scolaires *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève* et *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, plusieurs autres sources d'information traitent d'adaptations, par exemple le livre *Tant de façons de se reproduire : une nouvelle manière d'explorer le monde animal* et les articles de revues scientifiques « Indiscrétions sous-marines », dans *Sciences et avenir* de mars 1998, et « Quand les animaux se courtisent » dans *Les Débrouillards* de février 1998.

Demander à chaque groupe de préparer une affiche qui illustre de façon captivante leurs cinq exemples. Les textes peuvent prendre la forme d'un fait divers ou d'un énoncé tel que « saviez-vous que... ». Chaque exemple doit comprendre :

- le nom de l'espèce;
- un dessin ou une photo de l'espèce;
- une courte description de l'adaptation;
- une explication qui précise en quoi cette adaptation augmente les chances de reproduction de l'espèce.

B) Pendant les présentations, prendre en notes les diverses adaptations favorables à la reproduction, mentionnées par les groupes. Inviter les élèves à les classer selon diverses catégories, oralement ou par écrit :

- asexuée ou sexuée;
- progéniture multiple ou restreinte;
- apparence ou comportement;
- etc.

Discuter en plénière de ces catégorisations.

C) Poser la question suivante aux élèves :

- *Est-ce que les différentes adaptations vous surprennent?*

Inviter les élèves à avoir une discussion scientifique sur diverses adaptations. S'assurer que les élèves se sentent à l'aise de discuter de ce sujet, et que les échanges se déroulent avec respect et conservent leur caractère scientifique.

D) Inviter les élèves à rédiger, à la suite de leur présentation et de leur discussion, des questions de révision valables pour le RAS S1-1-08.

E) Organiser une visite au zoo et y observer des exemples d'adaptations ou encore inviter un zoologiste ou un ornithologue à venir parler de son métier et plus particulièrement des adaptations reproductrices.



S1-0-2b évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information;
(FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; TI : 2.2.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C5, C8

S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

S1-0-9c faire preuve de confiance dans sa capacité de mener une étude scientifique ou d'examiner un enjeu.
STSE.
(FL2 : V)
RAG : C2, C4, C5

En fin

1

Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- *Pourquoi la reproduction est-elle essentielle?*
- *Est-ce que ta notion de reproduction a changé? Explique ta réponse.*
- *Quelles adaptations as-tu trouvées intéressantes? bizarres? drôles? efficaces?*
- *Après avoir étudié les adaptations favorables à la reproduction, as-tu de nouvelles questions? Lesquelles?*
- *Qu'est-ce que tu as appris au sujet de tes propres capacités de mener une recherche?*
- *Qu'est-ce que tu as appris au sujet du dépistage de renseignements pertinents à une recherche? Comment peux-tu évaluer si une source d'information ou un renseignement te sera utile?*

En plus

1

Amener les élèves à discuter de l'énoncé suivant :

« Les humains emploient diverses stratégies en vue de se reproduire, mais bon nombre d'entre elles sont psychologiques et sociales. » *Vrai ou faux? L'humain a-t-il des stratégies reproductrices « naturelles » (des adaptations)? En sommes-nous conscients? Si oui, peuvent-elles être considérées comme des adaptations?*

2

Inviter les élèves à rechercher une adaptation particulière qui les intéresse et à expliquer comment elle contribue à la reproduction.

3

Étudier des mesures de conservation qu'utilisent les biologistes ou les gestionnaires de réserves fauniques pour assurer la reproduction d'espèces en péril.

Stratégies d'évaluation suggérées

1

Distribuer l'évaluation par les pairs de l'annexe 18. Chaque élève peut évaluer une, deux ou toutes les affiches, selon le temps disponible.

2

Composer un test sommaire à partir des questions conçues par les élèves dans la section « En quête 1 », partie D. De préférence viser la compréhension des concepts clés et non pas la mémorisation d'exemples insolites.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc F **La reproduction humaine**

L'élève sera apte à :

S1-1-09 décrire la structure et le fonctionnement des systèmes reproducteurs masculin et féminin chez les humains, entre autres le rôle des hormones;
RAG : D1, E1, E2

S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension;
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

A) Distribuer à chaque élève les diagrammes non étiquetés des annexes 19 et 20. Leur demander d'identifier les parties des organes reproducteurs qui apparaissent dans la liste ci-dessous. On ne s'attend pas à ce que les élèves aient toutes les bonnes réponses. Demander aux élèves de garder ces annexes dans leur cartable, car ils en auront besoin plus tard.

Voici le corrigé de l'annexe 19.

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| A) les vésicules séminales | G) le gland |
| B) le conduit ou canal déférent | H) le prépuce |
| C) la prostate | I) les testicules |
| D) la vessie | J) l'épididyme |
| E) l'urètre | K) le scrotum |
| F) le pénis | L) les spermatozoïdes |

Voici le corrigé de l'annexe 20.

- | | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| A) le vagin | G) le col de l'utérus |
| B) les grandes lèvres | H) les trompes utérines (de Fallope) |
| C) les petites lèvres | I) les ovaires |
| D) le clitoris | J) l'ovule |
| E) l'endomètre | K) la vessie |
| F) l'utérus | L) l'urètre |

B) Poser les questions suivantes aux élèves afin de recenser leurs connaissances sur la reproduction humaine.

- *C'est quoi une hormone?*
- *Quel organe est responsable de la production des gamètes mâles?*
- *Quel organe est responsable de la production des gamètes femelles?*
- *De quelle façon la fécondation se fait-elle chez l'humain?*
- *Quelle est la différence entre l'urètre masculin et féminin?*
- *Où le fœtus se développe-t-il?*
- *Quel est le rôle du cycle menstruel?*
- *Pourquoi les hommes n'ont-ils pas de menstruations?*
- *Qu'est-ce qu'une érection?*
- *Qu'est-ce qui peut empêcher la fécondation?*
- *Est-ce que l'accouplement mène toujours à la reproduction?*
- *Est-ce que la reproduction nécessite toujours des rapports sexuels?*

Cet exercice de reconnaissance permet de vérifier les connaissances des élèves ainsi que les idées fausses qui sont véhiculées. Des questions d'ordre personnel et social risquent d'être abordées : dans la mesure du possible, les encadrer par une discussion scientifique. Il s'avère important d'être conscient des préoccupations des parents et de la communauté lorsqu'on aborde ce sujet délicat; cela peut nécessiter la censure de certains textes ou ressources.

En quête

❶

Amener les élèves à se renseigner sur les grandes lignes de la reproduction humaine :

- les glandes endocrines;
- la nature et le rôle des hormones;
- la puberté;
- la production de spermatozoïdes;
- le transport des spermatozoïdes;
- le cycle menstruel et l'ovulation;
- la fécondation.



S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG : A2, A3, C2, C3

Encourager les élèves à consulter leur manuel scolaire (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 80-105, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 214-221) ou diverses ressources, telles que la vidéocassette *60 milliards de cellules*, le cédérom *Les secrets du corps humain* ou les sites Web *Le corps humain : Système reproducteur* et *Les mystères du corps humain*.

Les pages 88-89 d'*Omnisciences 9 – Manuel de l'élève* et les pages 220-221 de *Sciences 9 – Manuel de l'élève* contiennent de bons exercices concernant l'effet des hormones sur le cycle menstruel.

② Présenter les grandes lignes de la reproduction humaine. Inviter les élèves à prendre des notes dans leur carnet scientifique en utilisant la méthode du cahier divisé (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.16-13.17).

Circuler lors de la prise de notes afin de prendre connaissance des questions et des commentaires spontanés des élèves. Les questions d'ordre personnel ou social peuvent faire l'objet d'une intégration plus formelle entre le cours de sciences de la nature et le cours de santé (voir *Éducation physique et Éducation à la santé M à S4 – Programme d'études : Cadre manitobain de résultats d'apprentissage pour un mode de vie actif et sain*).

Souligner l'importance d'utiliser un langage correct et scientifique, dans la mesure du possible. Il existe des termes courants pour nommer certaines parties des systèmes reproducteurs et les élèves les emploieront peut-être initialement. Privilégier toutefois l'utilisation de termes conformes.

suite à la page 1.44

Stratégies d'évaluation suggérées

- ① Élaborer un test de closure (voir l'annexe 21). Voici les réponses de ce test.
- hormones; l'hypophyse, la thyroïde, le pancréas, les glandes surrénales, les testicules, les ovaires, le thymus
 - hypophyse; testicules; ovaires; gamètes; 23
 - hormones
 - filles – le dépôt de gras dans les seins et les hanches, la croissance de poils sous les bras et dans la région pubienne; garçons – les poils sur le visage, dans la région pubienne et sous les bras, une voix grave, les épaules larges
 - quotidiennement de la puberté jusqu'à la fin de leur vie
 - dès la naissance, les oeufs sont dans le corps de la femme, mais c'est lors de la puberté que les oeufs commencent à mûrir pour ensuite être libérés, en règle générale, au taux d'un ovule par mois, jusqu'à ce que la ménopause survienne
 - produire des ovules; permettre la croissance de l'ovule fécondé; permettre la naissance du bébé
 - intérieur; ovaires, 28; alternent
 - ovule; utérus; trompes; 24-48; fécondé
 - vagin; bébé; lèvres
 - menstruel; mois; hormones; ovule; endomètre; 4 à 7
 - produire une grande quantité de spermatozoïdes; livrer les spermatozoïdes à proximité de l'ovule
 - scrotum; froide; semaines; jour; épидидyme; globules blancs
 - sperme; prostate; séminales; urètre; vessie
 - pénis; vagin; sperme; spermatozoïdes; ovule; insémination; spermatozoïde

suite à la page 1.45



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc F **La reproduction humaine**

L'élève sera apte à :

S1-1-09 décrire la structure et le fonctionnement des systèmes reproducteurs masculin et féminin chez les humains, entre autres le rôle des hormones;
RAG : D1, E1, E2

S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension;
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.43)

En fin

❶

A) Inviter les élèves à refaire l'exercice des annexes 19 et 20 et à comparer les réponses de cet exercice à celles du premier essai. Leur demander de décrire le rôle de chacune des parties.

B) Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- *Est-ce que ta compréhension de la reproduction humaine a changé?*
- *Quels renseignements t'ont le plus surpris?*
- *À quelles nouvelles questions aimerais-tu répondre?*
- *Es-tu à l'aise de discuter scientifiquement des systèmes reproducteurs humains? Pourquoi?*

C) Inviter les élèves à imaginer le scénario suivant :

Vous devez subir une intervention chirurgicale à l'abdomen. Vous choisissez de recevoir une anesthésie locale. Ainsi, vous êtes éveillé(e) lors de l'intervention. Vous entendez la chirurgienne dire à l'infirmier :

« Passe-moi donc la chose qui ressemble à de gros ciseaux. Je dois couper c't'affaire rose puis rattacher la patente grise au truc blanc qui se retrouve sous le machinchouette bleu. Puis si j'manque mon coup, il va avoir un gros bouton permanent sur le bout du nez. »

- *Ces propos vous inquiéteraient-ils? Pourquoi?*
- *Pourquoi est-il important que les médecins utilisent les termes justes?*
- *Est-il important que vous utilisiez les termes corrects quand vous parlez des systèmes reproducteurs?*

En plus

❶

Diviser la classe en groupes hétérogènes. Inviter chacun des groupes à tracer le contour du corps d'un garçon et le contour du corps d'une fille. Les groupes dessinent ensuite l'appareil reproducteur à l'échelle pour chacun des tracés. (S'attendre à des surprises quant à la taille des organes en général.) Faire une mise en commun et discuter des conceptions erronées des élèves.

❷

Inviter les élèves à choisir une hormone qui les intéresse et à rechercher son rôle dans le corps humain.

❸

Inviter un médecin ou un infirmier à venir en classe pour répondre à des questions préparées à l'avance sur la reproduction humaine.

❹

Inviter les élèves à trouver un article sur les nouvelles technologies de reproduction humaine. Les inviter à en faire un résumé.

❺

Étudier la production d'œstrogène et de progestérone à partir de l'urine de juments gravides. Inviter un agriculteur ou un représentant de société commerciale telle qu'Ayerst Organic de Brandon.

❻

Étudier le cycle menstruel humain. (Une quinzaine de repères importants sont indiqués dans l'activité à la page 247 du livre *Comme un souffle de vie – Cahier d'activités*.)



S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG : A2, A3, C2, C3

En jeu

❶

Discuter des recommandations de la Commission royale sur les nouvelles techniques de reproduction contenues dans son rapport final de 1993 intitulé *Un virage à prendre en douceur*.

- *Sont-elles toujours pertinentes?*
- *Quelles ont été les retombées politiques ou scientifiques de ce rapport final?*
- *Quelles découvertes depuis 1993 ont confirmé ou infirmé les inquiétudes et les conclusions de la Commission royale?*
- *Y a-t-il lieu de mettre sur pied une nouvelle Commission royale? Quel serait son mandat?*

❷

Inviter les élèves à débattre des avantages et des inconvénients d'enseigner à l'école le fonctionnement des systèmes reproducteurs humains.

❸

Les hormones sont maintenant utilisées par la médecine et d'autres milieux à toutes sortes de fins. On prélève même des hormones animales pour s'en servir sur des humains. Parfois certaines hormones végétales, mais surtout animales, utilisées en agriculture ou ailleurs, ont des répercussions sur la santé humaine. Inciter les élèves à poursuivre des enjeux liés à l'usage des hormones artificielles ou celles provenant d'autres organismes.

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 1.43)

❷

Choisir des termes clés vus au cours de l'étude de ce bloc et demander aux élèves de les placer dans un cycle de mots (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p.10.6-10.8).



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc G **Le développement fœtal**

L'élève sera apte à :

S1-1-10 décrire de façon sommaire le développement de l'être humain de la conception à la naissance, entre autres les chromosomes X et Y, le zygote, l'embryon, le fœtus;
RAG : D1, E1, E2, E3

S1-0-1c relever des enjeux STSE que l'on pourrait examiner;
(FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

L'étude du développement embryonnaire et fœtal est une discipline scientifique en soi. Il s'agit en secondaire 1 de donner aux élèves l'occasion de prendre connaissance des grandes lignes de ce développement et d'être sensibilisés aux problèmes et aux enjeux qui s'y rattachent. (À noter que la comparaison du développement fœtal chez les humains et chez d'autres espèces aurait pu être abordée dans le contexte des diverses adaptations reproductrices mentionnées dans le RAS S1-1-08; après tout, le développement fœtal est une étape critique pour le succès reproductif de plusieurs espèces.)

En tête



Apporter un œuf en classe et inviter des groupes d'élèves à schématiser en quatre étapes les stades de développement du poussin. S'assurer qu'ils abordent la formation des principaux organes, la taille et la position du poussin, et le temps nécessaire à chaque étape.

Amener les élèves à comprendre que le développement de l'être humain suit également un déroulement progressif. Préciser que la grossesse est une période de croissance fulgurante caractérisée par un grand nombre de changements chez l'enfant et chez sa mère.

En quête



A) Distribuer l'annexe 22 aux élèves. Les inviter à remplir le tableau de prédictions individuellement.

B) Rassembler les élèves en neuf groupes. Donner à chaque groupe la responsabilité de décrire les événements importants du développement fœtal humain pendant l'un des neuf mois d'une grossesse normale. Faciliter le travail des élèves en distribuant une grille d'accompagnement (voir l'annexe 24).

L'annexe 23 fournit des renseignements sur le développement embryonnaire et fœtal.

Une fois que tous les groupes auront présenté leur recherche, afficher les pancartes en ordre chronologique. Amener les élèves à comprendre que les changements sont graduels et progressifs et que les images ne sont que des « instantanés ». S'assurer que les élèves saisissent la différence entre un zygote, un embryon et un fœtus.

C) Parmi les 23 paires de chromosomes homologues dans chaque cellule humaine, la 23^e paire joue un rôle particulier. Elle détermine le sexe de l'individu. Expliquer cette notion aux élèves par l'entremise de questions (voir l'annexe 25). Pour rendre l'activité plus intéressante, former des groupes et montrer une à une les questions au rétroprojecteur, ne laissant qu'un bref délai aux groupes pour y répondre. Le groupe qui aura obtenu le plus grand nombre de bonnes réponses remportera le jeu.

En fin



A) Inviter les élèves à reprendre l'annexe 22 et à remplir de nouvelles cases à la lumière des connaissances apprises. S'ils ne se sentent toujours pas capables de déterminer avec certitude les réponses, les encourager à consulter des manuels scolaires tels que *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 91-105, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 250-251, des cédéroms tels que *Ainsi vient la vie de la conception à la naissance* ou des livres tels que *Le corps humain : structures, organes et fonctionnements*.



S1-0-2a ● sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines; (FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6

S1-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques. (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6

B) Proposer aux élèves l'un des deux scénarios suivants:

Vous attendez un bébé ou votre amie attend un enfant. *Maintenant que vous comprenez l'importance du développement sain d'un fœtus, quelles mesures allez-vous prendre pour que votre bébé naisse en santé?*

Vous rencontrez une femme enceinte de six semaines. *Quels conseils lui donneriez-vous pour que le bébé naisse en bonne santé?*

C) Inviter les élèves à observer un graphique qui présente le taux de croissance du cerveau, du cœur et du corps (voir *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 169, figure 2). *Pourquoi est-il si important qu'un enfant ait une saine alimentation et que ses sens soient bien stimulés au cours de la jeune enfance? À quels moments le cerveau est-il le plus susceptible de souffrir de carences dans son développement? (Par exemple, une carence en acide folique peut entraîner une malformation du système nerveux appelée spina bifida.*

En plus

❶

Inviter les élèves à examiner un tableau qui illustre les changements que subit le corps, du fœtus jusqu'à l'âge adulte (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 104, fig. 3.22, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 168, fig. 1). Bon nombre d'élèves croient que toutes les parties du corps grandissent au même rythme. *Comment expliquez-vous que la tête du fœtus soit si grosse par rapport au corps? Est-ce qu'il y a des parties du corps humain qui continuent de croître tout au long de notre vie?*

❷

Proposer aux élèves un exercice de comparaison des embryons de divers vertébrés (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 96).

suite à la page 1.48

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

En utilisant les questions préparées par les élèves, composer un test qui permettra de revoir les connaissances des élèves quant au développement embryonnaire et fœtal chez l'humain.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc G **Le développement fœtal**

L'élève sera apte à :

S1-1-10 décrire de façon sommaire le développement de l'être humain de la conception à la naissance, entre autres les chromosomes X et Y, le zygote, l'embryon, le fœtus;
RAG : D1, E1, E2, E3

S1-0-1c relever des enjeux STSE que l'on pourrait examiner;
(FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C4

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.47)

En jeu

❶

Demander aux élèves de recenser des enjeux liés au développement fœtal. Les amener à réfléchir aux difficultés liées aux naissances prématurées, à la consommation de drogues ou d'alcool lors de la grossesse, aux grossesses chez les jeunes filles, aux risques médicaux pour la mère, etc.

❷

Aborder une discussion sur l'utilisation de fœtus d'animaux pour l'observation et la dissection en classe. Faire connaître les points de vue de divers organismes scientifiques et de protection des animaux.

Les manipulations biologiques et génétiques pratiquées sur des gamètes, des embryons et des fœtus humains (ou sur ceux d'autres animaux) soulèvent de sérieuses **questions d'éthique** scientifique, médicale et sociale. De plus en plus, ces questions se posent aussi dans les milieux politiques et d'affaires.

❸

Faire la dissection d'un utérus de truie gestante. Observer les parties du système reproducteur et des fœtus.



LA REPRODUCTION

Sciences de la nature
Secondaire 1
Regroupement 1

S1-0-2a ● sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines; (FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6

S1-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques. (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc H **La dominance et la récessivité**

L'élève sera apte à :

S1-1-11 observer, recueillir et analyser des données obtenues auprès des élèves de sa classe relativement à la transmission d'un seul trait héréditaire, par exemple la façon de se croiser les mains, le rattachement du lobe de l'oreille, la faculté de se rouler la langue;
RAG : C2, D1

S1-1-12 distinguer les gènes dominants des gènes récessifs, entre autres le génotype, le phénotype;
RAG : D1, E1, E2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Poser aux élèves les questions suivantes:

- *En quoi ressemblez-vous à votre père biologique?*
- *En quoi ressemblez-vous à votre mère biologique?*

Inviter les élèves à relever des traits physiques et des traits de caractère. Faire une mise en commun.

La question des **parents biologiques** est un sujet délicat pour de nombreux élèves. Les questions proposées dans cette activité risquent de toucher la corde sensible de certains d'entre eux. Faire preuve de considération et ne pas forcer la participation des élèves.

Poser les questions suivantes :

- *Comment avez-vous reçu ces traits?*
- *De quelles façons ont-ils été transmis? Est-ce par transmission génétique ou par apprentissage social?*
- *Vos frères ou vos sœurs ont-ils les mêmes traits? Pourquoi?*

❷

Inviter les élèves à commenter les traits qui sont communs à leur famille et ceux qui sont différents entre eux.

❸

À l'aide d'une trousse de papier PTC, vérifier la capacité à goûter le phénylthiocarbamide des élèves et de leurs parents.

En quête

❶

A) Distribuer aux élèves un questionnaire (voir l'annexe 26). Leur accorder un délai suffisant pour qu'ils le remplissent. Tenir compte de la mise en garde qui figure dans l'encadré avant de remettre le travail.

Recueillir les questionnaires de sondage et en photocopier quatre séries. Former quatre groupes et remettre à chaque groupe une série de questionnaires remplis. Le groupe 1 a la responsabilité d'analyser les résultats pour le trait n° 1 et ainsi de suite. Chaque groupe examine ses données et discute des questions suivantes par rapport à la prépondérance de certains traits et la transmission des traits entre parents et enfants :

- *Qu'est-ce que vous remarquez?*
- *Y a-t-il des régularités?*
- *Pouvez-vous formuler une hypothèse qui expliquerait la fréquence de tel ou tel trait?*
- *Pouvez-vous formuler une hypothèse qui expliquerait la transmission de ces traits?*

B) Inviter les élèves à recenser divers exemples de diagrammes ou de graphiques à information multiple. Sélectionner les meilleurs exemples, en distribuer des copies aux élèves et discuter de la conception, de l'interprétation et de l'utilité de ces diagrammes dans différentes circonstances, par exemple :


- *À quel usage conviennent le mieux les diagrammes à bandes?*
- *Pourquoi dessine-t-on parfois des diagrammes à bandes empilées ou à bandes multiples?*

De nombreux ouvrages tels que des périodiques, des sites Web et des manuels scolaires, notamment *Interactions 9 – Manuel de l'élève*, font usage de diagrammes pour présenter rapidement des données. S'assurer d'en mettre à la disposition des élèves.



S1-1-13 décrire la relation entre l'ADN, les chromosomes, les gènes et l'expression des traits héréditaires, entre autres les ressemblances génétiques entre tous les humains;
RAG : A2, D1, E1, E2

S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

S1-0-6a  reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations.
(FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1.3; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; TI : 1.3.1, 3.3.1)
RAG : C2, C5

- De quelle sorte de variables traitent les histogrammes?
- À quel genre de comparaison de données les diagrammes circulaires se prêtent-ils?
- Les diagrammes à ligne brisée sont-ils différents des diagrammes à ligne continue?
- Que nous indique un diagramme de dispersion?
- Y a-t-il d'autres genres de diagrammes? À quoi servent-ils? (les diagrammes en arbre, les diagrammes étiquetés, les diagrammes à cartes géographiques, etc.)
- En quoi un diagramme est-il plus utile qu'un tableau?

Si l'occasion est propice, intégrer l'enseignement de ces notions au cours de mathématiques. Inviter chaque groupe à choisir et à dessiner un ou deux diagrammes (voir les critères d'un bon diagramme ou graphique à l'annexe 27) qui permettent de bien présenter les données du sondage sur leur trait et qui viennent aussi appuyer leurs hypothèses sur la fréquence de ce trait et sur sa transmission entre parents et enfants.

Le moine autrichien **Gregor Mendel** (1822-1884) a proposé une théorie de l'hérédité selon laquelle les traits d'un organisme sexuel résultent du jumelage de « **gènes** » provenant parallèlement de ses deux parents. Chaque parent contribue un gène qui se jumelle avec le gène correspondant de l'autre parent pour donner à la progéniture une paire de gènes. Cette paire de gènes s'exprime ensuite, conformément à la **dominance** ou à la **récessivité** de chaque gène, par l'apparence d'un **trait**. Depuis les travaux de Mendel, les généticiens ont découvert qu'il y a une foule d'autres phénomènes génétiques (codominance, enjambement chromosomal, expression multigénique, hérédité extranucléaire, etc.) qui viennent compliquer l'hérédité des traits, mais plusieurs traits sont néanmoins dus à une dominance ou à une récessivité simple.

suite à la page 1.52

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1 Utiliser l'annexe 27 pour évaluer les diagrammes produits par les élèves.
- 2 Distribuer aux élèves une auto-évaluation de l'analyse des traits (voir l'annexe 33).
- 3 Créer des tests sur le modèle des exercices donnés (voir les annexes 29, 30 ou 32) pour vérifier la compréhension des élèves.
- 4 Demander aux élèves de schématiser, dans leur carnet scientifique, les concepts suivants : ADN, chromosomes, gènes, génotype, traits héréditaires, gène dominant, gène récessif, phénotype. Amener les élèves à évaluer leur schéma entre eux pour en produire une version améliorée.
- 5 Inviter d'abord les élèves à répondre aux énoncés suivants en indiquant s'ils sont vrais ou faux. Puis leur demander de reformuler les énoncés qui sont faux pour les rendre vrais.
 - L'ADN se trouve seulement dans les cellules reproductrices. (*faux*)
 - L'ADN est composé de chromosomes. (*faux*)
 - Dans l'ADN, on retrouve des milliers de gènes. (*vrai*)
 - Je peux voir l'ADN à l'œil nu. (*faux*)
 - L'ADN est en forme de spirale. (*vrai*)
 - L'ADN diffère beaucoup d'un humain à l'autre. (*faux*)

suite à la page 1.53



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc H **La dominance et la récessivité**

L'élève sera apte à :

S1-1-11 observer, recueillir et analyser des données obtenues auprès des élèves de sa classe relativement à la transmission d'un seul trait héréditaire, par exemple la façon de se croiser les mains, le rattachement du lobe de l'oreille, la faculté de se rouler la langue;
RAG : C2, D1

S1-1-12 distinguer les gènes dominants des gènes récessifs, entre autres le génotype, le phénotype;
RAG : D1, E1, E2

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.51)

C) Expliquer aux élèves le concept du trait et leur indiquer qu'il existe chez les organismes diploïdes tels que l'humain des traits dominants et des traits récessifs (voir l'annexe 28). Survoler le travail de Gregor Mendel et les principes de dominance, de récessivité, de phénotype et de génotype qui en ont découlé (voir *Biologie : Principes, phénomènes et processus*, chap. 14).

Expliquer aux élèves un système de notation grâce auquel on peut représenter les gènes récessifs et les gènes dominants, par exemple :

- **F** (lettre majuscule) indique le gène dominant pour les fossettes, alors que **f** (lettre minuscule) indique le gène récessif pour l'absence de fossettes.

Distribuer l'exercice de l'annexe 29 et amener les élèves à bien utiliser les termes « dominant », « récessif », « hétérozygote », « homozygote », « génotype » et « phénotype ». On peut choisir de montrer aux élèves l'utilisation de l'échiquier de Punnett pour démontrer le résultat de divers croisements entre parents homozygotes ou hétérozygotes, par exemple :

D) Distribuer un tableau généalogique (voir l'annexe 30) et demander aux élèves d'y ajouter les renseignements qui manquent.

E) Repasser les liens entre l'ADN, les chromosomes, les gènes et les traits (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 112-114, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 176-178).

F) Expliquer aux élèves que les scientifiques emploient diverses techniques pour comparer le matériel génétique de divers individus et de diverses espèces. Sans entrer dans le détail, fournir aux élèves des statistiques telles que celles de l'encadré ci-contre et les inviter à discuter des questions suivantes :


- Pourquoi y a-t-il une plus grande ressemblance génétique entre les humains et les dauphins qu'entre les dauphins et les poissons?
- Pourquoi y a-t-il une plus grande ressemblance génétique entre les humains et les gorilles qu'entre les humains et les souris?
- Pourquoi y a-t-il une plus grande ressemblance génétique entre les humains et les souris qu'entre les humains et les fourmis?
- La différence génétique entre deux humains est mesurable et pourtant ne représente que moins d'un millième de notre ADN. Que peut-on en conclure?

Les quatre carrés au bas à droite indiquent les croisements (zygotes) possibles entre les spermatozoïdes et les ovules.			génotype de la mère : GG	
			cette mère peut produire les ovules suivants par méiose	
			1/2 des ovules : G	1/2 des ovules : G
génotype du père : Gg	ce père peut produire les spermatozoïdes suivants par méiose	1/2 des spermatozoïdes : G	1/4 des zygotes : GG	1/4 des zygotes : GG
		1/2 des spermatozoïdes : g	1/4 des zygotes : Gg	1/4 des zygotes : Gg



S1-1-13 décrire la relation entre l'ADN, les chromosomes, les gènes et l'expression des traits héréditaires, entre autres les ressemblances génétiques entre tous les humains;
RAG : A2, D1, E1, E2

S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

S1-0-6a  reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations.
(FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1.3; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; TI : 1.3.1, 3.3.1)
RAG : C2, C5

La **phylogénétique** cherche à étudier les ressemblances génétiques entre différentes espèces; ces ressemblances laissent entendre le rapprochement ou la distance qui existe entre ces espèces, c'est-à-dire à quand remonte leur évolution séparée.

En ce qui a trait aux humains, la phylogénétique a démontré à maintes reprises qu'il peut exister autant de variation au sein d'une « ethnie » qu'entre ces « ethnies », sans doute parce que la population humaine se mélange et se métisse depuis des millénaires.

Il existe de nombreuses données qui attestent des correspondances génétiques entre les humains et les autres espèces. La comparaison ci-dessous n'en est qu'un exemple simplifié mais confirmé par tant d'autres.

Le **cytochrome c** est une protéine respiratoire fondamentale dont la composition est précisée par un gène. Voici la correspondance chimique entre le cytochrome c humain et le cytochrome c...

du chimpanzée : 100%	du chien : 90 %
du rhésus : 99 %	du pingouin : 89%
du lapin : 91 %	du papillon : 77%
du cochon : 90 %	de la levure : 63%

En fin

1
Au tableau, dresser une liste des traits qui ont été relevés dans la section « En tête ». Inviter les élèves à prédire si ces traits sont innés (c.-à-d. qu'ils sont transmis de façon génétique), acquis (c.-à-d. qu'ils ont été appris) ou s'il s'agit d'un mélange des deux. Relever des enjeux qui découlent de cette discussion.

Traits	inné	inné et acquis	acquis
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

suite à la page 1.54

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 1.51)

- L'ADN peut aider à trouver les coupables d'un crime. (*vrai*)
- Après la mitose, le noyau de la cellule fait une copie identique de son ADN. (*vrai*)
- L'ADN renferme le matériel génétique de la cellule. (*vrai*)
- L'ADN des plantes et l'ADN des humains utilisent le même code génétique. (*vrai*)

6

Inviter les élèves à remplir les tableaux de comparaison suivants en indiquant en quoi les termes sont similaires et différents.

	génotype	phénotype
similarités		
différences		

	dominance	récessivité
similarités		
différences		



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc H **La dominance et la récessivité**

L'élève sera apte à :

S1-1-11 observer, recueillir et analyser des données obtenues auprès des élèves de sa classe relativement à la transmission d'un seul trait héréditaire, par exemple la façon de se croiser les mains, le rattachement du lobe de l'oreille, la faculté de se rouler la langue;
RAG : C2, D1

S1-1-12 distinguer les gènes dominants des gènes récessifs, entre autres le génotype, le phénotype;
RAG : D1, E1, E2

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.53)

②

Distribuer l'exercice de prédiction de l'annexe 31 que chaque élève complète individuellement.

Une fois que les élèves ont terminé l'exercice, photocopier les dessins des divers enfants et les disposer côte à côte sur une affiche. (Il s'agira de la « progéniture » entière de Maman et Papa!) Poser les questions suivantes :

- *Maman et Papa peuvent-ils avoir un enfant au visage carré? Pourquoi?*
- *Maman et Papa peuvent-ils avoir un enfant aux lèvres épaisses? Pourquoi?*
- *Maman et Papa peuvent-ils avoir un petit-fils ou une petite-fille au visage carré?*
- *Maman et Papa peuvent-ils avoir un petit-fils ou une petite-fille aux lèvres épaisses?*
- *Maman et Papa ont-ils eu des enfants identiques? Pourquoi?*
- *Quel parent détermine le sexe de l'enfant? Pourquoi?*

③

Discuter avec les élèves du dépistage génétique (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 122-124, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 224-227) puis leur distribuer le cycle de mots de l'annexe 32.

En plus

①

Proposer aux élèves d'approfondir leur compréhension de la structure de l'ADN par l'entremise d'une vidéocassette, d'un cédérom ou d'un site Web. S'assurer qu'ils résument le résultat de leur recherche à l'intention des autres élèves.

②

Inviter les élèves à mener une courte recherche sur une maladie associée à un gène récessif (voir l'annexe 28).

En jeu

①

Poser les questions suivantes aux élèves :

- *Les humains se ressemblent-ils plus entre eux qu'ils ne diffèrent?*
- *Les différences superficielles représentent-elles une proportion importante de notre diversité génétique?*
- *Les gènes expliquent-ils les talents? les coutumes? les cultures?*




LA REPRODUCTION

Sciences de la nature
Secondaire 1
Regroupement 1

S1-1-13 décrire la relation entre l'ADN, les chromosomes, les gènes et l'expression des traits héréditaires, entre autres les ressemblances génétiques entre tous les humains;
RAG : A2, D1, E1, E2

S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

S1-0-6a  reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations.
(FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1.3; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; TI : 1.3.1, 3.3.1)
RAG : C2, C5

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultat d'apprentissage spécifique
pour le bloc d'enseignement :

Bloc I **Les traits liés au sexe**

L'élève sera apte à :

S1-1-14 expliquer l'hérédité des traits liés au sexe chez les humains et utiliser un pedigree pour suivre la transmission de génération en génération d'un trait héréditaire particulier, par exemple le daltonisme, l'hémophilie.
RAG : D1, E1, E2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Poser les questions suivantes aux élèves :

Pedigree : représentation de la généalogie d'un individu.

- Selon vous, les personnes atteintes d'hémophilie sont-elles nombreuses? en connaissez-vous?
- Qu'est-ce que c'est l'hémophilie?
- Pourquoi les hémophiles sont-ils surtout des hommes?

Distribuer des renseignements sur l'hémophilie ou permettre aux élèves de s'informer sur ce sujet par l'entremise de sources multimédia.

En quête

❶

A) Distribuer des illustrations du caryotype humain ainsi que l'annexe 34 qui les renseigne sur la variété de gènes que renferment les chromosomes humains.

Caryotype : arrangement caractéristique des chromosomes d'un individu ou d'une espèce selon leur taille, leur forme et leur nombre.

Discuter du nombre de chromosomes chez les humains. Réitérer le fait que sur les 23 paires de chromosomes, il y en a une qui est particulière : la paire de chromosomes sexuels (voir la section « En quête 1 », partie B, du bloc d'enseignement G de ce regroupement).

Expliquer aux élèves que la dominance et la récessivité des gènes n'obéissent plus aux mêmes règles lorsque les gènes sont liés aux chromosomes sexuels : l'expression des gènes dépend habituellement de la présence d'un seul chromosome X dont l'influence n'est pas équilibrée par un autre chromosome X (chez les hommes XY).

B) Présenter le pedigree de la famille royale britannique à l'annexe 35. Souligner les conventions utilisées, le cercle représentant une femme et le carré un homme. Les hommes atteints d'hémophilie sont représentés par un carré noir; les femmes porteuses, par un petit carré dans le cercle.

Observer les liens de transmission des gènes X et Y, surtout en ce qui a trait au gène X^h (le gène de l'hémophilie). Amener les élèves à reconnaître que si le gène X^h est combiné avec un gène Y, le garçon sera hémophile. Si le gène X^h est combiné avec un gène X, la fille ne sera pas hémophile mais porteuse du gène. (Seulement dans les rares cas où un gène X^h est combiné avec un autre gène X^h a-t-on une fille hémophile).

Inviter les élèves à expliquer dans leurs propres mots ces énoncés et à les illustrer grâce au pedigree des descendants de la reine Victoria. Les amener à comprendre que dans le cas de la fille qui a un génotype X^hX , le X non affecté est suffisant pour faire coaguler le sang. Par contre dans le cas du garçon X^hY , il ne possède pas de X intact pour faire coaguler son sang.

Demander aux élèves de remplir le tableau suivant en se référant à l'annexe 35.

Descendant(e) de Victoria	Porteuse ou hémophile?	Explication
1. Waldemar		
2. Victoria Eugénie		
3. Rupert		
4. Gonzalo		
5. Harry		
6. Anastasie		



En fin

❶

Discuter du daltonisme.

- *Selon vous, les personnes atteintes de daltonisme sont-elles nombreuses? en connaissez-vous?*
- *Pouvez-vous suivre la transmission de leur trouble dans les générations précédentes ou suivantes?*
- *Y a-t-il des solutions au daltonisme?*

En plus

❶

Inviter les élèves à tracer un pedigree plus élaboré des descendants de la reine Victoria ou d'une autre famille où il existe un trouble médical lié au gène X.

En jeu

❶

Discuter de la question suivante :

- *Devrait-on empêcher deux porteurs de la même maladie congénitale d'avoir des enfants ensemble?*

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Reproduire le pedigree de l'annexe 35 sans y indiquer les porteuses. Demander aux élèves de déduire quelles femmes sont porteuses. (Les hommes hémophiles doivent avoir eu une mère porteuse.) *Est-ce que les porteuses doivent avoir eu une mère porteuse à leur tour? (Pas nécessairement, elles auraient pu hériter de leur père hémophile ce gène.)*



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc J
**La recherche en génétique
et en reproduction**

L'élève sera apte à :

S1-1-15 étudier et décrire des facteurs environnementaux et des choix personnels qui peuvent être à l'origine de mutations génétiques ou de changements dans le développement d'un organisme, *par exemple l'alcoolisme fœtal, la surexposition aux rayons solaires, les toxines, les additifs alimentaires, les substances qui imitent les hormones naturelles, la radiation;*
RAG : B1, B3, D1, D2

S1-1-16 étudier la contribution du Canada et d'autres pays à la recherche et au développement technologique dans les domaines de la génétique et de la reproduction, *par exemple le Projet du génome humain;*
RAG : A3, A4, B1, B2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Poser la question suivante aux élèves :

- *Qu'est-ce qui peut affecter les gènes dans les spermatozoïdes, les ovules ou les cellules du fœtus?*

Voici une liste des causes de mutations génétiques ou de changements dans le développement du fœtus les plus communes :

- la radiation;
- les rayons solaires;
- la consommation d'alcool;
- les produits chimiques mutagènes;
- la drogue;
- la malnutrition;
- le stress et les traumatismes physiques ou émotionnels;
- les additifs alimentaires;
- les allergies;
- les maladies;
- la compétition physiologique entre la mère enceinte et le bébé qu'elle porte ou entre deux fœtus (jumeaux);
- la carence en oxygène;
- les erreurs dans la méiose ou la mitose.

❷

Amener les élèves à réfléchir aux facteurs qui peuvent affecter la santé de leur future progéniture. Les encourager à mettre par écrit dans leur carnet scientifique les résultats de cette réflexion.

En quête

❶

A) Discuter de ce qu'est une mutation. Amener les élèves à comprendre la nature et les effets de divers agents mutagènes.

B) Avec tous les élèves, classer les causes relevées dans la section « En tête 1 ou 2 » en deux catégories.

causes possibles	
facteurs environnementaux	choix personnels

Demander aux élèves d'expliquer leur raisonnement.

- *Ont-ils connaissance d'exemples réels qui appuient leur conclusion?*
- *Y a-t-il des articles ou des reportages récents concernant ces problèmes?*

C) Distribuer l'exercice de réflexion de l'annexe 36. Amener les élèves à comprendre que seules les mutations au niveau des cellules reproductrices seront transmises à la progéniture.


D) Trouver une dizaine d'articles d'une page ou deux sur la recherche en génétique et en reproduction. Les articles doivent aborder différents projets de recherche, par exemple le génie génétique, le clonage, la fécondation in vitro, le Projet du génome humain, les facteurs environnementaux qui affectent la croissance d'un fœtus, la contribution locale ou canadienne à la recherche biotechnologique, la contribution d'autres pays, etc.

Plusieurs revues traitent de ces sujets, par exemple *Ça m'intéresse*, *Eurêka : Au cœur de la science*, *Québec Science* (et le site Web), *Science et vie junior*, *Pour la science*, *La Recherche* (et le site Web).



S1-0-8e discuter du fait que des personnes de diverses cultures ont contribué au développement des sciences et de la technologie;
(FL1 : C1; FL2 : CÉ3, CO3, V)
RAG : A4, A5

S1-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société et l'environnement, entre autres des changements importants dans les conceptions scientifiques du monde, des conséquences imprévues à l'époque;
(FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1, PO1)
RAG : B1

S1-0-9a  apprécier et respecter le fait que les sciences et la technologie ont évolué à partir de points de vue différents, tenus par des femmes et des hommes de diverses sociétés et cultures.
(FL2 : CÉ3, CO3)
RAG : A4

Une **mutation** est un changement aléatoire qui vient modifier le code génétique d'un chromosome (et donc potentiellement les traits qui en découlent). Plusieurs facteurs peuvent provoquer des mutations et ces dernières sont toujours imprévisibles, contrairement aux manipulations du **génie génétique** visant une modification précise. Les mutations ont lieu naturellement mais certains facteurs technologiques peuvent en accélérer l'occurrence. Les mutations peuvent être létales, malsaines, bénignes ou même positives, selon le cas. La différenciation des espèces est due à l'apparition fortuite de mutations avantageuses qui sont par la suite primées par la **sélection naturelle** au fil de plusieurs générations. Les humains peuvent tirer profit des mutations utiles en provoquant leur occurrence (processus de tâtonnement) et en accélérant le processus de sélection et de **croisement systématique** des organismes porteurs : plusieurs espèces végétales et animales commercialement exploitées ont été développées en raison d'une mutation particulière.

Diviser la classe en trois groupes. Donner à chaque groupe trois articles à lire. Au sein de chaque groupe, chaque élève doit lire les trois articles. Distribuer à chaque groupe trois copies de l'annexe 37, qu'il devra remettre à l'enseignant après une mise en commun au sein du groupe. (Le groupe se divise la tâche pour rédiger et présenter un résumé de chaque article.) Chaque résumé doit respecter les paramètres suivants :

- ne reprend que l'essentiel du contenu du texte de départ;
- suit l'ordre du texte de départ;
- est concis;
- constitue un texte en soi indépendamment du texte de départ;
- respecte les règles de la langue;
- porte le même titre que le texte de départ;
- est écrit à la 3^e personne;
- ne comprend pas des commentaires personnels;
- est écrit au présent.

suite à la page 1.60

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Sous forme de test, demander aux élèves de répondre aux questions suivantes :

- *Nomme cinq projets de recherche ou découvertes en génétique ou en reproduction qui viennent appuyer l'idée que la recherche se fait partout au monde. Parmi les cinq projets de recherche ou découvertes, nomme un maximum de deux par continents.*
- *Pour quelles percées récentes en génétique ou en reproduction le Canada est-il reconnu? Donne trois exemples.*
- *Un humain doté des « meilleurs » gènes au monde est-il garanti d'avoir un développement foetal et une croissance idéale? Explique.*
- *Pourquoi une mutation subie par un embryon est-elle plus critique que celle subie par un fœtus?*
- *Explique pourquoi la plupart des mutations qu'un humain subit ne sont pas transmises à la progéniture.*

❷

Distribuer un exercice qui traite des effets et des conséquences de certains facteurs sur le développement foetal (voir l'annexe 40).

suite à la page 1.61



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc J **La recherche en génétique et en reproduction**

L'élève sera apte à :

S1-1-15 étudier et décrire des facteurs environnementaux et des choix personnels qui peuvent être à l'origine de mutations génétiques ou de changements dans le développement d'un organisme, par exemple l'alcoolisme fœtal, la surexposition aux rayons solaires, les toxines, les additifs alimentaires, les substances qui imitent les hormones naturelles, la radiation;
RAG : B1, B3, D1, D2

S1-1-16 étudier la contribution du Canada et d'autres pays à la recherche et au développement technologique dans les domaines de la génétique et de la reproduction, par exemple le Projet du génome humain;
RAG : A3, A4, B1, B2

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.59)

E) Inviter les élèves à dépister, par l'entremise de diverses sources, des biotechnologistes du Manitoba, du Canada, de l'Amérique du Nord et du monde. Utiliser la fiche suivante comme modèle. Noter que lorsque les élèves mentionnent des chercheurs de renommée internationale, ils devraient s'en tenir à un maximum de deux par continent. Inciter les élèves à communiquer avec ces chercheurs, si possible.

Nom du chercheur ou de la chercheuse :
Origine :
Bref résumé de la recherche :
Retombées souhaitées :
Source d'information :

F) Commenter le fait que les sciences et la technologie ont évolué à partir de points de vue différents, tenus par des femmes et des hommes de diverses sociétés et cultures. Discuter des moyens de certains et des embûches pour d'autres qui veulent s'aventurer en biotechnologie (accès aux ressources financières et techniques, tradition universitaire, proximité et accès au parrainage institutionnel ou commercial, contraintes culturelles ou politiques, etc.).

En fin

- ❶
- A) Amener les élèves à réfléchir sur ce qu'ils ont appris au sujet des risques de mutation et de développement fœtal anormal. À l'aide du tableau de l'annexe 38, chaque élève doit réagir à au moins quatre causes de mutations ou de troubles fœtaux.
- *Qu'as-tu appris au sujet de ces causes?*
 - *Est-ce que ton opinion sur un sujet en particulier a changé? Explique.*
 - *Quelles décisions personnelles as-tu prises?*

B) Distribuer un exercice de réflexion (voir l'annexe 39) pour susciter les réactions des élèves sur diverses percées en génétique et en reproduction. Faire une mise en commun avec toute la classe et demander aux élèves de faire des diagrammes ou des graphiques qui illustrent l'opinion de toute la classe pour chacune des « percées » en question.

En plus

❶

Inviter un spécialiste en biotechnologie à venir commenter les prédictions recensées dans la partie B de la section « En fin » ou inviter les élèves à communiquer avec lui par courriel pour connaître son opinion sur ces prédictions.

❷

Inviter un spécialiste en développement fœtal à venir discuter en classe des principaux risques au développement intra-utérin. Aborder les risques présentés par d'autres technologies ou pratiques culturelles, par exemple la contraception, la fécondation artificielle, la suroovulation, les antibiotiques, l'échographie, les conditions d'emploi de la mère, la violence faite à la mère, les maladies transmises sexuellement, etc.


❸

Expliquer davantage les principes de l'évolution des espèces et inviter les élèves à dresser un « arbre généalogique » des animaux en se référant à des données phylogénétiques qui explicitent les ressemblances et les différences génétiques entre diverses espèces. Les élèves devront consulter des textes ou des sites Web à l'intention des élèves de secondaire 3 et 4 et des étudiants postsecondaires.



S1-0-8e discuter du fait que des personnes de diverses cultures ont contribué au développement des sciences et de la technologie;
(FL1 : C1; FL2 : CÉ3, CO3, V)
RAG : A4, A5

S1-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société et l'environnement, entre autres des changements importants dans les conceptions scientifiques du monde, des conséquences imprévues à l'époque;
(FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1, PO1)
RAG : B1

S1-0-9a  apprécier et respecter le fait que les sciences et la technologie ont évolué à partir de points de vue différents, tenus par des femmes et des hommes de diverses sociétés et cultures.
(FL2 : CÉ3, CO3)
RAG : A4

En jeu

1

Discuter de l'importance sociale de la reproduction humaine et de la santé fœtale.

- *Dans certains pays, il y a un essor de la population. Quelles mesures peuvent ralentir cette explosion démographique?*
- *Dans d'autres pays, le taux de reproduction a baissé sous le seuil nécessaire pour assurer une démographie constante. Quelles mesures peuvent empêcher cette décroissance démographique?*
- *Certaines personnes éprouvent des difficultés physiques ou sociales à procréer. Quelles décisions relationnelles et d'ordre légal doivent être prises en relation avec la fécondation artificielle? la sélection génétique des gamètes ou des embryons? les mères porteuses? l'insémination artificielle et anonyme? la transplantation des ovules? etc.*
- *Les conséquences éventuelles de problèmes embryonnaires et fœtaux sont souvent accablantes pour les familles et les personnes qui les vivent : handicaps physiques ou mentaux, développement stationnaire, nécessité accrue d'un appui médical ou social, etc. La société doit-elle prendre plus de mesures pour assurer que le développement embryonnaire ou fœtal soit optimisé, par exemple doit-on défendre l'alcool à toute femme enceinte?*
- *Quelles sont les conséquences à long terme d'un profil démographique vieillissant? La société aura-t-elle un jour à mettre en place des mesures pour augmenter le taux de natalité?*
- *Le tissu fœtal se prête bien à la culture sélective de tissus humains à des fins médicales. Cette pratique est-elle acceptable?*
- *Quels gènes humains sont les plus transmis? (Ceux des humains qui se reproduisent le plus et dont la progéniture survit et se reproduit à son tour.) Quels sont les répercussions à long terme de ce constat?*

suite à la page 1.62

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 1.59)

3

Demander aux élèves de rédiger un exposé d'une ou de deux pages sur un sujet controversé touchant le domaine de la génétique ou de la reproduction. Les élèves peuvent disposer de quelques jours pour peaufiner leur texte qui doit avoir un ton impersonnel et neutre. Les critères d'évaluation sont :

CONTENU [50%] :

- une présentation sommaire de l'enjeu en introduction [10%];
- un paragraphe qui résume les principaux arguments des personnes en faveur [10%];
- un paragraphe qui résume les principaux arguments des personnes contre [10%];
- une paragraphe qui tente d'estimer ou de comparer le niveau d'appui populaire de chacune des opinions et qui fait état des positions modérées [10%];
- un paragraphe de conclusion dans lequel la situation actuelle est expliquée et les nouvelles problématiques sont exposées [10%].

STYLE ET PRÉSENTATION [50%] :

- l'élève a utilisé un style impersonnel [10%];
- l'élève a essayé de traiter l'information le plus objectivement possible [10%];
- l'élève a respecté les règles de langue [10%];
- l'élève a employé un vocabulaire technique sans pour autant rendre la lecture de l'exposé inaccessible au grand public [10%];
- l'élève a exploité divers moyens pour alléger ou agrémente la lecture de l'exposé, tels qu'un encadré, un diagramme, un lexique, des sous-titres, une citation, une liste [10%].



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc J **La recherche en génétique et en reproduction**

L'élève sera apte à :

S1-1-15 étudier et décrire des facteurs environnementaux et des choix personnels qui peuvent être à l'origine de mutations génétiques ou de changements dans le développement d'un organisme, *par exemple l'alcoolisme fœtal, la surexposition aux rayons solaires, les toxines, les additifs alimentaires, les substances qui imitent les hormones naturelles, la radiation;*
RAG : B1, B3, D1, D2

S1-1-16 étudier la contribution du Canada et d'autres pays à la recherche et au développement technologique dans les domaines de la génétique et de la reproduction, *par exemple le Projet du génome humain;*
RAG : A3, A4, B1, B2

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.61)

②

Certains films tels que *X-Men* vantent les mérites de la mutation chez les humains. Inviter les élèves à supposer quelles mutations humaines seraient possibles ou souhaitables. S'assurer que les élèves comprennent qu'une mutation ne se transmet que par les cellules reproductrices (ou clonées) et qu'elle ne se généralisera dans une population qu'après maintes sélections et générations, à moins que de nouveaux moyens de provoquer une mutation ne soient élaborés par les biotechnologistes.

③

Discuter des technologies et des coutumes sociales pour venir en aide aux parents stériles ou incapables d'avoir des enfants. *Les bébés risquent-ils de devenir des « produits » de consommation?*

Les 460 lettres ci-dessous ne représentent qu'environ 5 milliardièmes de la séquence de 92 000 000 **bases chimiques** qui constituent le chromosome 17 chez les humains. Chaque chromosome est composé d'acide désoxyribonucléique, une immense molécule faite de séquences d'adénine (A), de cytosine (C), de guanine (G) et de thymine (T). L'agencement de ces bases, le **code génétique**, fournit les « directives » à suivre pour la fabrication des protéines du corps humain. L'ensemble de quelques trois milliards de bases A, C, G et T renfermées dans les 23 paires de chromosomes humains constitue le **génom humain**. Les biotechnologistes espèrent utiliser la détermination du génome de diverses espèces, y compris l'espèce humaine, pour découvrir et fabriquer artificiellement plusieurs substances médicales et commerciales importantes.


```
...GTTTCAGTTCTCTTGGGTCTCTAGCTAGGAGT  
GGAATTACTAGATTGTATGAGGACTCTGTGCTTA  
ATAAAGAAGTCCAAACTGTTTCTACCTCTTTTC  
CACCTCTAATCCTCAAATGGAATTGATGGAAAGT  
CACAAAAATATAGTTGGTTTTTGTGTTCTTCGGC  
TGCAGTATCCTAAAATTCTATAAGGTGAGATATG  
TTATTTCAAAAATGGGGCCGGGCGCGGTGGCT  
CACGTCTGTAATCCCAGCACTTTGGGAGGCCA  
AGGCGGGTGGATCAACTGAGGTCAGGAGTTTG  
GGACCAGCCTGGCTAATGTGGCAAACCCTGT  
CTACTAAAATAACAAAATTAGTTGGGCATGGTG  
GCGGGCACCTGTATCCCAGCTACTCTGTAGGCT  
CAGGCAGCAGAATCGCTTAAACCCAGGAGATG  
AAGTTGAAGTGAGCCAAGATCGCACCCTG...
```

Inviter les élèves à calculer le nombre de pages nécessaires pour indiquer en entier la séquence de bases pour le chromosome 17 ou pour tout le génome humain (il faudrait au-dessus de 30 000 pages pour le chromosome 17 à lui seul!).



S1-0-8e discuter du fait que des personnes de diverses cultures ont contribué au développement des sciences et de la technologie;
(FL1 : C1; FL2 : CÉ3, CO3, V)
RAG : A4, A5

S1-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société et l'environnement, entre autres des changements importants dans les conceptions scientifiques du monde, des conséquences imprévues à l'époque;
(FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1, PO1)
RAG : B1

S1-0-9a  apprécier et respecter le fait que les sciences et la technologie ont évolué à partir de points de vue différents, tenus par des femmes et des hommes de diverses sociétés et cultures.
(FL2 : CÉ3, CO3)
RAG : A4

L'avènement du génie génétique a permis à l'espèce humaine de créer en peu de temps des **OGM**, des « organismes génétiquement modifiés ». Les OGM sont issus de souches naturelles auxquelles on a greffé des **gènes auparavant étrangers à leur espèce**, ou auxquelles on a soustrait un gène indésirable. Une fois muni de ses nouvelles caractéristiques, un OGM peut nous permettre d'obtenir un produit dit **transgénique**, par exemple une pomme de terre dotée d'un gène bactérien qui lui permet de produire son propre insecticide, ou encore des grains de café sans caféine. De nombreux aliments transgéniques sont en vente dans les épiceries nord-américaines (tomates, arachides, épinards, etc.), et plus de la moitié de certaines récoltes (maïs, canola, soja) est issue d'OGM depuis l'an 2000. On a même réussi à insérer des gènes humains dans d'autres espèces pour en faire des « **usines** » **biologiques de produits pharmaceutiques**, par exemple le tabac qui produit une substance humaine utilisée dans le traitement de la maladie de Crohn ou les bactéries qui secrètent de l'insuline humaine. (La ressemblance génétique entre divers organismes est remarquablement élevée : les humains et les chimpanzés partagent 98 % de leur patrimoine génétique, tandis que la tomate et les humains en partagent 50 % !)

La création et la dissémination d'OGM sont des **enjeux** qui soulèvent de nombreuses objections au sein de la société. Le milieu médical s'interroge sur les effets à long terme de la consommation d'aliments ou de remèdes transgéniques : Quels **risques** les OGM posent-ils pour la santé? Les consommateurs sont-ils devenus les cobayes d'une vaste expérimentation? Les écologistes, quant à eux, craignent que les OGM ne remplacent des espèces et des variétés d'origine en raison de leur **résistance accrue**. Pour leur part, les agronomes se méfient des OGM, car la qualité de leur résistance risque d'être également leur plus grand défaut, c'est-à-dire que ces nouvelles espèces en quelque sorte invincibles pourraient s'avérer indestructibles. Enfin, un débat politico-économique sévit quant au **brevetage** et aux **droits de propriété** des OGM. Les avantages d'une production alimentaire accrue justifient-ils la commercialisation des semences d'espèces transgéniques, habituellement au profit des pays riches et au dépens des pays pauvres? La Vie elle-même sera-t-elle petit à petit brevetée, OGM par OGM, jusqu'à ce qu'aucune espèce utile ne soit disponible gratuitement? (Plusieurs OGM comportent un gène « Terminator » qui les empêchent de produire une progéniture fertile; les utilisateurs doivent donc toujours retourner aux fournisseurs multinationaux pour obtenir de nouvelles semences viables.)

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc K **Les enjeux liés à la biotechnologie**

L'élève sera apte à :

S1-1-17 discuter des applications et des répercussions actuelles et éventuelles des biotechnologies et lier ces enjeux à la prise de décisions personnelles ou publiques, entre autres le génie génétique, le dépistage génétique, le clonage, l'empreinte génétique;
RAG : B1, B2, C4, C8

S1-1-18 utiliser le processus de prise de décisions afin d'examiner un enjeu contemporain lié à la biotechnologie;
RAG : C4, C6, C7, C8

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

Plusieurs enjeux ont sans doute été soulevés par les élèves et l'enseignant tout au long de ce regroupement. L'enseignant aura peut-être choisi d'en dresser une liste au tableau. Puisque la prise de décisions nécessite une durée de temps considérable, il est préférable de l'amorcer et de l'enseigner au fur et à mesure que les enjeux sont abordés. Le processus de prise de décisions vise à développer la pensée critique des élèves, à éveiller leur débrouillardise intellectuelle, à ouvrir la porte aux discussions malgré des différences d'opinions et à permettre la simulation de rôle.

En tête



Faire ressortir les connaissances antérieures des élèves sur les biotechnologies par l'entremise de l'annexe 41. Effectuer une mise en commun et faire le point sur certaines idées fausses.

- *Y a-t-il d'autres biotechnologies?*
- *Vos parents et vos grands-parents ont-ils grandi avec ces biotechnologies?*
- *Les biotechnologies sont-elles présentes dans votre vie de tous les jours?*
- *Y a-t-il des métiers qui font appel aux biotechnologies ou qui en dépendent?*
- *De quelles façons les biotechnologies sont-elles différentes des autres technologies?*
- *Comprenez-vous davantage les biotechnologies depuis que vous étudiez la reproduction cette année?*
- *Quel genre de biotechnologies seront disponibles pour vos enfants?*

Visionner un documentaire d'actualité sur les biotechnologies : il pourrait s'agir d'un reportage ou d'une émission spéciale sur une controverse en cours.

Tout au long de ce regroupement, encourager les élèves à se faire l'écho de tels reportages ou d'articles qu'ils auront lus à ce sujet.

En quête



A) Amener les élèves à se rappeler les enjeux STSE liés à la reproduction qu'ils ont abordés depuis le début de ce regroupement. Dresser une liste de ces enjeux au tableau si cela n'a pas déjà été fait. Avec les élèves, cerner chacun des enjeux en formulant une question qui touche de près l'environnement, la société ou l'économie, par exemple :

- *Le clonage répandu d'une variété de pomme de terre est-il une pratique agricole durable?*
- *Le dépistage génétique des déficiences mentales est-il acceptable dans une démocratie?*
- *A-t-on le droit de créer de nouvelles espèces de plantes grâce au génie génétique?*
- *L'utilisation de tissu fœtal pour guérir des maladies adultes est-il justifiable?*
- *Les sociétés privées peuvent-elles breveter des gènes humains?*
- *La force policière peut-elle exiger une empreinte génétique de chaque citoyen?*

Les enjeux trop vastes sont plus difficiles à traiter, donc essayer de recenser des enjeux locaux ou d'actualité, tels que (il s'agit de scénarios fictifs) :

- *L'Université du Manitoba devrait-elle vendre au meilleur offrant le gène qu'elle a découvert et qui permet de guérir l'asthme?*
- *La ville de Brandon doit-elle utiliser une nouvelle bactérie pourvue d'un gène qui permet d'anéantir les moustiques?*
- *À 60 ans, madame Lajeunesseperdue se demande si elle devrait subir un traitement génétique de ses ovaires afin de réactiver sa fécondité?*
- *Monsieur Undetro a-t-il raison de payer 50 000 \$ pour que la société « Clones-C-Nous » crée, à partir de cellules de son gros orteil, dix individus qui lui seront génétiquement identiques?*



S1-0-1d amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des divers intervenants concernés; (FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C4

S1-0-3d résumer les données pertinentes ainsi que les arguments et les positions déjà exprimés relativement à un enjeu STSE; (FL1 : CO5; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4; TI : 2.3.1, 4.3.4)
RAG : C4

S1-0-6d adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées.
RAG : C3, C4, C5, C8

Distribuer le guide d'anticipation de l'annexe 42 en prenant soin de choisir, parmi la liste des enjeux au tableau, des énoncés qui provoqueront une réaction chez les élèves.

B) Discuter de la nature des enjeux STSE. Amener les élèves à comprendre qu'un enjeu est une situation à l'égard de laquelle on doit prendre une décision d'ordre social, économique ou environnemental, et qu'il y a toujours plus d'une option. Les enjeux sont habituellement formulés à l'aide d'expressions telles que :

- Devrait-on...
- Doit-on...
- Faut-il...
- Quelle décision devrait-on prendre...

Repasser en classe le schéma à l'annexe 43 qui résume le processus de prise de décisions. Vérifier si les élèves ont déjà utilisé de façon spontanée un tel processus pour prendre des décisions dans la vie de tous les jours : l'achat d'un pantalon, le choix d'une sortie entre amis, le mets sélectionné au restaurant, la stratégie lors d'un match de volley-ball, la fabrication et l'évaluation d'un prototype lors du processus de design, etc.

C) Former des groupes de deux ou trois élèves. Leur distribuer une grille d'accompagnement (voir l'annexe 44). Expliquer qu'ils devront créer un bulletin d'information sur un enjeu biotechnologique particulier. Inviter les élèves à résumer l'enjeu, à déterminer les intervenants ou groupe d'intérêts qui sont touchés par cet enjeu, à présenter trois options et leurs répercussions parmi les nombreuses options possibles et à préparer des questions pour sonder l'opinion d'une dizaine de personnes.

Dans le cas des écoles d'immersion, il serait intéressant d'intégrer la rédaction du dépliant au cours d'anglais, de sorte à faire un exercice de traduction et de stylistique comparée pour produire un bulletin bilingue.

suite à la page 1.66

Stratégies d'évaluation suggérées

1

Utiliser les énoncés suivants pour créer une évaluation ou une auto-évaluation appropriée à la création du bulletin. L'enseignant peut modifier au besoin ces énoncés. L'évaluation peut se faire au moyen d'une échelle d'appréciation : 3 - certainement; 2 - plus ou moins; 1 - pas vraiment.

L'élève a participé activement à l'organisation du plan de travail.
Le bulletin d'information a tenu compte des critères établis.
L'élève s'est bien acquitté(e) de ses responsabilités.
L'élève a respecté la contribution de ses collègues.
L'élève a démontré le souci du travail bien fait.
L'élève peut expliquer son enjeu à une personne à l'extérieur du groupe.
L'élève a pu juger qu'une autre idée était meilleure que la sienne.
L'élève a réussi à évaluer adéquatement les répercussions des options STSE.
L'élève a su prendre une décision en pesant le pour et le contre.
L'information scientifique a été bien expliquée et utilisée.
L'élève a exploité diverses sources d'information pour s'assurer de la validité de ses options.
Les préoccupations sociales, environnementales ou économiques ont été explicitées.
L'élève s'est assuré que son dépliant soit clair et concis.
Le dépliant était attrayant.
Des exemples et des concepts scientifiques exacts ont été utilisés pour faire connaître l'idée principale.
L'élève a apporté une critique constructive.
L'élève a saisi l'importance de bien renseigner le public.
L'élève a respecté l'opinion publique sans toutefois la suivre aveuglément.
Le vocabulaire, la grammaire et l'orthographe sont corrects.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc K **Les enjeux liés à la biotechnologie**

L'élève sera apte à :

S1-1-17 discuter des applications et des répercussions actuelles et éventuelles des biotechnologies et lier ces enjeux à la prise de décisions personnelles ou publiques, entre autres le génie génétique, le dépistage génétique, le clonage, l'empreinte génétique;
RAG : B1, B2, C4, C8

S1-1-18 utiliser le processus de prise de décisions afin d'examiner un enjeu contemporain lié à la biotechnologie;
RAG : C4, C6, C7, C8

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.65)

Quelques sites Web pour étudier les enjeux liés à la biotechnologie

- Aliments génétiquement modifiés
- BioteCanada
- Centre québécois d'innovation en biotechnologie
- Grand dossier Québec Science : Les biotechnologies
- L'horrible brebis écossaise
- Le maïs transgénique

- *Quels sont les dangers relatifs au sondage?*
- *Quels sont les défis à relever lorsqu'on veut présenter de l'information technique ou des enjeux au grand public?*
- *A-t-il fallu que vous modifiez une ou plusieurs options avant de prendre une décision?*
- *À la suite du sondage, avez-vous trouvé une nouvelle ou une meilleure option? Le « public » a-t-il suggéré de nouvelles options?*

D) Inviter les élèves à rédiger un rapport dans lequel ils font la synthèse des commentaires recueillis lors du sondage et prennent une position par rapport à l'enjeu de départ en précisant les facteurs qui les ont amenés à prendre cette décision. Il n'est pas nécessaire que la décision finale soit l'option qui a eu la faveur du public; les élèves ont peut-être d'autres arguments qui les font pencher vers une option différente ou même vers un compromis.

En fin



Pendant que les groupes présentent leur bulletin et leur rapport final, inviter les autres élèves à remplir le compte rendu de l'annexe 45.

Prendre le temps de faire un retour sur l'activité à partir des questions suivantes :

- *Est-ce que vous étiez d'accord avec l'opinion publique?*
- *Quelle était votre réaction face aux résultats des sondages?*
- *Est-ce que les enjeux étaient assez bien circonscrits?*
- *Le sondage est-il une façon efficace ou valable de vérifier si une décision envisagée est bonne?*



LA REPRODUCTION

Sciences de la nature
Secondaire 1
Regroupement 1

S1-0-1d amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des divers intervenants concernés;
(FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C4

S1-0-3d résumer les données pertinentes ainsi que les arguments et les positions déjà exprimés relativement à un enjeu STSE;
(FL1 : CO5; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4; TI : 2.3.1, 4.3.4)
RAG : C4

S1-0-6d adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées.
RAG : C3, C4, C5, C8

Stratégies d'évaluation suggérées



LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 :	Liste d'activités liées au vocabulaire scientifique	1.69
Annexe 2 :	Feuille de travail sur les chromosomes	1.70
Annexe 3 :	Renseignements sur la mitose	1.71
Annexe 4 :	Comparaison de la mitose végétale et de la mitose animale	1.72
Annexe 5 :	Test – La mitose en « désordre »	1.73
Annexe 6 :	Renseignements sur les modes de reproduction asexuée	1.75
Annexe 7 :	Grille d'accompagnement et d'évaluation	1.76
Annexe 8 :	Cadre de prise de notes	1.77
Annexe 9 :	Grille d'évaluation de la présentation audiovisuelle	1.78
Annexe 10 :	Auto-évaluation de l'apprentissage par groupes d'experts	1.79
Annexe 11 :	Évaluation de sources d'information	1.80
Annexe 12 :	Activité de simulation de la méiose	1.81
Annexe 13 :	Renseignements sur la méiose	1.82
Annexe 14 :	Exercice de réflexion critique sur la mitose et la méiose	1.83
Annexe 15 :	Règles concernant le débat	1.84
Annexe 16 :	Avantages et inconvénients de la reproduction asexuée et de la reproduction sexuée	1.85
Annexe 17 :	Test – Mitose ou méiose?	1.86
Annexe 18 :	Évaluation par les pairs	1.87
Annexe 19 :	Diagramme du système reproducteur masculin	1.88
Annexe 20 :	Diagramme du système reproducteur féminin	1.89
Annexe 21 :	Test de closure	1.90
Annexe 22 :	Prédictions embryonnaires	1.92
Annexe 23 :	Renseignements sur le développement fœtal	1.93
Annexe 24 :	Grille d'accompagnement – Un mois dans la vie prénatale	1.94
Annexe 25 :	Questions de rapidité	1.95
Annexe 26 :	Questionnaire sur les traits hérités des parents biologiques	1.96
Annexe 27 :	Critères pour un diagramme ou un graphique bien réussi	1.97
Annexe 28 :	Quelques traits dominants ou récessifs chez les humains	1.98
Annexe 29 :	Feuille d'exercices sur les gènes	1.99
Annexe 30 :	Arbre généalogique dominant-récessif	1.100
Annexe 31 :	Exercice – Transmission aléatoire des gènes	1.101
Annexe 32 :	Cycle de mots	1.103
Annexe 33 :	Auto-évaluation de l'analyse des traits	1.104
Annexe 34 :	Qu'y a-t-il dans les chromosomes humains?	1.105
Annexe 35 :	Pedigree des descendants de la reine Victoria	1.106
Annexe 36 :	Exercice de réflexion sur les mutations	1.107
Annexe 37 :	Résumé d'article	1.108
Annexe 38 :	Tableau de réactions personnelles – Mutations et anomalies fœtales	1.109
Annexe 39 :	Réflexion sur l'avenir de la génétique	1.110
Annexe 40 :	Effets et conséquences de certains facteurs sur le développement fœtal	1.111
Annexe 41 :	Quelques biotechnologies	1.112
Annexe 42 :	Guide d'anticipation	1.113
Annexe 43 :	Processus de prise de décisions	1.114
Annexe 44 :	Grille d'accompagnement – Bulletin d'information	1.115
Annexe 45 :	Compte rendu de la présentation d'un enjeu et d'une décision STSE	1.116



ANNEXE 1 : Liste d'activités liées au vocabulaire scientifique

Voici une liste d'activités à faire en classe pour faciliter l'acquisition du vocabulaire scientifique. De brèves descriptions accompagnent certaines activités moins bien connues.

1. Affichage au babillard des mots à l'étude.
2. Cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.15-10.18).
3. Cadre de tri et de prédiction (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.13-10.14).
4. Cartes éclair.
5. Cycle de mots (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.6-10.8).
6. Exercices d'appariement.
7. Exercices de closure.
8. Fabrication de jeux semblables aux jeux populaires Tabou, Fais-moi un dessin, Bingo et Scatégories.
9. Lexique ou glossaire dans lequel les élèves écrivent la définition de termes nouveaux dans leurs propres mots.
10. Mots croisés et mots mystères.
11. Procédé tripartite (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.9-10.10).
12. Rapido : jeu qui se joue en groupes. (Un membre de chaque groupe doit expliquer un mot que ses coéquipiers doivent deviner. Le groupe qui devine le plus grand nombre de mots gagne.)



ANNEXE 2 : Feuille de travail sur les chromosomes

Nom : _____

Date : _____

Partie A : À l'aide de diverses sources d'information, réponds aux questions suivantes de façon claire et concise.

1. Où retrouve-t-on l'information génétique d'une cellule? Quel est le rôle de cette information?

2. Comment s'appelle la membrane qui entoure le noyau? Qu'y a-t-il à l'extérieur du noyau?

3. Qu'est-ce que la chromatine? Quelle est son apparence habituelle?

4. Quel lien existe-t-il entre la chromatine et les chromosomes?

5. Quelle est la structure du chromosome?

6. Où est le centromère du chromosome?

7. Combien de brins (chromatides) y a-t-il dans un chromosome?

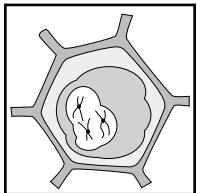
8. Les brins (chromatides) du chromosome sont-ils identiques? Pourquoi?

9. Est-ce qu'un brin (une chromatide) de chromosome contient toute l'information génétique du chromosome?

10. De quelle substance est faite la chromatine? Les chromosomes? Les brins (chromatides) des chromosomes?

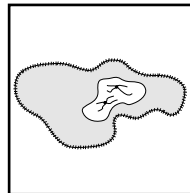
Partie B : Pour chacune des cellules illustrées, coche la boîte appropriée et indique le nombre de chromosomes, de brins (chromatides) et de brins (chromatides) différents :

DESSIN 1



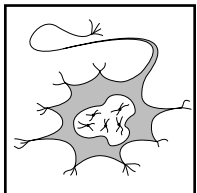
- cellule animale
- cellule végétale
- ___ nombre de chromosomes
- ___ nombre de brins (chromatides)
- ___ nombre de brins (chromatides) qui sont différents

DESSIN 2



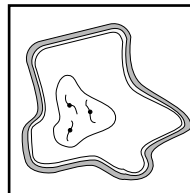
- cellule animale
- cellule végétale
- ___ nombre de chromosomes
- ___ nombre de brins (chromatides)
- ___ nombre de brins (chromatides) qui sont différents

DESSIN 3



- cellule animale
- cellule végétale
- ___ nombre de chromosomes
- ___ nombre de brins (chromatides)
- ___ nombre de brins (chromatides) qui sont différents

DESSIN 4



- cellule animale
- cellule végétale
- ___ nombre de chromosomes
- ___ nombre de brins (chromatides)
- ___ nombre de brins (chromatides) qui sont différents



ANNEXE 3 : Renseignements sur la mitose

Dans ce regroupement, il n'est pas nécessaire que les élèves apprennent le nom des étapes spécifiques de la mitose (ou de la méiose). Les notions suivantes suffisent.

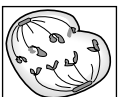
- Le **cycle cellulaire** représente la vie d'une cellule. Dans un cycle cellulaire, la cellule est soit en interphase, soit en mitose (ou en méiose).
- À l'**interphase**, une nouvelle cellule-fille se transforme en cellule-mère qui se divisera elle-même. L'interphase comprend la croissance rapide de la nouvelle cellule, la duplication de ses brins (chromatides) simples en chromosomes à brins (chromatides) doubles et la préparation à la mitose.

L'interphase peut être très rapide (par exemple, dans l'embryon), de longue durée ou même permanente (par exemple, certaines cellules nerveuses humaines ne se reproduisent plus depuis le stade fœtal). Il est plus facile d'observer la mitose dans des cellules à interphase rapide puisque sa fréquence est plus élevée.

Lors de l'interphase, les chromosomes sont entremêlés dans une substance informe appelée chromatine et sont difficiles à discerner. Au début de la mitose, cependant, les chromosomes se distinguent les uns des autres et la membrane nucléaire disparaît. Les chromosomes s'alignent alors au centre de la cellule.

Lors de la **mitose**, les brins (chromatides) des chromosomes se séparent et se dirigent vers les pôles opposés de la cellule, de sorte qu'il y a à chaque pôle un complément génétique identique.

- À la fin de la mitose, deux nouveaux noyaux (avec membranes nucléaires distinctes) se constituent et un pincement provoque la division de la cellule en deux. Lors de cette **cytokinèse**, le cytoplasme de la cellule-mère est réparti entre les cellules-filles.
- Chez les **cellules animales**, des centrioles et des fuseaux permettent aux brins de migrer vers les pôles. Chez les **cellules végétales**, une plaque équatoriale divise la cellule-mère en deux cellules-filles.



ANNEXE 4 : Comparaison de la mitose végétale et de la mitose animale

Nom : _____

Date : _____

1. Remplis les cases du tableau suivant en expliquant sommairement tes réponses.

	les cellules végétales	les cellules animales
a) Ces cellules se divisent-elles par mitose?		
b) Y a-t-il une membrane cellulaire?		
c) Y a-t-il une paroi cellulaire autour de ces cellules?		
d) Y a-t-il du cytoplasme dans ces cellules?		
e) Y a-t-il une membrane nucléaire dans ces cellules?		
f) Y a-t-il des chromosomes dans le noyau de ces cellules?		
g) Y a-t-il des centrioles aux pôles de ces cellules?		
h) Ces cellules produisent-elles un fuseau permettant la migration des brins (chromatides) vers les pôles?		
i) Ces cellules produisent-elles une plaque équatoriale qui scinde la cellule en deux?		
j) Ces cellules effectuent-elles une cytokinèse ou division cytoplasmique?		
k) Les cellules-filles produites ont-elles le même nombre de chromosomes que la cellule-mère?		
l) Les cellules-filles produites ont-elles la même information génétique que la cellule-mère?		

2. Inscris clairement les sources d'information consultées.



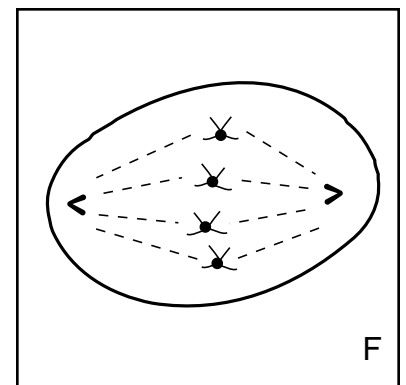
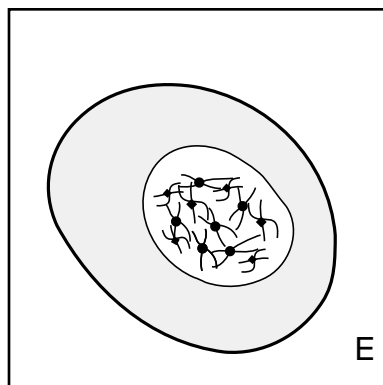
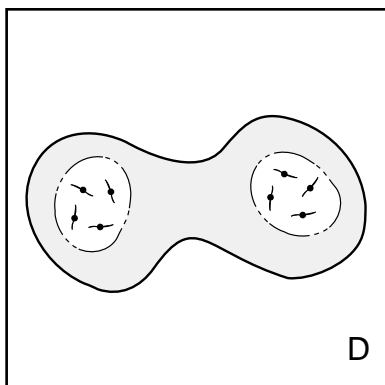
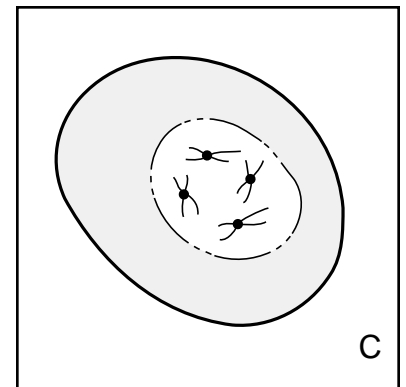
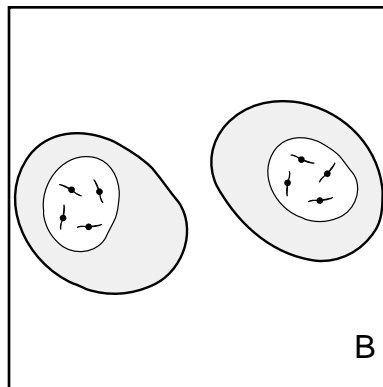
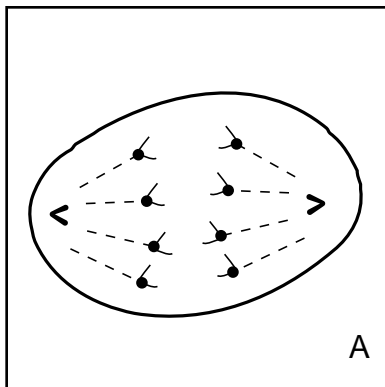
ANNEXE 5 : Test – La mitose en « désordre »

Nom : _____

Date : _____

Partie A : Les dessins ci-dessous représentent le cycle cellulaire d'une cellule animale. Malheureusement les dessins sont en désordre, peux-tu les ordonner correctement?

Ordre	Quel dessin?	Que se passe-t-il dans ce dessin?
1		
2		
3		
4		
5		
6		



ANNEXE 5 : Test – La mitose en « désordre » (suite)

Nom : _____

Date : _____

Partie B : Dessine à ton tour le cycle cellulaire que subira la deuxième génération de cellules issues de la mitose dans la partie A. Fais-le pour toutes les cellules de cette génération.

Nouvelles
cellules de la
2^e génération

Interphase des
cellules de la
2^e génération

Mitose des cellules
de la 2^e génération

Cellules de la
3^e génération



ANNEXE 6 : Renseignements sur les modes de reproduction asexuée

Nom : _____

Date : _____

- La **fission binaire**, appelée aussi scission binaire ou scissiparité, est un processus au cours duquel un organisme unicellulaire se divise en deux parties égales par la mitose – une cellule-mère devient deux cellules-filles génétiquement identiques (par exemple les bactéries, les algues, les protistes).
- Le **bourgeonnement** : Chez les unicellulaires, le processus est semblable à la scission binaire, mais la cellule-mère conserve la plus grande partie du cytoplasme (par exemple, les levures); chez les pluricellulaires, un descendant se développe comme une excroissance tissulaire (le bourgeon) sur le parent pour ensuite se détacher du parent et devenir un organisme indépendant (par exemple l'hydre d'eau douce).
- La **sporulation** : Processus au cours duquel un organisme produit, grâce à la mitose, des cellules reproductrices (les spores) qu'il entrepose dans des sporanges; ceux-ci éclateront au moment propice pour libérer les spores capables de produire des organismes adultes (par exemple les moisissures de pain et de pénicillium). Attention : la sporulation peut aussi être un mode de reproduction sexuée (par exemple les gamétophytes).
- La **multiplication ou la reproduction végétative** : Chez les plantes, processus au cours duquel un nouvel organisme est créé à partir des racines, des tiges ou des feuilles (par exemple une branche de saule peut développer des racines et former un nouvel arbre, le stolon d'un fraisier permet à un nouveau fraisier de prendre racine).
- La **fragmentation** ou segmentation suivie de la **régénération** : Processus au cours duquel un animal pluricellulaire est divisé en fragments – chaque fragment à son tour devient un organisme complet en régénérant la partie qui lui manque (par exemple le planaire, les étoiles de mer, les éponges).



LA REPRODUCTION

ANNEXE 8 : Cadre de prise de notes

Nom : _____

Date : _____

Remplis le cadre de prise de notes pendant le partage d'information des experts en « famille ».

MODE DE REPRODUCTION ASEXUÉE	EXPLICATION SOMMAIRE	EXEMPLES
LA FISSION BINAIRE (SCISSIPARITÉ)		
LE BOURGEONNEMENT		
LA SPORULATION		
LA MULTIPLICATION (REPRODUCTION) VÉGÉTATIVE		
LA FRAGMENTATION (SEGMENTATION) ET LA RÉGÉNÉRATION		



ANNEXE 9 : Grille d'évaluation de la présentation audiovisuelle

Nom : _____

Date : _____

Gestion et planification	non	oui	commentaires
<ul style="list-style-type: none"> Le groupe a remis son plan de travail à temps. 			
<ul style="list-style-type: none"> Le plan de travail comprend : <ul style="list-style-type: none"> - la date des rencontres pour travailler sur le projet; - la liste du matériel nécessaire pour la présentation; - la répartition des tâches à accomplir avant et pendant la présentation. 			
<ul style="list-style-type: none"> Le groupe a rencontré l'enseignant(e) pour discuter de son plan. 			
<ul style="list-style-type: none"> Le groupe a complété une bibliographie des ouvrages qui lui ont été utiles pour sa présentation. 			

Présentation	1 très faible	2 faible	3 moyen	4 très bon	5 super
<ul style="list-style-type: none"> Déroulement de la démonstration 					
<ul style="list-style-type: none"> Pertinence de la démonstration 					
<ul style="list-style-type: none"> Originalité de la présentation 					
<ul style="list-style-type: none"> Clarté de la narration 					
<ul style="list-style-type: none"> Qualité de la conception audiovisuelle 					
<ul style="list-style-type: none"> Respect des consignes concernant la durée de la présentation 					



LA REPRODUCTION

ANNEXE 10 : Auto-évaluation de l'apprentissage par groupes d'experts

Nom : _____

Date : _____

	très peu	suffisamment	assurément
1. J'ai recensé de l'information pertinente sur _____ _____			
2. J'ai respecté les exigences suivantes : a) _____ _____			
b) _____ _____			
c) _____ _____			
d) _____ _____			
3. J'ai fait une recherche individuelle.			
4. J'ai participé avec enthousiasme à la mise en commun de l'information dans mon groupe d'experts.			
5. J'ai réfléchi et donné mon avis quant à la façon de présenter l'information en classe.			
6. J'ai écouté et respecté l'opinion des autres membres du groupe.			
7. J'ai assumé ma part de responsabilité lors de la présentation.			
8. La prochaine fois, je pourrais...			



ANNEXE 11 : Évaluation de sources d'information

Nom : _____

Date : _____

RESSOURCES IMPRIMÉES	RESSOURCES INTERNET
Références bibliographiques des ressources les plus utiles 1. _____ _____ _____ 2. _____ _____ _____	Références bibliographiques des ressources les plus utiles 1. _____ _____ _____ 2. _____ _____ _____
Pour chacune des ressources ci-dessus, évalue sa pertinence et sa convivialité. Indique un chiffre entre 5 (excellente) et 1 (faible). 1. pertinence _____ convivialité _____ 2. pertinence _____ convivialité _____	Pour chacune des ressources ci-dessus, évalue sa pertinence et sa convivialité. Indique un chiffre entre 5 (excellente) et 1 (faible). 1. pertinence _____ convivialité _____ 2. pertinence _____ convivialité _____
Quelles étaient les avantages de ces ressources imprimées par rapport aux ressources dans Internet?	Quelles étaient les avantages de ces ressources dans Internet par rapport aux ressources imprimées?
Quels étaient des inconvénients de ces ressources imprimées par rapport aux ressources dans Internet?	Quelles étaient des inconvénients de ces ressources dans Internet par rapport aux ressources imprimées?
Considères-tu que ces ressources imprimées sont fiables? Justifie ta réponse.	Considères-tu que ces ressources dans Internet sont fiables? Justifie ta réponse.
Résume de façon globale tes impressions face à l'utilité des ressources imprimées et dans Internet.	



ANNEXE 12 : Activité de simulation de la méiose

Nom : _____

Date : _____

L'activité suivante te permet d'effectuer une méiose avec des « chromosomes » très ordinaires!

Matériel requis :

- 8 crayons-feutres (4 différentes couleurs)
- 8 crayons à mine (4 différentes couleurs)
- 8 stylos à bille (4 différentes couleurs)
- 8 carrés en carton (4 différentes couleurs)

Chaque objet représente une chromatide, c'est-à-dire un brin de chromosome. Cela veut donc dire que chaque brin (objet) contient de l'information génétique.

1. Regroupe les chromatides en chromosomes. C'est simple, puisque les deux chromatides d'un chromosome sont identiques; chaque chromosome aura deux brins pareils.
2. Constitue deux cellules diploïdes ayant chacune quatre paires de chromosomes homologues. Donc, chaque cellule diploïde aura deux chromosomes « crayon-feutre » de couleurs différentes, deux chromosomes « crayon à mine », etc.
3. Imagine que les crayons-feutres définissent la couleur des cheveux, les crayons à mine, la couleur de la peau, les stylos à bille, la couleur des yeux et les carrés en carton, la couleur des orteils d'un individu quelconque.
4. Prends en note des caractéristiques des deux individus qui pourraient résulter des deux cellules. Par exemple, une cellule avec des crayons-feutres rouges et bleus pourrait donner lieu à un individu aux cheveux violets, et ainsi de suite.
5. Effectue une méiose I pour chacune des cellules. La répartition des chromosomes homologues se fait au hasard.
6. Prends en note des patrons génétiques issus de la méiose I (par exemple : la cellule mentionnée ci-dessus donnerait lieu à deux nouvelles cellules, l'une avec des crayons-feutres rouges et l'autre avec des crayons-feutres bleus, etc.). Ces cellules sont maintenant haploïdes.
7. Effectue une méiose II pour chacune des quatre cellules issues de la méiose I. Ces cellules sont aussi haploïdes, mais les chromosomes sont maintenant des brins simples.
8. Puisque les deux premières cellules (avant la méiose) représentaient deux parents, l'un mâle, l'autre femelle, réunis deux à deux et aléatoirement des gamètes de chaque parent pour simuler la fécondation et pour créer quatre nouveaux individus.
9. Prends en note les caractéristiques de ces quatre cellules-filles et compare ces caractéristiques à celles des parents.



ANNEXE 13 : Renseignements sur la méiose

La **méiose**, ou réduction méiotique, est un processus de division d'une cellule-mère qui permet de réduire de moitié le nombre de chromosomes qui aboutissent dans chacune des cellules-filles.

La division méiotique se déroule chez les espèces « sexuées », dont les cellules contiennent un complément **diploïde** de chromosomes, c'est-à-dire que des paires de chromosomes déterminent l'information génétique complète d'un individu. Les deux chromosomes d'une même paire sont appelés des **homologues** et habituellement ils sont fort semblables.

La méiose produit des cellules **haploïdes**, c'est-à-dire des cellules dans lesquelles seulement un des chromosomes homologues de chaque paire est présent. Ces cellules « génératrices », appelées **gamètes**, permettent de ne transmettre à la progéniture que la moitié de l'information génétique de chacun des deux parents.

Le résultat de la gamétogenèse est soit des **ovules** (issus d'organismes femelles) ou des **spermatozoïdes** (issus d'organismes mâles). L'union d'un ovule et d'un spermatozoïde, la **fécondation**, engendre un **zygote**, cellule diploïde originale d'un nouvel organisme sexué.

La méiose se déroule en deux étapes distinctes, la **méiose I** (où les chromosomes homologues se séparent) puis la **méiose II** (où les brins ou chromatides se séparent). Après la méiose I, les deux cellules-filles sont déjà haploïdes, mais leurs chromosomes sont à deux brins ou à double chromatide; après la méiose II, les quatre cellules-filles sont haploïdes et leurs chromosomes sont à un brin ou à chromatide unique.



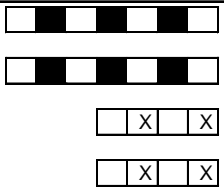

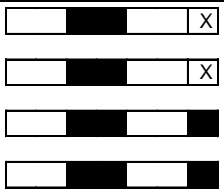
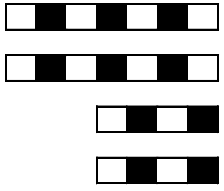
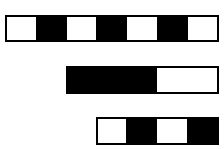
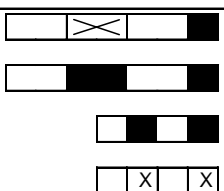
ANNEXE 14 : Exercice de réflexion critique sur la mitose et la méiose

Nom : _____

Date : _____

Pour chaque diagramme, coche la réponse qui semble être la meilleure description. Justifie ta réponse.

Remarque : Dans l'exercice suivant, chaque bâtonnet représente un brin (une chromatide), tandis que les zones noircies ou marquées d'un X représentent du matériel génétique.

Diagramme	Choix de réponses possibles	Justification
1. 	<input type="checkbox"/> deux chromosomes à double brin <input type="checkbox"/> quatre chromosomes <input type="checkbox"/> une paire de chromosomes homologues	
2. 	<input type="checkbox"/> un chromosome homologue <input type="checkbox"/> deux chromosomes homologues <input type="checkbox"/> un chromosome à double brin	
3. 	<input type="checkbox"/> deux chromosomes à brin unique <input type="checkbox"/> deux chromosomes homologues <input type="checkbox"/> deux chromosomes non homologues	
4. 	<input type="checkbox"/> après la mitose <input type="checkbox"/> après la méiose I <input type="checkbox"/> après la méiose II <input type="checkbox"/> juste avant la méiose <input type="checkbox"/> une cellule diploïde	
5. 	<input type="checkbox"/> juste avant la mitose <input type="checkbox"/> après la méiose I <input type="checkbox"/> après la méiose II <input type="checkbox"/> après la fécondation <input type="checkbox"/> juste avant la méiose	
6. 	<input type="checkbox"/> après la méiose II <input type="checkbox"/> juste avant la mitose <input type="checkbox"/> juste avant la méiose <input type="checkbox"/> après la fécondation <input type="checkbox"/> une cellule haploïde	



ANNEXE 15 : Règles concernant le débat

Étant donné les contraintes de temps, il n'est pas toujours possible de suivre les règles officielles du débat. Voici comment simplifier le débat :

- Une équipe commence en donnant les arguments qui soutiennent son opinion (les avocats se répartissent la tâche également);
- L'autre équipe fait de même;
- Une fois les arguments énoncés, on passe à l'échange qui se déroule selon certaines conventions, par exemple la parole est à celui qui lève la main ou elle est accordée à tour de rôle pendant un laps de temps précis.

Remarques : Rappeler aux élèves qu'ils doivent non seulement faire une recherche sur les avantages du mode de reproduction qu'ils défendent, mais aussi sur les inconvénients de l'autre mode. De plus, ils doivent prévoir les arguments de l'autre équipe afin d'être en mesure de les réfuter.

Rappeler aux élèves qu'il n'y a pas de gagnants ni de perdants. Décourager l'idée qu'un point de vue est juste et l'autre fautif. Rappeler aussi que pendant le débat, il faut écouter et respecter les points de vue divergents.

Inviter les élèves à se familiariser avec certaines tournures utiles lors d'un débat :

Il ne faudrait pas oublier que...	Croyez-vous que...
En d'autres mots,...	Quel est votre point de vue sur...
Par contre,...	Je suis persuadé(e) que...
Autrement dit,...	Il me semble que...
Je suis désolé(e), mais je ne vous	Personnellement...
ai pas très bien compris...	J'ai l'impression que...
La plupart du temps...	Je suis entièrement d'accord
Par exemple,...	que...
D'habitude,...	C'est possible que vous ayez
En général...	raison...
Selon moi...	Je suis partiellement d'accord...
À mon humble avis...	Est-ce que je pourrais faire un



ANNEXE 16 : Avantages et inconvénients de la reproduction asexuée et de la reproduction sexuée

	QUELQUES AVANTAGES	QUELQUES INCONVÉNIENTS
REPRODUCTION ASE XuÉE	<ul style="list-style-type: none"> • produit un nouvel organisme qui est génétiquement identique au parent • il n'est pas nécessaire de chercher un partenaire • l'énergie peut être déployée pour produire une progéniture potentiellement très nombreuse • la progéniture est habituellement adaptée à son milieu de par le succès de son parent • permet de coloniser rapidement et efficacement un habitat favorable au parent, grâce au grand nombre de descendants qu'il peut engendrer en peu de temps • les rejetons sont souvent déjà pluricellulaires et plus viables 	<ul style="list-style-type: none"> • n'occasionne pas la diversité génétique des organismes de la même espèce • l'espèce ne s'adapte pas du tout ou très lentement selon les circonstances changeantes • il n'y a qu'un parent pour prendre soin de la progéniture • le parent disparaît parfois car son corps n'est plus (fission binaire, fragmentation) • une espèce asexuée risque d'être soudainement anéantie par une catastrophe qui affecte tous les organismes de cette espèce qui sont identiques au plan génétique
REPRODUCTION SEXUÉE	<ul style="list-style-type: none"> • produit un nouvel organisme qui est une combinaison de traits provenant des parents • occasionne une variabilité génétique accrue des organismes de la même espèce et même parmi la progéniture d'un seul couple • à la longue, permet aux meilleures adaptations d'être répandues au sein d'une espèce, surtout dans un milieu changeant • la variabilité des organismes au sein d'une même espèce sexuée assure qu'une plus grande proportion survivra dans des circonstances périlleuses • il peut y avoir deux parents qui veillent sur la progéniture 	<ul style="list-style-type: none"> • il faut déployer beaucoup d'énergie pour entretenir les gamètes et pour trouver un partenaire reproductif • il faut mettre en place des mécanismes de transport des gamètes, de fécondation, d'attraction du sexe opposé et de compétition avec le même sexe • il faut non seulement deux gamètes pour la fécondation, mais l'un doit être mâle et l'autre femelle • le résultat génétique d'une méiose est imprévisible et il en est souvent de même pour la fécondation • les « erreurs » génétiques sont plus fréquentes parce que la méiose est plus complexe et les organismes diploïdes ont plus de chromosomes à doubler • la progéniture n'est pas nécessairement aussi bien adaptée à son milieu que le sont ses parents • plusieurs organismes ne deviennent jamais parents, faute de partenaire; plusieurs gamètes sont perdus, faute de fécondation



ANNEXE 17 : Test – Mitose ou méiose?

Nom : _____

Date : _____

Indique la meilleure réponse parmi les choix suivants : mitose, asexuée, méiose, sexuée.

1. Le processus de la _____ produit des cellules haploïdes.
2. Le processus de la _____ produit des cellules diploïdes.
3. Le processus de la _____ produit des cellules identiques génétiquement à la cellule-mère.
4. Le processus de la _____ produit des cellules qui ont la moitié de l'information génétique de la cellule-mère.
5. Le processus de la _____ est essentiel lors de la reproduction sexuée.
6. Le processus de la _____ est habituellement suffisant lors de la reproduction asexuée.
7. La reproduction _____ produit des organismes qui sont génétiquement identiques à leur parent.
8. La reproduction _____ produit des organismes qui contiennent la moitié de l'information génétique de chacun de leurs parents.
9. La reproduction _____ permet de varier la composition génétique de la progéniture.
10. La reproduction _____ assure que la même information génétique est transmise du parent à la progéniture.



ANNEXE 18 : Évaluation par les pairs

Nom : _____

Date : _____

Encerle un numéro de 1 à 5 pour indiquer si tu es entièrement d'accord (5) ou si tu n'es pas du tout d'accord (1).

Équipe _____					
L'équipe a illustré diverses adaptations favorables à la reproduction.	1	2	3	4	5
Les explications sont intéressantes et claires.	1	2	3	4	5
Les images sont pertinentes.	1	2	3	4	5
L'équipe a expliqué clairement comment ces adaptations augmentent les chances de reproduction de l'organisme.	1	2	3	4	5
Équipe _____					
L'équipe a illustré diverses adaptations favorables à la reproduction.	1	2	3	4	5
Les explications sont intéressantes et claires.	1	2	3	4	5
Les images sont pertinentes.	1	2	3	4	5
L'équipe a expliqué clairement comment ces adaptations augmentent les chances de reproduction de l'organisme.	1	2	3	4	5
Équipe _____					
L'équipe a illustré diverses adaptations favorables à la reproduction.	1	2	3	4	5
Les explications sont intéressantes et claires.	1	2	3	4	5
Les images sont pertinentes.	1	2	3	4	5
L'équipe a expliqué clairement comment ces adaptations augmentent les chances de reproduction de l'organisme.	1	2	3	4	5
Équipe _____					
L'équipe a illustré diverses adaptations favorables à la reproduction.	1	2	3	4	5
Les explications sont intéressantes et claires.	1	2	3	4	5
Les images sont pertinentes.	1	2	3	4	5
L'équipe a expliqué clairement comment ces adaptations augmentent les chances de reproduction de l'organisme.	1	2	3	4	5



ANNEXE 19 : Diagramme du système reproducteur masculin

Nom : _____

Date : _____

Indique où se trouvent les composantes suivantes du système reproducteur masculin :

les testicules

le conduit ou le canal déférent

l'épididyme

l'urètre

les spermatozoïdes

les vésicules séminales

le pénis

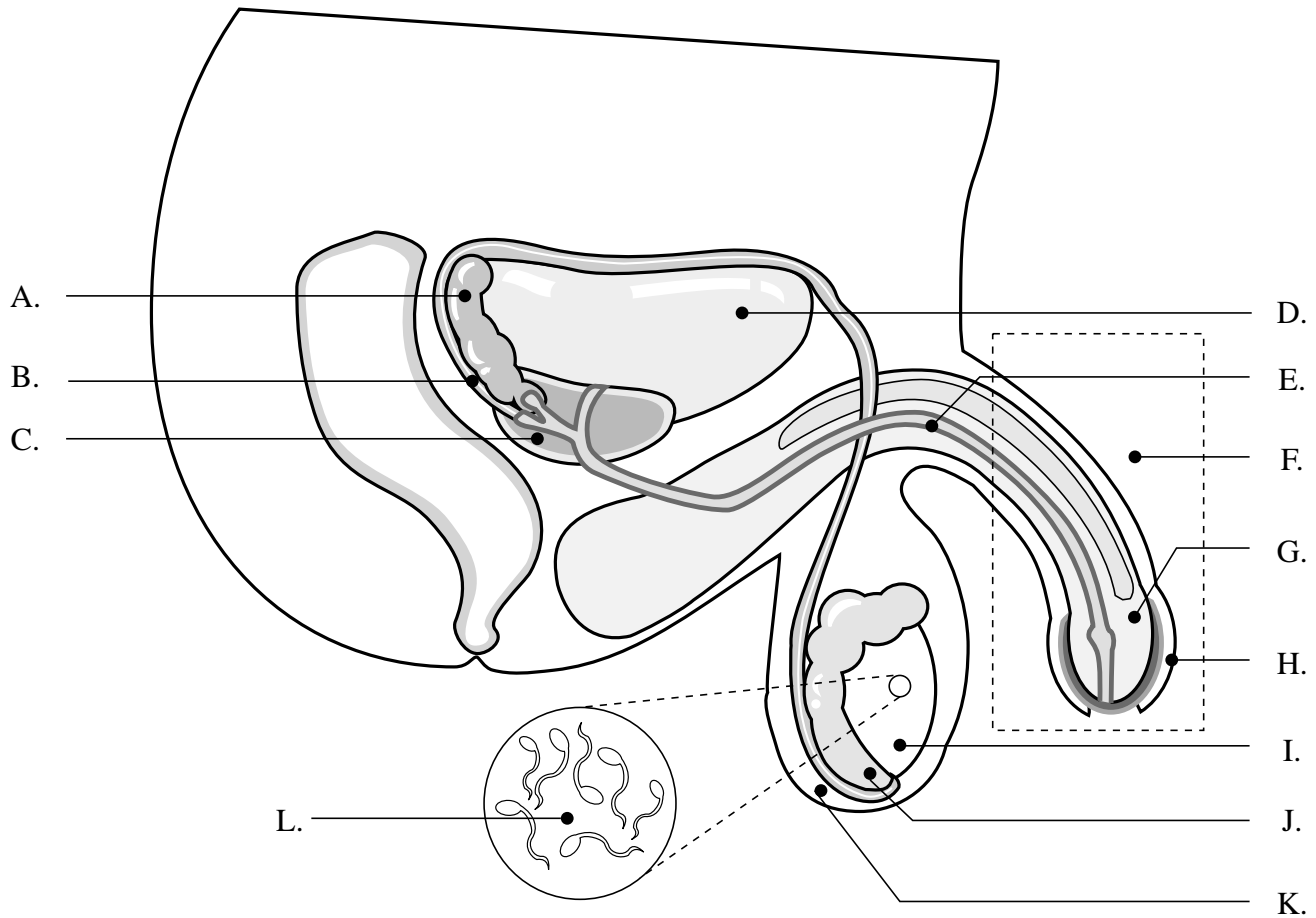
le prépuce

le scrotum

la prostate

la vessie

le gland



A. _____

B. _____

C. _____

D. _____

E. _____

F. _____

G. _____

H. _____

I. _____

J. _____

K. _____

L. _____



ANNEXE 20 : Diagramme du système reproducteur féminin

Nom : _____

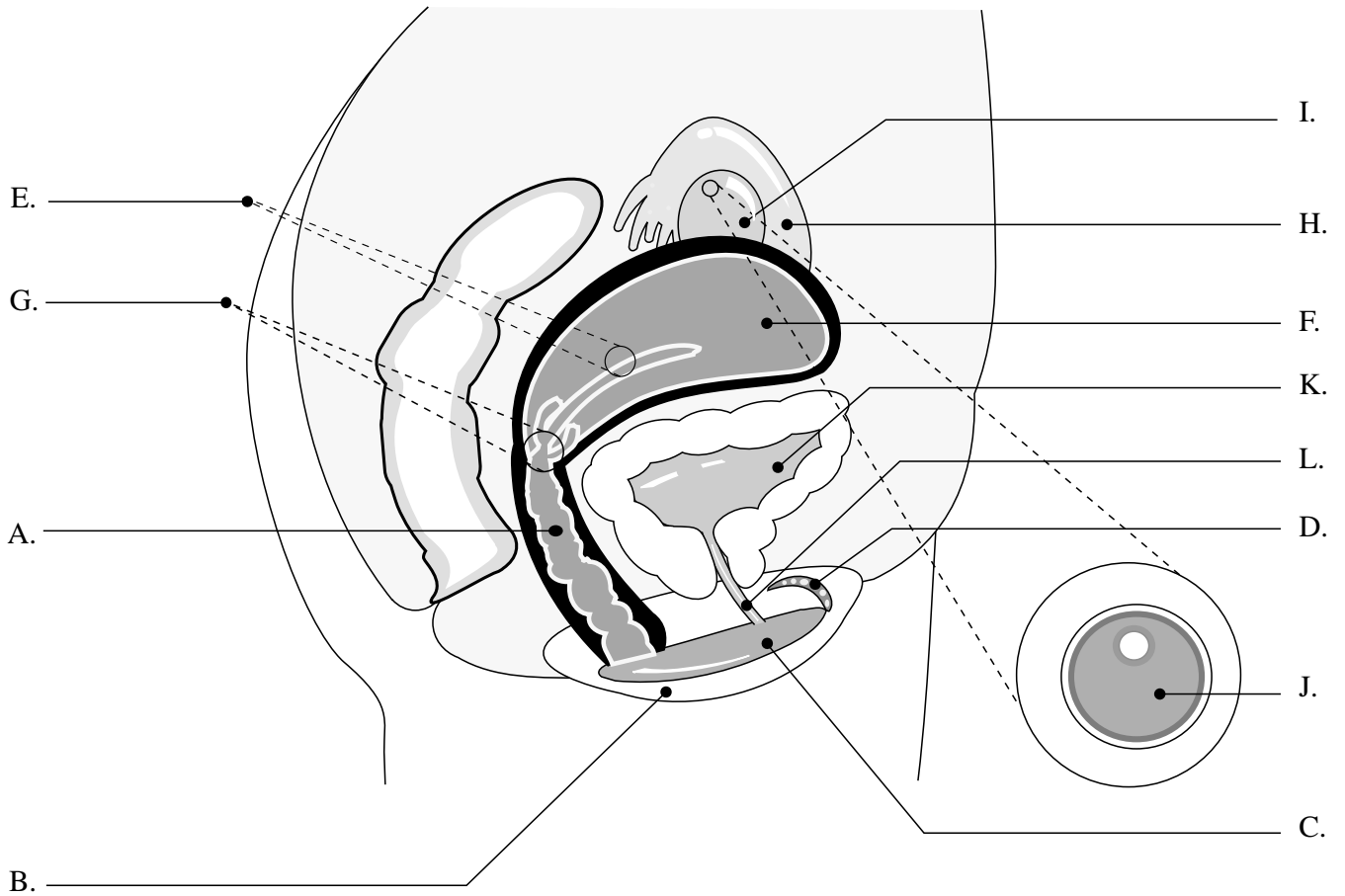
Date : _____

Indique où se trouvent les composantes suivantes du système reproducteur féminin :

les ovaires
l'utérus
le vagin
l'urètre

l'ovule
le col de l'utérus
le clitoris
les grandes lèvres

les trompes utérines (de Fallope)
l'endomètre
la vessie
les petites lèvres



A. _____

B. _____

C. _____

D. _____

E. _____

F. _____

G. _____

H. _____

I. _____

J. _____

K. _____

L. _____



ANNEXE 21 : Test de closure

Nom : _____

Date : _____

1. Les glandes endocrines du corps humain libèrent des _____ dans le sang; ces substances agissent comme des messagers vers d'autres parties du corps. Des exemples de glandes endocrines sont _____ , _____ et _____ .
2. Lors de la puberté, l'hormone appelée folliculostimuline (FSH) est produite par l' _____ dans le cerveau et elle est transportée jusqu'aux gonades : les _____ chez les garçons et les _____ chez les filles. Les gonades produisent les _____ humains, les spermatozoïdes et les ovules, qui sont haploïdes et contiennent chacun _____ chromosomes.
3. La testostérone et l'œstrogène sont des _____ .
4. Diverses hormones provoquent l'apparition de caractères sexuels secondaires pendant la puberté, tels que _____ chez les filles et _____ chez les garçons.
5. Pendant quelle période de leur vie les hommes produisent-ils des spermatozoïdes? _____

6. Pendant quelle période de leur vie les femmes produisent-elles des œufs? _____

7. Le rôle principal du système reproducteur féminin est de _____ , de _____ et de _____ .
8. Les organes reproducteurs de la femme sont situés à l' _____ du corps. En forme d'amandes, les _____ ont 3 cm de longueur et ils libèrent un ovule tous les _____ jours environ. Les deux ovaires _____ habituellement la libération d'un ovule.
9. Chaque follicule dans l'ovaire contient un _____ mature qui sera acheminé vers l' _____ par les extrémités plumeuses des _____ de Fallope. Une fois libéré, l'ovule ne peut survivre que _____ heures à moins qu'il ne soit _____ par un spermatozoïde.



ANNEXE 21 : Test de closure (suite)

Nom : _____

Date : _____

10. L'utérus est lié par son col au _____, un passage musculaire par lequel le _____ passe lors d'un accouchement naturel. Les grandes et petites _____ protègent l'entrée du vagin.
11. Le cycle _____ se répète environ chaque _____ et il occasionne des effets physiques et psychologiques chez les femmes. Des _____ telles que la FSH, la LH et la progestérone interviennent pour stimuler ou déclencher des réactions biologiques. Les menstruations ont lieu lorsque l'_____ n'est pas fécondé – l'_____ de l'utérus est alors évacué sur une période de _____ jours, consistant surtout de cellules mortes et de sang.
12. Le rôle principal du système reproducteur masculin est de _____ et de _____.
13. Les testicules sont renfermés dans un sac appelé _____. La production de spermatozoïdes est optimale à une température un peu plus _____ que celle du corps. Le processus de spermatogenèse prend environ 9 à 10 _____. Environ 350 à 500 millions de spermatozoïdes sont produits chaque _____. C'est dans l'_____ que sont entreposés les spermatozoïdes. Des _____ y circulent pour le débarrasser des vieux spermatozoïdes ou de ceux qui sont morts après quelques jours.
14. Les spermatozoïdes nagent dans le _____, un liquide riche en sucres et secrété par la _____ et les vésicules _____. Le sperme sera acheminé vers l'extérieur du corps dans un conduit appelé _____ – celui-ci transporte aussi l'urine mais un petit muscle empêche que les deux s'y retrouvent en même temps. L'urine est entreposée dans la _____.
15. Le _____ se gonfle de sang et est en érection lorsqu'il y a stimulation sexuelle, de sorte à pouvoir mieux pénétrer le _____. L'éjaculation propulse le _____ et les _____ continuent à nager à la rencontre d'un _____ à féconder. Des techniques d'_____ artificielle ou « in vitro », permettent d'effectuer une fécondation sans qu'il y ait eu accouplement entre le père et la mère biologiques. Seulement un _____ réussira à féconder l'ovule, mais nombreux sont ceux qui auront aidé à transpercer sa membrane protectrice.



ANNEXE 22 : Prédications embryonnaires

Nom : _____

Date : _____

Prédis au cours de quel mois les développements foetaux suivants ont lieu chez les humains en insérant la lettre associée à chaque énoncé dans la boîte du mois qui y correspond. (Présume une grossesse conventionnelle.) Ensuite, vérifie tes réponses en consultant diverses sources.

- | | |
|---|--|
| a) Je pèse 500 g. | l) Le cartilage de mon squelette se transforme en tissu osseux. |
| b) Je mesure 7 mm. | m) Mon cœur s'est développé. |
| c) Mes dents sont formées. | n) J'ai le hoquet. |
| d) Mon système nerveux est formé. | o) J'ai un fin duvet qui recouvre mon corps en entier. |
| e) Mon cœur bat. | p) Mes bras et mes jambes bougent et j'ai le réflexe de téter. |
| f) Mes appareils génitaux sont formés. | q) Maintenant, je grandis rapidement. Mes organes commencent à fonctionner rapidement. |
| g) Tous mes organes sont bien formés, mais ne sont pas complètement développés. | r) Je suis à terme et ma mère commence son travail d'accouchement. |
| h) J'ouvre les yeux. | |
| i) Je suis viable si je nais prématurément. | |
| j) Un spermatozoïde féconde un ovule et forme un zygote. | |
| k) Je suis constitué de 64 cellules. | |

	Je prédis	Je vérifie	Sources d'information consultées
1 ^{er} mois			
2 ^e mois			
3 ^e mois			
4 ^e mois			
5 ^e mois			
6 ^e mois			
7 ^e mois			
8 ^e mois			
9 ^e mois			



ANNEXE 23 : Renseignements sur le développement foetal

Le **zygote** est formé à la fécondation d'un ovule par un spermatozoïde. Les noyaux de l'ovule et du spermatozoïde s'unissent pour donner au zygote un complément **diploïde** de chromosomes : chez les humains, on retrouve 46 chromosomes ou 23 paires de chromosomes homologues. Le zygote se divise lentement au tout début : une première mitose après 36 heures donne un premier **clivage**, puis il y a une deuxième mitose 24 heures plus tard (4 cellules) suivie d'une troisième mitose 12 heures après (8 cellules en 3 jours). Ces premières cellules, les blastomères, sont toutes plus ou moins identiques; il y en aura une centaine après 5 jours. Le zygote s'est transformé en embryon.

Pendant les 8 premières semaines de son existence, l'être humain est un **embryon**, au sens strict. (Les obstétriciens définissent la période embryonnaire comme étant le premier **trimestre** en entier.)

Les blastomères se différencient dès la 1^{re} semaine après la fécondation et l'embryon s'implante dans l'**endomètre** muqueux de l'utérus. Certaines cellules embryonnaires sont vouées à la fabrication de la **membrane nourricière** (éventuellement la cavité amniotique) tandis que les autres bâtissent l'embryon proprement dit. Petit à petit le tissu embryonnaire **s'allonge, se plie et se différencie** pour former le début du cœur, des systèmes circulatoire, nerveux et tégumentaire, des organes digestifs, respiratoires, excréteurs et génitaux, du squelette et des muscles.

Après 8 semaines, l'embryon a tous ses membres, et les doigts et les orteils se dessinent. Les yeux s'ouvrent, les pavillons des oreilles sont précis, le cou est distinct, l'appendice caudal - la queue - a disparu et les organes génitaux externes sont présents, mais ne permettent pas encore de déterminer le sexe de l'enfant. Le cartilage du **squelette** commence à se transformer en structure osseuse et l'embryon, qui mesure alors 3 cm, sera dorénavant un fœtus.

Du 3^e mois de sa vie à la naissance, l'être humain est un **fœtus**. On discerne son rythme cardiaque lors du 3^e mois, il respire, son sexe est reconnaissable et tous ses organes se développent rapidement. Les cheveux du fœtus commencent à pousser lors du 4^e mois et sa mère le sent bouger. Au début du 5^e mois, il mesure 20 cm et pèse 0,25 kg. Les empreintes digitales apparaissent, les dents se forment. Les cellules nerveuses cessent de se diviser et désormais le **cerveau** grandit en ampleur et non par le nombre de ses cellules. Dès le 6^e mois, le fœtus bouge beaucoup, mais il dort aussi. Il réagit aux bruits extérieurs, suce son pouce et a parfois le hoquet. Il pèse 1 kg.

Un bébé qui naît prématurément aura beaucoup de difficulté à survivre s'il n'a pas derrière lui au moins six mois de développement foetal. Après le deuxième trimestre, le fœtus a de fortes chances de survivre une naissance prématurée, et encore plus après 32 semaines de développement.

Au début du troisième trimestre, le fœtus a un estomac et un intestin fonctionnels. Il remue moins parce qu'il commence à manquer d'espace dans l'**utérus**. Il ressent maintenant la douleur. Lors du 8^e mois, il adopte la position qu'il maintiendra jusqu'à l'**accouchement**. Les os se développent, le gras s'accumule. Il urine régulièrement. Il mesure presque 50 cm et pèse de 2 à 2,5 kg. Pendant le 9^e mois, certaines modifications s'effectuent (descente des testicules, placement des ovaires) tandis que d'autres n'auront lieu qu'après la naissance : soudure des os du crâne, fermeture de canaux sanguins, etc. Le cerveau en particulier continuera son développement pendant des années. À terme, le fœtus mesure 50 cm et pèse 3 ou 4 kg. Son cœur ne pèse que 18 g tandis que son foie fait plus de 100 g. Il s'est habitué à dormir jusqu'à 20 h par jour et il suce son pouce.

Au sein de la cavité amniotique, le fœtus est alimenté par le corps de la mère par l'entremise du **cordon ombilical** et du **placenta**.



ANNEXE 24 : Grille d'accompagnement – Un mois dans la vie prénatale

Nom : _____

Date : _____

Voici un aide-mémoire servant à préparer la présentation :

Mon groupe a ...	oui	commentaires
1. préparé une affiche qui comprend un diagramme de l'embryon ou du fœtus.		
2. inclus sur son affiche une grandeur réelle de l'embryon ou du fœtus.		
3. rédigé un texte clair et concis .		
4. décrit les changements importants qui ont eu lieu pendant le mois en question (ce texte peut être écrit sous forme de « je »).		
5. décrit les changements qui se produisent chez la mère pendant ce mois.		
6. préparé trois questions portant sur les renseignements recueillis		
7. présenté son affiche à la classe.		
8. préparé une présentation animée (théâtre, chanson, animation virtuelle, etc.) de sa recherche.		



ANNEXE 25 : Questions de rapidité

- 1. Quels sont les deux sortes de chromosomes humains dans la 23^e paire?**
(X et Y)
- 2. Quels chromosomes une fille possède-t-elle dans sa 23^e paire?**
(XX; on indique ainsi la 23^e paire de chromosomes homologues dans les cellules somatiques d'une femme)
- 3. Quels chromosomes un garçon possède-t-il dans sa 23^e paire?**
(XY; on indique ainsi la 23^e paire de chromosomes homologues dans les cellules somatiques d'un homme)
- 4. Quels 23^{es} chromosomes les ovules d'une femme peuvent-ils contenir?**
(seulement des X; rappeler aux élèves que la méiose produit des cellules haploïdes avec seulement 23 chromosomes; simuler une méiose pour démontrer qu'il est impossible pour un ovule de renfermer un Y)
- 5. Quels 23^{es} chromosomes les spermatozoïdes d'un homme peuvent-ils contenir?**
(une demie d'entre eux auront des X, l'autre demie auront des Y; répéter la simulation précédente pour la méiose d'une cellule d'un homme, et mettre l'accent sur les proportions respectives de spermatozoïdes X et de spermatozoïdes Y)
- 6. Quel zygote résultera de la fécondation d'un ovule et d'un spermatozoïde X? d'un ovule et d'un spermatozoïde Y?**
(XX ou XY; simuler ces fécondations et noter que les spermatozoïdes déterminent le sexe)
- 7. Peut-on obtenir un zygote YY?**
(pas normalement)
- 8. Les gènes de quel parent déterminent le sexe de l'enfant?**
(le père)
- 9. Pourquoi y a-t-il une chance sur deux d'avoir un garçon (ou une fille) lorsqu'il y a fécondation?**
(les spermatozoïdes X et Y sont produits en proportion égale, ils ont un comportement essentiellement identiques et c'est de façon aléatoire que tel ou tel spermatozoïde réussit à féconder un ovule)
- 10. Que faudrait-il faire si on voulait s'assurer que des zygotes humains soient tous masculins [ou féminins]?**
(concevoir un mécanisme qui favorise les spermatozoïdes Y [ou X] ou qui bloque les spermatozoïdes X [ou Y])
- 11. Est-ce qu'il est possible d'avoir une 24^e paire de chromosomes dans un zygote?**
(il s'agirait d'une anomalie grave chez l'ovule, le spermatozoïde ou les deux; ces anomalies sont presque toujours fatales ou débilitantes pour le zygote)



ANNEXE 26 : Questionnaire sur les traits hérités des parents biologiques

Nom : _____

Date : _____

Remplis ce questionnaire en interrogeant tes parents biologiques ou des personnes qui les ont connus. (Si tu ne peux pas fournir les données nécessaires, explique ta situation à ton enseignante ou enseignant.)

Répondre aux questions suivantes par un oui ou par un non.

Trait n° 1 : Pouvez-vous vous rouler la langue sur sa longueur?

parent biologique 1	parent biologique 2	toi	frère ou sœur	frère ou sœur	frère ou sœur

Trait n° 2 : De quelle façon vous croisez-vous naturellement les mains?

Le pouce droit est-il sur le pouce gauche?

parent biologique 1	parent biologique 2	toi	frère ou sœur	frère ou sœur	frère ou sœur

Trait n° 3 : Le lobe de votre oreille est-il rattaché à la tête?

parent biologique 1	parent biologique 2	toi	frère ou sœur	frère ou sœur	frère ou sœur

Trait n° 4 : Avez-vous les cheveux roux?

parent biologique 1	parent biologique 2	toi	frère ou sœur	frère ou sœur	frère ou sœur



LA REPRODUCTION

ANNEXE 27 : Critères pour un diagramme ou un graphique bien réussi

Nom : _____

Date : _____

AR – Amélioration requise

S – Satisfaisant

E – Excellent

Habilités de l'élève	AR	S	E	Commentaires
Éléments de base				
▪ choisit le bon type de graphique				
▪ utilise une ou des échelles appropriées pour les axes				
▪ choisit un ou des points de départ et un ou des intervalles appropriés sur les axes				
▪ étiquette clairement les axes				
▪ utilise une légende appropriée				
Données				
▪ utilise un traitement mathématique des données qui est approprié				
▪ dispose correctement les données sur le diagramme				
▪ réussit à démontrer par son diagramme des tendances ou des rapports pertinents				
Présentation				
▪ utilise bien l'espace du graphique				
▪ utilise bien l'espace du papier				
▪ fait preuve de propreté et de clarté				
▪ dresse un diagramme qui est facile à interpréter et qui illustre des tendances ou des rapports				
Interprétation				
▪ définit et explique les tendances ou les rapports ainsi que les écarts				
▪ reconnaît les forces et les faiblesses de son diagramme				



ANNEXE 28 : Quelques traits dominants ou récessifs chez les humains

Nom : _____

Date : _____

TRAIT DOMINANT	TRAIT RÉCESSIF
le visage ovale	le visage carré
les cheveux foncés	les cheveux pâles
les cheveux non roux	les cheveux roux
les cheveux frisés	les cheveux droits
la pousse de cheveux en V sur le front	la pousse de cheveux en ligne droite sur le front
les sourcils touffus	les sourcils minces
les cils longs	les cils courts
les yeux bruns	les yeux bleus
les yeux verts ou noisette	les yeux bleus
les yeux en amande	les yeux ronds
les gros yeux	les petits yeux
le gros nez	le petit nez
les grosses oreilles	les petites oreilles
le lobe de l'oreille détaché	le lobe de l'oreille attaché
la capacité de se rouler la langue	incapacité de se rouler la langue
le menton avec fossette	le menton sans fossette
les fossettes	aucune fossette
la capacité de goûter le phénylthiocarbamide (PTC)	l'incapacité de goûter le phénylthiocarbamide (PTC)
la susceptibilité aux migraines	aucune susceptibilité aux migraines
la vision normale	la myopie
la pigmentation normale	l'albinisme
les taches de rousseur	aucune tache de rousseur
la susceptibilité à la chorée de Huntington	aucune susceptibilité à la chorée de Huntington
le sang Rh+	le sang Rh-
pas de fibrose kystique	la fibrose kystique
aucune anémie falciforme	l'anémie falciforme



ANNEXE 29 : Feuille d'exercices sur les gènes

Nom : _____

Date : _____

Dans les énoncés suivants, **G** représente le gène dominant pour les cheveux frisés et **g** représente le gène récessif pour les cheveux droits.

Partie A : Coche le ou les termes qui complètent correctement chacun des énoncés. Assure-toi de bien comprendre le pourquoi de ta réponse.

Si un ovule G et un spermatozoïde G s'unissent :

1. le génotype du zygote résultant sera :
 GG. gg. Gg.
2. ce zygote sera :
 hétérozygote. homozygote.
3. le phénotype de cet humain sera :
 cheveux frisés. cheveux droits. cheveux mi-frisés, mi-droits.
4. cet humain pourra produire à son tour des gamètes :
 G. g. G ou g.

Si un ovule g et un spermatozoïde g s'unissent :

5. le génotype du zygote résultant sera :
 GG. gg. Gg.
6. ce zygote sera :
 hétérozygote. homozygote.
7. le phénotype de cet humain sera :
 cheveux frisés. cheveux droits. cheveux mi-frisés, mi-droits.
8. cet humain pourra produire à son tour des gamètes :
 G. g. G ou g.

Si un ovule G et un spermatozoïde g s'unissent :

9. le génotype du zygote résultant sera :
 GG. gg. Gg.
10. ce zygote sera :
 hétérozygote. homozygote.
11. le phénotype de cet humain sera :
 cheveux frisés. cheveux droits. cheveux mi-frisés, mi-droits.
12. cet humain pourra produire à son tour des gamètes :
 G. g. G ou g.

Si un ovule g et un spermatozoïde G s'unissent :

13. le génotype du zygote résultant sera :
 GG. gg. Gg.
14. ce zygote sera :
 hétérozygote. homozygote.
15. le phénotype de cet humain sera :
 cheveux frisés. cheveux droits. cheveux mi-frisés, mi-droits.
16. cet humain pourra produire à son tour des gamètes :
 G. g. G ou g.

Partie B : Indique ta réponse aux questions suivantes sous forme de fraction ou pourcentage.

17. Si un père GG et une mère gg font des enfants, quelles sont les chances que ceux-ci soient
GG? _____ gg? _____ Gg? _____
18. Si un père gg et une mère Gg font des enfants, quelles sont les chances que ceux-ci soient
GG? _____ gg? _____ Gg? _____
19. Si un père Gg et une mère GG font des enfants, quelles sont les chances que ceux-ci soient
GG? _____ gg? _____ Gg? _____
20. Si un père Gg et une mère Gg font des enfants, quelles sont les chances que ceux-ci soient
GG? _____ gg? _____ Gg? _____



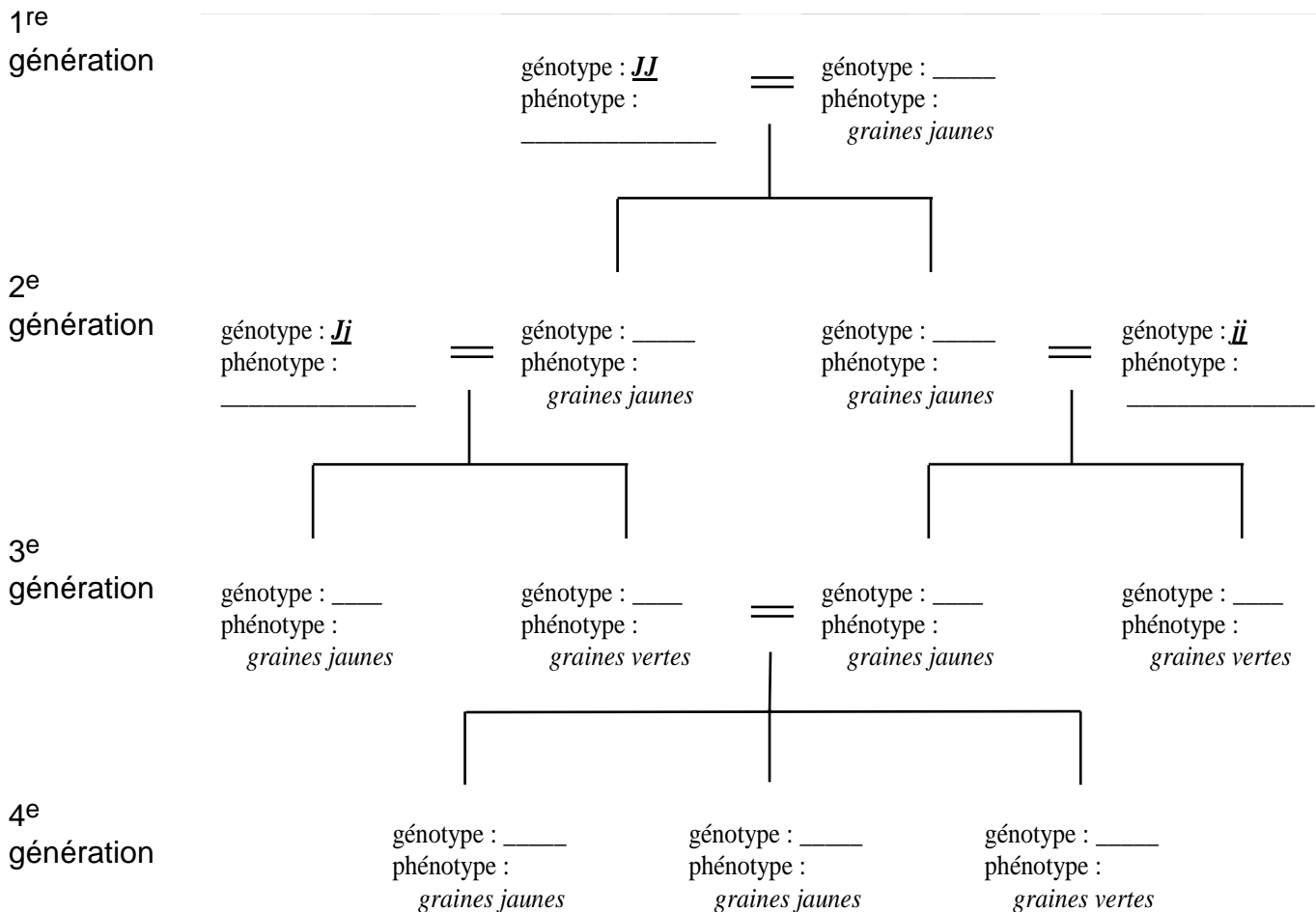
ANNEXE 30 : Arbre généalogique dominant-récessif

Nom : _____

Date : _____

Détermine les génotypes et phénotypes qui manquent dans cet arbre généalogique illustrant la transmission des gènes J (graines jaunes) et j (graines vertes) chez quatre générations de pois.

Le signe d'égalité [=] indique un croisement entre deux parents; tu peux utiliser un point d'interrogation [?] lorsque tu ne disposes pas d'assez d'information pour préciser une réponse. Explique néanmoins ton raisonnement pour chaque réponse.



ANNEXE 31 : Exercice – Transmission aléatoire des gènes

Nom : _____

Date : _____

La légende ci-dessous énumère neuf traits humains qui sont déterminés par des gènes dominants ou récessifs. Par exemple, une personne qui possède le génotype **VV** ou **Vv** aura un visage plutôt ovale, tandis qu'une personne ayant le génotype **vv** aura un visage plutôt carré.

Trait	Gène dominant (indiqué par une lettre majuscule)	Gène récessif (indiqué par une lettre minuscule)
1	V : visage ovale	v : visage carré
2	J : menton arrondi	j : menton carré
3	E : sourcils épais	e : sourcils minces
4	S : sourcils séparés	s : sourcils joints
5	A : yeux en amande	a : yeux ronds
6	P : lèvres épaisses	p : lèvres minces
7	F : présence de fossettes	f : absence de fossettes
8	D : lobes d'oreille détachés	d : lobes d'oreille attachés
9	R : oreilles poilues	r : oreilles non poilues

Le génotype d'une mère et celui d'un père sont indiqués à la page suivante. En utilisant ces génotypes et la légende, détermine le phénotype de Papa et celui de Maman. Naturellement, Maman possède deux chromosomes **X** ce qui fait d'elle une femme, tandis que Papa est un homme parce qu'il possède un chromosome **X** et un chromosome **Y**. Une fois leur phénotype déterminé, dessine le visage de chacun de ces parents.

Tu dois ensuite déterminer le génotype et le phénotype d'un des enfants biologiques de Maman et de Papa. Sachant que la transmission de chacun des gènes est un événement aléatoire et indépendant des autres, tu peux choisir le gène issu de Maman et le gène issu de Papa en lançant deux pièces de monnaie pour chacun des traits (une pièce de 5¢ pour Maman et une pièce de 10¢ pour Papa). À cette fin, les deux gènes homologues (les généticiennes et généticiens utilisent le terme « allèles ») pour chacun des traits de Maman et de Papa ont été répartis entre une colonne *pile* ou une colonne *face*.

(Cet exercice se veut une simplification d'un phénomène très complexe dans la réalité, alors que des milliers de gènes interagissent pour préciser les traits physiques d'une personne. De plus, ce sont les 23 paires de chromosomes homologues et non les gènes qui se font répartir aléatoirement lors de la méiose. À noter que les chromosomes **X** et **Y** sont codominants.)

Une fois que tu as inscrit les gènes issus de Maman et de Papa pour chacun des traits de l'enfant, détermine le phénotype de ce dernier et dessine son visage.



ANNEXE 31 : Exercice – Transmission aléatoire des gènes (suite)

Nom : _____

Date : _____

MAMAN (utilise une pièce de 5 ¢ pour la transmission de ses gènes)

trait	génotype		phénotype	dessin du visage
	<i>pile</i>	<i>face</i>		
1	V	V		
2	J	J		
3	E	e		
4	S	s		
5	a	a		
6	p	p		
7	F	F		
8	d	d		
9	r	r		
10	X	X		

PAPA (utilise une pièce de 10 ¢ pour la transmission de ses gènes)

trait	génotype		phénotype	dessin du visage
	<i>pile</i>	<i>face</i>		
1	v	v		
2	J	j		
3	E	e		
4	S	s		
5	A	a		
6	p	p		
7	f	f		
8	D	d		
9	R	r		
10	X	Y		

ENFANT BIOLOGIQUE DE MAMAN ET PAPA

trait	génotype		phénotype	dessin du visage
	<i>gène issu de Papa</i>	<i>gène issu de Maman</i>		
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10		x		



ANNEXE 32 : Cycle de mots

Nom : _____

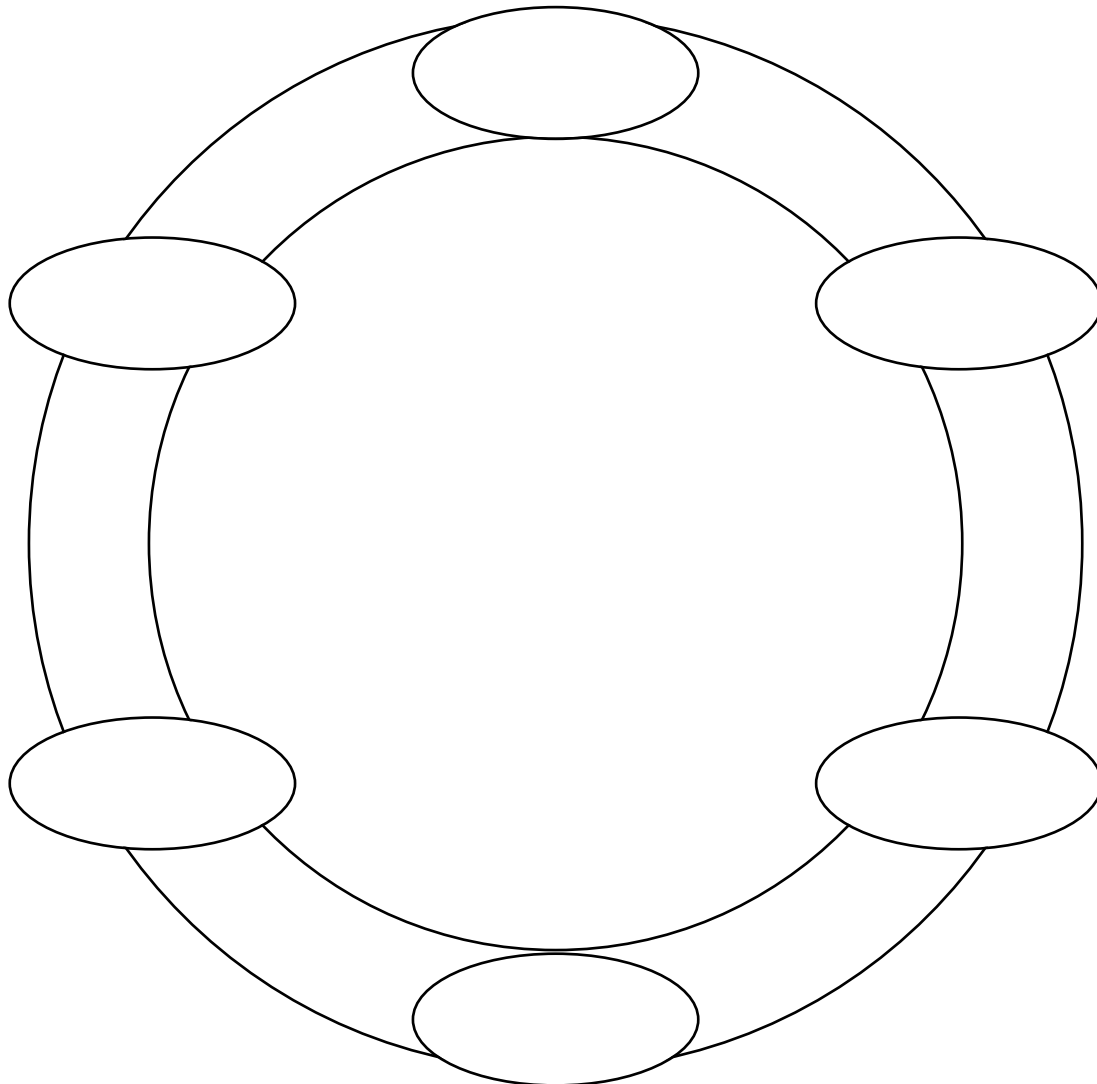
Date : _____

Lis la liste de mots. Choisis un mot et place-le dans un des ovaux. Dans l'ovale qui suit, place un autre mot qui est relié au premier. Compose une phrase qui relie chacune des paires de mots adjacents. (Ils peuvent être des synonymes, des antonymes, des étapes d'une démarche, des exemples de quelque chose, etc.) Par exemple : « Le mot A est relié au mot B parce que... » Écris le rapport entre ces mots sur l'arc de l'anneau qui les relie. Continue ainsi jusqu'à ce que tu aies placé tous les mots. Attention, les derniers mots seront difficiles à placer.

ADN
chromosome

gène
trait

hérédité
dépistage génétique



ANNEXE 33 : Auto-évaluation de l'analyse des traits

Nom : _____

Date : _____

Je devais respecter les exigences suivantes :

a) _____

b) _____

c) _____

	assurément	en général	pas vraiment
J'ai participé avec enthousiasme à l'activité.			
J'ai participé aux discussions de groupe.			
J'ai émis des hypothèses quant à la transmission des traits.			
J'ai bien réfléchi à notre façon de présenter les résultats.			
J'ai compris qu'il y a différentes façons de présenter des statistiques.			



ANNEXE 34 : Qu'y a-t-il dans les chromosomes humains?

Nom : _____

Date : _____

Les humains ont un caryotype de 46 chromosomes (23 paires de chromosomes homologues). Parmi ces 23 paires de chromosomes homologues, 22 se ressemblent énormément. Dans la 23^e paire dite « sexuelle », il se peut que les homologues soient deux chromosomes X (XX, femme) ou un seul chromosome X et un chromosome Y (XY, homme).

Le tableau ci-dessous donne des exemples de gènes qui sont associés à chacun des chromosomes humains. Le Projet du génome humain, entre autres, permet de dépister davantage ces gènes dans l'espoir que leur découverte mène à d'importantes réalisations médicales et pharmaceutiques. Certains de ces gènes sont dominants, d'autres récessifs, d'autres encore interagissent avec divers facteurs pour provoquer des troubles.

Numéro du chromosome	Exemples de troubles médicaux liés aux gènes sur des chromosomes particuliers (Les troubles suivants ne sont pas uniquement imputables à ces gènes.)
1	cancer de la prostate, surdité
2	cancer recto-colique
3	démence; susceptibilité au VIH
4	chorée de Huntington, maladie polykistique des reins
5	carcinome de l'endomètre
6	dyslexie; schizophrénie, résistance à l'�estrog�ne
7	fibrose kystique; nanisme d� à une d�ficiance en hormone de croissance
8	anémie hémolytique
9	intolérance au fructose
10	cataracte congénitale
11	drépanocytose, albinisme
12	rachitisme; affection abdominale inflammatoire
13	cancer du pancréas, cancer du sein à début précoce
14	leucémie; goitre
15	épilepsie juvénile, syndrome de Marfan
16	cancer gastrique héréditaire
17	rétinite pigmentaire; surdité, anxiété, dystrophie musculaire
18	diabète sucré, syndrome du canal carpien héréditaire
19	hyperthermie maligne; dystrophie myotonique
20	insomnie fatale héréditaire, maladie de Creutzfeld-Jakob
21	sclérose latérale amyotrophique
22	sarcome d'Ewing, fibroblastome giganto-cellulaire
X	daltonisme, hémophilie, goutte; d�ficiance mentale, dystrophie musculaire Duchenne, pseudohermaphrodisme masculin
Y	dysgénésie gonadique

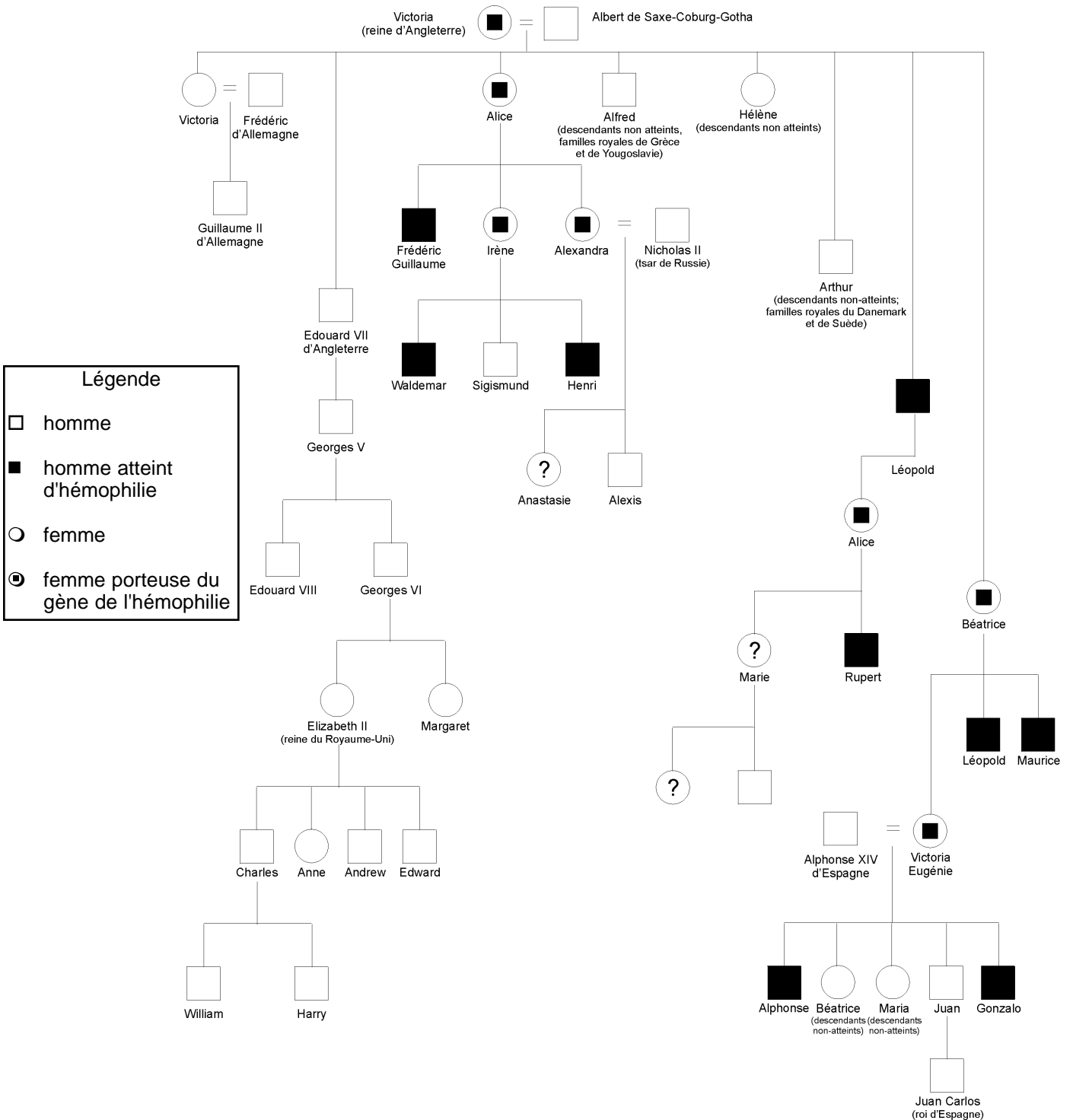


ANNEXE 35 : Pedigree des descendants de la reine Victoria

Nom : _____

Date : _____

La reine Victoria est la première porteuse (connue) de l'hémophilie dans sa famille. Le pedigree ci-dessous illustre certains de ses descendants dont plusieurs appartiennent à diverses familles royales européennes. La famille royale britannique n'a pas hérité du gène de l'hémophilie, mais d'autres familles royales, telles que celles de la Russie et de l'Espagne, en ont été victime.



Légende

- homme
- homme atteint d'hémophilie
- femme
- ⊙ femme porteuse du gène de l'hémophilie



ANNEXE 36 : Exercice de réflexion sur les mutations

Nom : _____

Date : _____

Voici divers scénarios fictifs de mutations accidentelles. Réfléchis aux conséquences possibles de chacune d'elles.

- Manon visite régulièrement les salons de bronzage. Elle ne s'est pas rendue compte qu'un rayon ultraviolet a provoqué une mutation dans une cellule de son gros orteil. Le gène modifié produit de la peau verte à gros picots blancs.
 - *Manon est-elle en danger?*
 - *Risque-t-elle d'avoir des ennuis?*
 - *Si elle donne naissance à un bébé dans quelques mois, aura-t-il le gros orteil vert? Pourquoi?*
- Patrick aime s'étendre au grand soleil à son chalet. Malheureusement, il n'est pas conscient qu'un rayon solaire est allé irradier un des chromosomes des cellules germinales de ses testicules (c'est-à-dire les cellules qui produisent des spermatozoïdes). Il en résulte une mutation d'un gène entraînant la formation d'un nez à trois narines. De plus, l'eau dans laquelle il se baigne contient un pesticide mutagène, qui occasionne le changement des cellules des poumons et provoque insidieusement l'asthme. Cinq ans plus tard, Patrick, asthmatique, se demande si ses enfants seront malades comme lui.
 - *Patrick aura-t-il des enfants asthmatiques? Pourquoi?*
 - *Quels problèmes certains de ses enfants risquent-ils d'avoir? Pourquoi? Pourquoi pas tous ses enfants?*
 - *Sa progéniture pourrait-elle se retrouver avec un nez à trois narines? Cela s'avérerait-il une mutation avantageuse?*
- Ti-Pit n'est pas encore né. Il croît dans le ventre de sa maman depuis déjà 3 mois. Ses cellules ont commencé à se différencier et son cerveau est en pleine formation. Sa mère consomme un peu trop de charcuterie dans laquelle on retrouve des agents de conservation. Ces agents circulent dans son sang et dans celui de Ti-Pit provoquant une mutation des cellules nerveuses qui a pour effet de le douer d'un talent musical extraordinaire. Trente ans plus tard, Ti-Pit a une renommée internationale, est marié et a de nombreux enfants.
 - *Les enfants de Ti-Pit seront-ils doués comme lui? Pourquoi?*
 - *Seront-ils nécessairement peu doués? Pourquoi?*
 - *Y aurait-il une façon de produire une progéniture qui posséderait la mutation musicale de Ti-Pit?*
- La grenouille Grobuf est fort paresseuse et constamment affamée. Son régime alimentaire contient de nombreuses carences si bien qu'il lui manque des ingrédients pour bien réussir la mitose de ses cellules germinales. Bof! Elle ne réalise pas qu'un de ses spermatozoïdes contient un gène pour produire des ailes et qu'il vient de féconder un ovule qui avait aussi une mutation bizarre, celle d'avoir des antennes.
 - *La grenouille volante aux antennes sera-t-elle paresseuse?*
 - *Sera-t-elle en meilleure position de se nourrir que Grobuf?*
 - *Quels gènes passera-t-elle à sa propre progéniture?*
 - *Grobuf produira-t-elle d'autres grenouilles volantes dotées d'antennes?*
- Issues du même zygote, Yok et Yik sont deux foetus jumeaux qui subissent les effets d'un médicament pris par leur maman lors d'une intervention chirurgicale d'urgence. Chez Yok, la drogue provoque une mutation dans ses cellules glandulaires qui entraîne un surcroît d'hormones de croissance. Chez Yik, le même gène subit cette mutation, mais seulement dans les ovules qu'elle porte déjà.
 - *Yok et Yik sont-elles des jumelles identiques?*
 - *Yok naît deux fois plus lourde que Yik. Pourquoi?*
 - *Les enfants de Yok seront-ils plus grands que les enfants de Yik? Explique.*



ANNEXE 37 : Résumé d'article

Nom : _____

Date : _____

Membres du groupe : _____

Article n° 1 n° 2 n° 3

Nom de l'article _____

Auteur (e) _____

Nom de la revue/du site Web _____

Coordonnées _____

L'idée principale

Renseignements importants qui appuient l'idée principale

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

Conclusion de l'article

Notre opinion



LA REPRODUCTION

ANNEXE 38 : Tableau de réactions personnelles – Mutations et anomalies fœtales

Nom : _____

Date : _____

Choisis quatre causes de mutations ou de troubles embryonnaires ou fœtaux et décris :

- ce que tu as appris au sujet de cette cause;
- ton opinion sur cette cause et si elle a changé;
- ta décision personnelle par rapport à cette cause.

Ce que j'ai appris	Mon opinion	Décision personnelle
Cause n° 1 :		
Cause n° 2 :		
Cause n° 3 :		
Cause n° 4 :		



ANNEXE 39 : Réflexion sur l'avenir de la génétique

Nom : _____

Date : _____

Lis les énoncés du tableau. Dans la colonne intitulée « Selon moi... », inscris si chaque énoncé est certain, probable, possible, peu probable ou impossible. Ensuite, compare ta prédiction à celle d'une compagne ou d'un compagnon de classe. Conclue en décidant si, selon toi, chacune de ces « découvertes » est souhaitable ou non.

Énoncé	Selon moi...	Selon une compagne ou un compagnon de classe...	Est-ce souhaitable?
D'ici 5 ans, on pourra faire des greffes de jambes et de bras pour remplacer les membres mutilés lors d'un accident.			
D'ici 15 ans, les lunettes n'existeront plus parce que les gènes de la vision parfaite auront été implantés dans tous les bébés.			
D'ici 10 ans, on fera des greffes de tissus à partir de tissus de fœtus avortés pour guérir les blessures à la moelle épinière.			
D'ici 15 ans, le gouvernement exigera un dépistage de tous les fœtus portant des gènes « anormaux » afin d'exiger leur destruction.			
D'ici 10 ans, on aura développé une thérapie génique qui permettra de guérir le diabète.			
D'ici 25 ans, on aura créé en éprouvette le premier humain issu des gènes de parents multiples.			
D'ici 5 ans, on aura mis au point des drogues qui modifieront les gènes de nos muscles.			
D'ici 5 ans, on aura mis au point des drogues qui modifieront les gènes de notre cerveau.			
D'ici 10 ans, on pourra facilement cloner des humains et la reproduction sexuelle ne sera plus nécessaire à la procréation.			
D'ici 15 ans, l'empreinte digitale de chaque personne sera enregistrée et on s'en servira comme signature et pour vérifier l'identité d'une personne.			
D'ici 20 ans, les futurs parents pourront choisir dans un catalogue les gènes qu'ils veulent ajouter à leur progéniture.			
D'ici 5 ans, on pourra croiser un aigle et un cheval pour enfin obtenir un vrai Pégase.			
D'ici 10 ans, on pourra croiser un humain et un dauphin pour enfin obtenir une vraie sirène.			



LA REPRODUCTION

ANNEXE 40 : Effets et conséquences de certains facteurs sur le développement fœtal

Nom : _____

Date : _____

Choisis quatre des facteurs suivants et pour chacun d'eux explique quels sont des effets immédiats et à long terme sur l'embryon ou le fœtus.

FACTEUR	EFFETS IMMÉDIATS	CONSÉQUENCES À LONG TERME
la consommation d'alcool par une femme enceinte		
l'exposition à la radiation ou aux rayons solaires		
les substances qui imitent les hormones naturelles		
le stress ou un traumatisme physique chez la mère		
l'exposition des gamètes parentaux à des agents mutagènes		
une alimentation insuffisante ou un régime alimentaire non équilibré de la mère		
les infections ou les toxines qui affectent la mère		



ANNEXE 41 : Quelques biotechnologies

Nom : _____

Date : _____

Remplis le tableau en te basant d'abord sur tes propres connaissances antérieures. Tu pourras en remplir un deuxième plus tard après une mise en commun des réponses de toute la classe et ton étude subséquente des biotechnologies.

	Le génie génétique	Le dépistage génétique	Le clonage	L'empreinte génétique
Qu'est-ce que c'est? De quoi s'agit-il?				
Dans quels milieux ou dans quelles circonstances a-t-on recours à cette biotechnologie?				
Quelles sont les répercussions actuelles ou éventuelles de cette biotechnologie?				



ANNEXE 42 : Guide d'anticipation

Nom : _____

Date : _____

Pour chaque énoncé, décris ta réaction immédiate. Puis discute en petits groupes et inscris ton opinion. Explique pourquoi elle a changé ou elle a été renforcée.

Enjeu STSE	Ton opinion
1.	Avant : _____ Après : _____ Pourquoi : _____
2.	Avant : _____ Après : _____ Pourquoi : _____
3.	Avant : _____ Après : _____ Pourquoi : _____
4.	Avant : _____ Après : _____ Pourquoi : _____

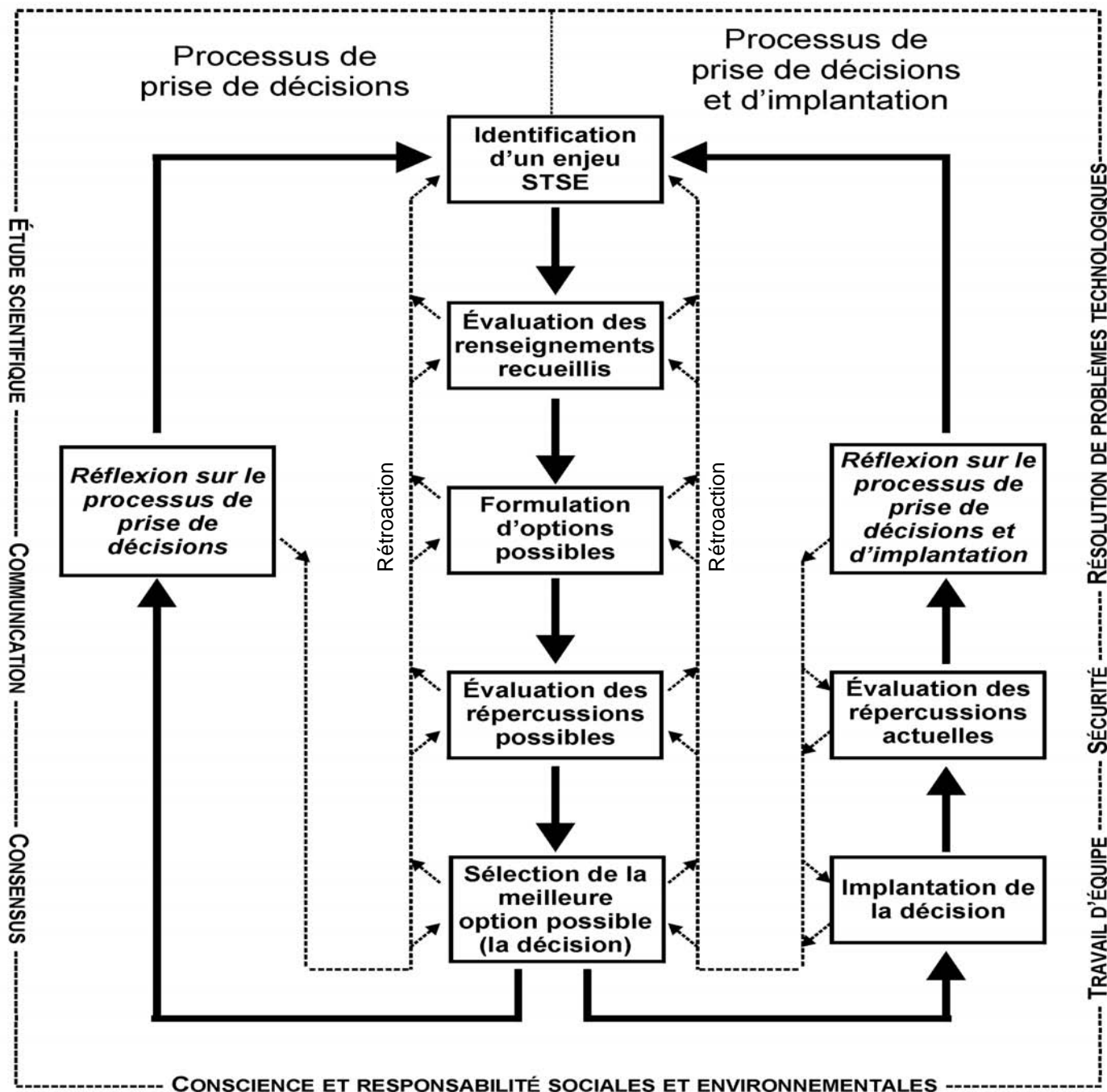


ANNEXE 43 : Processus de prise de décisions

Nom : _____

Date : _____

COMMENT ABORDER UN ENJEU STSE



ANNEXE 44 : Grille d'accompagnement – Bulletin d'information

Nom : _____

Date : _____

Membres du groupe : _____

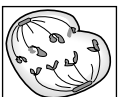
Description de notre enjeu

Dans la conception de notre bulletin d'information

- Nous avons énoncé clairement les intervenants ou des groupes d'intérêt liés à notre enjeu.
- Nous avons résumé l'information scientifique nécessaire à une décision bien fondée.
- Nous avons disposé le contenu de notre bulletin de façon attrayante et pratique.
- Nous avons proposé trois options possibles pour enfin arriver à une décision.
- Nous avons tenté de prédire les conséquences possibles pour chacune des options.
- Nous avons créé un formulaire qui permet aux lecteurs de choisir la meilleure option.
- Nous avons décrit un mécanisme pour recueillir les formulaires de notre sondage.
- Nous avons précisé quand et comment les lecteurs pourront se renseigner sur notre décision.

Voici nos sources d'information :

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____



ANNEXE 45 : Compte rendu de la présentation d'un enjeu et d'une décision STSE

Nom : _____

Date : _____

Compte rendu du travail de (nom des élèves) _____

Quel est l'enjeu STSE?	Quels sont les intervenants?
Quels sont les renseignements dont il faut tenir compte si on veut prendre une décision?	
Quelle est l'option 1 qui a été proposée?	Quelle est l'option 2 qui a été proposée?
Quelle est l'option 3 qui a été proposée?	Quels ont été les résultats du sondage?
Quelle a été la décision du groupe? Pourquoi?	
Le groupe a-t-il bien présenté son enjeu et sa décision?	
Quelle est mon opinion face à cet enjeu et à la solution choisie? Pourquoi?	



LA REPRODUCTION

Sciences de la nature
Secondaire 1
Regroupement 1

PORTFOLIO : Table des matières

Nom : _____

PIÈCE*	TYPE DE TRAVAIL	DATE	CHOISIE PAR
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

* Chaque pièce devrait être accompagnée d'une fiche d'identification.



PORTFOLIO : Fiche d'identification

Fiche d'identification

Nom de la pièce : _____

Apprentissage visé (connaissances, habiletés, attitudes) : _____

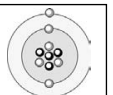
Remarques et réflexions personnelles au sujet de ce travail : _____

Ton niveau de satisfaction par rapport à ce travail :

1	2	3	4	5
pas satisfait(e) du tout				très satisfait(e)



LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS



APERÇU DU REGROUPEMENT

Dans le présent regroupement, l'élève approfondit ses connaissances de la théorie particulière de la matière vue en 7^e et 8^e années. L'élève prend connaissance des constituants de la matière en étudiant le développement historique du modèle atomique et du tableau périodique. Son étude des propriétés des éléments et des composés lui permet également de se familiariser avec les symboles chimiques et la classification des éléments, ainsi qu'avec des phénomènes naturels et des technologies qui donnent lieu à des changements chimiques.

CONSEILS D'ORDRE GÉNÉRAL

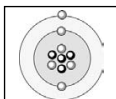
Parmi les outils d'enseignement et d'apprentissage essentiels à cette étude des atomes et des éléments, signalons le tableau périodique sous forme de version murale. Plusieurs fournisseurs de matériel scientifique vendent ces tableaux périodiques en français; de plus, en règle générale, un tableau périodique se trouve dans les agendas scolaires. Des troussees pour la construction de modèles atomiques ou moléculaires (blocs de construction, boules, etc.) permettent aux élèves de « manipuler » les particules. Selon les démonstrations ou les expériences à réaliser, il faut s'assurer d'avoir à la portée de la main le matériel de laboratoire approprié, soit des béchers, des flacons, des thermomètres, des balances, des creusets, etc.

Le document *La sécurité en sciences de la nature* s'avère une ressource indispensable lorsqu'il est nécessaire de mettre en place des mesures de sécurité. On y délimite clairement les responsabilités de l'école et des enseignants. En ce qui concerne la sécurité, il est essentiel de se rappeler que tout produit chimique utilisé en sciences devrait être accompagné d'une fiche signalétique à jour.

L'accès des élèves à Internet est fortement recommandée afin qu'ils puissent mieux poursuivre leurs recherches. En outre, des articles tels qu'une bouteille de vitamines et un sac d'engrais chimique peuvent illustrer la présence de la chimie dans la vie de tous les jours.

Deux pages reproductibles pour le portfolio figurent à la toute fin de ce regroupement. Elles sont de nature très générale et elles conviennent au portfolio d'apprentissage ou d'évaluation. Des suggestions pour la cueillette d'échantillons à inclure dans ce portfolio se trouvent dans la section de l'Introduction générale.

Dans le présent document, les termes de genre masculin sont utilisés pour désigner les personnes englobant à la fois les femmes et les hommes; ces termes sont utilisés sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger le texte.

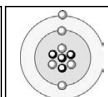


BLOCS D'ENSEIGNEMENT SUGGÉRÉS

Afin de faciliter la présentation des renseignements et des stratégies d'enseignement et d'évaluation, les RAS de ce regroupement ont été disposés en **blocs d'enseignement**. À souligner que, tout comme le regroupement lui-même, les blocs d'enseignement ne sont que des pistes suggérées pour le déroulement du cours de sciences de la nature. L'enseignant peut choisir de structurer son cours et ses leçons en privilégiant une autre approche. Quoi qu'il en soit, les élèves doivent réussir les RAS prescrits par le Ministère pour le secondaire 1.

Outre les RAS propres à ce regroupement, plusieurs RAS transversaux du secondaire 1 ont été rattachés aux blocs afin d'illustrer comment ils peuvent s'enseigner pendant l'année scolaire.

	Titre du bloc	RAS inclus dans le bloc	Durée suggérée
Bloc A	L'historique du modèle atomique	S1-2-01, S1-2-02, <i>S1-0-2c</i> , <i>S1-0-8c</i> , <i>S1-0-9a</i>	240 à 300 min
Bloc B	Les éléments	S1-2-03, S1-2-04, S1-2-05, <i>S1-0-3b</i> , <i>S1-0-8b</i>	240 à 300 min
Bloc C	La classification périodique des éléments	S1-2-06, S1-2-07, S1-2-08, <i>S1-0-2b</i> , <i>S1-0-8c</i>	270 à 330 min
Bloc D	Les composés	S1-2-09, S1-2-10, <i>S1-0-7e</i> , <i>S1-0-8f</i>	180 à 240 min
Bloc E	Les propriétés des substances	S1-2-11, <i>S1-0-1b</i> , <i>S1-0-4c</i> , <i>S1-0-5a</i>	210 à 270 min
Bloc F	Les changements chimiques	S1-2-12, S1-2-13, S1-2-14, <i>S1-0-4b</i> , <i>S1-0-4c</i>	240 à 330 min
	<i>Récapitulation du regroupement et objectivation</i>		<i>60 à 90 min</i>
	Nombre d'heures suggéré pour ce regroupement		25 à 28 h



RESSOURCES ÉDUCATIVES SUGGÉRÉES POUR L'ENSEIGNANT

Vous trouverez ci-dessous une liste de ressources éducatives qui se prêtent bien à ce regroupement. Il est possible de se procurer la plupart de ces ressources à la Direction des ressources éducatives françaises (DREF) ou de les commander auprès du Centre des manuels scolaires du Manitoba (CMSM).

[R] indique une ressource recommandée

LIVRES

Actions et réactions, du Bureau de l'éducation française (1983). DREF 541.39 A188Fb.

Alfred Nobel : L'inventeur de la dynamite, de Webb et autres, collection Déclat, Éd. de la Chenelière (1993). ISBN 2-89310-144-5. DREF 660.092 N744w.

Les atomes et l'énergie, de Neil Ardley et Geneviève Guéron, collection Grands horizons, Éd. Nathan (1976). DREF 539.14 A676a.

La chimie, de Martin Sherwood et Christine Sutton, collection Le monde des sciences, Éd. France Loisirs (1990). ISBN 2-7242-4744-2. [traite de l'histoire et des diverses retombées de la chimie; de nombreux diagrammes]

La chimie : atomes et molécules en mouvement, d'Ann Newmark, collection Passion des sciences, Éd. Gallimard (1993). ISBN 2-07-058129-2. DREF 540 N556c.

La chimie : atomes, molécules et réactions, de Derek Walters et François Carlier, collection Initiation à la science, Éd. du Trécarré (1983). ISBN 2892490294. DREF 540 W235c.

La chimie au cœur de la matière – Manuel de l'élève, de Lapointe et autres, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (1998). ISBN 2-89310-114-3. DREF 540 C538L. CMSM 90318.

La chimie au cœur de la matière – Guide d'enseignement, de Lapointe et autres, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (1998). ISBN 2-89310-116-X. DREF 540 C538L. CMSM 90319.

La chimie par le concret – Manuel d'apprentissage, d'Henri Eid, Éd. Lidec (1998). ISBN 2-7608-3599-5. DREF 540 E34c. CMSM 90428.

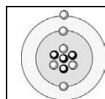
La chimie par le concret – Solutions des problèmes, d'Henri Eid, Éd. Lidec (1998). ISBN 2-7608-3600-2. DREF 540 E34c. CMSM 90429.

La chimie : toute une expérience! – Cahier de laboratoire, de Jacqueline Boudreau, Éd. d'Acadie (1992). ISBN 2-7600-0201-2. DREF 540.78 B756c. CMSM 91624. [expériences]

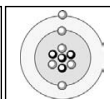
La chimie : toute une expérience! – Guide de l'enseignant(e), de Jacqueline Boudreau, Éd. d'Acadie (1992). ISBN 2-7600-0202-0. DREF 540.78 B756c. CMSM 91625.

La chimie : Une approche moderne – Guide d'enseignement, de Smoot et autres, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (1992). ISBN 2-89310-073-0. DREF 540 S666c. CMSM 94461.

La chimie : Une approche moderne – Manuel de l'élève, de Smoot et autres, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (1991). ISBN 2-89310-044-9. DREF 540 S666c. CMSM 94460.



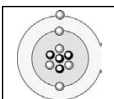
- [R] **L'enseignement des sciences de la nature au secondaire : Une ressource didactique**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (2000). ISBN 0-7711-2139-3. DREF PD. CMSM 93965. [stratégies de pédagogie différenciée]
- L'espace, la matière**, collection Sciences et techniques d'aujourd'hui. Éd. Larousse (1985). ISBN 2-03-651261-5. DREF 520 E77. [atomes]
- L'étude de la matière**, de Dionne et autres, Association des enseignants franco-ontariens (1979). DREF 540.78 D592e.
- Expériences de chimie**, de Neil Ardley et François Carlier, collection Science pratique, Éd. du Trécarré (1986). ISBN 2-7130-0784-4. DREF 542 A676e.
- Les forces et les lois de la nature**, de Peter Lafferty, collection Sciences et technologies, Éd. Chantecler (1991). ISBN 2-8034-2016-3. DREF 530 L163f.
- J'explore la matière**, de René-Yves Hervé, collection Science 416-436, Éd. Guérin (1990). ISBN 2-7601-2387-1. DREF 540.202 H577j. [activités, expériences et guide du maître]
- Joue au chimiste**, de Marc Gingras et Bernard Larocque, Collection Les débrouillards, Éd. Héritage (1993). ISBN 2-7625-7191-X. DREF 542 P964j. [expériences diverses]
- Macro-micro, je mesure l'Univers**, de Michel Crozon, Éd. du Seuil (1992). ISBN 2-02-014422-0. DREF 523.102 C954m. [traite des dimensions atomiques et astronomiques]
- La matière : la molécule dans tous ses états**, de Peter Lafferty, collection Passion des sciences, Éd. Gallimard (1993). ISBN 2-07-056855-5. DREF 539.1 L163m.
- Millénium : L'odyssée du savoir**, Éd. Nathan (1998). ISBN 2-09-240362-1. DREF 034.1 M646. [excellente référence scientifique et technologique]
- Le monde de la chimie**, de Claude Lecaille, collection La science et les hommes, Éd. Messidor/La Farandole (1991) ISBN 2-209-06478-3. DREF 540.9 L455m.
- Le monde de l'atome**, de Neil Ardley, collection Le monde d'aujourd'hui, Éd. Artis-Historia (1990). ISBN 0-86313-752-0. DREF 539.14 A676m.
- [R] **Omnisciences 9 – Manuel de l'élève**, de Galbraith et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2000). ISBN 2-89461-315-6. DREF 500 O55 9e. CMSM 94017. [manuel scolaire; accompagné d'un guide de l'enseignant]
- [R] **Omnisciences 9 – Feuilles reproductibles, Tome I**, de Gibbons et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-538-8. DREF 500 O55 9e. CMSM 90490. [accompagne le Guide d'enseignement]
- [R] **Omnisciences 9 – Feuilles reproductibles, Tome II**, de Gibbons et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-537-X. DREF 500 O55 9e. CMSM 90490. [accompagne le Guide d'enseignement]
- Pleins gaz!**, de Margaret Griffin et Ruth Griffin, Éd. Héritage (1994). ISBN 2-7625-7682-2. DREF 533 G852p.



- Science, notions et applications 9**, de Carol A. Caulderwood, Éd. Guérin (1992). ISBN 2-7601-2481-9. DREF 502.02 S416. CMSM 92850. [manuel scolaire; transformation physique et chimique]
- [R] **Sciences 9 – Manuel de l'élève**, de Plumb et autres, Éd. Beauchemin (2000). ISBN 2-7616-1032-6. DREF 500 S416 9e. CMSM 94014. [manuel scolaire; accompagné d'un guide de l'enseignant]
- Sciences Plus 2**, de McFadden et autres, Éd. Harcourt, Brace, Jovanovich (1990). ISBN 0-7747-1378-X. DREF 500 A881 02. CMSM 94924. [manuel scolaire atlantique]
- [R] **La sécurité en sciences de la nature : Un manuel ressource**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (1999). ISBN 0-7711-2136-9. DREF PD. CMSM 91719.
- [R] **Le succès à la portée de tous les apprenants**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (1997). ISBN 0-7711-2110-5. DREF 371.9 M278s. CMSM 91563. [stratégies de pédagogie différenciée]
- Les transformations chimiques**, de Réal Charette et Christiane Poirier, collection Labo-sciences, Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques (1991). ISBN 1-55043-407-1. DREF 502.8 C472t. [cahier d'exercices]
- Transformations physiques et chimiques**, de Stephen McCormick, Bureau de l'éducation française (1983). DREF 541.3 M131t. [livret et solutionnaire]

AUTRES IMPRIMÉS

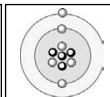
- Bibliothèque de travail (BT)**, Publications de l'École moderne française, Mouans-Sartoux (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 10 fois par an; dossiers divers]
- Ça m'intéresse**, Prisma Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; beaucoup de contenu STSE; excellentes illustrations]
- Eurêka : Au cœur de la science**, Bayard Presse, Paris (France). [revue mensuelle sur les sciences; très bien illustrée]
- Extra : L'encyclopédie qui dit tout**, Trustar Limitée, Montréal (Québec). [supplément hebdomadaire à la revue *7 jours*; contient d'excellents articles et renseignements scientifiques de tout genre]
- Interface**, Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, Montréal (Québec). [revue bimensuelle de vulgarisation scientifique; recherches canadiennes]
- National Geographic**. [version française de la revue américaine *National Geographic Magazine*]
- Okapi**, Bayard Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue bimensuelle; reportages bien illustrés sur divers sujets]
- Pour la science**, Éd. Bélin, Paris (France). [revue mensuelle; version française de la revue américaine *Scientific American*]
- [R] **Protégez-Vous**, Le Magazine Protégez-Vous, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle à l'intention de la protection des consommateurs québécois; plusieurs articles sur des technologies de tous les jours et leurs répercussions sociales et médicales]



- [R] **Québec Science**, La Revue Québec Science, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 10 fois l'an]
- La Recherche**, La Société d'éditions scientifiques, Paris (France). [revue mensuelle française; traite de divers sujets scientifiques]
- [R] **Science et vie junior**, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; excellente présentation de divers dossiers scientifiques; beaucoup de diagrammes]
- [R] **Science et vie**, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles plus techniques]
- Sciences et avenir**, La Revue Sciences et Avenir, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles détaillés]
- [R] **Science illustrée**, Groupe Bonnier France, Boulogne-Billancourt (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles bien illustrés et expliqués]
- Système périodique des éléments**, de P. Menzel, Éd. Science Import (1989). ISBN 2-9801-621-4-0. DREF POSTER. [affiche]
- [R] **Le tableau périodique des éléments**, de P. Menzel, Éd. Science Import (1984). ISBN 2-9801621-4-0. DREF POSTER. [affiche]

VIDÉOCASSETTES

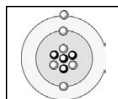
- L'attrance, c'est physique**, collection Science friction, Prod. Téléféric (1997). DREF 42999 / V4387. [25 min]
- La bactérie et la miniaturisation**, collection Anima, Prod. Télé-Québec (1997). DREF 42583 / V4752. [25 min; puce de silicium; architecture de circuits électroniques]
- Le changement chimique et le comportement de l'atome**, Prod. Encyclopaedia Britannica (1985). DREF BLVA / V5691. [13 min; processus continu de réarrangement de la matière]
- Les changements chimiques qui nous concernent**, Prod. Coronet (1970). DREF JHDA / V7580. [15 min; mélanges, propriétés, atomes, éléments, molécules, composés; explications et exemples variés]
- La chimie dans la cuisine**, collection Science friction, Prod. Téléféric (1996). DREF 42987 / V4169. [25 min; cuisson et changements chimiques - gâteau et fromage; contrôle de la qualité]
- La chimie dans nos vies**, collection Les débrouillards, Prod. S.D.A. (1991). DREF JWXO / V4370. [27 min; réactions chimiques dans la vie courante]
- La classification périodique**, Prod. Coronet (1983). DREF JHCP / V7577. [24 min; animations expliquant la relation entre la structure électronique et les propriétés et les régularités]
- La danse des électrons**, collection Science friction, Prod. Téléféric (1996). DREF 42982 / V4190. [25 min]
- Forts en sciences 1**, collection Forts en sciences, Prod. TV Ontario (1995). DREF 43011 / V8099. [60 min; les états de la matière, le modèle atomique, les réactions chimiques; très bonnes explications]



- La machine à remonter le temps**, collection Les dimensions de la science, Prod. TV Ontario (1980). DREF BLVH / V5561. [30 min; composition du noyau atomique]
- La matière**, collection Science friction, Prod. Téléféric (1996). DREF 42991 / V4141. [25 min; états de la matière, Dalton, Mendeleïev et tableau périodique, techniques en génie chimique, pétrole et raffinage]
- Néon**, collection Comment c'est fait, Prod. Holia Film (1985). DREF JGWI / V6828 ou FATM / V5959. [5 min; la fabrication des tubes de néon]
- Notre ami l'atome**, Prod. Walt Disney (1957). DREF JPNP / V4056. [50 min; historique de l'atome; dessin animé - excellent malgré son âge]
- Omni science 15 : pharmacologie – toxicomanie – chimie**, collection Omni science, Prod. Périodica Vidéo (1993). DREF JXVM / V4441. [90 min; la 3^e émission traite d'atomes, d'éléments, de la loi d'octet du tableau périodique, de composés et de liaisons chimiques]
- Plein de puces!**, collection Science friction, Prod. Téléféric (1997). DREF 42993 / V4693. [25 min; circuits électroniques et utilisation de certains métaux]
- Produits de beauté**, collection Chimie organique 2, Prod. TV Ontario (1988). DREF JDYQ / V8526. [10 min; guide; industrie des cosmétiques, physiologie de la peau; explication du processus de fabrication du rouge à lèvres]
- [R] **Structure de l'atome**, Prod. TV Ontario (1985). DREF BSWZ / V8016. DREF Service de doublage VIDÉO 539.14 S927. [60 min; guide pédagogique; animation sur le développement de la théorie atomique; les premiers modèles - plus petit que plus petit - le modèle de Rutherford - le modèle de Bohr - les spectres - la mécanique ondulatoire; les 4 premières parties conviennent en secondaire 1; lien avec l'électricité]
- [R] **Structures atomiques et liaisons chimiques**, Prod. TV Ontario (1985). DREF BSWX / V8013. [60 min; guide pédagogique; l'atome de Rutherford - Bohr - l'agencement des électrons - les liaisons atomiques - les substances moléculaires et cristaux covalents - les métaux et les solides ioniques; très bonne animation]
- Théorie moléculaire**, Prod. Encyclopaedia Britannica (1985). DREF BLRC / V5614. [16 min; indices et preuves de la composition de la matière en molécules]
- Zoom cosmique**, Office national du film (1968). DREF JHFR / V4123. [8 min; film d'animation qui fait la relation entre l'infiniment grand et l'infiniment petit; excellente amorce pour les atomes, les cellules, l'Univers; peut être révisonné 2-3 fois dans l'année pour lier ces 3 thèmes]

DISQUES NUMÉRISÉS ET LOGICIELS

- CD-Chimie**, Prod. Édusoft (1995). DREF CD-ROM 546 C386. [base de données articulée autour du tableau périodique; information détaillée sur les éléments - masse atomique, configuration électronique, propriétés spécifiques]
- Encyclopédie Science Interactive**, Éd. Hachette (1997). DREF CD-ROM 503 E56 [noyau, atome, molécule; de bons renseignements mais il y a peu d'animation]
- L'univers fantastique de l'or dur**, Micro-Intel (1999). DREF CD-ROM 363.7282 U58.



SITES WEB

*Les adresses électroniques de ces sites sont susceptibles de changer.
La date entre parenthèses indique notre plus récente consultation.*

Agence Science-Press. <http://www.sciencepresse.qc.ca/index.html> (février 2001). [excellent répertoire des actualités scientifiques issues de nombreuses sources internationales; dossiers très informatifs]

Aluminium : Le matériau par excellence. <http://www.alcan.com/News.nsf/Topics-F/Materiau> (février 2001).

L'atome. <http://www.unil.ch/sc/pages/bazar/articles/phys/electricite/atome.htm> (février 2001). [histoire et structure]

L'atome et l'élément. <http://perso.club-internet.fr/pcampio1/> (février 2001). [divers exercices dans la section « Seconde »]

L'aventure des particules. <http://www.lal.in2p3.fr/CPEP/adventure.html> (février 2001). [structure de l'atome]

Carrefour atomique : À mon fils. <http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/fils/accueil.html> (avril 2000). [tableau périodique où est indiqué le découvreur de chaque élément]

Carrefour atomique : Personnages-éléments. <http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/personnages/accueil.html> (avril 2000). [tableau périodique où chaque élément se présente; les textes ont été rédigés par des élèves du secondaire]

Carrefour atomique : Questions à choix multiples. <http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/choixmultiples.html> (avril 2000)

La chimie de A à Z. <http://le-village.ifrance.com/okapi/chimie.htm> (février 2001). [tableau périodique interactif, renseignements sur chaque élément, exercices]

Chimisterie. <http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/chimisterie/> (mai 2000). [plusieurs recherches réalisées par des élèves]

[R] **Chimisterie : Chimie et chimistes.** <http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/chimisterie/accueil2.html> (avril 2000). [biographies de divers chimistes, réalisées par des élèves du secondaire]

Classification périodique des éléments. <http://www.ac-nice.fr/physique/cpe/index.htm> (février 2001).

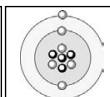
Classification périodique des éléments. <http://www.ac-rennes.fr/pedagogie/scphys/> (février 2001). [fichiers téléchargeables avec questions]

Classification périodique des éléments chimiques. <http://www.snv.jussieu.fr/enseignement/ARPE/elements/> (février 2001).

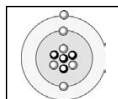
Documents pour enseigner les sciences physiques Toulouse Midi-Pyrénées. http://www.ac-toulouse.fr/sc_phy/document.html (février 2001). [diverses feuilles de travail]

L'éducation au service de la Terre. <http://www2.schoolnet.ca/future/content.fr.htm> (février 2001). [site canadien portant sur l'enseignement du développement durable; de nombreuses leçons et activités associées à divers thèmes]

Fabrique ton propre savon. <http://collections.ic.gc.ca/science/francais/chem/savon.html> (février 2001).



- Les feux d'artifice : la chimie pour le plaisir des sens.** <http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/theorie/pyrotechnie.html> (avril 2000)
- Fondation européenne de la science.** <http://www.esf.org/fr/Index.htm> (février 2001). [répertoire de divers projets scientifiques et technologiques européens]
- [R] **Le grand dictionnaire terminologique.** http://www.granddictionnaire.com/_fs_global_01.htm (février 2001). [dictionnaire anglais-français de terminologie liée aux sciences et à la technologie; offert par l'Office de la langue française du Québec]
- Les grands chimistes.** <http://www.chm.ulaval.ca/gchimistes/gchimisteset.html> (février 2001). [réalisations des plus grands chimistes de l'histoire; détails très sommaires : portrait ou photo, époque, apport à la chimie]
- Les grands chimistes.** <http://www.multimania.com/xjarnot/Chimistes/Chimistes.html> (février 2001). [biographies des prix Nobel de chimie]
- Les grands de la chimie.** <http://esi25.esi.umontreal.ca/~damboism/grands/> (février 2001). [de courtes biographies (Mendeleïev, Dalton, etc.), y compris un texte sur les alchimistes et un texte sur la « chimie » avant les alchimistes]
- Intersciences.** <http://www.cyberus.ca/~ajdesor/desormeaux.htm> (février 2001). [excellent répertoire de sites Web portant sur les sciences; un grand nombre de sites en français]
- Les lampes à lave.** <http://collections.ic.gc.ca/science/francais/chem/lave.html> (février 2001).
- Modélisation des matériaux.** <http://www.cerca.umontreal.ca/materiaux/> (février 2001). [géré par le Centre de recherche en calcul appliqué de l'Université de Montréal; contenu universitaire mais permet aux élèves de S1 de discerner les liens étroits entre la chimie et l'industrie des matériaux; propriétés physiques et chimiques des substances]
- Nanodata.** <http://sfp.in2p3.fr/> (février 2001). [site français consacré aux nanotechnologies]
- Ordre des chimistes du Québec.** <http://www.ocq.qc.ca/> (février 2001).
- Le petit neutre : Le neutrino.** <http://www.boisfrancs.qc.ca/~neutrino/index.html> (février 2001). [enrichissement possible pour les élèves intéressés aux particules subatomiques]
- Le phosphore et les allumettes : la chimie de la flamme.** <http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/theorie/allumettes.html> (avril 2000).
- Pour la science.** <http://www2.pourlascience.com/> (février 2001). [revue française qui traite des découvertes scientifiques]
- Les publications de la Semaine nationale de la chimie.** http://chem-inst-can.org/ncw/fr_entry_page.htm (février 2001). [site géré par l'Institut de chimie du Canada; livrets à l'intention des élèves du secondaire, articles et activités scolaires et parascolaires]
- Québec Science.** http://www.cybersciences.com/Cyber/0.0/0_0.asp (février 2001). [revue canadienne qui traite de découvertes scientifiques]
- Radio-Canada : Science-technologie.** <http://www.radio-canada.ca/sciencetechno/> (février 2001). [actualités, reportages]



Le réseau Franco-Science. <http://www.franco-science.org/> (février 2001). [répertoire des sciences en français géré par l'Agence Science-Press]

[R] **Sciences en ligne.** <http://www.sciences-en-ligne.com/> (février 2001). [excellent magazine en ligne sur les actualités scientifiques; comprend un dictionnaire interactif pour les sciences, à l'intention du grand public]

Sciences et avenir quotidien. <http://quotidien.sciencesetavenir.com/> (février 2001). [revue française qui traite des actualités scientifiques]

La sécurité au laboratoire. <http://www.multimania.com/xjarnot/Decouvrir/Securite.html> (février 2001). [règlements de sécurité pour la Communauté européenne; comparaison avec les symboles nord-américains]

Le SIMDUT. <http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/bsp/simdut/faq.htm> (février 2001) [foire aux questions]

Symboles de danger du SIMDUT. http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/bsp/simdut/simdut_symboles.htm (février 2001). [symboles que l'on peut copier pour les coller ensuite dans un autre document]

Le tableau périodique de Mendeleïev. <http://phys.free.fr/> (février 2001). [renseignements sur des propriétés, sur l'usage et sur l'étymologie des noms des éléments]

[R] **Tableau périodique des éléments.** <http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/table.htm> (février 2001). [site géré par le Cégep de Saint-Laurent; excellente présentation; renseignements sur les propriétés de chaque élément]

Tableau périodique interactif de Mokeur. <http://le-village.ifrance.com/okapi/fra4.htm> (février 2001).

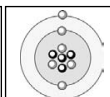
Voyage au coeur de la matière. <http://marwww.in2p3.fr/voyage/> (février 2001). [structure de l'atome]

LIEUX ET ÉVÉNEMENTS

Faculté des sciences, Collège universitaire de Saint-Boniface, Saint-Boniface (Manitoba). <http://www.ustboniface.mb.ca/cusb/usb/> [professeurs et laboratoires universitaires de chimie]

Monnaie royale canadienne, Winnipeg (Manitoba). <http://www.rcmint.ca/fr/> [tournées guidées ou non guidées]

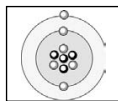
Semaine nationale de la chimie, Institut de chimie du Canada, Ottawa (Ontario). <http://chem-inst-can.org/ncw/fchemweek.html> [événement national qui se déroule en octobre dont le but est de faire connaître aux Canadiens les répercussions positives de la chimie]



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES

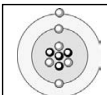
L'élève sera apte à :

- S1-2-01 décrire comment des idées et des modèles puisés dans l'histoire nous ont permis de mieux comprendre la nature de la matière,
entre autres les idées de l'Antiquité grecque, l'alchimie, les idées de Lavoisier;
RAG : A1, A2, A4
- S1-2-02 étudier l'évolution historique du modèle atomique,
entre autres l'apport de Dalton, de Thomson, de Rutherford et de Bohr; le modèle quantique;
RAG : A1, A2, A4, D3
- S1-2-03 définir « élément » et reconnaître les symboles de certains éléments courants,
entre autres les premiers 18 éléments, K, Ca, Fe, Ni, Cu, Zn, I, Ag, Sn, Au, W, Hg, Pb, U;
RAG : C2, D3
- S1-2-04 expliquer la structure atomique d'un atome en fonction du nombre de protons, de neutrons et d'électrons, et expliquer comment ces particules déterminent le numéro et la masse atomiques;
RAG : D3, E2
- S1-2-05 assembler ou dessiner les modèles atomiques de Bohr des dix-huit premiers éléments et les trier selon le nombre d'électrons dans la couche électronique externe;
RAG : A2, C2, D3
- S1-2-06 étudier le développement du tableau périodique comme moyen d'ordonner les éléments,
entre autres les périodes, les familles (groupes);
RAG : A2, A4, B2, E1
- S1-2-07 explorer les propriétés des métaux, des non-métaux et des métalloïdes, et classer les éléments selon ces propriétés,
par exemple la ductilité, la conductivité, la conductibilité, le lustre, la réactivité;
RAG : D3, E1
- S1-2-08 lier la réactivité et la stabilité de diverses familles d'éléments à leur structure atomique,
entre autres les métaux alcalins, les métaux alcalinoterreux, les chalcogènes, les halogènes et les gaz rares;
RAG : D3, D4, E1, E3
- S1-2-09 comparer les éléments aux composés,
entre autres les atomes et les molécules;
RAG : D3, E1, E2




RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES (suite)

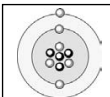
- S1-2-10 interpréter les formules chimiques d'éléments et de composés en fonction du nombre d'atomes de chaque élément,
par exemple He, H₂, O₂, H₂O, CO₂, NH₃;
RAG : C2, D3
- S1-2-11 étudier des propriétés de substances et expliquer l'importance de connaître ces propriétés,
par exemple les propriétés permettent de savoir quelle substance sera utile ou durable et quelles mesures de sécurité seront nécessaires;
RAG : A5, B2, D3, E1
- S1-2-12 distinguer les changements physiques des changements chimiques;
RAG : D3, E1, E3
- S1-2-13 mener des expériences afin de déterminer des indicateurs de réactions chimiques,
par exemple un changement de couleur; la production de chaleur ou de lumière; la production d'un gaz, d'un précipité, d'une nouvelle substance;
RAG : C2, D3, E3
- S1-2-14 étudier des phénomènes naturels et des technologies qui, dans la vie de tous les jours, donnent lieu à des changements chimiques,
par exemple la photographie, la rouille, la photosynthèse, la combustion, la cuisson des aliments.
RAG : A3, A5, B1, B2



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX

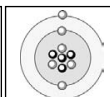
L'élève sera apte à :

	Étude scientifique	Prise de décisions
1. Initiation	<p>S1-0-1a proposer des questions vérifiables expérimentalement; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C2</p> <p>S1-0-1b sélectionner diverses méthodes permettant de répondre à des questions précises et en justifier le choix; (FL2 : PÉ4, PO4; Maths S1 : 1.1.6) RAG : C2</p>	<p>S1-0-1c relever des enjeux STSE que l'on pourrait examiner; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p> <p>S1-0-1d amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des divers intervenants concernés; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p>
2. Recherche	<p>S1-0-2a  sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines; (FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p> <p>S1-0-2b évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information; (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; TI : 2.2.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C5, C8</p> <p>S1-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques; (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p>	<p>S1-0-2d passer en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à un enjeu STSE, <i>par exemple l'opinion des gouvernements, du public, des environmentalistes et des autochtones en ce qui concerne le développement hydroélectrique; les points de vue religieux, sociaux et médicaux sur le dépistage génétique;</i> (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : B1, C4</p>
3. Planification	<p>S1-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou sur des événements observés; (FL2 : CÉ1, CO1) RAG : C2</p> <p>S1-0-3b relever des relations mathématiques possibles entre des variables, <i>par exemple la relation entre le courant et la résistance;</i> (Maths 8^e : 1.1.2; Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4) RAG : C2</p> <p>S1-0-3c planifier une étude afin de répondre à une question précise, entre autres préciser le matériel nécessaire; déterminer les variables dépendantes, indépendantes ou contrôlées; préciser les méthodes et les mesures de sécurité à suivre; (FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C1, C2</p>	<p>S1-0-3d résumer les données pertinentes ainsi que les arguments et les positions déjà exprimés relativement à un enjeu STSE; (FL1 : CO5; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C4</p> <p>S1-0-3e déterminer des critères pour l'évaluation d'une décision STSE, <i>par exemple le mérite scientifique; la faisabilité technologique; des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques; la sécurité; le coût; la durabilité;</i> (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : B5, C1, C3, C4</p> <p>S1-0-3f proposer et développer des options qui pourraient mener à une décision STSE; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : C4</p>




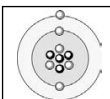
RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
4. Réalisation d'un plan	<p>S1-0-4a ➤ mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres contrôler les variables, répéter des expériences pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats; (TI : 1.3.1) RAG : C1, C2</p> <p>S1-0-4b faire preuve d'habitudes de travail qui tiennent compte de la sécurité personnelle et collective, et qui témoignent de son respect pour l'environnement, entre autres la connaissance et l'emploi des mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés; RAG : B3, B5, C1, C2</p> <p>S1-0-4c interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques; RAG : C1, C2</p>	<p>S1-0-4d employer diverses méthodes permettant d'anticiper les répercussions de différentes options STSE, <i>par exemple une mise à l'essai, une implantation partielle, une simulation, un débat;</i> (FL2 : PO1) RAG : C4, C5, C6, C7</p>
	<p>S1-0-4e ➤ travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils surgissent; (FL2 : PO5) RAG : C2, C4, C7</p> <p>S1-0-4f assumer divers rôles et partager les responsabilités au sein d'un groupe, et évaluer les rôles qui se prêtent le mieux à certaines tâches; (FL2 : PO5) RAG : C2, C4, C7</p>	
5. Observation, mesure et enregistrement	<p>S1-0-5a sélectionner et employer des méthodes et des outils appropriés à la collecte de données et de renseignements; (FL2 : PÉ1, PÉ4, PO1, PO4; Maths 8^e : 2.1.2; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.1) RAG : C2</p> <p>S1-0-5b estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI; (Maths 8^e : 4.1; Maths S1 : 9.1) RAG : C2</p> <p>S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia; (FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2) RAG : C2, C5</p>	<p>S1-0-5d évaluer différentes options pouvant mener à une décision STSE, compte tenu des critères prédéterminés, <i>par exemple le mérite scientifique; la faisabilité technologique; des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques; la sécurité; le coût; la durabilité;</i> (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 3.2.3) RAG : B5, C1, C3, C4</p>



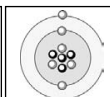
RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
6. Analyse et interprétation	<p>S1-0-6a  reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations; (FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1.3; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; TI : 1.3.1, 3.3.1) RAG : C2, C5</p> <p>S1-0-6b relever des écarts dans les données et en suggérer des explications, <i>par exemple les sources d'erreur;</i> (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4) RAG : C2</p> <p>S1-0-6c évaluer le plan initial d'une étude scientifique et proposer des améliorations, <i>par exemple relever les forces et les faiblesses des méthodes utilisées pour la collecte des données;</i> (FL1 : L3; FL2 : CÉ5, CO5, PÉ5, PO5) RAG : C2, C5</p>	<p>S1-0-6d adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées; RAG : C3, C4, C5, C8</p>
7. Conclusion et application	<p>S1-0-7a tirer une conclusion qui explique les résultats d'une étude scientifique, entre autres expliquer les relations de cause à effet, déterminer d'autres explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction; (FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5) RAG : C2, C5, C8</p>	<p>S1-0-7b sélectionner parmi les options la meilleure décision STSE possible et déterminer un plan d'action pour implanter cette décision; (FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4) RAG : B5, C4</p> <p>S1-0-7c implanter une décision STSE et en évaluer les effets; (FL2 : PÉ1, PO1) RAG : B5, C4, C5, C8</p> <p>S1-0-7d réfléchir sur le processus utilisé pour sélectionner ou implanter une décision STSE et suggérer des améliorations à ce processus; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : C4, C5</p>
	<p>S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension; (FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5) RAG : C2, C3, C4</p>	



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
8. Réflexion sur la nature des sciences et de la technologie	<p>S1-0-8a C distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits; RAG : A3</p> <p>S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : A2, A3, C2, C3</p> <p>S1-0-8c C décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution; RAG : A2, A5</p> <p>S1-0-8d C décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques; RAG : A5</p> <p>S1-0-8e discuter du fait que des personnes de diverses cultures ont contribué au développement des sciences et de la technologie; (FL1 : C1; FL2 : CÉ3, CO3, V) RAG : A4, A5</p> <p>S1-0-8f établir des liens entre ses activités personnelles et les métiers qui l'intéressent, d'une part, et des disciplines scientifiques précises, d'autre part; RAG : B4</p> <p>S1-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société et l'environnement, entre autres des changements importants dans les conceptions scientifiques du monde, des conséquences imprévues à l'époque; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1, PO1) RAG : B1</p>	
9. Démonstration des attitudes scientifiques et technologiques	<p>S1-0-9a C apprécier et respecter le fait que les sciences et la technologie ont évolué à partir de points de vue différents, tenus par des femmes et des hommes de diverses sociétés et cultures; (FL2 : CÉ3, CO3) RAG : A4</p> <p>S1-0-9b C s'intéresser à un large éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences et à la technologie; RAG : B4</p> <p>S1-0-9c faire preuve de confiance dans sa capacité de mener une étude scientifique ou d'examiner un enjeu STSE; (FL2 : V) RAG : C2, C4, C5</p> <p>S1-0-9d valoriser l'ouverture d'esprit, le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision et la persévérance en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques; (FL2 : V) RAG : C2, C3, C4, C5</p> <p>S1-0-9e C se sensibiliser à l'équilibre qui doit exister entre les besoins humains et un environnement durable, et le démontrer par ses actes; RAG : B5, C4</p> <p>S1-0-9f faire preuve d'un engagement personnel proactif envers des enjeux STSE. RAG : B5, C4</p>	



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX

Le but des résultats d'apprentissage manitobains en sciences de la nature est d'inculquer à l'élève un certain degré de culture scientifique qui lui permettra de devenir un citoyen renseigné, productif et engagé. **Une fois sa formation scientifique au primaire, à l'intermédiaire et au secondaire complétée, l'élève sera apte à :**

Nature des sciences et de la technologie

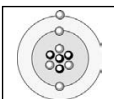
- A1. reconnaître à la fois les capacités et les limites des sciences comme moyen de répondre à des questions sur notre monde et d'expliquer des phénomènes naturels;
- A2. reconnaître que les connaissances scientifiques se fondent sur des données, des modèles et des explications, et évoluent à la lumière de nouvelles données et de nouvelles conceptualisations;
- A3. distinguer de façon critique les sciences de la technologie, en fonction de leurs contextes, de leurs buts, de leurs méthodes, de leurs produits et de leurs valeurs;
- A4. identifier et apprécier les contributions qu'ont apportées des femmes et des hommes issus de diverses sociétés et cultures à la compréhension de notre monde et à la réalisation d'innovations technologiques;
- A5. reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et progressent mutuellement;

Sciences, technologie, société et environnement (STSE)

- B1. décrire des innovations scientifiques et technologiques, d'hier et d'aujourd'hui, et reconnaître leur importance pour les personnes, les sociétés et l'environnement à l'échelle locale et mondiale;
- B2. reconnaître que les poursuites scientifiques et technologiques ont été et continuent d'être influencées par les besoins des humains et le contexte social de l'époque;
- B3. identifier des facteurs qui influent sur la santé et expliquer des liens qui existent entre les habitudes personnelles, les choix de style de vie et la santé humaine aux niveaux personnel et social;
- B4. démontrer une connaissance et un intérêt personnel pour une gamme d'enjeux, de passe-temps et de métiers liés aux sciences et à la technologie;
- B5. identifier et démontrer des actions qui favorisent la durabilité de l'environnement, de la société et de l'économie à l'échelle locale et mondiale;

Habiletés et attitudes scientifiques et technologiques

- C1. reconnaître les symboles et les pratiques liés à la sécurité lors d'activités scientifiques et technologiques ou dans sa vie de tous les jours, et utiliser ces connaissances dans des situations appropriées;
- C2. démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique;
- C3. démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes technologiques;
- C4. démontrer des habiletés de prise de décisions et de pensée critique lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur de l'information scientifique et technologique;



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX (suite)

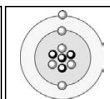
- C5. démontrer de la curiosité, du scepticisme, de la créativité, de l'ouverture d'esprit, de l'exactitude, de la précision, de l'honnêteté et de la persistance, et apprécier l'importance de ces qualités en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques;
- C6. utiliser des habiletés de communication efficaces et des technologies de l'information afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;
- C7. travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui lors de ses activités scientifiques et technologiques;
- C8. évaluer, d'une perspective scientifique, les idées et les renseignements rencontrés au cours de ses études et dans la vie de tous les jours;

Connaissances scientifiques essentielles

- D1. comprendre les structures et les fonctions vitales qui sont essentielles et qui se rapportent à une grande variété d'organismes, dont les humains;
- D2. comprendre diverses composantes biotiques et abiotiques, ainsi que leurs interactions et leur interdépendance au sein d'écosystèmes, y compris la biosphère en entier;
- D3. comprendre les propriétés et les structures de la matière ainsi que diverses manifestations et applications communes des actions et des interactions de la matière;
- D4. comprendre comment la stabilité, le mouvement, les forces ainsi que les transferts et les transformations d'énergie jouent un rôle dans un grand nombre de contextes naturels et fabriqués;
- D5. comprendre la composition de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la lithosphère ainsi que des processus présents à l'intérieur de chacune d'elles et entre elles;
- D6. comprendre la composition de l'Univers et les interactions en son sein ainsi que l'impact des efforts continus de l'humanité pour comprendre et explorer l'Univers;

Concepts unificateurs

- E1. décrire et apprécier les similarités et les différences parmi les formes, les fonctions et les régularités du monde naturel et fabriqué;
- E2. démontrer et apprécier comment le monde naturel et fabriqué est composé de systèmes et comment des interactions ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux;
- E3. reconnaître que des caractéristiques propres aux matériaux et aux systèmes peuvent demeurer constantes ou changer avec le temps et décrire les conditions et les processus en cause;
- E4. reconnaître que l'énergie, transmise ou transformée, permet à la fois le mouvement et le changement, et est intrinsèque aux matériaux et à leurs interactions.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc A **L'historique du modèle atomique**

L'élève sera apte à :

S1-2-01 décrire comment des idées et des modèles puisés dans l'histoire nous ont permis de mieux comprendre la nature de la matière, entre autres les idées de l'Antiquité grecque, l'alchimie, les idées de Lavoisier;
RAG : A1, A2, A4

S1-2-02 étudier l'évolution historique du modèle atomique, entre autres l'apport de Dalton, de Thomson, de Rutherford et de Bohr; le modèle quantique;
RAG : A1, A2, A4, D3

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶ Projeter sur un écran le « dessin » d'un atome ou la représentation d'un modèle atomique sans texte explicatif. Inviter les élèves à répondre, au meilleur de leurs connaissances, aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- De quoi s'agit-il?
- Quelles sont les parties constituantes?
- Que sais-tu au sujet de cette « chose »?
- Où est-ce qu'on la retrouve?
- Est-ce qu'on peut la voir à l'œil nu ou au microscope?
- Qui en a suggéré ou découvert l'existence?

Inviter les élèves à partager certaines de leurs réponses afin d'amorcer une première discussion au sujet de l'histoire de la chimie et des atomes. Repasser les réponses de tous les élèves pour avoir une meilleure idée de l'état de leurs connaissances.

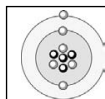
❷ Présenter la vidéocassette *Structure de l'atome* ou *Notre ami l'atome* ou inviter les élèves à lire un passage d'un manuel scolaire qui présente de façon sommaire l'évolution de la chimie et plus particulièrement du modèle atomique jusqu'au XIX^e siècle. Établir certains parallèles entre les découvertes en astronomie et celles en chimie, par exemple :

Astronomie	Chimie
• s'intéresse beaucoup au très grand*	• s'intéresse beaucoup au très petit*
• examen des phénomènes qui ne sont pas tous à la portée immédiate des sens humains	
• dépendent d'outils spécialisés qui « prolongent » la portée des sens humains	
• ont fait appel, dans leur longue histoire, à beaucoup de suppositions abstraites, pour ne pas dire « philosophiques »	
• s'appuie encore sur des théories pour expliquer ce qui a existé il y a longtemps ou pour imaginer ce qui a lieu maintenant à des distances faramineuses	• s'appuie encore sur des théories pour expliquer ce qui n'est pas visible

* La vidéocassette *Zoom cosmique* illustre bien la gamme des dimensions physiques, de l'atomique à l'astronomique.

❸ Montrer aux élèves un morceau de papier d'aluminium, et leur demander de quel matériau il s'agit. Diviser le morceau en deux demies et leur poser la même question par rapport à une demie. Répéter cette étape plusieurs fois. Les amener à comprendre qu'il devrait y avoir, après tout, une petite particule qui sera toujours de l'aluminium.

❹ Discuter du contexte social et politique dans lequel évoluaient les philosophes grecs. Faire valoir l'importance des penseurs et des érudits pour l'avancement d'une société et d'une civilisation. Souligner que les répercussions des sciences sont rarement immédiates, mais qu'elles peuvent néanmoins transformer de façon révolutionnaire une société : on n'a qu'à penser aux plastiques qui n'existent que depuis un siècle.



S1-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques; (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1; TI : 2.3.1, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S1-0-8c décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution;
RAG A2, A5

S1-0-9a apprécier et respecter le fait que les sciences et la technologie ont évolué à partir de points de vue différents, tenus par des femmes et des hommes de diverses sociétés et cultures.
(FL2 : CÉ3, CO3)
RAG : A4

En quête

❶
A) Créer une ligne de temps qui va de 500 avant Jésus-Christ jusqu'au temps présent et l'afficher sur un des murs de la salle de classe. Disposer cette ligne de sorte à faire ressortir les époques ou jalons suivants (laisser de l'espace vide sous ces époques ou jalons) :

- les philosophes de l'Antiquité grecque (500 à 200 avant J.-C.);
- les alchimistes antiques de l'Asie, de l'Afrique et de l'Europe (200 avant J.-C. à 600 après J.-C.);
- les alchimistes de l'Europe et de l'Arabie au Moyen Âge (600 à 1600 de notre ère);
- Antoine de Lavoisier (fin des années 1700);
- John Dalton (début des années 1800);
- J. J. Thomson (1904);
- Ernest Rutherford (1911);
- Niels Bohr (1913);
- Le modèle quantique (XX^e siècle).

B) Former de petits groupes. Leur donner accès à diverses ressources portant sur l'histoire de la chimie. Assigner à chacun des groupes une des époques précédentes ou encore un personnage (voir l'annexe 1). Demander à chaque groupe de poursuivre une brève recherche et distribuer une liste de vérification pour orienter leur travail (voir l'annexe 2). Cette recherche peut prendre la forme d'une lettre rédigée au rédacteur d'un journal fictif ou d'un dépliant publicitaire qui appuie ou qui réfute les idées ou innovations principales associées à une époque. S'assurer que chaque production écrite permet au lecteur de se situer dans l'époque et le lieu géographique en question.

suite à la page 2.22

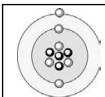
Le mot « alchimie » provient de l'arabe « al-kimiya » voulant dire l'art de changer ou de transmuter; le mot « chimie », d'origine plus récente, provient du latin médiéval « chimia », ce dernier issu du plus ancien mot latin « alchimia (alchimie) » emprunté à l'arabe.

Stratégies d'évaluation suggérées

❶
Inviter les élèves à ordonner les grands jalons de l'histoire du modèle atomique en précisant de quelle façon chaque jalon a fait progresser le modèle atomique, et à associer des diagrammes à chaque nom ou époque (voir l'annexe 5).

❷
Inviter les élèves à comparer les différentes méthodes scientifiques ou procédés chimiques utilisés par les philosophes grecs, les alchimistes, les premiers chimistes et les chimistes contemporains (voir l'annexe 6).

La portée des réponses du tableau de comparaison dépasse l'intention des RAS thématiques, mais rejoint les RAS transversaux.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc A **L'historique du modèle atomique**

L'élève sera apte à :

S1-2-01 décrire comment des idées et des modèles puisés dans l'histoire nous ont permis de mieux comprendre la nature de la matière, entre autres les idées de l'Antiquité grecque, l'alchimie, les idées de Lavoisier;
RAG : A1, A2, A4

S1-2-02 étudier l'évolution historique du modèle atomique, entre autres l'apport de Dalton, de Thomson, de Rutherford et de Bohr; le modèle quantique;
RAG : A1, A2, A4, D3

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 2.21)

C) Inviter les élèves à présenter oralement leur travail à la classe puis à l'exposer sous la ligne de temps. S'assurer que les autres élèves prennent des notes pendant les présentations orales en leur proposant de remplir un cadre de prise de notes portant sur l'histoire de la chimie (voir l'annexe 3).

Un survol de l'historique du modèle atomique se trouve à l'annexe 4.

D) Discuter de l'évolution d'une idée ou d'un concept en sciences et comment, à cette idée ou à ce concept, viennent se greffer au fil des ans d'autres idées et concepts qui mènent à des découvertes importantes et modifient nos connaissances actuelles. Faire valoir un aspect critique de la nature des sciences : le fait que les sciences s'appuient sur des connaissances et des expériences antérieures qui sont constamment remises en question.

En fin

❶ Effectuer un retour sur les questions dans la section « En tête ». Inviter les élèves à modifier ou à corriger leurs réponses initiales, s'il y a lieu.

❷ Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique et à partager s'ils le veulent leurs réponses avec la classe :

- *Est-ce que la façon dont tu as étudié l'histoire du modèle atomique t'a plu?*
- *As-tu bien compris l'histoire du modèle atomique?*
- *Penses-tu être en mesure de te la rappeler l'année prochaine? Pourquoi?*
- *Y aurait-il eu une façon plus efficace, selon toi, d'étudier ce modèle? Laquelle?*

❸

Proposer aux élèves de fabriquer un modèle de l'atome qui représente bien les dimensions relatives de ses constituants. En supposant que l'atome entier ait la grandeur d'un champ de football, discuter de :

- a) la taille relative du noyau;
- b) la position relative du noyau;
- c) la taille relative des protons et des neutrons;
- d) la taille relative des électrons;
- e) la position relative des électrons.

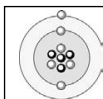
Si un atome était de la taille d'un champ de football, le noyau serait un petit pois au centre du champ et les électrons seraient des moustiques circulant dans le champ. À noter qu'en réalité, l'atome a trois dimensions.

En plus

❶

Inviter les élèves qui le désirent à poursuivre des recherches sur la contribution scientifique de chimistes canadiens ou contemporains et à les ajouter à la ligne de temps (pour en arriver au présent).

Le site Web *Chimisterie : chimie et chimistes* met diverses biographies à la disposition des internautes.



LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS

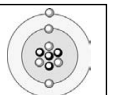
Sciences de la nature
Secondaire 1
Regroupement 2

S1-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques; (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1; TI : 2.3.1, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S1-0-8c décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution;
RAG A2, A5

S1-0-9a apprécier et respecter le fait que les sciences et la technologie ont évolué à partir de points de vue différents, tenus par des femmes et des hommes de diverses sociétés et cultures.
(FL2 : CÉ3, CO3)
RAG : A4

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc B Les éléments

L'élève sera apte à :

S1-2-03 définir « élément » et reconnaître les symboles de certains éléments courants, entre autres les premiers 18 éléments, K, Ca, Fe, Ni, Cu, Zn, I, Ag, Sn, Au, W, Hg, Pb, U;
RAG : C2, D3

S1-2-04 expliquer la structure atomique d'un atome en fonction du nombre de protons, de neutrons et d'électrons, et expliquer comment ces particules déterminent le numéro et la masse atomiques;
RAG : D3, E2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête



Sur une pancarte ou au tableau, dresser une liste de substances diverses, y compris :

sel	mercure	gaz carbonique	rouille	soufre
sucré	azote	propane	sable	méthanol
eau	carbone	hydrogène	argent	fer
méthane	fluor	silicium	or	phosphate
cuivre	fer	acide acétique	ozone	diamant

Demander aux élèves s'il connaissent les symboles chimiques de ces substances, par exemple, le symbole H₂O représente l'eau.

En quête



A) Repasser les composantes de l'atome : le noyau, les protons, les neutrons et les électrons (voir l'annexe 7).

Distribuer un tableau comparatif des particules subatomiques dans l'atome (voir l'annexe 8), projeter ce même tableau sur un écran et le remplir avec la participation des élèves. Réserver la colonne « rôle dans l'atome » pour plus tard. Repasser, au besoin, les concepts de charge et de masse (voir l'annexe 7).

Corrigé du tableau de l'annexe 8

PARTICULE SUB-ATOMIQUE	POSITION DANS L'ATOME	CHARGE RELATIVE	MASSE RELATIVE	RÔLE DANS L'ATOME
proton	noyau	+ 1	1	
neutron	noyau	0	1	
électron	nuage/ couches	- 1	0*	

B) Inviter les élèves à définir les termes « élément », « symbole chimique », « masse atomique » et « numéro atomique » tout en faisant un exercice pour déterminer la masse atomique et le numéro atomique de divers atomes L'annexe 9 permet aux élèves d'effectuer ces calculs selon deux options :

- les atomes sont tous neutres (et donc le nombre d'électrons équivaut au nombre de protons).
- les atomes ne sont pas nécessairement neutres (et donc le nombre d'électrons peut être différent du nombre de protons).

Présenter le tableau périodique comme outil de travail; il n'est cependant pas nécessaire d'expliquer le système de classification utilisé dans le tableau. Il suffit de dire que les éléments sont disposés selon leur numéro atomique.

Faire remarquer aux élèves que ce n'est pas la masse atomique, mais bien le numéro atomique qui détermine de quel élément il s'agit.

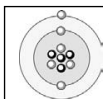
C) Revoir le modèle atomique de Bohr-Rutherford et préciser la disposition des électrons en couches électroniques ou niveaux d'énergie distincts. Expliquer que la nature impose quelques contraintes à l'emplacement des électrons dans un atome :

- La couche inférieure doit toujours être remplie avant que des électrons puissent occuper une couche supérieure;

Le calcul de la charge d'un atome se fait en secondaire 2. De même, la connaissance de la notion d'isotope n'est pas exigée en secondaire 1.

Plusieurs tableaux périodiques donnent la masse atomique moyenne d'un élément : cette moyenne est pondérée. Ce calcul n'est pas à l'étude en secondaire 1.

En secondaire 1, l'étude des atomes porte seulement sur les trois premières couches d'électrons.



S1-2-05 assembler ou dessiner les modèles atomiques de Bohr des dix-huit premiers éléments et les trier selon le nombre d'électrons dans la couche électronique externe;
RAG : A2, C2 D3

S1-0-3b relever des relations mathématiques possibles entre des variables, *par exemple la relation entre le courant et la résistance*;
(Maths 8^e : 1.1.2; Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4)
RAG : C2

S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG A2, A3, C2, C3

- La première couche, celle la plus rapprochée du noyau, ne peut contenir qu'un maximum de deux électrons;
- La deuxième couche ne peut contenir qu'un maximum de huit électrons;
- La troisième couche ne peut contenir qu'un maximum de huit électrons.

Inviter des élèves à venir dessiner au tableau le diagramme de Bohr des atomes suivants :

- un atome de carbone avec 6 protons, 7 neutrons et 6 électrons (2 électrons dans la première couche, puis les 4 autres dans la deuxième couche);
- un atome de fluor avec 9 protons, 10 neutrons et 9 électrons (2, 7);
- un atome d'oxygène avec 8 protons, 8 neutrons et 9 électrons (2, 7);
- un atome de sodium avec 11 protons, 12 neutrons et 11 électrons (2, 8, 1).

D) Inviter les élèves à créer, en petits groupes, des fiches portant sur chacun des premiers 18 éléments du tableau périodique (voir l'annexe 10).

Inviter les élèves à ordonner ou à disposer ces fiches de diverses façons. Faire une mise en commun des systèmes de classification utilisés. Proposer aux élèves de classer les éléments selon le nombre d'électrons présents dans la couche externe, puis de comparer cette organisation au tableau périodique. *Quelles correspondances y a-t-il?*

Conserver les fiches, elles seront utiles plus tard dans l'organisation d'un tableau périodique.

Si l'école dispose de trousse de modèles atomiques, inviter les élèves à s'en servir pour se construire une bonne représentation tridimensionnelle des atomes.

suite à la page 2.26

Stratégies d'évaluation suggérées

❶ Créer des feuilles d'évaluation à partir du modèle des annexes 8 et 9.

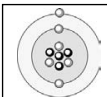
❷ Inviter les élèves à dessiner des modèles atomiques de Bohr pour les 18 premiers éléments.

❸ Inviter les élèves à employer le vocabulaire scientifique vu dans ce regroupement (voir l'annexe 12).

Corrigé de l'annexe 12 :

1. automatique = atomique
2. boulômes = atomes
3. patente = matière
4. follicules = particules
5. bonshommes = philosophes
6. place olympique = Grèce
7. liliputiens = microscopiques
8. motte = noyau
9. machins = protons
10. trucs = neutrons
11. astronomique = atomique
12. éléphants = éléments
13. grille carreautee = tableau périodique
14. anneaux = couches (électroniques)
15. petits oignons = électrons
16. grands connaisseurs = chimistes, scientifiques
17. à l'envers = négatif
18. à l'endroit = positif
19. musicules = molécules
20. préposés = composés

❹ Inviter les élèves à remplir un réseau conceptuel (voir l'annexe 13).



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc B **Les éléments**

L'élève sera apte à :

S1-2-03 définir « élément » et reconnaître les symboles de certains éléments courants, entre autres les premiers 18 éléments, K, Ca, Fe, Ni, Cu, Zn, I, Ag, Sn, Au, W, Hg, Pb, U;
RAG : C2, D3

S1-2-04 expliquer la structure atomique d'un atome en fonction du nombre de protons, de neutrons et d'électrons, et expliquer comment ces particules déterminent le numéro et la masse atomiques;
RAG : D3, E2

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 2.25)

E) Aborder les questions suivantes et inviter les élèves à remplir la colonne « rôle » du tableau de l'annexe 8.

- *Quelles particules subatomiques permettent d'identifier l'atome?* (Un des rôles des protons est de préciser la nature même de l'atome.)
- *Quelles particules représentent l'essentiel de la masse de l'atome?* (Un des rôles des protons et des neutrons est de conférer de la masse à l'atome.)
- *S'il est vrai que les protons se repoussent entre eux, comment se fait-il qu'ils puissent être si tassés ensemble dans le noyau?* (Le rôle primordial des neutrons est d'exercer une puissante force nucléaire qui réunit les protons malgré leur répulsion mutuelle. Dans un atome d'hydrogène, un neutron n'est pas nécessaire. Dans certains gros atomes, il faut un nombre de neutrons supérieur au nombre de protons sinon l'atome risque de se désintégrer ou d'éclater, d'où l'origine de l'énergie nucléaire.)
- *Les électrons sont si énergétiques. Pourquoi ne s'échappent-ils pas de l'atome?* (Les protons jouent un rôle d'attraction par rapport aux électrons, un peu comme le Soleil par rapport aux planètes qui autrement s'échapperaient du système solaire.)
- *Quelles particules subatomiques vont sans doute interagir le plus avec d'autres atomes?* (Les électrons jouent un rôle critique dans la réactivité chimique de l'atome car ce sont effectivement eux qui sont « négociés » ou « échangés » entre atomes. D'ailleurs, le courant électrique est un flux d'électrons.)

F) Inviter les élèves à jouer au bingo des éléments. Préparer, à l'aide de la grille de l'annexe 11, une première carte de jeu sur laquelle figure aléatoirement 25 symboles atomiques.

Distribuer cette même carte aux élèves ainsi que des jetons et jouer au bingo en nommant les noms des éléments auxquels les élèves doivent associer le symbole.

Inviter les élèves à créer de nouvelles cartes de bingo qui seront ensuite utilisées par toute la classe pour mémoriser les symboles chimiques. Le bingo peut aussi se jouer à l'inverse, c'est-à-dire que les noms des éléments peuvent figurer sur les cartes et les symboles atomiques sont énoncés par l'enseignant.

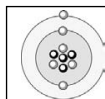
En fin

❶ Inviter les élèves à identifier, à partir du tableau périodique, les substances dans la section « En tête ». *Lesquelles de ces substances sont des éléments et pourquoi? Quels symboles devez-vous corriger? Qu'en est-il des substances qui ne sont pas des éléments?*

❷ Inviter les élèves à rédiger, dans leur carnet scientifique, un court commentaire en réaction à l'affirmation suivante :

« Ce serait plus facile et plus utile si les symboles atomiques correspondaient au nom français de l'élément, par exemple si l'azote était Az et le potassium Po. »

Encourager les élèves à partager leurs points de vue.



S1-2-05 assembler ou dessiner les modèles atomiques de Bohr des dix-huit premiers éléments et les trier selon le nombre d'électrons dans la couche électronique externe;
RAG : A2, C2 D3

S1-0-3b relever des relations mathématiques possibles entre des variables, *par exemple la relation entre le courant et la résistance*;
(Maths 8^e : 1.1.2; Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4)
RAG : C2

S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG A2, A3, C2, C3

③

Inviter les élèves à créer des mots croisés. Chacune des réponses est obtenue à partir des symboles chimiques des éléments indices. Les élèves peuvent partager leur mots croisés comme exercices de révision.

À titre d'exemple :

									3.
									b
									a
1.	w	a	g	o	n				n
									a
									n
									e

1. tungstène-argent-oxygène-azote (W-Ag-O-N)
2. calcium-fer (Ca-Fe)
3. baryum-sodium-néon (Ba-Na-Ne)

En plus

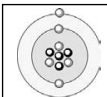
①

Proposer aux élèves une courte recherche sur l'origine des symboles atomiques. Traiter aussi des liens entre ces symboles et l'alchimie. *Pourquoi Berzelius a-t-il proposé un système universel pour ces symboles?*

②

Aborder la notation atomique (grâce à laquelle le numéro atomique et la masse atomique figurent à gauche du symbole atomique d'un élément) et présenter l'exercice de l'annexe 9 en ajoutant cette dimension.

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc C **La classification** **périodique des éléments**

L'élève sera apte à :

S1-2-06 étudier le développement du tableau périodique comme moyen d'ordonner les éléments, entre autres les périodes, les familles (groupes);
RAG : A2, A4, B2, E1

S1-2-07 explorer les propriétés des métaux, des non-métaux et des métalloïdes, et classer les éléments selon ces propriétés, *par exemple la ductilité, la conductivité, la conductibilité, le lustre, la réactivité;*
RAG : D3, E1

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Composer des « Qui suis-je? » au sujet des éléments et piquer la curiosité des élèves par rapport à la grande diversité de ces substances et leur présence insoupçonnée. À titre d'exemples :

- *Mon nom veut dire « qui pue » et on me trouve dans des eaux saumâtres. Qui suis-je? (le brome)*
- *Il est presque impossible de me démagnétiser et donc je suis utilisé pour fabriquer des aimants permanents. Qui suis-je? (le samarium)*
- *Je résiste très bien à la corrosion et donc on m'utilise pour enduire les pare-chocs et la carrosserie des voitures. Qui suis-je? (le chrome)*
- *Je suis l'élément qui fut découvert en laboratoire pour la première fois lorsqu'on m'a produit artificiellement. Qui suis-je? (le technétium)*
- *Je représente 46 % de la croûte terrestre et je deviens liquide à -183°C . Qui suis-je? (l'oxygène)*
- *En très petites quantités, je stimule la production de globules rouges dans le sang. Mais attention, en grandes quantités, je vous assassine à coup sûr! Qui suis-je? (l'arsenic)*
- *Exposé à la lumière, je m'assombris, ce qui explique ma présence dans les pellicules photographiques. Qui suis-je? (l'argent)*
- *Je réagit si violemment à l'humidité ou à l'eau qu'on doit m'immerger dans du pétrole pour me conserver. Qui suis-je? (le sodium)*
- *Je suis un constituant du quartz; si vous en écrasez un cristal, il produira un courant électrique! On me retrouve dans des microphones, du pyrex, des circuits électroniques, etc. Qui suis-je? (le silicium)*

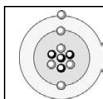
En quête

❶

A) Distribuer une feuille d'observation (voir l'annexe 14). Faire la démonstration de certaines propriétés de divers éléments devant la classe. S'assurer au préalable que les mesures sécuritaires nécessaires ont été prises (voir *La sécurité en sciences de la nature*).

- Certaines propriétés sont très faciles à observer : l'état (solide, liquide ou gazeux à la température ambiante), la couleur, le lustre, la forme des cristaux, la malléabilité, etc.
- Certaines propriétés exigent qu'on fasse appel à des techniques expérimentales et peut-être même à des calculs mathématiques pour les identifier : la masse volumique, la conductivité, la conductibilité thermique, etc.
- Certaines propriétés ne peuvent être confirmées qu'à l'aide d'instruments spécialisés ou d'expériences exigeant des mesures de sécurité accrues : le profil spectral, la réaction avec diverses substances (eau, acides, bases, etc.), la couleur de la flamme, les points de fusion ou de congélation, etc.
- La plupart des éléments sont rares, artificiels, dangereux ou difficiles à manier en salle de classe. Les éléments suivants, en forme pure ou par l'intermédiaire de l'un de leurs composés, peuvent cependant faire l'objet de manipulations par les élèves si l'on respecte certaines précautions de base : l'aluminium, le fer, l'étain, le cobalt, le plomb, le cuivre, le magnésium, le manganèse, le silicium, le zinc, le carbone, le soufre, l'iode, le bore, l'antimoine, le tungstène, l'hélium, le bismuth. L'argent, le platine et l'or sont trop dispendieux!

L'annexe I de *La sécurité en sciences de la nature* énumère des substances à proscrire dans les cours de sciences de la nature.



S1-2-08 lier la réactivité et la stabilité de diverses familles d'éléments à leur structure atomique, entre autres les métaux alcalins, les métaux alcalinoterreux, les chalcogènes, les halogènes et les gaz rares;
RAG : D3, D4, E1, E3

S1-0-2b évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information;
(FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; TI : 2.2.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C5, C8

S1-0-8c **C** décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution.
RAG A2, A5

De nombreux manuels scolaires fournissent une explication du protocole à suivre pour des explorations et des expériences concernant les propriétés des éléments. Selon les installations et le matériel disponible, permettre aux élèves d'effectuer quelques explorations afin qu'ils se familiarisent avec le travail en laboratoire et les consignes de sécurité. Consulter *La sécurité en sciences de la nature* à cet effet.

À la suite des démonstrations et des explorations des élèves, faire le bilan des propriétés que l'on pourrait utiliser pour identifier des éléments. (Conserver cette liste pour le bloc E de ce regroupement.)

B) Expliquer aux élèves que l'on peut classer les éléments selon qu'ils sont des métaux, des métalloïdes ou des non-métaux. Préciser que ces trois catégories ne sont pas absolues, mais que les chimistes s'entendent généralement sur la démarcation suivante :

- les éléments métalliques ou les **métaux** sont habituellement solides, brillants, malléables et ductiles; ils conduisent bien l'électricité et la chaleur et ils représentent la majorité des éléments du tableau périodique;
- les **métalloïdes** (le bore, le silicium, le germanium, l'arsenic, l'antimoine, le tellure et le polonium) ont des propriétés à la fois métalliques et non métalliques;
- les **non-métaux** sont de mauvais conducteurs d'électricité et de chaleur. (Certains chimistes placent l'astate parmi les métalloïdes, d'autres parmi les non-métaux.)

Indiquer ces trois catégories sur le tableau périodique. Signaler le cas particulier de l'hydrogène, un non-métal qui est pourtant à la gauche du tableau. Inviter les élèves à colorier les cases d'un tableau périodique vierge (voir l'annexe 15) de sorte à marquer clairement les trois catégories, et exiger une légende dans laquelle on retrouve une définition pour chacune des catégories.

suite à la page 2.30

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Distribuer aux élèves un tableau périodique vierge (voir l'annexe 15) et leur demander qu'ils colorient les familles suivantes en précisant aussi dans une légende explicative la valence de chacune de ces familles et pourquoi les éléments ont cette valence particulière :

- les métaux alcalins;
- les métaux alcalinoterreux;
- les chalcogènes;
- les halogènes;
- les gaz rares.

❷

Évaluer le travail réalisé par les élèves sur l'évaluation des sources d'information imprimées et dans Internet.

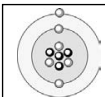
❸

Distribuer une feuille d'auto-évaluation du travail des groupes d'experts (voir l'annexe 19).

❹

Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- *Quelle est la différence entre les métaux, les métalloïdes et les non-métaux?*
- *Qu'est-ce que la période dans un tableau périodique? Quel est le lien entre la période et la structure de l'atome?*
- *Selon quels critères a-t-on élaboré les premières classifications des éléments?*
- *Quel rôle ont joué Berzelius, Mendeleïev et Moseley dans l'histoire du tableau périodique?*
- *À quelles prédictions le tableau de Mendeleïev a-t-il mené? Pourquoi? Ont-elles été confirmées?*
- *Qu'est-ce que la valence d'un élément?*
- *Quelle est la différence entre la neutralité et la stabilité d'un atome?*
- *Qu'est-ce qui permet de rassembler les éléments en familles chimiques?*



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc C **La classification** **périodique des éléments**

L'élève sera apte à :

S1-2-06 étudier le développement du tableau périodique comme moyen d'ordonner les éléments, entre autres les périodes, les familles (groupes);
RAG : A2, A4, B2, E1

S1-2-07 explorer les propriétés des métaux, des non-métaux et des métalloïdes, et classer les éléments selon ces propriétés, *par exemple la ductilité, la conductivité, la conductibilité, le lustre, la réactivité;*
RAG : D3, E1

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 2.29)

C) Proposer aux élèves de mener une courte recherche dont l'objet est de se familiariser avec les éléments du tableau périodique (voir l'annexe 16). Encourager les élèves à exploiter Internet ainsi que des ressources imprimées, et à évaluer et à comparer la pertinence et la convivialité de ces différentes sources d'information (voir l'annexe 17). Répartir les éléments à l'étude parmi le nombre d'élèves ou de groupes; étudier les éléments les plus connus d'abord.

L'annexe 18 fournit des renseignements sur l'utilité de divers éléments.

En fin

❶

Former de grands groupes. Remettre à chaque groupe une photocopie de toutes les fiches préparées par les élèves. Inviter chaque groupe à classer les fiches selon une propriété de son choix. Discuter en plénière de la propriété choisie par chaque groupe et de ses conséquences sur la classification des éléments.

Répéter l'exercice et terminer par une réflexion portant sur les difficultés auxquelles ont dû faire face les chimistes du XIX^e siècle qui ont tenté de classer les éléments alors qu'on en découvrait de nouveaux sans cesse. (Conserver les fiches pour la stratégie n° 2.)

En plus

❶

Inviter des élèves à compléter les fiches pour tous les éléments qui restent afin de créer un tableau périodique complet qui peut être exposé dans l'école.

❷

Convertir les fiches d'éléments en documents électroniques et les afficher sur le site Web de l'école.

En jeu

Discuter de la véracité de l'information sur un site Web.

- Avez-vous déjà eu des renseignements inexacts dans Internet?
- Y a-t-il des indices qui vous incitent à remettre en question la validité de l'information livrée dans un site Web?
- Est-ce que les renseignements obtenus dans Internet sont aussi fiables que ceux qu'on recueille dans des documents imprimés?
- Quelles mesures ou précautions s'avèrent nécessaires à cet égard?
- À quoi se réfère-t-on si l'on veut vérifier l'authenticité d'un site Web?

STRATÉGIE N° 2

En tête

❶

Inviter les élèves à prédire la date et le pays d'origine de la classification périodique des éléments.

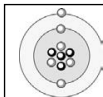
Bien qu'attribuée au Russe Dmitri Mendeleïev en 1869, l'invention du tableau périodique moderne est le fruit du travail de plusieurs autres scientifiques, parmi lesquels il faut signaler le Suédois Jöns Jakob Berzelius, l'Allemand Julius Lothar Meyer et l'Anglais Henry Moseley.

En quête

❶


A) Présenter une vidéocassette, un cédérom, un texte ou un article de revue qui traite du développement historique du tableau périodique moderne. S'assurer que les élèves saisissent :

- que le tableau périodique a évolué à partir du désir des chimistes du XIX^e siècle de classer et d'organiser les éléments déjà connus et plusieurs autres découverts après la conception du modèle atomique de Dalton;



S1-2-08 lier la réactivité et la stabilité de diverses familles d'éléments à leur structure atomique, entre autres les métaux alcalins, les métaux alcalinoterreux, les chalcogènes, les halogènes et les gaz rares;
RAG : D3, D4, E1, E3

S1-0-2b évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information;
(FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; TI : 2.2.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C5, C8

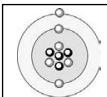
S1-0-8c  décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution.
RAG A2, A5

- que le classement des éléments dans le tableau périodique s'est fait à partir des régularités des propriétés des éléments;
- que le tableau périodique a laissé supposer l'existence d'autres éléments jusqu'alors inconnus et que par la suite ces prédictions ont été confirmées par la découverte de nouveaux éléments;
- que le tableau périodique a été organisé à ses débuts d'après la masse atomique des éléments et que ce n'est qu'avec la découverte du proton qu'on s'est ravisé en fonction du numéro atomique;
- que ce n'est que qu'au XX^e siècle qu'on a réalisé que le tableau périodique reflétait assez fidèlement les propriétés électroniques (entre autres, la valence) des éléments;
- que le tableau est disposé en périodes et en familles (ou groupes), et qu'il permet aussi de regrouper les métaux, les métalloïdes et les non-métaux;
- que les périodes rassemblent généralement les éléments qui ont des électrons de valence dans le même niveau d'énergie;
- que les familles présentent des éléments ayant des propriétés physiques semblables, mais dont la valence est de différents niveaux énergétiques, malgré un même degré de stabilité.

Un atome cherche à être neutre, c'est-à-dire à avoir autant d'électrons (charges négatives) que de protons (charges positives). Cependant, il cherche aussi à être stable, c'est-à-dire à avoir des couches électroniques remplies (ou vides, selon le cas). Un atome préférera la stabilité à la neutralité, mais peut souvent s'allier à d'autres atomes pour satisfaire à ces deux conditions. Les gaz rares ont des atomes neutres et stables à la fois, ce qui explique que leurs atomes ne cherchent pas à réagir avec d'autres.

Stratégies d'évaluation suggérées

suite à la page 2.32



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc C **La classification** **périodique des éléments**

L'élève sera apte à :

S1-2-06 étudier le développement du tableau périodique comme moyen d'ordonner les éléments, entre autres les périodes, les familles (groupes);
RAG : A2, A4, B2, E1

S1-2-07 explorer les propriétés des métaux, des non-métaux et des métalloïdes, et classer les éléments selon ces propriétés, *par exemple la ductilité, la conductivité, la conductibilité, le lustre, la réactivité;*
RAG : D3, E1

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 2.31)

B) Faire appel à la technique « Jigsaw » ou « groupes d'experts » (voir *L'enseignement des sciences de la nature*, p. 3.21) pour favoriser un apprentissage coopératif des familles d'éléments suivantes :

- les métaux alcalins;
- les métaux alcalino-terreux;
- les chalcogènes;
- les halogènes;
- les gaz rares.

Le terme **chalcogène** est une appellation assez récente pour la famille qui comprend l'oxygène, le soufre, le sélénium, le tellure et le polonium.

Des explications détaillées sur les familles d'éléments sont données dans des manuels scolaires (voir *Omnisciences 9*, p. 261-264, et *Sciences 9*, p.110-112).

Remettre des notes qui expliquent chacune de ses familles d'éléments. Demander aux élèves de relever la réactivité de chacune des familles et de tenter d'expliquer, dans la mesure du possible, cette réactivité.

C) Si cela n'a pas déjà été fait lors de l'étude de l'histoire du tableau périodique, revenir sur les diagrammes de Bohr (bloc B de ce regroupement) et expliquer aux élèves la notion de « valence ». À partir des fiches créées dans le bloc B, amener les élèves à déterminer la valence de chacun de ces éléments. Établir le lien entre l'organisation du tableau périodique, les familles d'éléments et la valence.

En fin

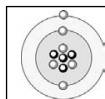
❶ Discuter de la raison pour laquelle le sodium et le chlore vont si bien ensemble (pour former le sel de table).

Les notions de liaisons chimiques seront abordées davantage en secondaire 2, 3 et 4.

En plus

❶ Examiner d'autres tableaux périodiques modernes. *De quelles façons les éléments sont-ils ordonnés? En quoi ces tableaux se distinguent-ils du tableau en usage?*

Il existe plusieurs versions du tableau périodique. Le modèle le plus populaire se retrouve dans la plupart des manuels et des livres de référence. De nouveaux modèles, dont l'architecture diffère du tableau conventionnel, circulent aussi, mais n'ont pas encore été adoptés par l'ensemble de la communauté scientifique. Néanmoins leur présence témoigne du fait que les sciences évoluent continuellement.




LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS

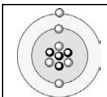
Sciences de la nature
Secondaire 1
Regroupement 2

S1-2-08 lier la réactivité et la stabilité de diverses familles d'éléments à leur structure atomique, entre autres les métaux alcalins, les métaux alcalinoterreux, les chalcogènes, les halogènes et les gaz rares;
RAG : D3, D4, E1, E3

S1-0-2b évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information;
(FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; TI : 2.2.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C5, C8

S1-0-8c  décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution.
RAG A2, A5

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc D **Les composés**

L'élève sera apte à :

S1-2-09 comparer les éléments aux composés, entre autres les atomes et les molécules;
RAG : D3, E1, E2

S1-2-10 interpréter les formules chimiques d'éléments et de composés en fonction du nombre d'atomes de chaque élément, par exemple He, H₂, O₂, H₂O, CO₂, NH₃;
RAG : C2, D3

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Au tableau, écrire la formule chimique suivante : H₃COOH (acide carboxylique).

- *Quels éléments cette substance renferme-t-elle?*
- *Dans quelles proportions sont-ils représentés? (Dans cet acide gras, on retrouve quatre atomes d'hydrogène, un de carbone et deux d'oxygène.)*

Discuter des connaissances qu'ont les élèves des formules chimiques.

❷

Démontrer l'électrolyse de l'eau et la production résultante d'oxygène et d'hydrogène (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 180-181, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 52-53). Inviter les élèves à comparer les propriétés de l'eau (H₂O) à celles de l'oxygène et de l'hydrogène.

- *Comment l'eau peut-elle être si différente des deux gaz qui la « constituent »?*
- *L'eau est un liquide à température ambiante alors que ni l'oxygène ni l'hydrogène ne le sont. Comment peut-on expliquer cette différence?*
- *L'hydrogène est un gaz très inflammable, ce qui n'est pas le cas pour l'eau. Comment peut-on expliquer cette différence?*
- *L'oxygène est essentiel à la respiration des humains et à la combustion du bois, alors que l'eau peut empêcher les deux. Comment peut-on expliquer cette différence?*

En quête

❶

A) Présenter une vidéocassette ou mettre à la disposition des élèves un article qui traite de la différence entre les éléments et les composés, et entre les atomes et les molécules. Les manuels scolaires *Omnisciences 9*, p. 265-269, ou *Sciences 9*, p. 46-47, expliquent bien ces concepts.

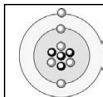
B) Distribuer un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p.10.15-10.18). Inviter les élèves à le remplir individuellement ou en petits groupes. En plénière, s'assurer que les élèves ont retenu les points essentiels suivants :

Similarités

- Les éléments et les composés sont de la matière, et par conséquent ils ont une masse et sont faits d'atomes;
- Les éléments et les composés sont des « substances pures », et chaque substance pure a des propriétés particulières (➔ 7-2-13);
- Les éléments ou les composés peuvent se retrouver sous forme pure dans la nature, mais habituellement on les retrouve au sein de mélanges;
- On peut artificiellement obtenir des éléments et des composés purs;
- On peut représenter l'identité chimique des éléments ou des composés à l'aide de symboles ou de formules chimiques;
- Il existe des molécules d'éléments et des molécules de composés, mais aussi des cristaux d'éléments et des cristaux de composés;

Différences

- Chaque élément n'est fait que d'une sorte d'atome tandis que chaque composé est fait de deux sortes d'atome ou plus;
- La molécule d'un élément peut contenir un, deux ou plusieurs atomes, mais ces atomes sont tous de la même sorte, tandis que la molécule d'un composé contient toujours des sortes d'atome différentes;
- Le composé aura des propriétés différentes de celles



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc D **Les composés**

L'élève sera apte à :

S1-2-09 comparer les éléments aux composés, entre autres les atomes et les molécules;
RAG : D3, E1, E2

S1-2-10 interpréter les formules chimiques d'éléments et de composés en fonction du nombre d'atomes de chaque élément, par exemple He, H₂, O₂, H₂O, CO₂, NH₃;
RAG : C2, D3

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 2.35)

En fin

1 Inviter les élèves à recenser des formules chimiques dans leur vie de tous les jours (voir l'annexe 21) et discuter de l'importance d'avoir une certaine compréhension de ces symboles. Lier ces formules chimiques à des métiers ou à des activités où la compréhension de ces symboles est cruciale (agriculture, pharmacie, fabrication de matériaux, distillation des hydrocarbures, extraction minière, médecine légale, protection de l'environnement, industrie alimentaire, etc.).

En secondaire 1, l'étude des atomes porte seulement sur les trois premières couches d'électrons.

2 Inviter les élèves à discuter des questions suivantes après y avoir répondu individuellement dans leur carnet scientifique.

- Y a-t-il des atomes qui sont aussi des molécules?
- Y a-t-il des éléments qui sont aussi des composés?
- La formule chimique d'un composé indique-t-elle sa structure physique à trois dimensions?
- De quelles façons des atomes sont-ils « joints » dans une même molécule?
- Qu'est-ce que tu ne comprenais pas avant d'avoir étudié les formules chimiques des composés?
- Y a-t-il de nouvelles questions qui ont surgi?

Conserver les fiches, elles seront utiles plus tard dans l'organisation d'un tableau périodique.

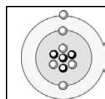
En plus

1 Présenter des modèles de molécules et inviter les élèves à déterminer la formule chimique des composés illustrés. Mettre en évidence la nécessité d'établir des règles pour la rédaction des formules chimiques. *Quel danger cela poserait-il s'il existait plusieurs manières de rédiger des formules chimiques? Qu'en est-il des formules chimiques des supermolécules telles que l'ADN et les protéines? En quoi la configuration des atomes dans une molécule pourrait-elle affecter le comportement de cette dernière? Pensez aux joueurs d'une équipe de soccer, si les mêmes joueurs occupaient une autre position que celle qu'ils occupent d'ordinaire, l'équipe jouerait-elle différemment?*

En jeu

1 Aborder la question suivante : *Est-ce que les vitamines (ou autres produits ou substances) artificielles sont meilleures ou pires que celles qui sont « naturelles »?*

Expliquer aux élèves que dans le cas de molécules très simples, il ne peut y avoir de vraies différences entre ce qui est naturel et ce qui est artificiel; cependant à l'aide de blocs de construction on peut démontrer que la composition ou l'agencement des atomes dans une molécule peut varier. On peut présumer qu'une molécule artificielle pourrait avoir des comportements différents de ceux de son homologue naturelle.



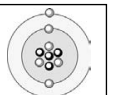
LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS

Sciences de la nature
Secondaire 1
Regroupement 2

S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension;
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

S1-0-8f établir des liens entre ses activités personnelles et les métiers qui l'intéressent, d'une part, et des disciplines scientifiques précises, d'autre part.
RAG : B4

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc E **Les propriétés des substances**

L'élève sera apte à :

S1-2-11 étudier des propriétés de substances et expliquer l'importance de connaître ces propriétés, par exemple les propriétés permettent de savoir quelle substance sera utile ou durable et quelles mesures de sécurité seront nécessaires;
RAG : A5, B2, D3, E1

S1-0-1b sélectionner diverses méthodes permettant de répondre à des questions précises et en justifier le choix;
(FL2 : PÉ4, PO4; Maths S1 : 1.1.6)
RAG : C2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Présenter diverses étiquettes de produits ménagers et de produits chimiques sur lesquelles on retrouve des symboles de mise en garde. Demander aux élèves la signification de chacun des symboles. Aborder les questions suivantes :

Consulter le manuel *La sécurité en sciences de la nature* relativement à toute question concernant la sécurité au laboratoire.

- *Est-ce toujours facile de comprendre ces symboles et les dangers qu'ils représentent?*
- *Pourquoi la forme géométrique des symboles varie-t-elle?*
- *Les symboles de mise en garde que l'on retrouve sur les produits chimiques sont-ils les mêmes que ceux sur les produits ménagers?*
- *Y a-t-il des symboles que vous n'avez jamais vus?*
- *Ces symboles vous donnent-ils une idée des mesures de sécurité à prendre à l'égard des produits?*
- *Quels dangers associez-vous aux produits ménagers? Aux produits chimiques du laboratoire?*
- *Avez-vous déjà eu des expériences désagréables avec ces produits? Quelles ont été les circonstances et les répercussions?*
- *Vous sentez-vous à l'aise de mener des expériences de laboratoire avec de telles substances? Quelles précautions et mesures de sécurité vous sembleraient nécessaires?*

En quête

❶

A) Proposer aux élèves de concevoir de simples expériences ou de mener des recherches afin de pouvoir comparer certaines propriétés d'un éventail de substances, par exemple :

- la couleur, la viscosité, l'efficacité, la réactivité et la toxicité de divers nettoyeurs ménagers;
- la couleur, la solubilité et la teneur alimentaire de diverses boissons en poudre;
- l'inflammabilité, la durabilité, la stabilité et la réactivité de produits chimiques entreposés au laboratoire.

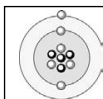
B) Sensibiliser les élèves aux conventions de sécurité essentielles à toute manipulation de produits dangereux (voir *La sécurité en sciences de la nature*, p. 5.3-5.7) ainsi qu'aux règlements du SIMDUT (voir *La sécurité en sciences de la nature*, chap. 7).

Tout produit chimique utilisé lors d'une expérience doit être accompagné d'une fiche signalétique et il est nécessaire de revoir avec les élèves les principales composantes de cette fiche.

Demander aux élèves d'inscrire dans leur carnet scientifique les consignes générales de sécurité ainsi que les consignes particulières qui pourraient s'avérer pertinentes lorsqu'ils mèneront leurs expériences. S'assurer que les élèves saisissent l'importance de ces mesures.

C) Former des groupes et leur remettre une feuille de route (voir l'annexe 22). Demander à chaque groupe d'élaborer un plan de leur étude, qu'il s'agisse d'une expérience, d'une recherche ou d'une combinaison des deux.

Revoir et approuver le plan des divers groupes. Préciser les attentes, les dates de remise et le fait que chaque groupe devra présenter son étude à toute la classe.



S1-0-4c interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques;
RAG : C1, C2

S1-0-5a sélectionner et employer des méthodes et des outils appropriés à la collecte de données et de renseignements.
(FL2 : PÉ1, PÉ4, PO1, PO4; Maths 8^e : 2.1.2; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.1)
RAG : C2

En fin

❶

Demander aux élèves de réfléchir aux questions suivantes en groupe de discussion ou individuellement dans leur carnet scientifique.

- *Quels produits chimiques représentent des risques sérieux pour ta santé ou l'environnement?*
- *Quelles propriétés des produits chimiques sont particulièrement aptes à nous inquiéter?*
- *Quels sont les intervenants clés dans des enjeux liés aux produits chimiques?*
- *Notre mode de vie moderne est-il plus sûr ou moins sûr qu'autrefois en ce qui a trait aux produits chimiques?*
- *Notre société et nos gouvernements sont-ils assez vigilants par rapport à la sécurité des produits chimiques?*

En plus

❶

Aborder les notions mathématiques de la toxicité biologique de certains produits chimiques, de la persistance de certains produits, de la prépondérance de substances polluantes dans l'air ou dans l'eau ou encore de la désintégration radioactive sur une période de temps. Proposer aux élèves d'effectuer des calculs liés à ces barèmes de sécurité chimique et environnementale.

En jeu

❶

Aborder des questions d'actualité qui remettent en question l'usage de produits chimiques. Faire appel au processus de prise de décisions (voir l'annexe 23) pour traiter ces questions.

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Évaluer l'étude (expérience ou recherche) de chaque équipe à partir des questions (critères) de la feuille de route (voir l'annexe 22). On peut transformer cette feuille de route en grille d'auto-évaluation.

❷

Demander aux élèves de compléter des énoncés (voir l'annexe 24) en appuyant leurs réponses sur un ou deux exemples concrets.

❸

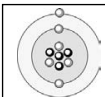
Distribuer le test sur les symboles du SIMDUT (voir l'annexe 25).

❹

Distribuer une photocopie des pages 7.11 et 7.12 de *La sécurité en sciences de la nature*. Ensuite leur proposer un questionnaire (voir l'annexe 26).

❺

Préparer une auto-évaluation basée sur les consignes de sécurité à suivre avant, pendant et après une expérience. Le document *La sécurité en sciences de la nature* explicite des consignes de sécurité à la page 5.7; de plus on retrouve des directives relatives à la sécurité en laboratoire à l'annexe B ainsi qu'un contrat de sécurité de l'élève à l'annexe C du même document.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc F **Les changements chimiques**

L'élève sera apte à :

S1-2-12 distinguer les
changements physiques
des changements
chimiques;
RAG : D3, E1, E3

S1-2-13 mener des expériences
afin de déterminer des
indicateurs de réactions
chimiques,
*par exemple un changement
de couleur; la production de
chaleur ou de lumière; la
production d'un gaz, d'un
précipité, d'une nouvelle
substance;*
RAG : C2, D3, E3

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Présenter aux élèves les situations suivantes et les inviter à en discuter en petits groupes pour en arriver à formuler une explication.

- Les toits de l'édifice parlementaire à Ottawa étaient à l'origine d'un rouge cuivré. Aujourd'hui ils sont verdâtres.
- La cire d'une chandelle qui brûle fond, mais disparaît aussi.
- Les déchets viennent à dégager une odeur nauséabonde avec le temps.
- Une fois enduite sur une surface, la peinture à l'huile sèche.
- La rouille et la corrosion dégradent la carrosserie d'une voiture.

En quête

❶

A) Façonner des « molécules » à l'aide de blocs de construction Lego. Joindre deux blocs blancs (atomes d'hydrogène) à un bloc rouge (atome d'oxygène) pour fabriquer une « molécule » d'eau. Montrer cette « molécule » aux élèves et leur fournir suffisamment de blocs pour qu'ils fabriquent, en tout, une cinquantaine de « molécules » d'eau. Repasser les notions d'atome, de molécule, de substance pure et de propriétés des substances.

La **disposition des atomes dans une molécule** (c'est-à-dire l'assemblage particulier selon lequel ils sont joints) va influencer sur la nature et les propriétés des substances. Cependant cette notion est trop avancée pour les élèves du secondaire 1. Il est préférable d'exiger que les élèves construisent des molécules identiques à celles conçues par l'enseignant.

- Les molécules d'eau sont-elles différentes les unes des autres?
- Est-ce encore de l'eau si on divise une molécule en constituants?
- La molécule d'eau a-t-elle les propriétés de la substance appelée eau?
- Pourquoi cette molécule s'appelle-t-elle H₂O?
- De quelles façons les molécules de vapeur d'eau, d'eau liquide, de neige ou de glace sont-elles différentes?

Faire comprendre aux élèves qu'un changement d'état n'apporte aucun changement dans la nature des molécules d'eau.

B) Remettre aux élèves des blocs de construction de diverses couleurs et les inviter à fabriquer une trentaine de « molécules » de CO₂, une trentaine de O₂, et une dizaine de C₆H₁₂O₆ à partir des modèles initiaux fabriqués par l'enseignant.

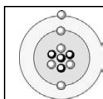
Nombre de blocs nécessaires pour fabriquer
50 « molécules » de H₂O (eau), 30 de CO₂
(dioxyde de carbone), 30 de O₂ (dioxygène),
et 10 de C₆H₁₂O₆ (glucose).

hydrogène	blocs blancs (<i>par exemple</i>)	220
oxygène	blocs rouges (<i>par exemple</i>)	230
carbone	blocs bleus (<i>par exemple</i>)	60

Continuer à renforcer le rapport entre les formules chimiques et la structure des molécules. Vérifier si les élèves comprennent bien cette modélisation en posant des questions semblables à celles posées pour l'eau.

C) Rappeler aux élèves la théorie particulière de la matière étudiée en 7^e année et 8^e année (lors de l'étude des fluides). Revoir la notion de changement physique (changement d'état, mélange, etc.). Demander aux élèves d'illustrer, à l'aide de leurs molécules :

- la cassure d'un bloc de glace;



S1-2-14 étudier des phénomènes naturels et des technologies qui, dans la vie de tous les jours, donnent lieu à des changements chimiques, *par exemple la photographie, la rouille, la photosynthèse, la combustion, la cuisson des aliments;*
RAG : A3, A5, B1, B2

S1-0-4b faire preuve d'habitudes de travail qui tiennent compte de la sécurité personnelle et collective, et qui témoignent de son respect pour l'environnement, entre autres la connaissance et l'emploi des mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés;
RAG : B3, B5, C1, C2

S1-0-4c interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques.
RAG : C1, C2

- le réchauffement de l'air (imaginer que l'air ne contient que du O₂ et du CO₂);
- la fonte de la glace;
- l'évaporation de l'eau;
- la dissolution du gaz carbonique dans l'eau (comme dans une boisson gazeuse);
- la dissolution du glucose dans l'eau (comme dans une boisson gazeuse sucrée).

La simulation de la **dissolution** qui est proposée est en fait une simplification du processus. La dissolution est un changement physique et chimique à la fois, selon la nature des molécules en interaction. À la différence du glucose qui demeure intègre malgré sa dissolution, le sel de table, lui, se dissocie en ions de Na⁺ et de Cl⁻ une fois dans l'eau. Mais ces ions se répartissent en proportions égales et le sel se reconstitue en NaCl si l'eau s'évapore. Ces notions seront explorées davantage en secondaire 2, 3 et 4.

S'assurer que les élèves saisissent l'idée qu'**au cours d'un changement physique (changement d'état, mélange, cassure, mouvement, etc.) la nature chimique des molécules ne change pas**; les molécules ne sont pas modifiées et la substance pure demeure la même.

D) Démontrer la simulation d'une réaction chimique courante, en l'occurrence la photosynthèse (☞ 7-1-08).

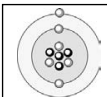
Écrire l'équation chimique suivante au tableau :

6 molécules de CO₂
et 6 molécules de H₂O
réagissent ensemble pour former
1 molécule de glucose C₆H₁₂O₆
et 6 molécules de O₂

suite à la page 2.42

Stratégies d'évaluation suggérées

- ❶ Revenir aux questions de la section « En tête 1 » de la Stratégie n° 1. En faire un questionnaire pour les élèves et demander qu'ils justifient leurs réponses.
- ❷ Distribuer l'annexe 28.
- ❸ Inviter les élèves à schématiser, sur une feuille blanche ou à l'aide de blocs de construction, la différence qu'entraînent un changement physique et un changement chimique au niveau des molécules. Encourager l'utilisation d'un vocabulaire pertinent pour leurs étiquettes ou leurs explications orales.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc F **Les changements chimiques**

L'élève sera apte à :

S1-2-12 distinguer les changements physiques des changements chimiques;
RAG : D3, E1, E3

S1-2-13 mener des expériences afin de déterminer des indicateurs de réactions chimiques,
par exemple un changement de couleur; la production de chaleur ou de lumière; la production d'un gaz, d'un précipité, d'une nouvelle substance;
RAG : C2, D3, E3

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 2.41)

Disposer selon l'équation les quatre « molécules » (faites de blocs) impliquées dans ce changement chimique : les réactifs CO_2 et H_2O et les produits $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ et O_2 . Demander aux élèves, en petits groupes, de se doter de six « molécules » de CO_2 et de six « molécules » de H_2O . À partir de ces réactifs, ils doivent aboutir aux produits de la réaction chimique. (Les élèves s'apercevront que tous les atomes nécessaires à la fabrication des produits sont compris dans les réactifs.)

Expliquer que la photosynthèse est un exemple de changement chimique, et que **lors d'un changement chimique les atomes restent toujours les mêmes, par contre les molécules sont habituellement transformées** (de sorte que les produits d'une réaction chimique sont des substances qui diffèrent des réactifs).

En fin

❶

Discuter des différences entre changement physique et changement chimique sur le plan des molécules et des atomes. Revoir les situations de la section « En tête » et inviter les élèves à proposer de nouvelles explications.

❷

Inviter les élèves à inventer des réactions chimiques dans lesquelles les mêmes atomes figurent dans l'ensemble des réactifs et dans l'ensemble des produits. Souligner le fait que les réactions chimiques obéissent à des règles beaucoup plus complexes que la modélisation par blocs de construction.

❸

Présenter la vidéocassette *Forts en sciences 1* ou tout autre documentaire qui traite des réactions chimiques.

En plus

❶

Inviter les élèves à poursuivre une courte recherche sur les réactions nucléaires ou l'énergie nucléaire.

Dans une **réaction nucléaire**, les atomes sont transformés libérant ainsi une quantité phénoménale d'énergie et émettant des radiations dangereuses. Les réactions nucléaires sont inhabituelles dans la vie de tous les jours, mais on en bénéficie continuellement car elles sont à l'origine du rayonnement solaire. Les centrales nucléaires sur Terre sont aussi d'importantes sources énergétiques pour plusieurs provinces et pays.

STRATÉGIE N° 2

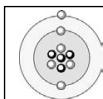
En tête

❶

Faire la démonstration suivante devant la classe. Placer deux verres côte à côte. Dans l'un, verser une petite quantité de bicarbonate de sodium, puis ajouter du vinaigre. Dans l'autre verser une boisson gazeuse qui pétille.

Inviter les élèves à discuter s'il s'agit, dans un cas ou l'autre, de changement physique ou de changement chimique. Demander aux élèves de justifier leur choix de réponse.

- *Quels indices laissent entendre un changement chimique plutôt qu'un changement physique?*
- *Quelles preuves définitives faudrait-il avoir pour vérifier s'il s'agit d'un changement physique ou d'un changement chimique?*
- *Pourquoi serait-il plus facile d'établir les preuves d'une réaction physique que celles d'une réaction chimique?*



S1-2-14 étudier des phénomènes naturels et des technologies qui, dans la vie de tous les jours, donnent lieu à des changements chimiques, *par exemple la photographie, la rouille, la photosynthèse, la combustion, la cuisson des aliments;*
RAG : A3, A5, B1, B2

S1-0-4b faire preuve d'habitudes de travail qui tiennent compte de la sécurité personnelle et collective, et qui témoignent de son respect pour l'environnement, entre autres la connaissance et l'emploi des mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés;
RAG : B3, B5, C1, C2

S1-0-4c interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques.
RAG : C1, C2

En quête

❶

A) Proposer aux élèves de mener diverses expériences illustrant les changements physiques et chimiques. S'assurer de repasser avec eux les consignes de sécurité appropriées (voir *La sécurité en sciences de la nature*, p. 5.3 à 5.7) y compris les règlements du SIMDUT (voir *La sécurité en sciences de la nature*, chap. 7).

Tout produit chimique utilisé lors d'une expérience doit être accompagné d'une fiche signalétique. S'assurer de revoir avec les élèves les composantes essentielles de cette fiche.

Expliquer aux élèves qu'il s'agira, au cours de chacune de leurs expériences, d'observer soigneusement ce qui se passe avant et après la rencontre de deux substances. Afin de guider leur travail, distribuer une feuille d'observation et de déduction (voir l'annexe 27).

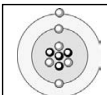
Voici une liste d'expériences illustrant des changements physiques ou chimiques qui pourraient être menées par les élèves. Bien comprendre les règles de sécurité concernant chacune des expériences avant de les proposer aux élèves :

De nombreuses ressources renferment des expériences intéressantes à faire en classe, s'assurer qu'elles ne comportent aucun danger pour les élèves.

- Le mélange de sucre et de bicarbonate de sodium;
- La dissolution du sucre dans l'eau;
- Le sulfate de cuivre (II) et l'eau (voir *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 32, ou *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 160-162);
- Le sulfate de cuivre (II), l'eau et le fer (voir *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 32-33, ou *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 160-162);

suite à la page 2.44

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc F **Les changements chimiques**

L'élève sera apte à :

S1-2-12 distinguer les
changements physiques
des changements
chimiques;
RAG : D3, E1, E3

S1-2-13 mener des expériences
afin de déterminer des
indicateurs de réactions
chimiques,
*par exemple un changement
de couleur; la production de
chaleur ou de lumière; la
production d'un gaz, d'un
précipité, d'une nouvelle
substance;*
RAG : C2, D3, E3

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 2.43)

- Le sulfate de cuivre (II), l'eau et le carbonate de sodium (voir *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 32-33);
- Le nitrate de plomb (II), l'eau et l'iodure de potassium (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 160-161);
- L'acide chlorhydrique et le carbonate de calcium (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 160-161);
- L'oxyde de calcium et l'eau (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 163);
- Le nitrate d'ammonium et l'eau (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 163);
- L'acide chlorhydrique et le magnésium (voir *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 32-33, ou *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 160-162);
- Le broyage de très petites quantités de soufre et de chlorate de potassium mélangés dans un mortier (démonstration réservée à l'enseignant seulement car cette réaction produit un éclat d'une certaine intensité et libère du dioxyde de soufre gazeux).

Certaines expériences peuvent aussi illustrer des changements là où il n'y a qu'une seule substance qui subit un apport ou un retrait de chaleur :

- L'évaporation ou l'ébullition de l'eau;
- La congélation de l'eau;
- Le réchauffement, pendant trois secondes au plus, du chlorure d'ammonium dans une éprouvette scellée avec de la laine de verre (il s'agit d'une démonstration par l'enseignant seulement; à faire dans une pièce bien ventilée).

B) Faire une mise en commun des observations et des déductions des élèves à la suite de leurs expériences. Discuter de la pertinence des indices qu'ils auront relevés pour ensuite dresser au tableau une liste des meilleurs indices d'un changement chimique. Rattacher cette discussion aux définitions du changement physique et du changement chimique.

Parmi les **indices d'une réaction chimique**, on peut retrouver :

- l'apparence d'une ou de plusieurs nouvelles substances;
- un changement de couleur;
- un changement d'odeur;
- la production de chaleur (ou le refroidissement des substances);
- la formation d'un précipité ou d'un gaz;
- la production d'un bruit, d'une flamme ou de lumière.

À noter que certains de ces indices peuvent aussi signaler un changement physique (par exemple la production d'un gaz lors de l'ébullition de l'eau) et qu'il faut habituellement se fier à plus d'un indice pour confirmer le type de changement.

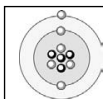
En fin

1

Inviter les élèves à recenser des phénomènes naturels ou des processus technologiques qui donnent lieu à des changements chimiques. Inciter les élèves à réfléchir aux indices de changements chimiques qu'ils auront reconnus et à s'interroger sur leur manifestation dans la vie de tous les jours.

- *Y a-t-il des situations où des substances semblent changer de couleur?* (par exemple, la pellicule d'un appareil photo instantané, le noircissement des pommes de terre, les feuilles en automne, etc.)
- *Y a-t-il des situations où de nouvelles substances semblent être produites?* (par exemple, la rouille, les cendres d'un feu, la fabrication des plastiques, les gaz d'échappement des voitures, etc.)
- *Y a-t-il des situations où des substances semblent être transformées?* (par exemple, la cuisson des aliments, les réactions biologiques comme la digestion, le durcissement de la colle, etc.)

Les vidéocassettes
Produits de beauté,
*La chimie dans la
cuisine* et *La chimie
dans nos vies*
traitent des réactions
chimiques dans la
vie de tous les jours.



S1-2-14 étudier des phénomènes naturels et des technologies qui, dans la vie de tous les jours, donnent lieu à des changements chimiques, *par exemple la photographie, la rouille, la photosynthèse, la combustion, la cuisson des aliments;*
RAG : A3, A5, B1, B2

S1-0-4b faire preuve d'habitudes de travail qui tiennent compte de la sécurité personnelle et collective, et qui témoignent de son respect pour l'environnement, entre autres la connaissance et l'emploi des mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés;
RAG : B3, B5, C1, C2

S1-0-4c interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques.
RAG : C1, C2

- *Y a-t-il des situations où un bruit est produit par des substances?* (par exemple, les explosions, les feux d'artifice, le grésillement lors de la friture, etc.)
- *Y a-t-il des situations où une nouvelle odeur est produite?* (par exemple, brûler de l'encens, la mauvaise haleine, le lait qui surit, la décomposition du compost, etc.)
- *Y a-t-il des situations où de la chaleur est soudainement libérée?* (par exemple, quand un nettoyeur de tuyau d'écoulement est utilisé, lorsqu'un feu brûle, lorsqu'on applique un onguent pour soulager la douleur musculaire, etc.)

Inviter les élèves à mener une courte recherche au cours de laquelle ils étudient en profondeur quelques exemples de ces changements chimiques courants. Donner les consignes suivantes :

- au moins un phénomène naturel et deux processus technologiques doivent être abordés;
- une explication sommaire d'un paragraphe ou deux doit accompagner chacun des exemples;
- les élèves doivent traiter dans leurs explications de la définition et des indices du changement chimique.

En plus

❶

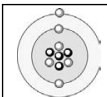
Inviter les élèves à poursuivre davantage leur recherche sur des changements chimiques courants, et à élaborer une démonstration pour toute la classe.

❷

Proposer aux élèves de concevoir une présentation pour les élèves de la 5^e année au sujet de la différence entre les changements physiques et les changements chimiques au programme à ce niveau (→ 5-2-10 et 5-2-11). S'assurer que les explications demeurent simples et peuvent être comprises par les élèves de cet âge.

suite à la page 2.46

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc F
**Les changements
chimiques**

L'élève sera apte à :

S1-2-12 distinguer les
changements physiques
des changements
chimiques;
RAG : D3, E1, E3

S1-2-13 mener des expériences
afin de déterminer des
indicateurs de réactions
chimiques,
*par exemple un changement
de couleur; la production de
chaleur ou de lumière; la
production d'un gaz, d'un
précipité, d'une nouvelle
substance;*
RAG : C2, D3, E3

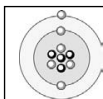
**Stratégies d'enseignement suggérées
(suite de la page 2.45)**

En jeu



Discuter avec les élèves des questions suivantes :

- *Pourquoi tant de changements chimiques dangereux ou néfastes peuvent-ils passer inaperçus?*
- *À qui revient la responsabilité d'avertir le grand public des dangers possibles de certaines réactions chimiques néfastes?*
- *Y a-t-il des mesures préventives que les gouvernements peuvent mettre en place pour minimiser les dangers de certaines réactions chimiques?*
- *Pourquoi le grand public est-il souvent peu conscient des réactions chimiques qui ont eu lieu lors de la fabrication de nombreux produits de tous les jours?*
- *Les molécules ou substances dangereuses disparaissent-elles éventuellement? Qu'en est-il des atomes dangereux?*



LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS

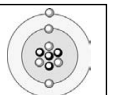
Sciences de la nature
Secondaire 1
Regroupement 2

S1-2-14 étudier des phénomènes naturels et des technologies qui, dans la vie de tous les jours, donnent lieu à des changements chimiques, *par exemple la photographie, la rouille, la photosynthèse, la combustion, la cuisson des aliments;*
RAG : A3, A5, B1, B2

S1-0-4b faire preuve d'habitudes de travail qui tiennent compte de la sécurité personnelle et collective, et qui témoignent de son respect pour l'environnement, entre autres la connaissance et l'emploi des mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés;
RAG : B3, B5, C1, C2

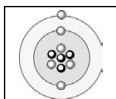
S1-0-4c interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques.
RAG : C1, C2

Stratégies d'évaluation suggérées



LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 :	<u>Grands personnages de l'histoire de l'alchimie et de la chimie</u>	2.49
Annexe 2 :	<u>Liste de vérification – recherche</u>	2.50
Annexe 3 :	<u>Cadre de prise de notes</u>	2.51
Annexe 4 :	<u>Grands jalons du développement du modèle atomique</u>	2.52
Annexe 5 :	<u>Histoire de la chimie en désordre</u>	2.55
Annexe 6 :	<u>Tableau de comparaison des méthodes scientifiques</u>	2.57
Annexe 7 :	<u>Atome et élément</u>	2.58
Annexe 8 :	<u>Tableau comparatif des particules subatomiques dans l'atome</u>	2.59
Annexe 9 :	<u>Exercice sur les atomes</u>	2.60
Annexe 10 :	<u>Fiches – diagrammes de Bohr</u>	2.63
Annexe 11 :	<u>Bingo des éléments</u>	2.64
Annexe 12 :	<u>Propos du chimiste D. Primé</u>	2.65
Annexe 13 :	<u>Réseau conceptuel</u>	2.66
Annexe 14 :	<u>Feuille d'observation des propriétés des substances</u>	2.67
Annexe 15 :	<u>Tableau périodique</u>	2.68
Annexe 16 :	<u>Fiche de recherche sur un élément</u>	2.69
Annexe 17 :	<u>Évaluation des sources d'information</u>	2.70
Annexe 18 :	<u>Utilité de divers éléments</u>	2.71
Annexe 19 :	<u>Auto-évaluation de la technique « Jigsaw »</u>	2.77
Annexe 20 :	<u>Formules chimiques</u>	2.78
Annexe 21 :	<u>Chasse aux formules</u>	2.79
Annexe 22 :	<u>Feuille de route – étude des propriétés</u>	2.80
Annexe 23 :	<u>Processus de prise de décisions</u>	2.81
Annexe 24 :	<u>Exercice de réflexion</u>	2.82
Annexe 25 :	<u>Symboles du SIMDUT</u>	2.83
Annexe 26 :	<u>Questionnaire sur la fiche signalétique</u>	2.84
Annexe 27 :	<u>Feuille d'observation et de déduction</u>	2.85
Annexe 28 :	<u>Changement physique ou chimique?</u>	2.86

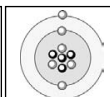


ANNEXE 1 : Grands personnages de l'histoire de l'alchimie et de la chimie

Nom : _____

Date : _____

- **Les philosophes de l'Antiquité grecque :**
Empédocle, Héraclite, Socrate, Démocrite, Aristote.
- **Les alchimistes antiques de l'Asie, de l'Afrique et de l'Europe :**
Dioscoride, Bolos de Mende, Marie d'Alexandrie, Zozime de Panopolis, Hypatie, Apollonios de Tyane, Ko Hung, Sun Simo, Tao Hongjing.
- **Les alchimistes de l'Arabie et de l'Europe au Moyen-Âge :**
Jabir ibn Hayyan, Ar-Razi, Constantin d'Afrique, Al-Tughra'i, Gérard de Crémone, Roger Bacon, Albertus Magnus, Basile Valentin, Raymond Lulle, Paracelse, Al-Jildaki.
- **Les débuts de la chimie moderne :**
Georg Stahl, Robert Boyle, Joseph Priestley, Benjamin Franklin, Antoine de Lavoisier, Marie-Anne de Lavoisier, Henry Cavendish, Joseph Proust.
- **La chimie du XIX^e siècle :**
John Dalton, Humphry Davy, Jöns Jacob Berzelius, Amedeo Avogadro, Justus von Leibig, Michael Faraday, Dmitri Mendeleïev, Henri Becquerel, Marie (Sklodowska) Curie, Pierre Curie, William Ramsay.
- **La chimie du XX^e siècle :**
J.J. Thomson, Henry Moseley, Hantaro Nagaoka, Ernest Rutherford, James Chadwick, Albert Einstein, Niels Bohr, Ida Noddack, Lise Meitner, Glenn Seaborg, John Polanyi.



ANNEXE 2 : Liste de vérification - recherche

Nom : _____

Date : _____

Nom des membres du groupe _____, _____, _____.

1^{re} étape, brouillon à remettre le _____.

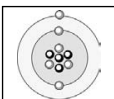
	le groupe	l'enseignant(e)
Nous avons choisi une époque ou un personnage particulier.		
Nous avons pris en note l'information nécessaire pour notre recherche.		
Nous avons trouvé une illustration ou dessiné un croquis qui représente l'époque ou le personnage choisi.		
Nous avons trouvé des diagrammes ou des illustrations qui illustrent clairement la contribution scientifique au modèle atomique de cette époque ou de ce personnage.		
Nous avons noté les références bibliographiques.		

2^e étape, brouillon à remettre le _____.

	le groupe	l'enseignant(e)
Nous avons préparé une page couverture où figure le dessin ou l'illustration de l'époque ou du personnage choisi.		
Nous avons rédigé une brève biographie du personnage ou nous avons décrit sommairement l'époque du point de vue social, culturel et politique.		
Nous avons rédigé une lettre dans laquelle nous faisons valoir la contribution de l'époque ou du personnage choisi.		
Nous avons inclus des dessins ou des diagrammes qui illustrent clairement la contribution.		
Nous avons joint une bibliographie.		

3^e étape, brouillon à remettre le _____.

	le groupe	l'enseignant(e)
Nous avons réparti les rôles pour la présentation orale.		
Nous avons préparé des cartes où figure l'information suivante : brève biographie ou sommaire de l'époque et idée ou contribution.		
Nous avons préparé une pancarte qui illustre, par un dessin, une illustration ou un diagramme, les idées ou la contribution.		



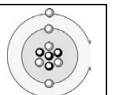
ANNEXE 3 : Cadre de prise de notes

Nom : _____

Date : _____

Pour chacune des présentations, remplis en abrégé les principales idées ou contributions et dessine un diagramme explicatif.

JALON HISTORIQUE	IDÉES OU CONTRIBUTIONS À LA CHIMIE ET AU MODÈLE ATOMIQUE	DESSIN OU DIAGRAMME EXPLICATIF



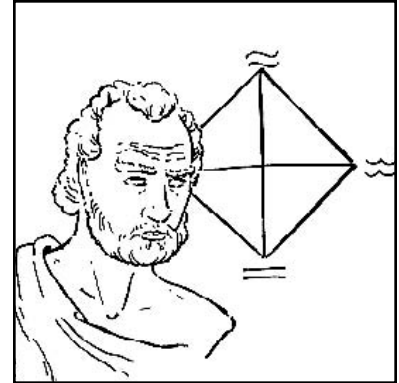
ANNEXE 4 : Grands jalons du développement du modèle atomique

Nom : _____

Date : _____

Les philosophes de l'Antiquité grecque (500 à 200 av. J.-C.)

- Les philosophes s'imaginaient des explications aux phénomènes naturels, mais ils les vérifiaient rarement par expérimentation.
- Empédocle suggère que la matière est faite de quatre « éléments » : la terre, l'air, le feu et l'eau; ces éléments peuvent se combiner pour faire des substances variées.
- Démocrite suggère que la matière est faite de minuscules particules indécomposables appelées « atomes »; cette idée est rejetée par Socrate et Aristote et c'est l'idée d'Empédocle qui prévaudra pendant 2000 ans.



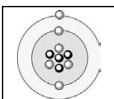
Les alchimistes antiques de l'Asie, de l'Afrique et de l'Europe (200 av. J.-C. à 600 ap. J.-C.)

- Les alchimistes antiques se préoccupaient de métallurgie et de pharmacie.
- Ils pouvaient croire que les métaux poussaient comme des plantes, et proposaient habituellement des explications et des recettes mystiques ou magiques.
- Des inventions telles que le bain-marie datent de cette époque.
- L'alchimie était un art à la fois estimé et dangereux.



Les alchimistes de l'Arabie et de l'Europe au Moyen-Âge (600 à 1600)

- Les alchimistes médiévaux mirent au point de nombreuses techniques et pièces d'équipement de laboratoire telles que les béchers, les filtres et les alambics.
- Les alchimistes européens étaient particulièrement intéressés à la transmutation de métaux communs en métaux précieux.
- Étant donné l'aspect commercial de leur travail, les alchimistes médiévaux gardaient secrètes leurs découvertes et utilisaient des codes indéchiffrables.



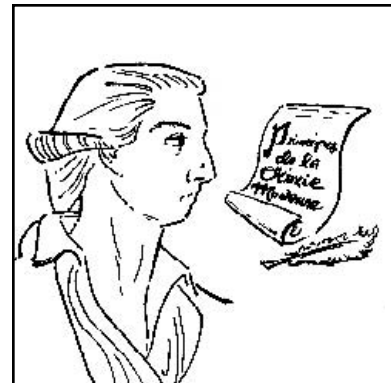
ANNEXE 4 : Grands jalons du développement du modèle atomique (suite)

Nom : _____

Date : _____

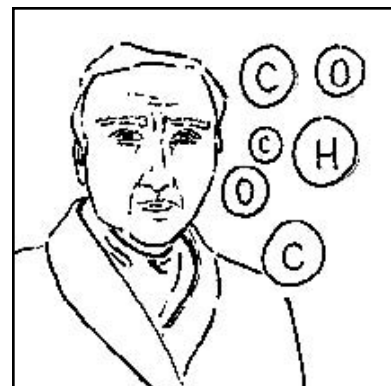
Antoine de Lavoisier (fin des années 1700)

- Lavoisier est considéré comme le père de la chimie moderne, car il met sur pied des procédures d'observation et d'expérimentation rigoureuses.
- Avant lui, Boyle avait déjà exprimé son scepticisme face à l'idée des quatre éléments d'Empédocle et il propose une nouvelle définition d'« élément »; Lavoisier réussit à identifier 23 de ces vrais éléments tels que l'oxygène.
- La chimie moderne prend son essor.



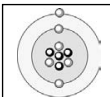
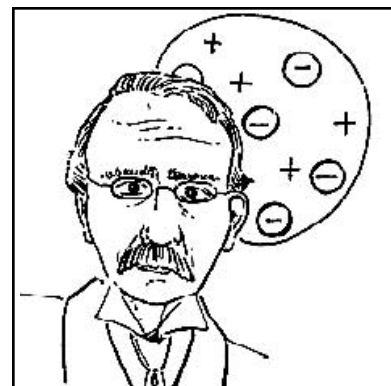
John Dalton (début des années 1800)

- Dalton propose une théorie atomique qui permet de distinguer les particules et les substances.
 - 1) Toute matière est constituée de petites particules appelées « atomes ».
 - 2) Les atomes ne peuvent être créés, détruits ou divisés en plus petites particules.
 - 3) Les atomes du même élément sont identiques, mais différents des atomes des autres éléments.
 - 4) Un composé est créé lorsque se combinent, en proportions définies, des atomes de différents éléments.
- Sa théorie devient très populaire car elle explique les composés.
- Dalton classe les éléments selon leur masse.



Joseph John Thomson (1904)

- Thomson découvre l'existence des électrons par expérimentation, et déduit l'existence des protons.
- L'atome est donc divisible en particules subatomiques.
 - 1) Tout atome est constitué d'électrons et de protons.
 - 2) Tous les électrons sont identiques et ont une charge négative.
 - 3) Tous les protons sont identiques et ont une charge positive.
 - 4) Le proton a une masse beaucoup plus grande que l'électron, mais l'électron a le même montant de charge qu'un proton, quoique opposée en nature.
- Thompson croit que les protons et les électrons sont comme des raisins enfouis dans un « atome-muffin ».



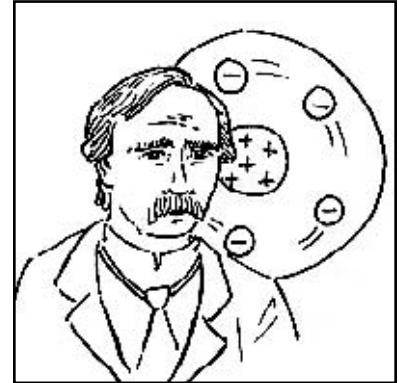
ANNEXE 4 : Grands jalons du développement du modèle atomique (suite)

Nom : _____

Date : _____

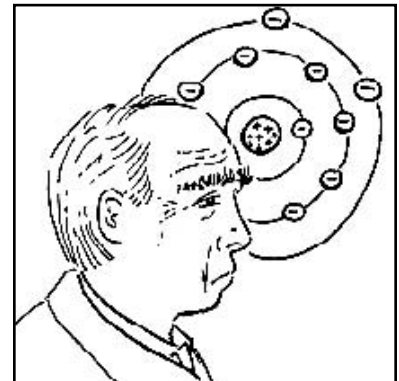
Ernest Rutherford (1911)

- À la fin des années 1800 et au début des années 1900 des études sur la radioactivité (Roëntgen, Becquerel, Curie) mènent Rutherford à découvrir le noyau et à déduire l'existence des neutrons.
 - 1) Le minuscule noyau contient les protons qui sont denses, lourds et positifs.
 - 2) Un nuage électronique d'un très grand volume, mais très léger, entoure le noyau de l'atome; il est chargé négativement.
 - 3) Les neutrons sont sans charge, mais ils ajoutent une importante masse au noyau; en effet, un neutron aurait une masse à peu près égale à celle d'un proton.
- Ce ne sera que pendant les années 1930 que l'existence des neutrons sera confirmée par d'autres chimistes et physiciens.



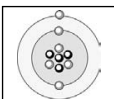
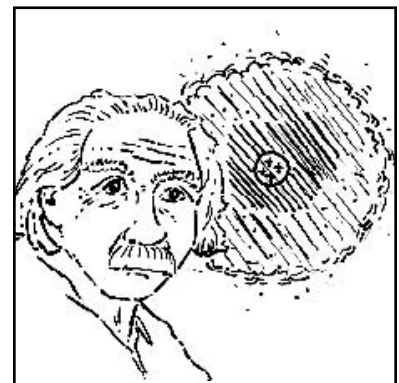
Niels Bohr (1913)

- Bohr s'inspire du travail de plusieurs scientifiques pour expliquer pourquoi les électrons ne se précipitent pas vers le noyau (puisque toute charge négative est attirée par une charge positive).
- Bohr propose une analogie entre le système solaire et l'atome : les électrons sont attirés vers le centre, mais ils possèdent une forte énergie et donc sont en perpétuel mouvement autour du noyau.
- Il existe des couches électroniques (« niveaux d'énergie » ou « orbites ») où circulent les électrons. Des contraintes physiques limitent le nombre d'électrons dans chaque couche.
- Le modèle « planétaire » Bohr-Rutherford de l'atome a depuis été modifié, mais il représente la première vision « moderne » de l'atome.



Le modèle quantique (XX^e siècle)

- Les travaux de Planck, d'Einstein, de Bohr, de Schrödinger et de bien d'autres au XX^e siècle ont culminé dans la théorie de la mécanique quantique, c'est-à-dire que l'énergie est elle aussi particulaire.
- Le modèle quantique de l'atome est assez compliqué, mais il n'enlève pas au modèle Bohr-Rutherford son utilité pour comprendre le comportement des atomes et des molécules.
- De nombreuses autres particules subatomiques ont été découvertes au cours des années 1900, et on sait maintenant que les protons, les neutrons et les électrons sont à leur tour constitués d'infinitésimales particules appelées « quarks ».



ANNEXE 5 : Histoire de la chimie en désordre

Nom : _____

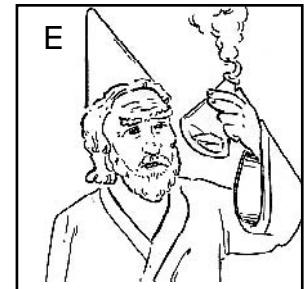
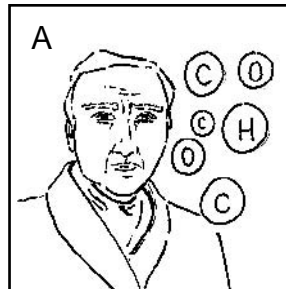
Date : _____

Place en ordre chronologique les grands jalons de l'histoire du modèle atomique, décris brièvement la contribution des scientifiques et associe au jalon un diagramme ou un dessin.

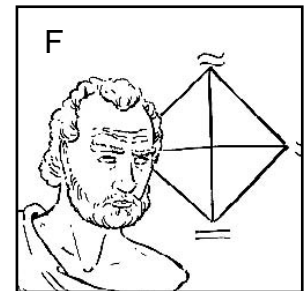
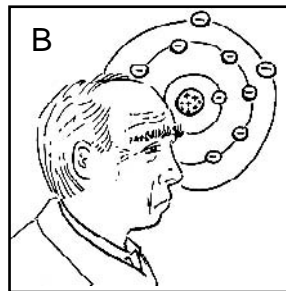
LES JALONS :

LES DIAGRAMMES :

ALCHIMISTES MÉDIÉVAUX

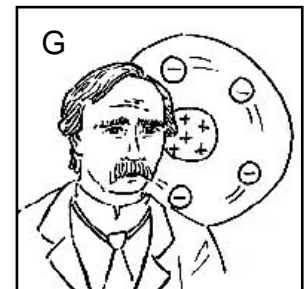
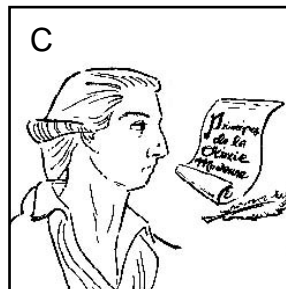


RUTHERFORD



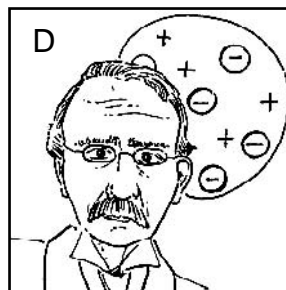
DALTON

BOHR



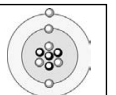
ALCHIMISTES ANTIQUES

PHILOSOPHES GRECS



LAVOISIER

THOMSON



ANNEXE 5 : Histoire de la chimie en désordre (suite)

Nom : _____

Date : _____

1. JALON : _____

DESSIN : _____

EXPLICATION : _____

5. JALON : _____

DESSIN : _____

EXPLICATION : _____

2. JALON : _____

DESSIN : _____

EXPLICATION : _____

6. JALON : _____

DESSIN : _____

EXPLICATION : _____

3. JALON : _____

DESSIN : _____

EXPLICATION : _____

7. JALON : _____

DESSIN : _____

EXPLICATION : _____

4. JALON : _____

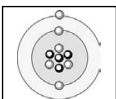
DESSIN : _____

EXPLICATION : _____

8. JALON : _____

DESSIN : _____

EXPLICATION : _____



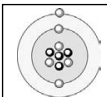
ANNEXE 6 : Tableau de comparaison des méthodes scientifiques

Nom : _____

Date : _____

Réponds aux questions de la première colonne et remplis toutes les cases du tableau.

	Les philosophes grecs	Les alchimistes	Les premiers chimistes	Les chimistes contemporains
1. Comment sont-ils arrivés à leurs conclusions?				
2. Comment leurs découvertes ont-elles contribué au progrès scientifique?				
3. Comment se sont-ils appuyés sur les idées du passé?				
4. Quelles découvertes et technologies étaient essentielles à leur travail?				



ANNEXE 8 : Tableau comparatif des particules subatomiques dans l'atome

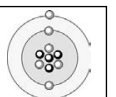
Nom : _____

Date : _____

A) Remplis les cases du tableau.

PARTICULE SUB-ATOMIQUE	POSITION DANS L'ATOME	CHARGE RELATIVE	MASSE RELATIVE	RÔLE DANS L'ATOME
proton				
neutron				
électron				

B) Dessine un modèle d'un atome ayant 6 protons, 7 neutrons et 5 électrons.



LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS

ANNEXE 9 : Exercice sur les atomes

Nom : _____

Date : _____

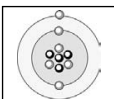
OPTION A : Dans cet exercice, les atomes sont tous neutres.

1. Chaque rangée de ce tableau représente un atome différent. Remplis les cases vides en utilisant l'information fournie dans les autres cases de la même rangée.

Nombre de protons dans l'atome	Nombre d'électrons dans l'atome	Nombre de neutrons dans l'atome	Masse atomique de l'atome	Numéro atomique de l'atome	Nom de l'élément	Symbole chimique de l'élément
	5		11		bore	
			23	11		Na
79			197		or	
	34	45				Se
1	1		1			
6		6				
	92	146				
			24	12		
18			40			
		110				W
			27		aluminium	
			201	80		
7		7				
33		42				
		8				O

2. Crée à ton tour un exercice du même genre et échange avec un ou une camarade de classe.

protons	électrons	neutrons	masse atomique	numéro atomique	nom de l'élément	symbole chimique



ANNEXE 9 : Exercice sur les atomes (suite)

Nom : _____

Date : _____

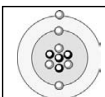
OPTION B : Dans cet exercice, les atomes ne sont pas nécessairement neutres.

1. Chaque rangée de ce tableau représente un atome différent. Remplis les cases vides en utilisant l'information fournie dans les autres cases de la même rangée.

Nombre de protons dans l'atome	Nombre d'électrons dans l'atome	Nombre de neutrons dans l'atome	Masse atomique de l'atome	Numéro atomique de l'atome	Nom de l'élément	Symbole chimique de l'élément
7	7	8				
5	5	6				
1	1	0				
1	1	1				
30	28	35				
	11		27	13		
9	10		18			
	22	24			vanadium	V
	18		35	17		
	3	3				Li
	77	86				Au
	10		24	11		
	34		68	33		
	0		2	1		
	18		40			K

2. Crée à ton tour un exercice du même genre et échange avec un ou une camarade de classe.

protons	électrons	neutrons	masse atomique	numéro atomique	nom de l'élément	symbole chimique



LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS

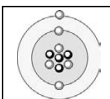
ANNEXE 9 : Exercice sur les atomes (suite)

CORRIGÉ POUR L'OPTION A

Nombre de protons dans l'atome	Nombre d'électrons dans l'atome	Nombre de neutrons dans l'atome	Masse atomique de l'atome	Numéro atomique de l'atome	Nom de l'élément	Symbole chimique de l'élément
5	5	6	11	5	bore	B
11	11	12	23	11	sodium	Na
79	79	118	197	79	or	Au
34	34	45	79	34	sélénium	Se
1	1	0	1	1	hydrogène	H
6	6	6	12	6	carbone	C
92	92	146	238	92	uranium	U
12	12	12	24	12	magnésium	Mg
18	18	22	40	18	argon	Ar
74	74	110	184	74	tungstène	W
13	13	12	27	13	aluminium	Al
80	80	121	201	80	mercure	Hg
7	7	7	14	7	azote	N
33	33	42	75	33	astate	As
8	8	8	16	8	oxygène	O

CORRIGÉ POUR L'OPTION B

Nombre de protons dans l'atome	Nombre d'électrons dans l'atome	Nombre de neutrons dans l'atome	Masse atomique de l'atome	Numéro atomique de l'atome	Nom de l'élément	Symbole chimique de l'élément
7	7	8	15	7	azote	N
5	5	6	11	5	bore	B
1	1	0	1	1	hydrogène	H
1	1	1	2	1	hydrogène	H
30	28	35	65	30	zinc	Zn
13	11	14	27	13	aluminium	Al
9	10	9	18	9	fluor	F
23	22	24	47	23	vanadium	V
17	18	18	35	17	chlore	Cl
3	3	3	6	3	lithium	Li
79	77	86	165	79	or	Au
11	10	13	24	11	sodium	Na
33	34	35	68	33	astate	As
1	0	1	2	1	hydrogène	H
19	18	21	40	19	potassium	K



ANNEXE 10 : Fiches – diagrammes de Bohr

Nom : _____

Date : _____

Nom de l'élément : _____

Symbole chimique : _____ Numéro atomique : _____

Diagramme de Bohr pour l'atome qui contient :

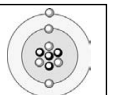
_____ protons _____ neutrons _____ électrons

Nom de l'élément : _____

Symbole chimique : _____ Numéro atomique : _____

Diagramme de Bohr pour l'atome qui contient :

_____ protons _____ neutrons _____ électrons



LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS

ANNEXE 11 : Bingo des éléments

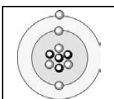
Nom : _____

Date : _____

Utilise cette grille pour créer une carte de jeu de bingo. Tu dois sélectionner parmi les symboles suivants :

H	He	Li	Be	B	C	N	O
F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	Ar	K	Ca	Fe	Ni	Cu	Zn
I	Ag	Sn	Au	W	Hg	Pb	U

B	I	N	G	O



ANNEXE 12 : Propos du chimiste D. Primé

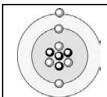
Nom : _____

Date : _____

Le chimiste D. Primé cherche en vain à faire paraître un article qu'il a écrit sur la structure des atomes, mais toutes les revues scientifiques refusent de le publier. Il semblerait que son vocabulaire très coloré ne corresponde pas à celui qu'utilisent la plupart des autres chimistes. À vrai dire son texte est incompréhensible. Peux-tu lui venir en aide en remplaçant les mots en italiques par des termes plus convenables de sorte que les lecteurs puissent en comprendre le sens?

La structure *automatique*¹ _____ de la matière, par D. Primé

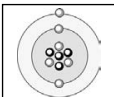
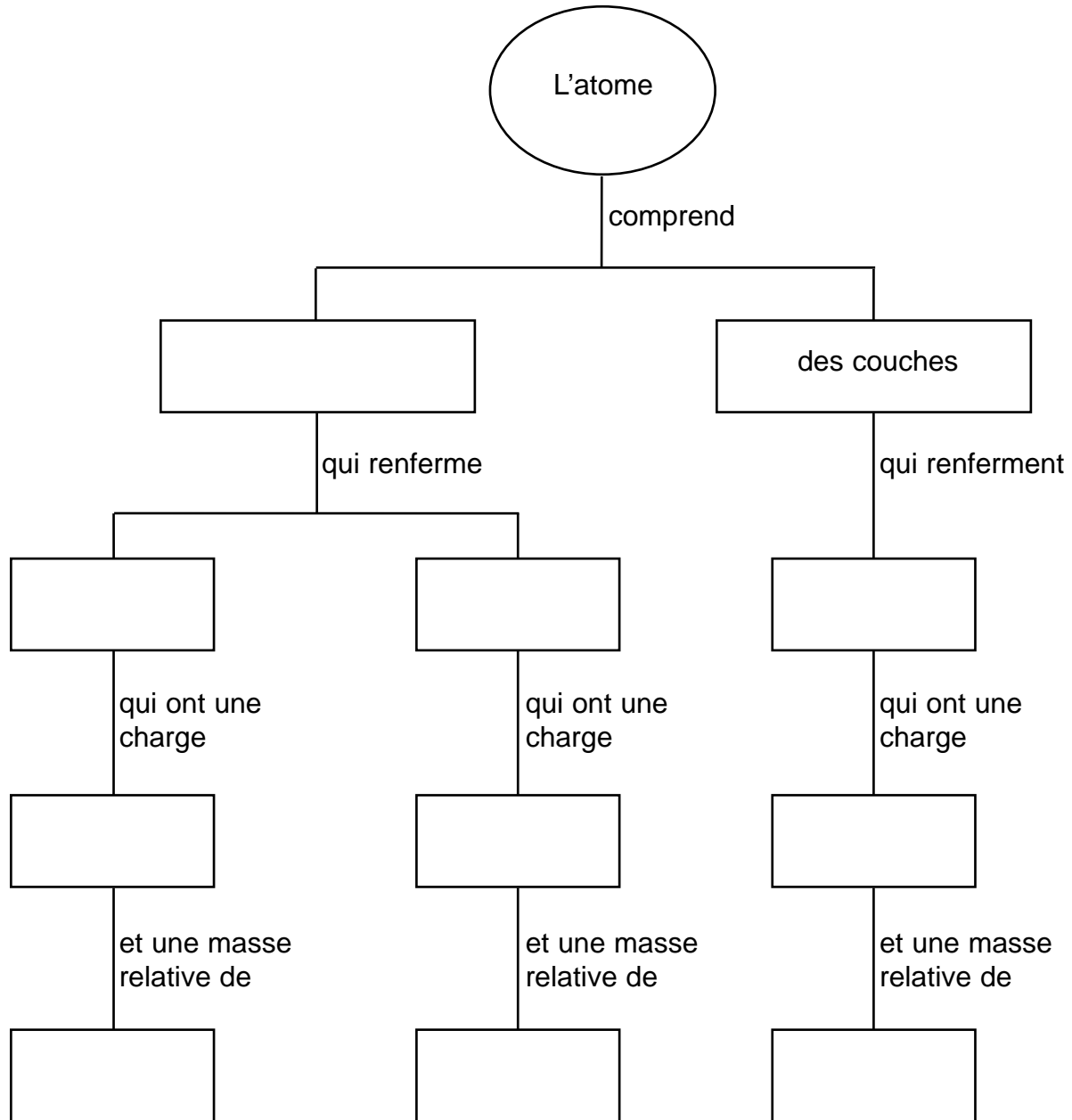
Je veux vous parler des *boulômes*² _____ parce que toute *patente*³ _____ est faite de ces *follicules*⁴ _____. Même des *bonshommes*⁵ _____ de l'ancienne *place olympique*⁶ _____ pensaient à ça! On ne peut pas voir les *boulômes* _____ parce qu'ils sont *liliputiens*⁷ _____. Chaque *boulôme* _____ a comme une *motte*⁸ _____ au milieu, où il y a des *machins*⁹ _____ et des *trucs*¹⁰ _____. Le nombre de *machins* _____ détermine le numéro *astronomique*¹¹ _____ des différentes sortes de *boulômes* _____, appelés *éléphants*¹² _____, qui sont classés dans *une grille carreautee*¹³ _____. Mais il n'y a pas seulement des *machins* _____ et des *trucs* _____ dans les *boulômes* _____; tout autour de la *motte* _____, il y a des *anneaux*¹⁴ _____, où sont les *petits oignons*¹⁵ _____. Des grands *connaisseurs*¹⁶ _____, comme Rutherford et Bohr nous ont appris que les *machins* _____ et les *trucs* _____ ont une grosse masse comparée à celle des *petits oignons* _____. Mais ça ne fait rien, parce que les *petits oignons* _____ ont une charge à *l'envers*¹⁷ _____ du même ordre que la charge à *l'endroit*¹⁸ _____ des *machins* _____. Les *boulômes* _____ peuvent se combiner pour former des *musicules*¹⁹ _____. Les *éléphants* _____ peuvent se combiner pour former des *préposés*²⁰ _____.



ANNEXE 13 : Réseau conceptuel

Nom : _____

Date : _____

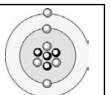


ANNEXE 14 : Feuille d'observation des propriétés des substances

Nom : _____

Date : _____

Démonstration ou exploration	Quelle propriété est à l'étude?	Quelle(s) substance(s) est (sont) observée(s)?	Pour chaque substance, décris ce que tu observes avec le plus de précision et d'exactitude possible. Par exemple, <i>une flamme bleu clair d'une hauteur de 3 cm s'est produite pendant 3 secondes.</i>
1			
2			
3			
4			



LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS

ANNEXE 15 : Tableau périodique

Nom : _____

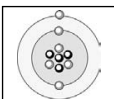
Date : _____

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	103 Lr	104 Rf	105 Dd	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub						



57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No

Légende



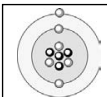
ANNEXE 16 : Fiche de recherche sur un élément

Nom : _____

Date : _____

Remplis toutes les cases du tableau dans la mesure du possible. Indique S/O (sans objet) lorsque la question n'est pas pertinente et N/D (non disponible) dans le cas où tu n'as pas pu trouver l'information.

Nom de l'élément	Symbole chimique	Numéro atomique	Découvert en _____ par _____ Nom anglais de l'élément : _____
Description générale	Origine du nom et du symbole chimique de l'élément		
	C'est un élément : <input type="checkbox"/> naturel ou <input type="checkbox"/> artificiel ; <input type="checkbox"/> abondant ou <input type="checkbox"/> rare		
Propriétés de l'élément : a) C'est un <input type="checkbox"/> métal <input type="checkbox"/> métalloïde <input type="checkbox"/> non-métal b) Famille chimique : _____ c) État à la température ambiante (23°C) : _____ d) Point de fusion : _____ Point d'ébullition : _____ e) Masse atomique moyenne : _____ f) Masse volumique à 23°C : _____ g) Est-il magnétique? _____ h) Conduit-il bien l'électricité? _____ i) Conduit-il bien la chaleur? _____ j) Couleur : _____ k) Aspect : _____ l) Est-il radioactif? _____ m) Dureté : _____ n) Malléabilité : _____ o) Réactivité : _____ _____ _____	<i>Pour les éléments de numéro atomique 1 à 20 seulement</i> Pour un atome neutre de cet élément : combien y a-t-il d'électrons dans la 1 ^{re} couche? ____ combien y a-t-il d'électrons dans la 2 ^e couche? ____ combien y a-t-il d'électrons dans la 3 ^e couche? ____ combien y a-t-il d'électrons dans la 4 ^e couche? ____ Dessine le diagramme Bohr de cet atome neutre.		
Exemples de composés de cet élément	Sources naturelles de l'élément		
Utilisation/importance économique de l'élément			
Importance biologique de l'élément	Toxicité et dangers posés par l'élément pour la santé et l'environnement		
Sources d'information utilisées (donne la référence bibliographique) _____ _____ _____ _____			

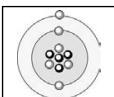


ANNEXE 17 : Évaluation des sources d'information

Nom : _____

Date : _____

RESSOURCES IMPRIMÉES	RESSOURCES INTERNET
Références bibliographiques des ressources les plus utiles 1. _____ _____ _____ 2. _____ _____ _____	Références bibliographiques des ressources les plus utiles 1. _____ _____ _____ 2. _____ _____ _____
Pour chacune des ressources ci-dessus, évalue sa pertinence et sa convivialité. Indique un chiffre entre 5 (excellente) et 1 (faible). 1. pertinence _____ convivialité _____ 2. pertinence _____ convivialité _____	Pour chacune des ressources ci-dessus, évalue sa pertinence et sa convivialité. Indique un chiffre entre 5 (excellente) et 1 (faible). 1. pertinence _____ convivialité _____ 2. pertinence _____ convivialité _____
Quelles étaient les avantages des ressources imprimées par rapport aux sources dans Internet?	Quelles étaient les avantages des ressources dans Internet par rapport aux sources imprimées?
Quels étaient des inconvénients des ressources imprimées par rapport aux sources dans Internet?	Quelles étaient des inconvénients des ressources dans Internet par rapport aux sources imprimées?
Considères-tu que les ressources imprimées sont fiables? Justifie ta réponse.	Considères-tu que les ressources dans Internet sont fiables? Justifie ta réponse.
Résume de façon globale tes impressions face à l'utilité des ressources imprimées et dans Internet.	



PORTFOLIO : Fiche d'identification

Fiche d'identification

Nom de la pièce : _____

Apprentissage visé (connaissances, habiletés, attitudes) : _____

Remarques et réflexions personnelles au sujet de ce travail : _____

Ton niveau de satisfaction par rapport à ce travail :

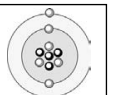
1
pas satisfait(e)
du tout

2

3

4

5
très satisfait(e)

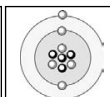


ANNEXE 18 : Utilité de divers éléments

Nom : _____

Date : _____

Élément	Utilité
<p>L'hydrogène Numéro atomique : 1 Symbole chimique : H</p>	<p>L'hydrogène est utilisé dans la production d'ammoniac, d'éthanol, de chlorure d'hydrogène et de bromure d'hydrogène. Il sert également à l'hydrogénation d'huiles végétales, à la conversion du pétrole (hydrocraquage), au formage d'objets métalliques (hydroformage) et à l'élimination de composés soufrés (hydrodésulfuration) du pétrole; au soudage à l'arc à hydrogène et à la recherche en milieu cryogénique. On l'utilise aussi dans des appareils transportés par ballon et comme carburant (très réactif) dans les fusées spatiales. Les deux isotopes lourds de l'hydrogène, le deutérium (D) et le tritium (T), sont utilisés pour obtenir respectivement la fission et la fusion nucléaire. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>L'hélium Numéro atomique : 2 Symbole chimique : He</p>	<p>On emploie l'hélium pour la plongée et le matériel de soudage sous-marins. Il sert également à gonfler des ballons et est utilisé en recherche à très basses températures et comme caloporteur dans les centrales nucléaires. Il se peut qu'un jour on l'utilise comme caloporteur dans les réacteurs de fusion nucléaire et dans les systèmes supraconducteurs électrodynamiques. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le lithium Numéro atomique : 3 Symbole chimique : Li</p>	<p>Le lithium entre dans la fabrication des piles, des produits en céramique et en verre, des lubrifiants, de certains produits pharmaceutiques, des liquides caloporteurs, du propergol et des dispositifs flottants subaquatiques. On l'utilise aussi comme agent d'hydrogénation et dans des systèmes refroidisseurs des réacteurs nucléaires. Le lithium sert à désoxyder le cuivre et les alliages de cuivre, à durcir des alliages, à synthétiser la vitamine A, et il est employé dans la production de tritium. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le béryllium Numéro atomique : 4 Symbole chimique : Be</p>	<p>En raison de sa grande capacité calorifique, le béryllium est utilisé pour la construction d'astronefs, de missiles, d'aéronefs, etc. Les cristaux de béryl, qu'on appelle <i>émeraudes</i>, ont une couleur verte due à la présence de traces de chrome. Le béryllium est également employé dans certains alliages de métaux légers, et dans la fabrication des fenêtres du tube à rayon X, des ressorts de montre et des outils anti-étincelants. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le bore Numéro atomique : 5 Symbole chimique : B</p>	<p>Combiné au titane et au tungstène, le bore permet d'obtenir des alliages réfractaires et légers. Il entre dans la fabrication des raquettes de tennis, des régulateurs de centrales nucléaires, du verre résistant et des désinfectants pour les yeux. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le carbone Numéro atomique : 6 Symbole chimique : C</p>	<p>Comme les propriétés principales du carbone varient beaucoup en fonction de sa forme, l'usage qu'on en fait est très variable aussi. Le carbone 14, substance radioactive, est utilisé en radiodatation (méthode de détermination de l'âge qui permet de comparer la concentration de carbone 14 dans un objet à la concentration standard de carbone 14 présent dans un objet semblable qui est neuf). Le carbone entre aussi dans la fabrication des crayons à mine, de l'acier, des diamants, des barres de commande dans des réacteurs nucléaires, des matières colorantes de pneus, des plastiques, des pigments de peinture, des lubrifiants, etc. <i>Autres emplois :</i></p>

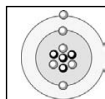


ANNEXE 18 : Utilité de divers éléments (suite)

Nom : _____

Date : _____

Élément	Utilité
<p>L'azote Numéro atomique : 7 Symbole chimique : N</p>	<p>À l'état gazeux, l'azote est beaucoup utilisé dans le domaine industriel. Mais c'est peut-être l'usage qu'on fait de l'azote liquide, substance extrêmement froide, qui présente le plus grand intérêt. En effet, on emploie fréquemment de l'azote liquide pour conserver certaines matières lorsqu'il est nécessaire de les garder congelées à des températures extrêmement basses. Dans les cliniques de traitement de la stérilité, par exemple, on conserve le sperme, les ovules et les embryons (qui servent à aider les couples stériles à procréer) dans des ampoules submergées dans de l'azote liquide. En raison de sa grande stabilité à des niveaux de température et de pression standard, on se sert de l'azote gazeux pour le soudage en atmosphère inerte.</p> <p>Parfois, on conserve des documents, des aliments et des produits chimiques dans de l'azote afin de prévenir l'oxydation ou une réaction provoquée par leur contact avec l'air ou l'eau.</p> <p>L'azote est un constituant indispensable des protéines et donc des êtres vivants. Les engrais azotés jouent un rôle crucial dans l'agriculture.</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>
<p>L'oxygène Numéro atomique : 8 Symbole chimique : O</p>	<p>Presque 21 % de l'atmosphère est composée d'oxygène. Cet élément est employé pour faire du soudage et pour purifier l'eau, et il entre dans la production de l'acier et du ciment. L'oxygène sert à la combustion et est indispensable à la vie sur terre.</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le fluor Numéro atomique : 9 Symbole chimique : F</p>	<p>De tous les éléments, c'est le fluor qui se combine le plus facilement aux autres éléments. Le fluor est un constituant des frigorigènes et d'autres chlorofluorocarbures. Il entre aussi dans la composition de certains dentifrices sous la forme de fluorure de sodium (NaF) ou de fluorure d'étain (SnF₂), ainsi que dans celle du Téflon.</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le néon Numéro atomique : 10 Symbole chimique : Ne</p>	<p>La découverte de la lumière rougeâtre produite par le néon dans des tubes électroniques a conduit à l'invention de l'éclairage par tube fluorescent. On utilise le néon pour fabriquer des parafoudres, des déchargeurs de tension et des affichages cathodiques des téléviseurs.</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le sodium Numéro atomique : 11 Symbole chimique : Na</p>	<p>Le sodium est utilisé en médecine, en agriculture, en photographie, et parfois, à l'état liquide, pour refroidir les réacteurs nucléaires. Il est également employé dans les réverbères, les batteries, et il entre dans la fabrication du sel de table (NaCl) et du verre.</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le magnésium Numéro atomique : 12 Symbole chimique : Mg</p>	<p>On emploie le magnésium en alliage pour fabriquer des avions, des missiles, des vélos de course et d'autres objets construits à partir de métaux légers. Cet élément entre aussi dans la fabrication des briques de foyer à feu ouvert, des lampes éclair, des pigments et des filtres.</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>

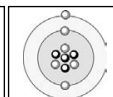


ANNEXE 18 : Utilité de divers éléments (suite)

Nom : _____

Date : _____

Élément	Utilité
<p>L'aluminium Numéro atomique : 13 Symbole chimique : Al</p>	<p>L'aluminium sert à fabriquer des ustensiles de cuisine, des décorations d'immeubles et des conduits pour la transmission électrique (bien que moins cher que le cuivre, il est moins efficace aussi). Combiné au cuivre, au magnésium, au silicium, au manganèse ou à d'autres métaux, il forme des alliages beaucoup plus robustes et durables qu'il ne le serait seul. L'aluminium entre dans la fabrication des aéronefs et des fusées.</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le silicium Numéro atomique : 14 Symbole chimique : Si</p>	<p>Le dioxyde de silicium (SiO_2) entre dans la composition du sable et du verre. Le silicium est employé comme semi-conducteur pour la production de microcircuits intégrés (comme ceux utilisés dans ton ordinateur). Il sert aussi à fabriquer des piles solaires, des outils, du ciment et divers types de graisses et d'huiles.</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le phosphore Numéro atomique : 15 Symbole chimique : Pe</p>	<p>Le phosphore entre dans la fabrication des engrais, des pièces pyrotechniques, des pesticides, des dentifrices et des détergents. Il joue un rôle important dans le métabolisme des êtres vivants.</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le soufre Numéro atomique : 16 Symbole chimique : S</p>	<p>On se sert du soufre pour fabriquer les allumettes, la poudre noire, les pièces pyrotechniques, les batteries, les produits médicaux, les solutions à permanente et les pesticides, et pour vulcaniser le caoutchouc. Il est aussi un constituant de l'acide sulfurique (H_2SO_4).</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le chlore Numéro atomique : 17 Symbole chimique : Cl</p>	<p>Constituant fondamental du sel de table, le chlore est employé pour purifier l'eau et entre dans la composition de l'eau de Javel et de divers composés chimiques dont les chlorofluorocarbures, agents refroidissants sans lesquels il serait impossible de climatiser des édifices en périodes de canicule.</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>
<p>L'argon Numéro atomique : 18 Symbole chimique : Ar</p>	<p>L'argon est employé dans le domaine de l'éclairage. On s'en sert aussi pour des projets qui doivent se dérouler dans une atmosphère inerte afin d'empêcher les explosions ou les problèmes liés à l'oxydation. L'argon est également utilisé dans des compteurs Geiger qui servent à mesurer des niveaux de radiation.</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le potassium Numéro atomique : 19 Symbole chimique : K</p>	<p>Le potassium, sous forme de potasse, entre dans la fabrication des produits en verre, des savons, des lentilles, et il est également employé comme succédané de sel. Sous forme de salpêtre (nitrate de potassium KNO_3), il sert à fabriquer des explosifs et est utilisé pour donner une teinte mauve aux feux d'artifice.</p> <p><i>Autres emplois :</i></p>

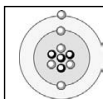


ANNEXE 18 : Utilité de divers éléments (suite)

Nom : _____

Date : _____

Élément	Utilité
<p>Le calcium Numéro atomique : 20 Symbole chimique : Ca</p>	<p>Le calcium sert à la déshydratation d'huiles et à décarburer et à désulfurer le fer et ses alliages. Il est employé comme getter dans des tubes électroniques (pour faire le vide). On le combine aussi à l'aluminium, au cuivre et au plomb. Il entre dans la composition des engrais, du ciment et du plâtre de Paris. Le calcium est un constituant essentiel des coquillages, des os, des dents et des plantes. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le titane Numéro atomique : 22 Symbole chimique : Ti</p>	<p>Le titane est un métal très résistant, mais ayant une résistance inférieure à celle de l'acier. Il ne fond qu'à de très hautes températures et donc il est très utile dans la fabrication d'aéronefs. On retrouve l'oxyde de titane, très inerte et inoffensif, dans les peintures, la pâte dentifrice, le papier et les plastiques parce qu'il confère à ces produits une blancheur éclatante. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le chrome Numéro atomique : 24 Symbole chimique : Cr</p>	<p>Le chrome sert à la fabrication d'alliages inoxydables, on l'emploie tout particulièrement lorsqu'on cherche un revêtement reluisant tel que pour la carrosserie d'une voiture ou pour les appareils ménagers. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le manganèse Numéro atomique : 25 Symbole chimique : Mn</p>	<p>Les aciers qui renferment du manganèse sont très durs et on s'en sert dans les mâchoires de foreuses minières et dans les coffres-forts de banques. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le fer Numéro atomique : 26 Symbole chimique : Fe</p>	<p>Le fer est employé dans la production de l'acier et divers alliages utilisés pour fabriquer une multitude de produits. Il est indispensable aux animaux, puisqu'il est le constituant principal de l'hémoglobine (matière qui assure le transport de l'oxygène dans le sang). <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le cobalt Numéro atomique : 27 Symbole chimique : Co</p>	<p>Le cobalt est ferromagnétique et on s'en sert pour fabriquer des aimants de haute qualité. On reconnaît habituellement sa présence dans plusieurs produits (peinture, céramique, etc.) par la couleur bleuâtre qu'il leur donne. Un de ses isotopes radioactifs est utilisé en radiothérapie. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le nickel Numéro atomique : 28 Symbole chimique : Ni</p>	<p>En raison de sa grande capacité de résister à la corrosion, on utilise cet élément pour l'électrodéposition et dans certains alliages. Il entre dans la fabrication des piles au nickel-cadmium, des pièces de monnaie, et il est utilisé aussi comme catalyseur. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le cuivre Numéro atomique : 29 Symbole chimique : Cu</p>	<p>Le cuivre est employé surtout comme conducteur d'électricité. Ses alliages entrent dans la fabrication des bijoux, des sculptures de bronze et des pièces de monnaie. Le revêtement de la statue de la Liberté est en cuivre. <i>Autres emplois :</i></p>

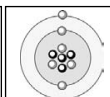


ANNEXE 18 : Utilité de divers éléments (suite)

Nom : _____

Date : _____

Élément	Utilité
<p>Le zinc Numéro atomique : 30 Symbole chimique : Zn</p>	<p>En raison de ses propriétés d'anticorrosion, le zinc sert à la galvanisation d'autres métaux. En alliage, il sert à la fabrication du laiton (cuivre jaune) et du bronze. Le zinc entre aussi dans la fabrication de la brasure, des produits cosmétiques et des pigments. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le germanium Numéro atomique : 32 Symbole chimique : Ge</p>	<p>L'importance du germanium s'est énormément accrue depuis 50 ans en raison de sa nature semi-conductrice : il est un constituant par excellence des transistors, des circuits intégrés et donc de toute technologie électronique et informatique. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>L'arsenic Numéro atomique : 33 Symbole chimique : As</p>	<p>L'arsenic, poison mortel, entre dans la fabrication des plombs de chasse, des diodes électroluminescentes (DEL), des semi-conducteurs, et il est utilisé dans le domaine de la miroiterie-vitrierie et du laser. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le brome Numéro atomique : 35 Symbole chimique : Br</p>	<p>Le brome sert à purifier l'eau des piscines. Il est aussi employé pour la synthèse organique et dans la fabrication du dibromure d'éthylène (servant d'antidétonant dans les essences), des agents blanchissants, des solvants, des produits pharmaceutiques, des réactifs analytiques et des plastiques ignifuges. On l'utilise aussi pour obtenir des lainages irrétrécissables. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le molybdène Numéro atomique : 42 Symbole chimique : Mo</p>	<p>Résistant à la chaleur, les alliages à base de molybdène sont utilisés dans la fabrication de turbines, de pièces d'engins et de missiles, d'outils à haute performance et de tubes électroniques. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>L'argent Numéro atomique : 47 Symbole chimique : Ag</p>	<p>Les alliages à base d'argent sont utilisés en électronique et pour fabriquer des bijoux, du papier et des pellicules photographiques, des miroirs et des batteries. L'argent est employé aussi dans bon nombre de composés chimiques. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>L'étain Numéro atomique : 50 Symbole chimique : Sn</p>	<p>L'étain est utilisé comme revêtement pour les contenants en acier. Il est également employé dans la brasure (33 % d'étain et 67 % de plomb), comme alliage du bronze (20 % d'étain et 80 % de cuivre) et pour fabriquer divers objets (on appelle les objets constitués de 80 % ou plus d'étain des « étains »). Le fluorure d'étain (SnF₂), substance composée d'étain et de fluorure, entre dans la fabrication des dentifrices et des aimants supraconducteurs. Bien qu'on utilise beaucoup les alliages d'étain, ce métal est très peu employé seul. <i>Autres emplois :</i></p>

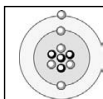


ANNEXE 18 : Utilité de divers éléments (suite)

Nom : _____

Date : _____

Élément	Utilité
<p>L'iode Numéro atomique : 53 Symbole chimique : I</p>	<p>Les humains ont besoin de petites quantités d'iode, ce qui explique que le sel de table ainsi iodé intentionnellement. Autrefois employé comme antiseptique, on ne l'utilise plus aujourd'hui à cause de sa toxicité. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le baryum Numéro atomique : 56 Symbole chimique : Ba</p>	<p>Le baryum entre dans la fabrication des bougies d'allumage, des tubes électroniques, des pièces pyrotechniques et des appareils d'éclairage fluorescent. Il sert aussi au dépistage de tumeurs. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le tungstène Numéro atomique : 74 Symbole chimique : W</p>	<p>Élément essentiel dans la fabrication des filaments luminescents de lampes incandescentes, le tungstène sert aussi dans les alliages pour outils, en raison de son point de fusion très élevé. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le platine Numéro atomique : 78 Symbole chimique : Pt</p>	<p>On emploie le platine pour fabriquer des bijoux, des creusets, des conteneurs spéciaux, des couronnes pour les dents, et des poids et des mesures standard. Le platine est utilisé aussi comme catalyseur et comme agent antitumoral. Combiné au cobalt, il permet de fabriquer des aimants extrêmement puissants. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>L'or Numéro atomique : 79 Symbole chimique : Au</p>	<p>Très malléable, l'or est employé dans le domaine de l'électronique, en joaillerie et en orfèvrerie. Il sert aussi à la fabrication de couronnes pour les dents et de pièces de monnaie. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le mercure Numéro atomique : 80 Symbole chimique : Hg</p>	<p>Le mercure est utilisé dans les thermomètres, les baromètres, les appareils d'éclairage fluorescent et les batteries. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>Le plomb Numéro atomique : 82 Symbole chimique : Pb</p>	<p>Le plomb sert à fabriquer de la brasure, des batteries et des munitions, et il permet de se protéger contre les radiations. Il peut s'avérer toxique lorsqu'il s'accumule dans les tissus biologiques et son usage est donc de plus en plus proscrit. <i>Autres emplois :</i></p>
<p>L'uranium Numéro atomique : 92 Symbole chimique : U</p>	<p>Pendant de nombreux siècles, on a utilisé l'uranium pour colorer le verre. Aujourd'hui, on l'emploie surtout comme carburant dans les réacteurs et les bombes nucléaires. L'uranium appauvri entre dans la fabrication des étuis d'armes blindées, de douilles d'obus d'artillerie et de chars blindés. Il est aussi employé comme ballastage dans les ailes d'aéronefs de très grande taille. Sa nature radioactive explique pourquoi il pose un danger sérieux aux organismes vivants : il peut provoquer des mutations cancérogènes. <i>Autres emplois :</i></p>



ANNEXE 19 : Autoévaluation de la technique « Jigsaw »

Nom : _____

Date : _____

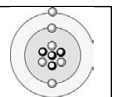
Coche aux bons endroits.

		facilement	assez bien	avec difficulté
Au sein de mon groupe d'experts	J'ai bien compris le rôle que j'avais à jouer au sein de mon groupe d'experts.			
	J'ai entrepris une préparation personnelle (lecture, etc.) avant la discussion en groupe d'experts.			
	J'ai été attentif à ce que disaient les autres experts.			
	J'ai encouragé la participation des autres experts par mon attitude positive et respectueuse.			
	J'ai moi-même contribué à la discussion, par l'entremise de nouvelles idées, de suggestions, de clarifications, etc.			
	J'ai bien saisi et pris en note les renseignements clés de la discussion en vue de les partager avec ma famille.			
Au sein de ma famille	J'ai bien compris le rôle que j'avais à jouer au sein de ma famille.			
	J'ai écouté attentivement les rapports faits au sein de ma famille et j'ai demandé des clarifications au besoin.			
	J'ai pris en note les renseignements clés issus des rapports faits au sein de ma famille.			
	J'ai donné un compte rendu fidèle et efficace des renseignements clés recueillis au sein de mon groupe d'experts.			
En plénière	J'ai écouté attentivement des renseignements clés relevés par l'enseignante ou l'enseignant après le partage en famille.			
	J'ai posé des questions de clarification lorsque je n'ai pas bien saisi certains renseignements cruciaux.			

De façon générale, je pense que la technique des groupes d'experts ...

- a) m'a aidé(e) à bien apprendre les concepts clés. ____
 b) ne m'a pas aidé(e) à bien apprendre les concepts clés. ____

Explique ta réponse. _____



LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS

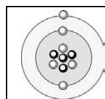
ANNEXE 20 : Formules chimiques

Nom : _____

Date : _____

Pour chacune des molécules figurant dans la colonne de gauche, réponds aux questions au haut des colonnes.

Molécule et formule chimique.	a) Combien de sortes d'atome y a-t-il dans cette molécule? b) Pour chaque sorte d'atome, indique le nom et la quantité dans une molécule? c) Combien d'atomes y a-t-il en tout dans cette molécule?	Cette molécule représente-t-elle
	a) b) c)	<input type="checkbox"/> une substance pure? <input type="checkbox"/> un composé? <input type="checkbox"/> un élément monoatomique? <input type="checkbox"/> un élément diatomique? <input type="checkbox"/> un élément polyatomique?
	a) b) c)	<input type="checkbox"/> une substance pure? <input type="checkbox"/> un composé? <input type="checkbox"/> un élément monoatomique? <input type="checkbox"/> un élément diatomique? <input type="checkbox"/> un élément polyatomique?
	a) b) c)	<input type="checkbox"/> une substance pure? <input type="checkbox"/> un composé? <input type="checkbox"/> un élément monoatomique? <input type="checkbox"/> un élément diatomique? <input type="checkbox"/> un élément polyatomique?
	a) b) c)	<input type="checkbox"/> une substance pure? <input type="checkbox"/> un composé? <input type="checkbox"/> un élément monoatomique? <input type="checkbox"/> un élément diatomique? <input type="checkbox"/> un élément polyatomique?
	a) b) c)	<input type="checkbox"/> une substance pure? <input type="checkbox"/> un composé? <input type="checkbox"/> un élément monoatomique? <input type="checkbox"/> un élément diatomique? <input type="checkbox"/> un élément polyatomique?



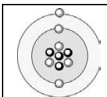
ANNEXE 21 : Chasse aux formules

Nom : _____

Date : _____

Recense deux exemples de substances chimiques liées à chacune des situations suivantes et écris leur formule chimique.

Substance liée ...	Nom de la substance	Formule chimique
à l'alimentation		
à la santé		
aux nettoyants domestiques		
au fonctionnement des machines		
à la fabrication d'objets		
aux sports		
<i>(choisis un autre domaine)</i>		
<i>(choisis un autre domaine)</i>		



ANNEXE 22 : Feuille de route – étude des propriétés

Nom : _____

Date : _____

Voici quelques questions pour vous aider à mieux cerner votre étude.

1. Quels produits ou substances allez-vous comparer?
2. Quelles propriétés de ces produits ou substances voulez-vous étudier?
3. Quelles expériences ou recherches allez-vous préparer?

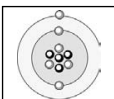
Pour les expériences,

1. Quel matériel de laboratoire sera nécessaire?
2. Quelles mesures de sécurité sont essentielles?
3. Quel genre d'observations devez-vous faire?
4. À quelles difficultés pouvez-vous vous attendre?
5. Comment allez-vous distribuer les tâches parmi les membres du groupe?

Pour les recherches,

1. Quels outils de recherche devrez-vous utiliser?
2. Quel type de renseignements vous seront utiles?
3. De quelles façons allez-vous résumer et présenter l'information pour qu'elle soit significative?
4. Quelles sont les tâches qui relèveront de chacun des membres du groupe?

Votre plan d'expérience ou de recherche devrait traiter de ces questions.

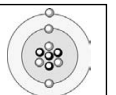
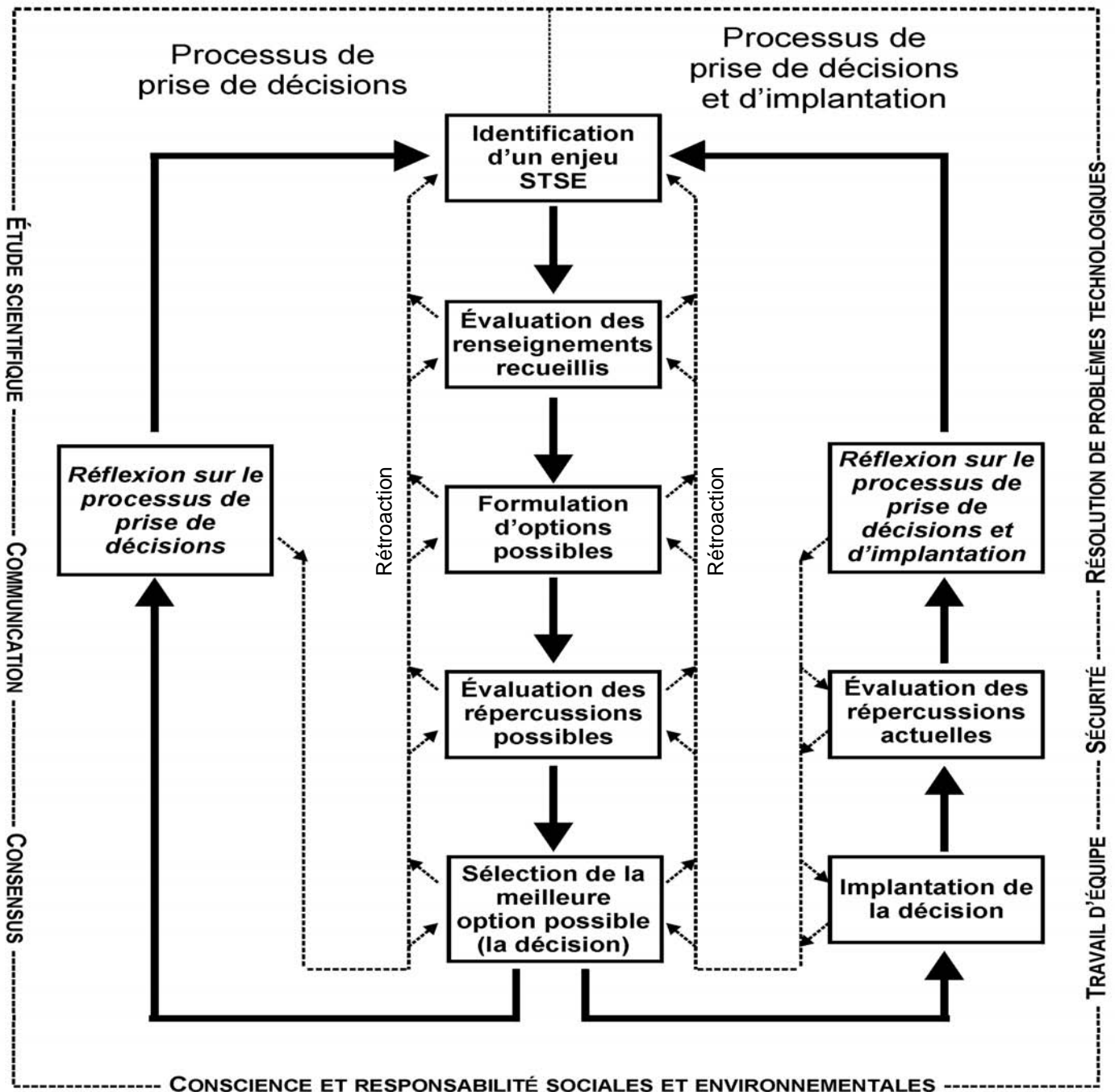


ANNEXE 23 : Processus de prise de décisions

Nom : _____

Date : _____

COMMENT ABORDER UN ENJEU STSE



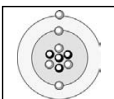
ANNEXE 24 : Exercice de réflexion

Nom : _____

Date : _____

Complète chacun des énoncés suivants et appuie ta réponse sur un ou deux exemples concrets.

Énoncés à compléter	Exemples concrets
Connaître les propriétés des substances est important pour ce qui est de la sécurité parce que ...	
Connaître les propriétés des substances est important pour ce qui est de l'environnement parce que ...	
Connaître les propriétés des substances est important pour ce qui est de la valeur commerciale parce que ...	
Connaître les propriétés des substances est important pour ce qui est de l'apparence et de la durabilité des objets parce que ...	
Connaître les propriétés des substances est important pour ce qui est de _____ parce que ...	



ANNEXE 25 : Symboles du SIMDUT

Nom : _____

Date : _____

Indique la signification de chacun des symboles de mise en garde suivants.





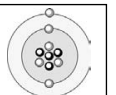












ANNEXE 26 : Questionnaire sur la fiche signalétique

Nom : _____

Date : _____

En te référant au document Échantillon de fiche signalétique tiré de *La sécurité en sciences de la nature* (pages 7.11-7.12), réponds aux questions suivantes.

1. Quel est le nom du produit? _____
2. Qui en est le fournisseur? _____
3. Quel est le numéro de téléphone d'urgence du fabricant? _____
4. Quel en est l'ingrédient principal? _____
5. Pourquoi y aurait-il d'autres ingrédients? _____

6. Quelle est l'apparence du produit? _____
7. Que signifie S/O? _____
8. Quelle est l'odeur de ce produit? _____
9. Est-ce un produit inflammable? _____
10. Avec quels autres produits est-il incompatible? _____

11. Quelle substance le produit forme-t-il en réagissant lentement avec l'humidité (H_2O) et le CO_2 ? _____

12. Que veut dire « absorption dermique » d'un produit? _____

13. Que veut dire « contact oculaire »? _____

14. Que veut dire « ingestion »? _____

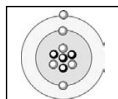
15. Quelle est la différence entre l'exposition aiguë et l'exposition chronique à un produit? _____

16. Quelle est la différence entre la cancérogénicité, la tératogénicité et la mutagénicité d'un produit chimique? _____

17. Quels types de gants doit-on utiliser avec ce produit? _____
18. Quel type d'appareil respiratoire sont de rigueur si l'on utilise ce produit? _____

19. Si l'on déverse de ce produit, on peut le ramasser avec une pelle et ensuite laver le plancher. Quelle substance sert à le neutraliser? _____
20. Si le produit est inhalé, quels sont les premiers soins à administrer? _____

21. Où cette fiche signalétique devrait-elle toujours être située? _____
Qui est responsable de son utilisation? _____



ANNEXE 27 : Feuille d'observation et de déduction

Nom : _____

Date : _____

Titre de l'expérience _____

1. *Quelles consignes de sécurité avons-nous suivies?* _____

2. *Quelles sont les substances d'origine (il s'agit des réactifs, s'il y a une réaction chimique)?* _____

3. *Quels sont les propriétés et l'aspect de chacune de ces substances d'origine?* _____

4. *Que se passe-t-il lorsque ces deux substances entrent en contact?* _____

5. *Quelle(s) substance(s) est(sont) présente(s) après qu'il y a eu contact entre les substances d'origine (il s'agit des produits, s'il y a une réaction chimique)?* _____

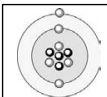
6. *Quels sont les propriétés et l'aspect de chacune de ces substances?* _____

7. *Peut-on déduire s'il s'agit d'un changement physique ou d'un changement chimique?* _____

8. *Quels seraient des indices qui viennent appuyer cette déduction?* _____

9. *Pourquoi ces indices laissent-ils entendre soit un changement physique, soit un changement chimique?* _____

10. *Cette expérience te rappelle-t-elle un changement observé dans la vie de tous les jours?* _____



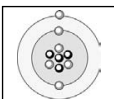
ANNEXE 28 : Changement physique ou chimique?

Nom : _____

Date : _____

Classifie chacun des changements suivants à savoir s'il est physique ou chimique. Justifie ta réponse en précisant les indices révélateurs.

SITUATION	TYPE DE CHANGEMENT	JUSTIFICATION
1. Gina a accroché son maillot de bain et sa serviette sur la corde à linge. Deux heures plus tard, ils sont secs.	Il s'agit d'un : __ changement physique __ changement chimique	
2. À son retour de vacances, Marvin trouve que la margarine laissée dans son frigo pendant deux semaines a un drôle de goût.	Il s'agit d'un : __ changement physique __ changement chimique	
3. Nathalie est très déçue que sa tablette de chocolat ait fondu sur le tableau de bord de sa voiture.	Il s'agit d'un : __ changement physique __ changement chimique	
4. Keith a mélangé une poudre blanche avec un acide incolore et un précipité violet est apparu au fond du becher.	Il s'agit d'un : __ changement physique __ changement chimique	
5. Andrea a utilisé du calfeutrage pour sceller la fissure entre la fenêtre et le mur. Il a durci en moins d'une heure.	Il s'agit d'un : __ changement physique __ changement chimique	

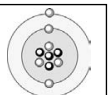


ANNEXE 28 : Changement physique ou chimique? (suite)

Nom : _____

Date : _____

6. Rauno a mélangé une poudre rouge avec un acide incolore. Le lendemain la poudre rouge était au fond du bécher et l'acide était toujours incolore.	Il s'agit d'un : ___ changement physique ___ changement chimique	
7. Après avoir fait des travaux de menuiserie pendant toute la journée, Béatrice a du brin de scie plein les cheveux.	Il s'agit d'un : ___ changement physique ___ changement chimique	
8. Somchine a préparé un mets laotien pour ses amis; il est particulièrement fier de son poulet mijoté à petit feu.	Il s'agit d'un : ___ changement physique ___ changement chimique	
9. Yasmin a apporté une belle salade pour le repas de Somchine. Sa salade comprend plus de sept différents légumes finement tranchés.	Il s'agit d'un : ___ changement physique ___ changement chimique	
10. Thierry aime bien surprendre ses cousins en allumant des pétards avec une pierre.	Il s'agit d'un : ___ changement physique ___ changement chimique	



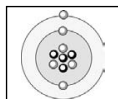
LES ATOMES ET LES ÉLÉMENTS

PORTFOLIO : Table des matières

Nom : _____

PIÈCE*	TYPE DE TRAVAIL	DATE	CHOISIE PAR
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

* Chaque pièce devrait être accompagnée d'une fiche d'identification.



PORTFOLIO : Fiche d'identification

Fiche d'identification

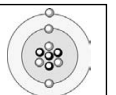
Nom de la pièce : _____

Apprentissage visé (connaissances, habiletés, attitudes) : _____

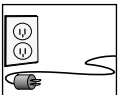
Remarques et réflexions personnelles au sujet de ce travail : _____

Ton niveau de satisfaction par rapport à ce travail :

1	2	3	4	5
pas satisfait(e) du tout				très satisfait(e)



LA NATURE DE L'ÉLECTRICITÉ



APERÇU DU REGROUPEMENT

Les notions d'électricité statique et de courant électrique sont liées au développement conceptuel du modèle particulaire de l'électricité. Pour élaborer et évaluer ce modèle, l'élève fabrique un appareil simple et étudie des phénomènes électrostatiques. L'étude du courant et des circuits électriques amène l'élève à prendre conscience de facteurs liés à la consommation d'énergie et à la sécurité. En outre, l'élève se renseigne sur l'hydroélectricité et examine un enjeu lié à la production et à la distribution de l'électricité au Manitoba.

CONSEILS D'ORDRE GÉNÉRAL

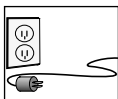
Les élèves ont étudié l'électricité statique en 3^e année et ils ont manipulé des circuits électriques simples en 6^e année. En secondaire 1, l'accent est mis sur une compréhension conceptuelle de l'électricité fondée sur des modèles historiques. Une série de démonstrations et d'expériences permet de revivre certaines découvertes scientifiques liées à l'électricité. Les élèves sont amenés à poser un nouveau regard sur les phénomènes électrostatiques afin de se construire une meilleure appréciation de la nature du courant électrique. De plus, les élèves étudient la consommation d'énergie électrique domiciliaire. Pour faciliter cet apprentissage, de nombreux organismes tels que Manitoba Hydro mettent à la disposition du grand public des ressources imprimées et audiovisuelles diverses; un accès à Internet est indispensable pour l'obtention de données récentes.

Tout au long de leur étude, les élèves auront besoin de piles à faible tension, de petites ampoules, de fils de raccordement, d'interrupteurs et d'autres pièces pour la construction de circuits électriques simples. Les appareils les plus utiles seront l'électroscope à boule de moelle de sureau, l'ampèremètre et le voltmètre.

Enfin, il serait préférable que les élèves aient maîtrisé les notions du regroupement 2 « Les atomes et les éléments » avant d'aborder « La nature de l'électricité ».

Deux pages reproductibles pour le portfolio figurent à la toute fin de ce regroupement. Elles sont de nature très générale et elles conviennent au portfolio d'apprentissage ou d'évaluation. Des suggestions pour la cueillette d'échantillons à inclure dans ce portfolio se trouvent dans la section de l'Introduction générale.

Dans le présent document, les termes de genre masculin sont utilisés pour désigner les personnes englobant à la fois les femmes et les hommes; ces termes sont utilisés sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger le texte.

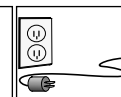


BLOCS D'ENSEIGNEMENT SUGGÉRÉS

Afin de faciliter la présentation des renseignements et des stratégies d'enseignement et d'évaluation, les RAS de ce regroupement ont été disposés en **blocs d'enseignement**. À souligner que, tout comme le regroupement lui-même, les blocs d'enseignement ne sont que des pistes suggérées pour le déroulement du cours de sciences de la nature. L'enseignant peut choisir de structurer son cours et ses leçons en privilégiant une autre approche. Quoi qu'il en soit, les élèves doivent réussir les RAS prescrits par le Ministère pour le secondaire 1.

Outre les RAS propres à ce regroupement, plusieurs RAS transversaux du secondaire 1 ont été rattachés aux blocs afin d'illustrer comment ils peuvent s'enseigner pendant l'année scolaire.

	Titre du bloc	RAS inclus dans le bloc	Durée suggérée
Bloc A	Les premiers modèles de l'électricité	S1-3-01, S1-3-02, <i>S1-0-7a, S1-0-7e, S1-0-8c</i>	150 à 180 min
Bloc B	Le modèle atomique et l'électricité	S1-3-03, S1-3-04, S1-3-05, <i>S1-0-5c, S1-0-7a</i>	120 à 150 min
Bloc C	Les phénomènes et les technologies électrostatiques	S1-3-06, S1-3-07, <i>S1-0-2c, S1-0-8d, S1-0-8g</i>	150 à 180 min
Bloc D	Le courant électrique	S1-3-08, S1-3-09, <i>S1-0-7e, S1-0-8b</i>	60 à 90 min
Bloc E	Le potentiel électrique et les sources d'énergie électrique	S1-3-10, S1-3-11, <i>S1-0-1a, S1-0-2a, S1-0-8d</i>	120 à 180 min
Bloc F	La résistance électrique	S1-3-12, <i>S1-0-8b</i>	30 à 60 min
Bloc G	Les circuits électriques en série et en parallèle	S1-3-13, S1-3-14, S1-3-15, <i>S1-0-3b</i>	180 à 240 min
Bloc H	Les liens entre le courant, la tension, la résistance et l'énergie électriques	S1-3-16, S1-3-17, <i>S1-0-3b, S1-0-3c, S1-0-4a</i>	30 à 60 min
Bloc I	Les installations électriques	S1-3-18, S1-3-19, <i>S1-0-2a, S1-0-7e, S1-0-8f</i>	120 à 150 min
Bloc J	La puissance électrique	S1-3-20, S1-3-21	60 à 90 min
Bloc K	La consommation d'énergie électrique	S1-3-22, S1-3-23, <i>S1-0-7c, S1-0-9f</i>	150 à 210 min
Bloc L	La production et la distribution de l'énergie électrique	S1-3-24, <i>S1-0-2d, S1-0-5d, S1-0-7b, S1-0-7d</i>	270 à 360 min
	<i>Récapitulation du regroupement et objectivation</i>		60 à 90 min
	Nombre d'heures suggéré pour ce regroupement		26 à 30 h



RESSOURCES ÉDUCATIVES POUR L'ENSEIGNANT

Vous trouverez ci-dessous une liste de ressources éducatives qui se prêtent bien à ce regroupement. Il est possible de se procurer la plupart de ces ressources à la Direction des ressources éducatives françaises (DREF) ou de les commander auprès du Centre des manuels scolaires du Manitoba (CMSM).

RESSOURCES ÉDUCATIVES RECOMMANDÉES POUR L'ENSEIGNANT

LIVRES

De l'étincelle à la centrale électrique, de Kathryn Whyman et Louis Morzac, collection Science en direct, Éd. Héritage (1990). ISBN 2-7130-1086-1. DREF 537 W629d.

Du Big Bang à l'électricité, de de Beauregard et autres, collection Les racines du savoir, Éd. Gallimard (1993). ISBN 2-07-058195-0. DREF 333.79 C837d. [les ressources énergétiques à travers les années]

L'électricité, de Philip Chapman, collection Le jeune scientifique, Éd. Usborne (1991). ISBN 0-7460-1101-6. DREF 621.3 C466e.

L'électricité, de Gérard Leclerc, collection La Physique et vous, Éd. Lidec (1986). ISBN 2-7608-3536-7. DREF 537 L462e.

L'électricité, de Steve Parker, collection Passion des sciences, Éd. Gallimard (1993). ISBN 2-07-56854-7. DREF 537 P243e.

L'électricité, de Pam Robson et Denis-Paul Mawet, collection Atelier Science, Éd. École active (1992). ISBN 2-89069-409-7. DREF 537 R667e.

L'électricité appliquée, de Kurt Harding Schick, Éd. McGraw Hill (1984). ISBN 0-07-548665-2. DREF 621.30202 S331e.

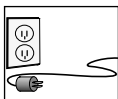
L'électricité... c'est magique, d'Albert Cantin, collection Luciole, Éd. E & T FTS (1997). ISBN 1-896369-26-X. DREF 537 C231e.

L'électricité et le magnétisme, d'Alfred Abouchar, collection Physique, Éd. Guérin (1984). ISBN 2-7601-1068-0. DREF 537 S155e.

Électricité et magnétisme, collection Thèmes-sciences, Edmonton Public Schools (1998). DREF 537 E38. [sécurité; situations dangereuses; circuits simples, en série et en parallèle]

L'électricité : expériences effectuées à l'aide d'ampoules électriques, de piles, de papier d'aluminium, d'épingles à linge et autres objets simples, de Marson et autres, collection Étude des sciences à l'aide de moyens simples, Éd. Plus faire pour apprendre (1987). ISBN 2-920871-03-X. DREF 531.078 M373é. [activités, constructions de circuits]

Électrostatique, de Marc Dionne et Richard Gauthier, collection Science, milieu de vie, Association des enseignants franco-ontariens. (1978). DREF 537.2078 D592m.



L'énergie, de Sally et Adrian Morgan, collection Science et concepts, Éd. Gamma (1993). ISBN 2-89069-474-7. DREF 531.6M849e. [types d'énergie, transformation d'énergie, électricité]

ÉnerSage : Programme de sensibilisation à l'énergie, de Rebecca Anders, Manitoba Hydro (1991). DREF 537.076 E56 02.

En quête des phénomènes électriques (Module 2), de Louis Daigle, collection Sciences physiques 416-436, Éd. HRW (1991). ISBN 0-03-926757-1. DREF 530 D827e 02.

En quête – Guide d'enseignement, Module 2, de Louis Daigle, Éd. HRW (1992). ISBN 0-03-926758-X. DREF 530 G827e 02. [beaucoup d'articles et d'activités]

[R] **L'enseignement des sciences de la nature au secondaire : Une ressource didactique**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (2000). ISBN 0-7711-2139-3. DREF P.D. CMSM 93965.

La fée Électricité, d'Alain Beltran, collection Découvertes, Sciences et Techniques, Éd. Gallimard (1991). ISBN 2-07-05133-8. DREF 537 B453f. [Hydro-Québec, circuits, piles électriques; livre séparé en sections distinctes; traite de l'historique; n'est pas axé sur le modèle atomique]

L'histoire de l'électricité au Manitoba, de Manitoba Hydro. DREF 354.49097127 E38. [50 pages illustrées; gratuit]

Introduction aux sciences 10, de William A. Andrews, Éd. Lidec (1993). ISBN 2-7608-3569-3. DREF 500 I61 10.

Mécanismes utilisant l'électricité, Éd. Edmonton Public Schools (1998). DREF 537 M486. [construction de circuits et d'appareils]

[R] **Omnisciences 9 – Feuilles reproductibles, Tome I**, de Gibbons et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-538-8. DREF 500 O55 9e. CMSM 90490. [accompagne le Guide d'enseignement]

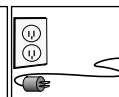
[R] **Omnisciences 9 – Feuilles reproductibles, Tome II**, de Gibbons et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-537-X. DREF 500 O55 9e. CMSM 90490. [accompagne le Guide d'enseignement]

[R] **Omnisciences 9 – Guide d'enseignement**, de Gibbons et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-316-4. DREF 500 O55 9e. CMSM 90487. [accompagne le Manuel de l'élève]

[R] **Omnisciences 9 – Manuel de l'élève**, de Galbraith et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2000). ISBN 2-89461-315-6. DREF 500 O55 9e. CMSM 94017.

Physique et chimie 6^e, de Carouge et autres, collection Cedis, Éd. Belin (1977). ISBN 2-7011-0277-4. DREF 530.0202 C822p. [recueil de questions et d'expériences]

Québec, Barrages au Grand Nord, d'Élisabeth Drye, collection Carnets du monde, Éd. Albin Michel (1994). ISBN 2-226-06255-6. DREF 333.914 D799q.



Les sciences apprivoisées 9 – Manuel de l'élève, de Roberts et autres, collection Les sciences apprivoisées, Éd. Guérin (1991). ISBN 0-471-79581-X. DREF 502.02 S416 09. CMSM 92861. [manuel scolaire utilisé en Alberta]

[R] **Sciences 9 – Manuel de l'élève**, de Plumb et autres, Éd. Beauchemin (2000). ISBN 2-7616-1032-6. DREF 500 S416 9e. CMSM 94014.

Sciences Plus 2, de McFadden et autres, Éd. de la Chenelière (1990). ISBN 0-7747-1378-X. DREF 500 A881 02. CMSM 94924. [manuel scolaire utilisé dans les provinces maritimes]

[R] **La sécurité en sciences de la nature : Un manuel ressource**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (1999). ISBN 0-7711-2136-9. DREF P.D. CMSM 91719.

[R] **Le succès à la portée de tous les apprenants**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (1997). ISBN 0-7711-2110-5. DREF 371.9 M278s. CMSM 91563. [stratégies de pédagogie différenciée]

300 m sur le magnétisme et l'électricité, de Gilles Gaudet, Conseil des Écoles séparées (1991). ISBN 1-55043-388-1. DREF 537.078 G266z.

AUTRES IMPRIMÉS

L'actualité, Éditions Rogers Media, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 20 fois par an; articles d'actualité canadienne et internationale]

Ça m'intéresse, Prisma Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; beaucoup de contenu STSE; excellentes illustrations]

De la centrale à la maison, Manitoba Hydro. DREF POSTER ÉLECTRICITÉ. [affiche; production et transport de l'électricité]

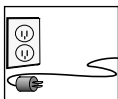
Eurêka : au cœur de la science, Bayard Presse, Paris (France). [revue mensuelle sur les sciences; très bien illustrée et d'actualité]

[R] **Exploiter la puissance de l'eau**, Manitoba Hydro. [brochure sur la construction de centrales hydroélectriques au Manitoba]

Extra : L'encyclopédie qui dit tout, Trustar Limitée, Montréal (Québec). [supplément hebdomadaire à la revue *7 jours*; contient d'excellents articles et renseignements scientifiques de tout genre]

[R] **Fiches de renseignements Éconergiques**, Manitoba Hydro. [divers appareils ménagers; distribution gratuite]

Fiches de renseignements sur les centrales de Manitoba Hydro, Manitoba Hydro. [Brandon, Dorsey, Grand Rapids, Great Falls, Jenpeg, Kelsey, Kettle, Limestone, Long Spruce, McArthur, Fleuve Nelson, Pine Falls, Radisson, Seven Sisters, Selkirk, rivière Winnipeg; distribution gratuite]



Géographica, Société géographique royale du Canada, Vanier (Ontario). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée tous les deux mois comme supplément à *L'actualité*; articles sur la géographie physique du Canada; STSE]

Interface, Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, Montréal (Québec). [revue bimensuelle de vulgarisation scientifique; recherches canadiennes]

National Geographic, National Geographic France, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; version française de la revue américaine *National Geographic Magazine*]

Pour la science, Éd. Bélin, Paris (France). [revue mensuelle; version française de la revue américaine *Scientific American*]

[R] **La production de l'électricité**, Manitoba Hydro. [brochure gratuite de 12 pages]

[R] **Protégez-Vous**, Le Magazine Protégez-Vous, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle à l'intention de la protection des consommateurs québécois; plusieurs articles sur des technologies de tous les jours et leurs répercussions sociales et médicales]

[R] **La province de l'hydroélectricité**, Manitoba Hydro. [brochure au sujet de réseaux de production, de transport et de distribution de l'électricité; distribué gratuitement]

[R] **Québec Science**, La Revue Québec Science, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 10 fois par an]

[R] **Science et vie junior**, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; excellente présentation de divers dossiers scientifiques; explications logiques avec beaucoup de diagrammes]

[R] **Science et vie**, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles plus techniques]

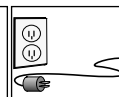
Sciences et avenir, La Revue Sciences et avenir, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles détaillés]

Science illustrée, Groupe Bonnier France, Boulogne-Billancourt (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles bien illustrés et expliqués]

[R] **La sécurité électrique à la maison et au travail**, Culver Company (1995). [excellente brochure distribuée gratuitement par Manitoba Hydro]

[R] **La sécurité électrique avant tout**, Manitoba Hydro. [brochure distribuée gratuitement; jeux et exercices divers]

Vue en coupe d'une génératrice à turbine type d'une centrale hydroélectrique, Manitoba Hydro. DREF POSTER CENTRALES. [affiche]



MATÉRIEL DIVERS

Multimètre économique. DREF M.-M. 621.37 M961.

VIDÉOCASSETTES

L'ampoule, de Gabriel Hoss, collection Comment c'est fait, Prod. Holia Film (1982). DREF JGWV / V5944, V6815. [5 min; la fabrication de l'ampoule; sans narration]

Aristote et l'ambre jaune – La bouteille de Leyde, collection Les aventures électriques de Zeltron, Prod. Antenne 2 (1983). DREF BLQD / V7441. [11 min; concepts historiques de l'électricité]

L'attraction c'est physique, collection Science-friction, Prod. Télé-Québec (1997). DREF 42999 / V4387. [25 min ; magnétisme et électricité; très bien]

Cas d'urgence à Manitoba Hydro : lignes CCHT, Manitoba Hydro (1996). [35 min; description de la tempête du 5 septembre 1996 dans les environs de Grosse Isle et des dommages encourus par le réseau de transmission en courant continu à haute tension de Manitoba Hydro; comprend des entrevues avec des employés de Manitoba Hydro qui ont su maîtriser la situation]

La centrale de Pine Falls : une visite guidée, Manitoba Hydro (1993). DREF 44299 / V8277, V8278. [12 min]

Le « chant » magnétique de M. Ampère – La disparition d'Électra, collection Les Aventures électriques de Zeltron, Prod. Antenne 2 (1983). DREF BLQH / V7442. [11 min]

Créer et contrôler l'électricité dynamique, Manitoba Hydro (1991). [13 min; description des deux genres d'électricité – statique et dynamique; explication de termes tels que « conducteur » et « isolant »]

La danse des électrons, collection Science-friction, Prod. Télé-Québec (1996). DREF 42982 / V4190. [25 min; génie électrique]

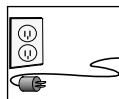
Électra et les Naiades – Ça chauffe chez Électra, collection Les Aventures électriques de Zeltron, Prod. Antenne 2 (1983). DREF BLQB / V7440. [11 min; fabrication de l'électricité]

L'électricité, collection Les atomes crochus, Prod. Films Azimut (1990). DREF 42880 / V4704. [28 min; peu animé]

L'électricité, collection Les débrouillards, Prod. S.D.A. (1990). DREF JUTU / V4336. [28 min; utilité de l'électricité; orages, paratonnerres, conducteurs; très général, traite surtout de la vie sans électricité]

Électricité courante et statique, collection Science physique, Prod. Coronet (1985). DREF JHDR / V7560. [16 min; charges par induction; applications électrostatiques; comparaisons entre charges statiques et courant électrique]

L'électricité et le magnétisme, collection Science physique, Prod. Coronet (1985). DREF JHCR / V7561. [15 min; liens électromagnétiques dans plusieurs technologies; extension des notions du secondaire 1]



L'électricité et vous, Manitoba Hydro (1993). [11 min; présentation des faits sur l'électricité; la production de l'électricité et son acheminement vers les localités et les résidences]

L'énergie, collection Omni science, Prod. Radio-Québec (1989). DREF JGNR / V8244. [26 min; la 2^e partie traite de l'électricité; la 3^e partie traite de l'hydrogène; électrostatique, piles, piles d'hydrogènes, sources renouvelables d'énergie]

Les énergies de remplacement : combustibles de l'avenir, Manitoba Hydro (1993). [20 min; exposé sur l'importance et les possibilités d'une nouvelle génération de sources d'énergie, dont le Soleil, le vent et la géothermie]

[R] **Explorer l'énergie**, Manitoba Hydro (1995). [15 min; présentation de l'énergie sous différentes formes; examen et illustration des changements de formes]

Gare aux fils : l'électricité et la sécurité à la ferme, Manitoba Hydro (1992). [20 min; comment éviter que l'équipement agricole entre accidentellement en contact avec les lignes électriques]

L'histoire de Limestone : l'énergie venant du nord, Manitoba Hydro (1993). [18 min; planification et construction de l'un des plus importants projets hydroélectriques entrepris au Manitoba – comprend des illustrations et des séquences animées]

L'Îlectricité, Hydro-Québec (1991). DREF 42901 / V4114. [10 min; comment les Îles-de-la-Madeleine subviennent à leurs besoins énergétiques]

La magie des aimants, Manitoba Hydro (1991). [12 min; exploration du magnétisme et des liens entre le magnétisme et l'électricité]

[R] **Mesurer et utiliser l'électricité**, Manitoba Hydro (1991). [12 min; explication de notions telles que la tension, l'intensité, la puissance ainsi que les caractéristiques essentielles d'un circuit]

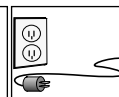
Néon, de Gabriel Hoss, collection Comment c'est fait, Prod. Holia Film (1985). DREF JGWI / V6828 ou FATM / V5959. [5 min ; sans narration; la fabrication des tubes de néon]

Le phare à dés – Le coup de foudre de Franklin, collection Les Aventures électriques de Zeltron, Prod. Antenne 2 (1979). DREF BLPV / V5559. [11 min; animation; électricité statique]

Les piles, de Gabriel Hoss, collection Comment c'est fait, Prod. Holia Film (1985). DREF JGWJ / V6482 ou FAUM / V5957. [5 min; sans narration; fabrication des piles]

Plein de puces!, collection Science-friction, Prod. Télé-Québec (1997). DREF 42993 / V4693. [25 min; circuits électroniques]

Pour électrons seulement, Prod. Hydro-Québec (1986). ISBN 255017223X. DREF 42890 / V8775. [24 min; nature et production de l'électricité; courant, centrales et turbines, champ magnétique, électro-aimants; guide pédagogique]



Pour en savoir plus sur l'hydroélectricité, Hydro-Québec (1993). DREF 42889 / V4111. [17 min; construction d'un barrage, assemblage d'un groupe turbine, alternateur; montre la construction d'un barrage et la production de l'électricité]

[R] **La production de l'électricité**, Manitoba Hydro (1998). DREF 47072 / V6612. [28 min; 1^{re} partie : la production de l'électricité à partir du monde subatomique jusqu'à la centrale hydro-électrique; 2^e partie : acheminement de l'électricité grâce au réseau de lignes de Manitoba Hydro]

La production de l'électricité, Manitoba Hydro (1991). [14 min; génératrices, techniques nécessaires pour produire l'énergie]

Les robots au travail, collection Science-friction, Prod. Téléféric (1996). DREF 42984 / V4173. [26 min; robots et technologie]

Roméon et Juliette – Le coup de bambou d'Edison, collection Les Aventures électriques de Zeltron, Prod. Antenne 2 (1979). DREF BLPY / V5558. [11 min; pile électrique]

[R] **Une étincelle dans le noir : l'électricité statique**, Manitoba Hydro (1991). [14 min; étude des trois particules principales qui composent l'atome ainsi que de la façon dont les objets gagnent ou perdent des électrons]

DISQUES NUMÉRISÉS ET LOGICIELS

Électricité et magnétisme, collection Clic-Doc, Éd. Flammarion (1999). ISBN 2081609835. DREF 537 W552e. [ensemble livre/cédérom]

Encyclopédie de la consommation Protégez-vous, Logiciels de Marque (1997). DREF CD-ROM 640.73 P967. [contenu de la revue québécoise du même nom, de 1992 à 1997; évaluation de divers appareils électroménagers]

Encyclopédie des sciences, Éd. Larousse (1996). DREF CD-ROM 511 B976.

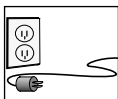
Évalutel Sciences physiques : Électricité, Prod. Évalutel Multimédia (1997). DREF CD-ROM 537 E92. [notions avancées; approche autodidacte]

Le génie d'Edison, Prod. Edusoft (1997). DREF CD-ROM 511 B976.

Invention et inventeurs, Prod. Hachette (1997). DREF CD-ROM 609 I69.

La physique, une question de principes, Prod. Micro-Intel. DREF CD-ROM 531 P578.

Science Interactive, Prod. Hachette (1997). DREF CD-ROM 503 E56.



SITES WEB

Les adresses électroniques de ces sites sont susceptibles de changer.

La date entre parenthèses indique notre plus récente consultation.

Accidents électriques. <http://home.worldnet.fr/~galli/electric.html> (août 2000). [dangers de l'électricité]

Agence Science-Press. <http://www.sciencepresse.qc.ca/index.html> (novembre 2000). [excellent répertoire des actualités scientifiques issues de nombreuses sources internationales; dossiers très informatifs]

[R] Association canadienne de l'électricité. http://www.canelect.ca/connexions_enligne/accueil.htm (janvier 2001). [site Web; actualités, technologies, enjeux environnementaux, entreprises membres]

Association canadienne de normalisation. http://www.csa.ca/french/fr_home/index.htm (janvier 2001). [de nombreux communiqués sur la sécurité liée à l'électricité]

Astuces pour mieux comprendre. <http://perso.wanadoo.fr/c.david/astuces.htm> (août 2000). [renseignements sur le courant électrique, la résistance, etc.]

Les barrages. <http://www.edf.fr/EDF/html/fr/decouvertes/voyage/barrage/barrage.html> (août 2000). [la production hydroélectrique en France et ailleurs; site bien organisé]

Les bases de l'électronique. <http://www.multimania.com/bftel/> (septembre 2000). [vulgarisation scientifique pour le grand public]

Club ER. <http://www.ireseau.com/usagers/sylvainl/index.htm> (septembre 2000). [énergies renouvelables]

Conseil canadien des normes. <http://www.scc.ca/homef.html> (janvier 2001). [règlements gouvernementaux pour la fabrication d'appareils et de matériel électrique]

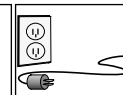
Conservation Manitoba. <http://www.gov.mb.ca/natres/> (janvier 2001). [ministère responsable des ressources énergétiques; la section « L'électricité au Manitoba » est particulièrement utile]

Cyberphysique : Électricité et magnétisme. <http://cyberphysique.citeweb.net/electricite.html> (septembre 2000). [animations PowerPoint]

Les éclairs : un naturel électrisant. <http://www.info.polymtl.ca/~folitech/publica/scien-3-2/eclaire.htm> (août 2000).

L'éducation au service de la Terre. http://www.schoolnet.ca/learning/teacher/index_fr.html (septembre 2000). [site canadien portant sur l'enseignement du développement durable; de nombreuses leçons et activités associées à divers thèmes]

L'électron : Historique de l'électricité. <http://perso.wanadoo.fr/naidon/pascal/science/physique/TIPE/tipe02.html> (août 2000).



L'électronique selon Spock. http://membres.tripod.fr/spock_27/ (septembre 2000). [vulgarisation des concepts de l'électronique]

Énergie Nouveau-Brunswick. <http://www.nbpower.com/fr/index.html> (mai 2000). [renseignements, entre autres, sur l'énergie nucléaire et sur les appareils électroménagers]

Énergie solaire Québec. <http://www.clic.net/~esq/> (août 2000).

Énergies renouvelables. <http://www.edf.fr/EDF/html/fr/decouvertes/voyage/renouvelables/renouvelables.html> (août 2000).

Éole. <http://www.eole.org/> (août 2000). [éoliennes et énergie du vent]

La foudre. http://galileo.cyberscol.qc.ca/InterMet/pheno_extreme/p_foudre.htm (septembre 2000).

[R] **Le grand dictionnaire terminologique.** <http://www.granddictionnaire.com/> (janvier 2001). [dictionnaire anglais-français de terminologie liée aux sciences et à la technologie; offert par l'Office de la langue française du Québec]

Grand dossier Québec Science : L'énergie au Québec – Un tour d'horizon. http://www.cybersciences.com/cyber/1.0/1_562_Menu.htm (mai 2000). [hydroélectricité, fusion thermonucléaire, énergie éolienne, hydrogène]

[R] **Hydro Manitoba.** http://www.hydro.mb.ca/fr_index.html (mai 2000). [renseignements sur la production et la distribution de l'hydroélectricité ainsi que sur la consommation énergétique des appareils ménagers]

[R] **Hydro-Québec.** <http://www.hydro.qc.ca/> (mai 2000). [les sections « Comprendre! » et « L'hydroélectricité et l'environnement » sont particulièrement utiles; beaucoup de renseignements et des liens pédagogiques]

Hydro-Québec : Comprendre... la sécurité. <http://www.hydroquebec.com/securite/> (janvier 2001). [excellente ressource]

Intersciences. <http://www.cyberus.ca/~ajdesor/desormeaux.htm> (janvier 2001). [excellent répertoire de sites Web portant sur les sciences; un grand nombre de sites en français]

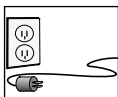
Leçons sur l'histoire de l'électricité. <http://www.electricite.ch/lecon.html#TOP> (janvier 2001).

Le maglev. <http://www.multimania.com/maglev/> (septembre 2000). [explication du train à lévitation magnétique]

Manitoba Hydro. http://www.hydro.mb.ca/fr_index.html (janvier 2001). [renseignements divers, à l'intention de leur clientèle et des élèves; les numéros d'HydroLignes sont très pertinents]

Office de l'efficacité énergétique. <http://oee.rncan.gc.ca/> (août 2000). [site du gouvernement canadien]

Pour la science. <http://www2.pourlascience.com/> (octobre 2000). [revue française qui traite des découvertes scientifiques]



Projet Vulcain. <http://www.multimania.com/projetvulcain/> (septembre 2000). [chauffage d'un domicile à l'énergie solaire]

Québec Science. http://www.cybersciences.com/Cyber/0.0/0_0.asp (octobre 2000). [revue canadienne qui traite de découvertes scientifiques]

Radio-Canada : Science-technologie. <http://www.radio-canada.ca/sciencetechno/> (octobre 2000). [actualités, reportages]

Le réseau Franco-Science. <http://www.franco-science.org/> (octobre 2000). [répertoire des sciences en français géré par l'Agence Science-Pressé]

[R] **Sciences en ligne.** <http://www.sciences-en-ligne.com/> (octobre 2000). [excellent magazine en ligne sur l'actualité scientifique; comprend un dictionnaire interactif pour les sciences à l'intention du grand public]

Sciences et avenir quotidien. <http://quotidien.sciencesetavenir.com/> (octobre 2000). [revue française qui traite de l'actualité scientifique]

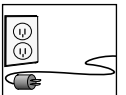
Sources d'énergie de remplacement. <http://www.gov.mb.ca/em/energy/alternative/index.html> (août 2000). [site du gouvernement manitobain]

Le tour du monde en 16 circuits. <http://www.ac-nancy-metz.fr/Pres-etab/CollJeanMoulinRevigny/> (août 2000). [exercices sur les circuits électriques]

Un peu d'histoire : L'électricité. <http://www.inrp.fr/lamap/scientifique/electricite/histoire/electricite.htm> (août 2000).

LIEUX ET ÉVÉNEMENTS

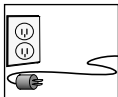
Manitoba Hydro, Winnipeg et autres endroits (Manitoba). [société d'état qui produit de l'hydroélectricité; visites guidées à diverses centrales]



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES

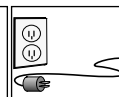
L'élève sera apte à :

- S1-3-01 faire des démonstrations qui appuient l'existence de deux types de charges;
RAG : A2, C2, C5
- S1-3-02 discuter des premiers modèles de l'électricité afin de reconnaître que les modèles scientifiques évoluent, entre autres le modèle du fluide unique, le modèle des deux fluides, le modèle particulaire;
RAG : A1, A2, A5, C8
- S1-3-03 expliquer comment un événement inattendu peut remettre en question le modèle particulaire de l'électricité, entre autres l'attraction exercée par des objets chargés sur des objets neutres;
RAG : A1, A2, A3, C8
- S1-3-04 lier le modèle particulaire de l'électricité à la structure atomique;
RAG : A1, A2, D3
- S1-3-05 étudier et expliquer des phénomènes électrostatiques en s'appuyant sur le modèle particulaire de l'électricité, entre autres la conservation de la charge, la conduction, la mise à la terre, l'attraction d'un isolant neutre, l'induction;
RAG : A2, D3, D4, E4
- S1-3-06 étudier des technologies et des phénomènes électrostatiques courants et décrire des mesures qui réduisent les risques associés à l'électrostatique,
par exemple la photocopie, les bandes qui diminuent la surcharge électrostatique, la foudre, la peinture par pulvérisation électrostatique, l'électrofiltre;
RAG : A5, B1, C1, D4
- S1-3-07 fabriquer au moins un appareil électrostatique et en expliquer le fonctionnement en s'appuyant sur le modèle particulaire de l'électricité,
entre autres un électrophore;
RAG : A2, C3, D3, D4
- S1-3-08 démontrer et expliquer les ressemblances entre l'électricité statique et le courant électrique, entre autres observer la décharge d'un électrophore dans une ampoule au néon;
RAG : C3, D4, E4
- S1-3-09 définir « courant électrique » comme une charge par unité de temps et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation,
entre autres $I = \frac{Q}{t}$;
RAG : C2, C3, D4
- S1-3-10 définir « tension (différence de potentiel électrique) » comme l'énergie par unité de charge entre deux points le long d'un conducteur et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation,
entre autres $V = \frac{E}{Q}$;
RAG : C2, C3, D4
- S1-3-11 relever les cinq sources d'énergie électrique ainsi que des technologies connexes, entre autres les sources chimiques, photoélectriques, thermoélectriques, électromagnétiques et piézoélectriques;
RAG : B1, D4, E4
- S1-3-12 décrire la résistance en s'appuyant sur le modèle particulaire de l'électricité;
RAG : A2, D3, E2



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES (suite)

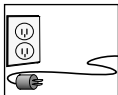
- S1-3-13 construire des circuits électriques à partir de schémas,
entre autres des circuits en série et des circuits en parallèle;
RAG : C3, D4, E4
- S1-3-14 mesurer la tension (différence de potentiel électrique), le courant et la résistance à l'aide d'instruments
et d'unités appropriés;
RAG : C2, C3, D4
- S1-3-15 comparer la tension (différence de potentiel électrique) et le courant dans des circuits en série à ceux
dans des circuits en parallèle,
entre autres des circuits composés de piles, des circuits composés de résistances;
RAG : C3, D4
- S1-3-16 étudier et décrire qualitativement la relation entre le courant, la tension (différence de potentiel
électrique) et la résistance dans un circuit électrique simple;
RAG : C2, D4, E4
- S1-3-17 lier l'énergie dépensée dans un circuit à la résistance, au courant et à la luminosité des ampoules;
RAG : D4
- S1-3-18 décrire divers composants de l'installation électrique d'une maison, expliquer pourquoi on y privilégie
les circuits en parallèle et décrire des mesures prises pour assurer la sécurité des occupants,
entre autres les interrupteurs, les fusibles, les disjoncteurs, les prises;
RAG : A5, B1, B2, C1
- S1-3-19 décrire des dispositifs de sécurité qui entrent dans la conception d'appareils électriques courants et des
précautions à prendre lors de l'utilisation de ces appareils,
par exemple la bouilloire, la chauffe-éponge, le grille-pain;
RAG : A5, B1, C1, D4
- S1-3-20 définir « puissance électrique » comme l'énergie par unité de temps et résoudre des problèmes
scientifiques comportant cette relation,
entre autres $P = \frac{E}{t}$;
RAG : C2, C3, D4
- S1-3-21 élaborer une formule pour calculer le coût de la consommation électrique d'une famille et résoudre des
problèmes scientifiques comportant cette relation,
entre autres coût = P x temps x tarif ($\frac{\text{prix}}{\text{kW}\cdot\text{h}}$);
RAG : B2, C2, C3, D4
- S1-3-22 analyser la consommation d'énergie électrique d'une famille,
entre autres le calcul de la consommation en s'appuyant sur les étiquettes ÉnerGuide, la lecture du
compteur électrique, l'interprétation de la facture électrique mensuelle;
RAG : B5, C4, C5, C8
- S1-3-23 reconnaître et expliquer l'importance de prendre des décisions qui visent à conserver l'énergie électrique;
RAG : B2, B5, C4, C8
- S1-3-24 utiliser le processus de prise de décisions afin d'examiner un enjeu lié à la production et à la distribution
de l'électricité au Manitoba,
entre autres l'énergie hydroélectrique, la durabilité.
RAG : B2, B5, C4, C8



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX

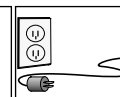
L'élève sera apte à :

	Étude scientifique	Prise de décisions
1. Initiation	<p>S1-0-1a proposer des questions vérifiables expérimentalement; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C2</p> <p>S1-0-1b sélectionner diverses méthodes permettant de répondre à des questions précises et en justifier le choix; (FL2 : PÉ4, PO4; Maths S1 : 1.1.6) RAG : C2</p>	<p>S1-0-1c relever des enjeux STSE que l'on pourrait examiner; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p> <p>S1-0-1d amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des divers intervenants concernés; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p>
2. Recherche	<p>S1-0-2a ☛ sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines; (FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p> <p>S1-0-2b évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information; (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; TI : 2.2.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C5, C8</p> <p>S1-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques; (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p>	<p>S1-0-2d passer en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à un enjeu STSE, <i>par exemple l'opinion des gouvernements, du public, des environmentalistes et des autochtones en ce qui concerne le développement hydroélectrique; les points de vue religieux, sociaux et médicaux sur le dépistage génétique;</i> (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : B1, C4</p>
	<p>S1-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou sur des événements observés; (FL2 : CÉ1, CO1) RAG : C2</p> <p>S1-0-3b relever des relations mathématiques possibles entre des variables, <i>par exemple la relation entre le courant et la résistance;</i> (Maths 8^e : 1.1.2; Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4) RAG : C2</p> <p>S1-0-3c planifier une étude afin de répondre à une question précise, entre autres préciser le matériel nécessaire; déterminer les variables dépendantes, indépendantes ou contrôlées; préciser les méthodes et les mesures de sécurité à suivre; (FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C1, C2</p>	<p>S1-0-3d résumer les données pertinentes ainsi que les arguments et les positions déjà exprimés relativement à un enjeu STSE; (FL1 : CO5; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C4</p> <p>S1-0-3e déterminer des critères pour l'évaluation d'une décision STSE, <i>par exemple le mérite scientifique; la faisabilité technologique; des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques; la sécurité; le coût; la durabilité;</i> (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : B5, C1, C3, C4</p> <p>S1-0-3f proposer et développer des options qui pourraient mener à une décision STSE; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : C4</p>
3. Planification		




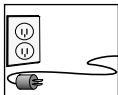
RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
4. Réalisation d'un plan	<p>S1-0-4a ➡ mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres contrôler les variables, répéter des expériences pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats; (TI : 1.3.1) RAG : C1, C2</p> <p>S1-0-4b faire preuve d'habitudes de travail qui tiennent compte de la sécurité personnelle et collective, et qui témoignent de son respect pour l'environnement, entre autres la connaissance et l'emploi des mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés; RAG : B3, B5, C1, C2</p> <p>S1-0-4c interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques; RAG : C1, C2</p>	<p>S1-0-4d employer diverses méthodes permettant d'anticiper les répercussions de différentes options STSE, <i>par exemple une mise à l'essai, une implantation partielle, une simulation, un débat;</i> (FL2 : PO1) RAG : C4, C5, C6, C7</p>
	<p>S1-0-4e ➡ travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils surgissent; (FL2 : PO5) RAG : C2, C4, C7</p> <p>S1-0-4f assumer divers rôles et partager les responsabilités au sein d'un groupe, et évaluer les rôles qui se prêtent le mieux à certaines tâches; (FL2 : PO5) RAG : C2, C4, C7</p>	
5. Observation, mesure et enregistrement	<p>S1-0-5a sélectionner et employer des méthodes et des outils appropriés à la collecte de données et de renseignements; (FL2 : PÉ1, PÉ4, PO1, PO4; Maths 8^e : 2.1.2; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.1) RAG : C2</p> <p>S1-0-5b estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI; (Maths 8^e : 4.1; Maths S1 : 9.1) RAG : C2</p> <p>S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia; (FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2) RAG : C2, C5</p>	<p>S1-0-5d évaluer différentes options pouvant mener à une décision STSE, compte tenu des critères prédéterminés, <i>par exemple le mérite scientifique; la faisabilité technologique; des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques; la sécurité; le coût; la durabilité;</i> (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 3.2.3) RAG : B5, C1, C3, C4</p>



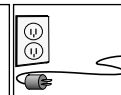
RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
6. Analyse et interprétation	<p>S1-0-6a  reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations; (FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1.3; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; TI : 1.3.1, 3.3.1) RAG : C2, C5</p> <p>S1-0-6b relever des écarts dans les données et en suggérer des explications, <i>par exemple les sources d'erreur;</i> (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4) RAG : C2</p> <p>S1-0-6c évaluer le plan initial d'une étude scientifique et proposer des améliorations, <i>par exemple relever les forces et les faiblesses des méthodes utilisées pour la collecte des données;</i> (FL1 : L3; FL2 : CÉ5, CO5, PÉ5, PO5) RAG : C2, C5</p>	<p>S1-0-6d adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées; RAG : C3, C4, C5, C8</p>
7. Conclusion et application	<p>S1-0-7a tirer une conclusion qui explique les résultats d'une étude scientifique, entre autres expliquer les relations de cause à effet, déterminer d'autres explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction; (FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5) RAG : C2, C5, C8</p>	<p>S1-0-7b sélectionner parmi les options la meilleure décision STSE possible et déterminer un plan d'action pour implanter cette décision; (FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4) RAG : B5, C4</p> <p>S1-0-7c implanter une décision STSE et en évaluer les effets; (FL2 : PÉ1, PO1) RAG : B5, C4, C5, C8</p> <p>S1-0-7d réfléchir sur le processus utilisé pour sélectionner ou implanter une décision STSE et suggérer des améliorations à ce processus; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : C4, C5</p>
	<p>S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension; (FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5) RAG : C2, C3, C4</p>	



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
8. Réflexion sur la nature des sciences et de la technologie	<p>S1-0-8a ☞ distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits; RAG : A3</p> <p>S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : A2, A3, C2, C3</p> <p>S1-0-8c ☞ décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution; RAG : A2, A5</p> <p>S1-0-8d ☞ décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques; RAG : A5</p> <p>S1-0-8e discuter du fait que des personnes de diverses cultures ont contribué au développement des sciences et de la technologie; (FL1 : C1; FL2 : CÉ3, CO3, V) RAG : A4, A5</p> <p>S1-0-8f établir des liens entre ses activités personnelles et les métiers qui l'intéressent, d'une part, et des disciplines scientifiques précises, d'autre part; RAG : B4</p> <p>S1-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société et l'environnement, entre autres des changements importants dans les conceptions scientifiques du monde, des conséquences imprévues à l'époque; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1, PO1) RAG : B1</p>	
9. Démonstration des attitudes scientifiques et technologiques	<p>S1-0-9a ☞ apprécier et respecter le fait que les sciences et la technologie ont évolué à partir de points de vue différents, tenus par des femmes et des hommes de diverses sociétés et cultures; (FL2 : CÉ3, CO3) RAG : A4</p> <p>S1-0-9b ☞ s'intéresser à un large éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences et à la technologie; RAG : B4</p> <p>S1-0-9c faire preuve de confiance dans sa capacité de mener une étude scientifique ou d'examiner un enjeu STSE; (FL2 : V) RAG : C2, C4, C5</p> <p>S1-0-9d valoriser l'ouverture d'esprit, le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision et la persévérance en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques; (FL2 : V) RAG : C2, C3, C4, C5</p> <p>S1-0-9e ☞ se sensibiliser à l'équilibre qui doit exister entre les besoins humains et un environnement durable, et le démontrer par ses actes; RAG : B5, C4</p> <p>S1-0-9f faire preuve d'un engagement personnel proactif envers des enjeux STSE. RAG : B5, C4</p>	



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX

Le but des résultats d'apprentissage manitobains en sciences de la nature est d'inculquer à l'élève un certain degré de culture scientifique qui lui permettra de devenir un citoyen renseigné, productif et engagé. **Une fois sa formation scientifique au primaire, à l'intermédiaire et au secondaire complétée, l'élève sera apte à :**

Nature des sciences et de la technologie

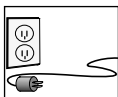
- A1. reconnaître à la fois les capacités et les limites des sciences comme moyen de répondre à des questions sur notre monde et d'expliquer des phénomènes naturels;
- A2. reconnaître que les connaissances scientifiques se fondent sur des données, des modèles et des explications, et évoluent à la lumière de nouvelles données et de nouvelles conceptualisations;
- A3. distinguer de façon critique les sciences de la technologie, en fonction de leurs contextes, de leurs buts, de leurs méthodes, de leurs produits et de leurs valeurs;
- A4. identifier et apprécier les contributions qu'ont apportées des femmes et des hommes issus de diverses sociétés et cultures à la compréhension de notre monde et à la réalisation d'innovations technologiques;
- A5. reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et progressent mutuellement;

Sciences, technologie, société et environnement (STSE)

- B1. décrire des innovations scientifiques et technologiques, d'hier et d'aujourd'hui, et reconnaître leur importance pour les personnes, les sociétés et l'environnement à l'échelle locale et mondiale;
- B2. reconnaître que les poursuites scientifiques et technologiques ont été et continuent d'être influencées par les besoins des humains et le contexte social de l'époque;
- B3. identifier des facteurs qui influent sur la santé et expliquer des liens qui existent entre les habitudes personnelles, les choix de style de vie et la santé humaine aux niveaux personnel et social;
- B4. démontrer une connaissance et un intérêt personnel pour une gamme d'enjeux, de passe-temps et de métiers liés aux sciences et à la technologie;
- B5. identifier et démontrer des actions qui favorisent la durabilité de l'environnement, de la société et de l'économie à l'échelle locale et mondiale;

Habiletés et attitudes scientifiques et technologiques

- C1. reconnaître les symboles et les pratiques liés à la sécurité lors d'activités scientifiques et technologiques ou dans sa vie de tous les jours, et utiliser ces connaissances dans des situations appropriées;
- C2. démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique;
- C3. démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes technologiques;
- C4. démontrer des habiletés de prise de décisions et de pensée critique lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur de l'information scientifique et technologique;



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX (suite)

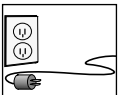
- C5. démontrer de la curiosité, du scepticisme, de la créativité, de l'ouverture d'esprit, de l'exactitude, de la précision, de l'honnêteté et de la persistance, et apprécier l'importance de ces qualités en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques;
- C6. utiliser des habiletés de communication efficaces et des technologies de l'information afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;
- C7. travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui lors de ses activités scientifiques et technologiques;
- C8. évaluer, d'une perspective scientifique, les idées et les renseignements rencontrés au cours de ses études et dans la vie de tous les jours;

Connaissances scientifiques essentielles

- D1. comprendre les structures et les fonctions vitales qui sont essentielles et qui se rapportent à une grande variété d'organismes, dont les humains;
- D2. comprendre diverses composantes biotiques et abiotiques, ainsi que leurs interactions et leur interdépendance au sein d'écosystèmes, y compris la biosphère en entier;
- D3. comprendre les propriétés et les structures de la matière ainsi que diverses manifestations et applications communes des actions et des interactions de la matière;
- D4. comprendre comment la stabilité, le mouvement, les forces ainsi que les transferts et les transformations d'énergie jouent un rôle dans un grand nombre de contextes naturels et fabriqués;
- D5. comprendre la composition de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la lithosphère ainsi que des processus présents à l'intérieur de chacune d'elles et entre elles;
- D6. comprendre la composition de l'Univers et les interactions en son sein ainsi que l'impact des efforts continus de l'humanité pour comprendre et explorer l'Univers;

Concepts unificateurs

- E1. décrire et apprécier les similarités et les différences parmi les formes, les fonctions et les régularités du monde naturel et fabriqué;
- E2. démontrer et apprécier comment le monde naturel et fabriqué est composé de systèmes et comment des interactions ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux;
- E3. reconnaître que des caractéristiques propres aux matériaux et aux systèmes peuvent demeurer constantes ou changer avec le temps et décrire les conditions et les processus en cause;
- E4. reconnaître que l'énergie, transmise ou transformée, permet à la fois le mouvement et le changement, et est intrinsèque aux matériaux et à leurs interactions.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc A **Les premiers modèles de l'électricité**

L'élève sera apte à :

S1-3-01 faire des démonstrations
qui appuient l'existence de
deux types de charges;
RAG : A2, C2, C5

S1-3-02 discuter des premiers
modèles de l'électricité afin
de reconnaître que les
modèles scientifiques
évoluent,
entre autres le modèle du
fluide unique, le modèle des
deux fluides, le modèle
particulaire;
RAG : A1, A2, A5, C8

Stratégies d'enseignement suggérées

En 3^e année, les élèves ont abordé quelques phénomènes électrostatiques ainsi que la présence des charges électriques; en 6^e année, ils ont manipulé de simples circuits électriques. De par leur expérience de vie, les élèves connaissent l'électricité statique et le courant électrique. L'objectif de ce regroupement est de leur permettre de construire un **modèle conceptuel** de l'électricité qui englobe l'électrostatique, le courant électrique et le modèle atomique de la chimie moderne. Pour ce faire les élèves doivent repasser certaines des premières expériences et conceptualisations de l'électricité, la plupart n'ayant pas plus de 300 ans! L'annexe 1 fournit un survol des débuts de l'électricité qui permet de retracer les principales étapes du développement des divers modèles scientifiques de l'électricité et de prendre connaissance de certaines innovations clés dans l'histoire de la technologie électrique.

Les **modèles** jouent un rôle important en sciences. Un bon modèle scientifique devrait être simple et permettre d'expliquer ou de prédire des phénomènes et des observations. Les élèves doivent comprendre que les modèles sont habituellement provisoires et constituent une tentative d'explication. Une perspective historique permet aux élèves de noter l'évolution de divers modèles et de constater les événements inattendus ou insoupçonnés qui ont provoqué la modification ou le rejet de certains modèles.

STRATÉGIE N° 1

En tête



Inviter les élèves à décrire dans leur carnet scientifique un ou deux incidents qu'ils ont déjà vécus en rapport avec l'électricité statique ou un choc électrique. Faire une mise en commun.

Distribuer l'exercice de réflexion sur les phénomènes électriques (voir l'annexe 2) qui permet aux élèves de prendre connaissance de démonstrations auxquelles se prête l'électricité statique. Faire au besoin certaines de ces démonstrations. Demander aux élèves de proposer des explications pour ces phénomènes, et les amener à comprendre que les premiers scientifiques à étudier la question ont dû eux aussi proposer de telles « hypothèses ».

En quête



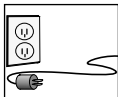
A) Rassembler le matériel suivant : des pailles de plastique, de la laine, du ruban adhésif transparent, des stylos, quelques étuis de disques compacts, de la soie, du polyester, des confettis, des tiges de verre, etc.

Distribuer la feuille de route de l'annexe 3. Inviter les élèves à effectuer les démonstrations simples (en classe ou à la maison) puis à répondre aux questions qui s'y rapportent.

Les élèves devraient remarquer et déduire les aspects suivants :

DÉMONSTRATION 1 : ÉLECTRISATION PAR FROTTEMENT

- Seule la paille frottée attirera des bouts de papier, et donc l'action de frotter a dû donner une certaine force d'attraction à la paille (*Qu'en est-il de la laine?*);
- Les élèves vont peut-être déjà parler de charges ou d'électrons, mais l'important est de leur faire comprendre ce qu'auraient conclu les anciens Grecs ou les scientifiques du Moyen-Âge (*Lorsque l'on frotte un objet, la charge ou l'effluvium est-il quelque chose qui est produite ou quelque chose qui est transférée?*);
- Si les bouts de papier touchent la paille, il se peut qu'ils soient électrisés à leur tour et soient alors repoussés par la paille ou qu'ils se repoussent entre eux (Certains bouts de papier ne subiront pas cet effet.);



S1-0-7a tirer une conclusion qui explique les résultats d'une étude scientifique, entre autres expliquer les relations de cause à effet, déterminer d'autres explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction; (FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5)
RAG : C2, C5, C8

S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension; (FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

S1-0-8c décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution.
RAG : A2, A5

- De nombreux objets sont électrisables par frottement; cependant, cette démonstration ne révèle pas s'il y a un type de charges, deux ou plus.

DÉMONSTRATION 2 : RUBANS ET CHARGES

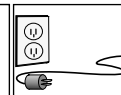
- après l'étape 3, le ruban court est électrisé et il attire les bouts de papier;
- après l'étape 6, les deux rubans courts sont attirés l'un vers l'autre;
- après l'étape 9, le ruban H repousse l'autre ruban H, le ruban B repousse l'autre ruban B, mais un ruban H et un ruban B s'attirent toujours (S'assurer qu'ils ne se touchent pas sinon l'effet disparaît puisque les charges sont alors partagées.);
- pour l'étape 10, si l'on détermine que H et B sont deux types de charges, il est évident que les charges semblables se repoussent et que les charges différentes s'attirent (Benjamin Franklin baptisa de positif et de négatif les deux types de charges.);
- après l'étape 11, les bouts de papier sont attirés par un ruban H et également par un ruban B (*Ont-ils une charge différente?*);
- les bouts de papier n'ont aucun effet l'un sur l'autre, et donc ils ne semblent pas exhiber une charge qui leur confère une puissance d'attraction ou de répulsion (Ils sont neutres.);
- on pourrait ajouter après l'étape 12 que les objets neutres sont attirés par les charges positives et négatives (Ceci semble contradictoire et constitue un événement inattendu dans la construction du modèle conceptuel des élèves; voir le bloc d'enseignement B.).

On retrouve des expériences semblables dans *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 295 et 298-300, et *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 270-271.

suite à la page 3.24

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1 Inviter les élèves à compléter un cadre de comparaison et de réflexion sur les modèles de l'électricité (voir l'annexe 6).
- 2 Demander aux élèves d'expliquer les démonstrations qu'ils ont effectuées dans la section « En quête » en s'appuyant à tour de rôle sur le modèle du fluide unique, le modèle des deux fluides et le modèle particulière de l'électricité. Les élèves doivent pouvoir verbaliser les différents concepts sur lesquels se fondent ces modèles pour expliquer un phénomène concret.
 - À l'aide du modèle du fluide unique, explique comment le ruban adhésif acquiert une charge.
 - À l'aide du modèle des deux fluides, explique pourquoi un ruban H attire un ruban B.
 - À l'aide du modèle particulière de l'électricité, explique pourquoi des rubans H se repoussent.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc A

Les premiers modèles de l'électricité

L'élève sera apte à :

S1-3-01 faire des démonstrations
qui appuient l'existence de
deux types de charges;
RAG : A2, C2, C5

S1-3-02 discuter des premiers
modèles de l'électricité afin
de reconnaître que les
modèles scientifiques
évoluent,
entre autres le modèle du
fluide unique, le modèle des
deux fluides, le modèle
particulaire;
RAG : A1, A2, A5, C8

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.23)

B) Récapituler les deux démonstrations menées par les élèves et amener ces derniers à comprendre les notions suivantes qu'ils pourraient noter dans leur carnet scientifique.

Ces énoncés constituent dans leur ensemble un modèle préliminaire de l'électricité.

- Plusieurs matériaux différents peuvent être électrisés par le frottement.
- La propriété que nous venons d'observer se nomme la charge. Un objet peut être chargé par le frottement et cette charge donne lieu à des forces d'attraction et de répulsion.
- Étant donné nos observations sur l'attraction et la répulsion, nous pouvons affirmer qu'il y a deux types de charge.
- Les charges semblables (qui sont créées dans des circonstances semblables) se repoussent et les charges opposées s'attirent.
- Un objet neutre est attiré à la fois par une charge positive et par une charge négative.

Dans l'histoire moderne de l'électricité, l'existence de deux types de charge a été expliquée à partir de trois principaux modèles (voir l'annexe 4).

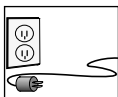
- **LE MODÈLE DU FLUIDE UNIQUE** : Un objet neutre est doté d'une quantité naturelle de fluide électrique. Un objet chargé contient soit trop de fluide ou pas assez. C'est le modèle de Benjamin Franklin, et ce raisonnement explique les appellations de charges positives (trop de fluide) et de charges négatives (pas assez de fluide).
- **LE MODÈLE DES DEUX FLUIDES** : Un objet neutre contient une quantité égale de chaque fluide (On est venu à qualifier ces fluides hypothétiques de positif et de négatif.). Un objet chargé contient plus de l'un ou de l'autre des deux fluides.

- **LE MODÈLE PARTICULAIRE** : Il existe dans la matière deux types de particules : positives et négatives. Un objet chargé contient des particules de plus de l'un ou de l'autre des deux types. Le modèle particulaire est semblable au modèle des deux fluides, mais au fur et à mesure que l'on a rapproché le modèle particulaire du modèle atomique, on a compris que, pour les solides du moins, le modèle du fluide unique était plus exact que le modèle des deux fluides parce que seuls les électrons peuvent être transférés dans un solide. Dans un liquide ou un gaz, les atomes chargés (appelés « ions ») peuvent eux aussi se déplacer (un peu comme les électrons) vers des charges qui les attirent.

C) Repasser avec les élèves les premiers jalons de l'histoire de l'électricité (voir l'annexe 1, jusqu'à 1744). Ce survol historique peut se poursuivre au cours des prochains blocs d'enseignement, car il aidera les élèves à mieux comprendre la progression théorique de l'électricité et à se familiariser avec les premières technologies électriques qui ont révolutionné le monde.

En petits groupes, les élèves peuvent traiter des questions comme celles-ci :

- *De quelles façons l'électricité et le magnétisme sont-ils semblables?*
- *De quelles façons sont-ils différents? Quel scientifique anglais a énoncé en premier ces différences?*
- *Qu'est-ce que l'effluvium (ou la « vertu électrique »)? Qu'expliquait-il?*
- *D'où vient le mot « électricité »? Pourquoi?*
- *Qui démontre pour la première fois la conduction électrique?*
- *Qui détermine que certains corps sont isolants tandis que d'autres sont conducteurs?*
- *Pourquoi pensait-on anciennement que les isolants étaient les seuls corps électrisables?*
- *Qui semble avoir inventé le premier tube lumineux?*
- *Qu'est-ce que le feu Saint-Elme?*



S1-0-7a tirer une conclusion qui explique les résultats d'une étude scientifique, entre autres expliquer les relations de cause à effet, déterminer d'autres explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction;
(FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5)
RAG : C2, C5, C8

S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension;
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

S1-0-8c décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution.
RAG : A2, A5

- *Qu'est-ce que l'induction électrique? Quelle complication apporte-t-elle aux modèles fluidiques ou particuliers?*
- *Qu'est-ce que la mise à la terre?*
- *Qui comprend pour la première fois que les charges semblables se repoussent tandis que les charges différentes s'attirent?*
- *Qu'est-ce qu'un générateur électrique?*
- *Quels scientifiques ont développé des machines électrostatiques?*
- *Qui est la première victime des machines électrostatiques?*

En fin

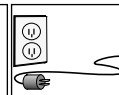
1
Reprendre les hypothèses proposées par les élèves dans la section « En tête » et demander à ces derniers s'ils ont maintenant des explications différentes pour les phénomènes de l'annexe 2.

Discuter avec les élèves de l'importance pour les scientifiques de se doter de modèles utiles, sujets néanmoins à être modifiés, voire réfutés par de nouvelles découvertes. Les amener à constater aussi qu'un modèle même fautif peut être utile jusqu'à un certain point. Les inviter à réagir aux propositions suivantes :

- *Ça ne me dérange pas trop de prétendre que la Terre est plate lorsque je veux construire un plancher au niveau.*
- *Le Soleil se lève et se couche, et j'organise ma vie en fonction de cette réalité.*
- *Quand je branche mon téléviseur et que je l'allume, il produit des images et du son, c'est pas plus compliqué que ça.*
- *Les humains voulaient marcher debout alors ils se*

suite à la page 3.26

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc A **Les premiers modèles de l'électricité**

L'élève sera apte à :

S1-3-01 faire des démonstrations
qui appuient l'existence de
deux types de charges;
RAG : A2, C2, C5

S1-3-02 discuter des premiers
modèles de l'électricité afin
de reconnaître que les
modèles scientifiques
évoluent,
entre autres le modèle du
fluide unique, le modèle des
deux fluides, le modèle
particulaire;
RAG : A1, A2, A5, C8

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.25)

sont séparés de leurs cousins biologiques les singes.

- *Le réfrigérateur ajoute du froid aux aliments ce qui les conserve mieux.*

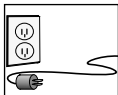
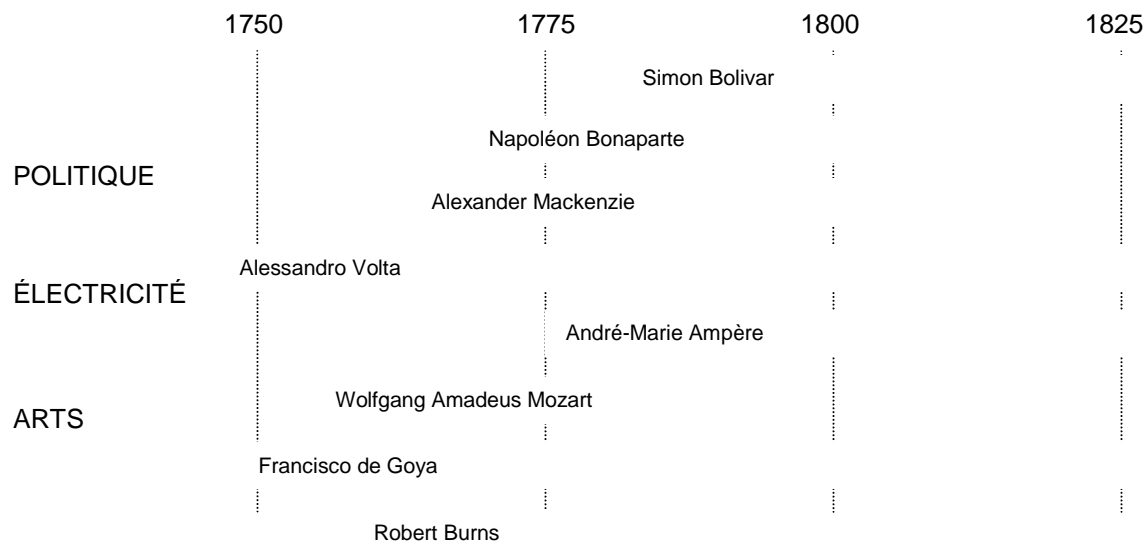
En plus

❶

Reprendre certaines des expériences réalisées par Stephen Gray, un des premiers scientifiques à étudier l'électrostatique, afin de mieux apprécier son sens d'observation critique et d'émerveillement face à ce qu'il a découvert (voir l'annexe 5).

❷

Amener les élèves à tracer une ligne de temps sur un des murs de la classe au fur et à mesure qu'ils étudient l'histoire de l'électricité (voir l'annexe 1) et à y indiquer en trois rangées distinctes, la durée de vie de personnages politiques importants, de personnages qui ont marqué l'histoire de l'électricité et de personnages liés aux arts. À titre d'exemple, voir le modèle au bas de cette page.

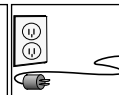


S1-0-7a tirer une conclusion qui explique les résultats d'une étude scientifique, entre autres expliquer les relations de cause à effet, déterminer d'autres explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction; (FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5)
RAG : C2, C5, C8

S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension; (FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

S1-0-8c décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution.
RAG : A2, A5

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc B **Le modèle atomique et l'électricité**

L'élève sera apte à :

S1-3-03 expliquer comment un événement inattendu peut remettre en question le modèle particulaire de l'électricité, entre autres l'attraction exercée par des objets chargés sur des objets neutres;
RAG : A1, A2, A3, C8

S1-3-04 lier le modèle particulaire de l'électricité à la structure atomique;
RAG : A1, A2, D3

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

Il est souhaitable que les élèves aient déjà étudié le modèle atomique de la matière dont traite le regroupement 2 : « Les atomes et les éléments ». Les RAS de ce bloc s'appuient sur une connaissance antérieure de la structure atomique. Si les élèves n'ont pas encore étudié le modèle atomique, il faudra leur enseigner au minimum les RAS S1-2-02, S1-2-04 et S1-2-05 avant de leur enseigner ce bloc d'enseignement.

En tête



Inviter les élèves à repasser les notions qu'ils ont apprises au sujet de la structure atomique et à discuter des questions suivantes :

- *Quelle particule dans l'atome correspond à une charge négative?* (l'électron)
- *Quelle particule dans l'atome correspond à une charge positive?* (le proton)
- *Les charges positives peuvent-elles être échangées d'un atome à un autre?* (Les protons sont fortement pris dans le noyau par l'attraction nucléaire des neutrons; les protons s'échappent du noyau seulement lorsqu'il y a des réactions nucléaires, mais celles-ci n'ont généralement pas lieu dans notre milieu de tous les jours.)
- *Les charges négatives peuvent-elles être échangées d'un atome à un autre?* (Les électrons sont très mobiles dans le nuage électronique qui entoure le noyau de l'atome; les électrons qui sont davantage excités et éloignés du noyau peuvent s'échapper de l'atome assez facilement; le transfert d'électrons est une caractéristique des réactions chimiques;

le transfert d'électrons est davantage suscité lorsque des atomes voisins ont des affinités différentes pour les électrons, par exemple le calcium perd facilement ses électrons tandis que le chlore en attire un surcroît; dans les métaux, les électrons sont particulièrement échangeables au sein d'un réseau d'atomes semblables.)

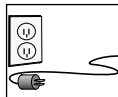
- *Quelle est la charge d'un atome qui a le même nombre de protons et d'électrons?* (L'atome est neutre.)
- *Quelle est la charge d'un atome qui a plus d'électrons que de protons?* (Cet atome a une charge totale qui est négative et on l'appelle ion négatif ou anion.)
- *Quelle est la charge d'un atome qui a moins d'électrons que de protons?* (Cet atome a une charge totale qui est positive et on l'appelle ion positif ou cation.)
- *Les atomes peuvent-ils se déplacer dans un solide?* (Dans un solide, les atomes ou les molécules occupent une position plus ou moins fixe.)
- *Les atomes peuvent-ils se déplacer dans un liquide ou un gaz?* (Dans un liquide ou un gaz, chaque molécule, constituée d'un atome ou de plusieurs, est normalement mobile et peut facilement bouger sous l'influence de diverses forces; dans un liquide ou un gaz, chaque molécule ou atome ionisé peut se comporter comme une particule électrique.)

En quête



A) Démontrer le chargement d'un objet par conduction (contact). Électriser une tige de plastique ou de verre par frottement. Approcher la tige d'une boule de moelle de sureau neutre. Celle-ci sera attirée par la tige, tout comme les bouts de papier dans la démonstration avec le ruban adhésif du bloc d'enseignement A.

Toucher la boule de sureau avec la tige chargée. La boule se colle momentanément à la tige, puis elle est finalement repoussée. *Que s'est-il passé?*



S1-3-05 étudier et expliquer des phénomènes électrostatiques en s'appuyant sur le modèle particulaire de l'électricité, entre autres la conservation de la charge, la conduction, la mise à la terre, l'attraction d'un isolant neutre, l'induction;
RAG : A2, D3, D4, E4

S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

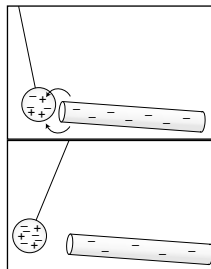
S1-0-7a tirer une conclusion qui explique les résultats d'une étude scientifique, entre autres expliquer les relations de cause à effet, déterminer d'autres explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction.
(FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5
RAG : C2, C5, C8

Amener les élèves à comprendre que les modèles du fluide unique, des deux fluides et particulaire nous laissent présumer que quelque chose se transfère d'un objet à l'autre, c'est-à-dire que la charge passe de la tige à la boule de moelle de sureau. Lorsque la boule est elle aussi chargée du fluide ou des particules que lui a remis la tige, la boule et la tige se repoussent puisqu'elles possèdent maintenant la même charge.

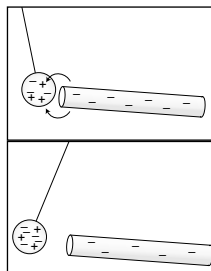
Étant donné que les scientifiques ont déterminé que le modèle atomique est celui qui reflète le mieux la nature réelle de l'électricité, il faut en conclure que la charge positive est fixe dans les solides (la boule de sureau et la tige) et que seule la charge négative a pu se déplacer.

Lors des démonstrations, il faut mettre l'accent sur la différence cruciale entre deux objets qui **se touchent** et deux objets qui sont à **proximité** l'un de l'autre.

POSSIBILITÉ 1 : Si la tige était positive en partant, c'est la boule de sureau qui a dû lui transférer des électrons. Ce faisant, la boule est elle-même devenue positive, tandis que la tige l'est devenue un peu moins. La tige est cependant demeurée positive car elle a repoussé la boule de sureau.



POSSIBILITÉ 2 : Si la tige était négative en partant, c'est elle qui aurait transféré des électrons à la boule de sureau. Ce faisant, la boule est devenue négative et la tige est devenue moins négative. Dans les deux cas, la charge s'est partagée entre les deux corps.



suite à la page 3.30

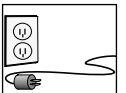
Stratégies d'évaluation suggérées

1

Distribuer le test vrai-faux (voir l'annexe 11).

Voici le corrigé du test :

1. vrai	6. faux	11. vrai	16. faux
2. vrai	7. vrai	12. vrai	17. faux
3. faux	8. vrai	13. vrai	18. vrai
4. vrai	9. vrai	14. vrai	19. faux
5. faux	10. faux	15. vrai	20. faux



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc B **Le modèle atomique et l'électricité**

L'élève sera apte à :

S1-3-03 expliquer comment un événement inattendu peut remettre en question le modèle particulaire de l'électricité, entre autres l'attraction exercée par des objets chargés sur des objets neutres;
RAG : A1, A2, A3, C8

S1-3-04 lier le modèle particulaire de l'électricité à la structure atomique;
RAG : A1, A2, D3

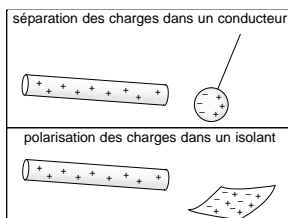
Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.29)

Discuter avec les élèves de la justesse du modèle du fluide unique de Franklin; leur faire comprendre que la prépondérance d'un modèle scientifique (tel que le modèle des deux fluides qui a eu la faveur de la plupart des scientifiques pendant 100 à 150 ans) n'assure pas nécessairement sa validité à long terme.

Un objet devient chargé positivement s'il **perd** des électrons, et devient chargé négativement s'il **gagne** des électrons.

B) Demander aux élèves s'ils ont trouvé bizarre le fait que la boule de sureau neutre soit attirée par la tige chargée. Repasser aussi les dernières étapes de la démonstration des rubans adhésifs (voir l'annexe 3). Amener les élèves à comprendre que l'attraction d'un objet neutre par un objet chargé constitue un **événement inattendu**, à la lumière du modèle initial qu'ils s'étaient construit. *Après avoir établi que ce sont des objets chargés qui s'attirent ou se repoussent, comment expliquer que des objets neutres soient attirés? Existe-t-il un troisième type de charge?*

Effectuer les démonstrations de l'attraction d'un isolant neutre (voir l'annexe 7). S'assurer de présenter ce sujet de façon claire. Amener les élèves à comprendre le phénomène de la polarisation d'un objet neutre par un objet chargé. La **polarisation** s'effectue dans les isolants neutres, car les électrons s'alignent mais ne réussissent pas à se dégager facilement des atomes. Dans les conducteurs neutres, on parle plutôt de la **séparation des charges**, car les électrons de la couche extérieure, entourant le noyau atomique, sont mobiles et peuvent se déplacer d'un atome à l'autre.



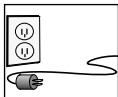
Un événement inattendu, insoupçonné ou irrégulier vient **perturber** la conceptualisation que nous offre un modèle scientifique, et cela peut provoquer la révision ou le rejet du modèle et la formulation d'un modèle plus valide qui englobe alors une explication pour l'événement inattendu. *(Certains poissons mâles peuvent se transformer en femelles fertiles!?! La neige peut fondre quand la température est inférieure à 0 °C. Les oiseaux se perchent sur les fils à haute tension et ne ressentent aucun choc!?!)* Les modèles scientifiques sont voués à des **révisions continues** en raison des événements inattendus qui les remettent en question.

Lorsqu'un modèle semble finalement être à l'épreuve d'événements inattendus, il prend l'aspect d'une théorie plus formelle. Malheureusement, **on ne peut jamais prétendre connaître la vérité scientifique absolue** car on se sait jamais quand un nouvel événement inattendu se manifestera.

Parfois, un modèle inexact s'avère néanmoins utile parce qu'il permet une conceptualisation simplifiée et relativement correcte d'un phénomène, par exemple la Terre est une sphère, l'influx nerveux est un courant électrique, la lumière est une onde, l'arbre dort pendant l'hiver.

C) Démontrer aux élèves la conservation de la charge. Frotter une tige de verre avec un linge de soie. Le frottement enlève les particules négatives de la tige, lui donnant une charge positive nette. Par conséquent, la tige repoussera des objets chargés positivement, tandis que le linge de soie les attirera, ayant lui-même acquis une charge négative en raison des électrons qu'il a obtenus de la tige. Amener les élèves à comprendre la loi de la conservation de la charge.

Loi de la conservation de la charge : une charge électrique n'est ni créée ni détruite, elle n'est que transférée; elle se conserve.



S1-3-05 étudier et expliquer des phénomènes électrostatiques en s'appuyant sur le modèle particulière de l'électricité, entre autres la conservation de la charge, la conduction, la mise à la terre, l'attraction d'un isolant neutre, l'induction;
RAG : A2, D3, D4, E4

S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

S1-0-7a tirer une conclusion qui explique les résultats d'une étude scientifique, entre autres expliquer les relations de cause à effet, déterminer d'autres explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction.
(FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5
RAG : C2, C5, C8

D) Inviter les élèves à fabriquer un électroscope (voir l'annexe 8), afin qu'ils aient un appareil pour déterminer la présence et la nature des charges électriques. Les directives pour l'utilisation de l'électroscope à feuillet métallique s'appliquent aussi à l'électroscope à boule de moelle de sureau.

E) Distribuer aux élèves la feuille de route de l'annexe 9 lors de leur expérimentation sur l'électrostatique.

L'annexe 10 contient des éléments de réponses pour les activités de l'annexe 9.

Guider les élèves lors de leur expérimentation avec divers phénomènes électrostatiques. Fournir à chaque groupe de travail du matériel tel que :

- une tige de plastique;
- une languette d'acétate;
- un morceau de soie;
- un morceau de polyester;
- un morceau de néoprène;
- un morceau de toile de type canevas;
- deux morceaux de tuyau de cuivre (d'un diamètre de 1,25 cm et d'une longueur de 15 cm);
- des supports isolants (tels qu'un gobelet de polystyrène ou un becher de 250 ml);
- un électroscope à boule de moelle de sureau.
- une tige d'ébène;
- une languette de vinyle;
- un morceau de laine;
- un goujon de bois;

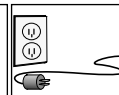
Les élèves doivent aussi utiliser leur propre électroscope.

En fin

● Repasser le travail des élèves et faire une mise en commun des réponses obtenues. S'assurer que les élèves ont soigneusement esquissé leurs diagrammes en indiquant le déplacement des électrons et les charges nettes qui résultent de ce déplacement. La qualité de leurs diagrammes témoigne de la conceptualisation qu'ils se font de l'électrostatique.

suite à la page 3.32

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc B
**Le modèle atomique
et l'électricité**

L'élève sera apte à :

S1-3-03 expliquer comment un événement inattendu peut remettre en question le modèle particulaire de l'électricité, entre autres l'attraction exercée par des objets chargés sur des objets neutres;
RAG : A1, A2, A3, C8

S1-3-04 lier le modèle particulaire de l'électricité à la structure atomique;
RAG : A1, A2, D3

Stratégies d'enseignement suggérées
(suite de la page 3.31)

En plus

❶

Lorsqu'on emploie un électroscope à boule de sureau, le mouvement de la boule nous indique qu'un objet possède une charge, mais il nous donne aussi une idée générale de l'amplitude de la charge nette de cet objet.

Inviter les élèves à électriser par frottement un objet quelconque (tige de verre, etc.) de sorte à lui conférer la plus grande charge nette possible, qui se manifestera par un déplacement outre mesure de la boule de moelle de sureau. *Peut-on réussir à faire monter la boule jusqu'à ce qu'elle soit en position horizontale ou plus haute encore?*

❷

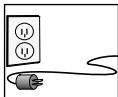
Chaque substance a une affinité particulière pour les électrons, et cette affinité diffère d'une substance à l'autre. Cela explique en partie pourquoi certaines deviennent positives alors que d'autres deviennent négatives à la suite de l'électrisation par frottement. Dresser un tableau qui ordonne les matériaux utilisés par les élèves (ou d'autres substances solides) selon leur tendance à libérer ou à gagner des électrons (voir *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 275).

En jeu

❶

Discuter des questions suivantes avec les élèves :

- *Y a-t-il des endroits où le frottement peut provoquer de l'électricité statique dangereuse?*
- *Si oui, quels avertissements, précautions ou interdictions s'avèrent justifiables?*

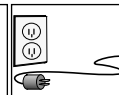


S1-3-05 étudier et expliquer des phénomènes électrostatiques en s'appuyant sur le modèle particulaire de l'électricité, entre autres la conservation de la charge, la conduction, la mise à la terre, l'attraction d'un isolant neutre, l'induction;
RAG : A2, D3, D4, E4

S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

S1-0-7a tirer une conclusion qui explique les résultats d'une étude scientifique, entre autres expliquer les relations de cause à effet, déterminer d'autres explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction.
(FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5
RAG : C2, C5, C8

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc C
**Les phénomènes
et les technologies
électrostatiques**

L'élève sera apte à :

S1-3-06 étudier des technologies et des phénomènes électrostatiques courants et décrire des mesures qui réduisent les risques associés à l'électrostatique, par exemple la photocopie, les bandes qui diminuent la surcharge électrostatique, la foudre, la peinture par pulvérisation électrostatique, l'électrofiltre;
RAG : A5, B1, C1, D4

S1-3-07 fabriquer au moins un appareil électrostatique et en expliquer le fonctionnement en s'appuyant sur le modèle particulaire de l'électricité, entre autres un électrophore;
RAG : A2, C3, D3, D4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Présenter la vidéocassette *L'attraction c'est physique ou Électricité courante et statique*, ou encore tout autre documentaire qui traite de l'électricité statique. Inviter ensuite la classe à fournir des exemples pour remplir le tableau suivant.

L'électricité statique est un phénomène habituel dans notre vie.	
Elle est utile ou désirable lorsque :	Elle est inopportune ou dangereuse lorsque :

❷

Proposer aux élèves de lire un texte qui porte sur l'électrostatique. Suite à leur lecture, les élèves devront nommer cinq situations où l'électrostatique se manifeste naturellement et cinq technologies où elle joue un rôle déterminant. (Voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 294-318, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 268-293.)

L'annexe 12 fournit des faits divers au sujet de quelques phénomènes et technologies électrostatiques.

En quête

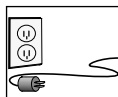
❶

A) Poursuivre l'histoire de l'électricité amorcée dans le bloc d'enseignement A (voir l'annexe 1, jusqu'à 1795).

- Quelles sont des innovations technologiques qui ont vu le jour grâce aux nouvelles connaissances en électricité?
- Ces innovations s'avèrent-elles toujours utiles aujourd'hui?
- Lesquelles avez-vous déjà utilisées ou observées?

Les élèves peuvent traiter des questions suivantes en petits groupes pour mieux comprendre l'histoire de l'électricité :

- Qu'est-ce qu'une bouteille de Leyde? Est-elle dangereuse? Pourquoi?
- Quels furent les défenseurs du modèle du fluide unique? du modèle des deux fluides?
- Quelle est la différence entre un électroscope et un électromètre?
- Pourquoi l'électrostatique est-elle tant étudiée en Europe au XVIII^e siècle?
- Qu'est-il arrivé à Richmann en 1753, et pourquoi?
- À quoi sert un paratonnerre?
- Sulzer a fait l'expérience du courant électrique en 1752. Qu'est-ce qui a provoqué ce courant?
- Qu'est-ce que l'induction électrique?
- Pourquoi l'action à distance de l'électricité (telle que l'induction) est-elle problématique pour les modèles du XVIII^e siècle basés sur un ou deux fluides ou sur des particules?
- Qu'est-ce qu'un électrophore?
- Que découvre Galvani? Pourquoi est-ce si surprenant?
- Quelle est l'unité de mesure de la quantité de charge?



S1-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques;
(FL1 : CO3, L1;
FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1;
TI : 2.3.1, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S1-0-8d décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques;
RAG : A5

S1-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société et l'environnement, entre autres des changements importants dans les conceptions scientifiques du monde, des conséquences imprévues à l'époque.
(FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1, PO1)
RAG : B1

- De quelle façon fonctionnent les générateurs électrostatiques? Quelle sorte d'énergie est utilisée pour produire de l'énergie électrique?
- Quelles technologies modernes emploient des condensateurs électriques?
- Quelles surfaces semblent occasionner le plus de chocs électriques aux personnes qui marchent dessus? Pourquoi?

B) Les scientifiques du XVIII^e siècle ont investi beaucoup d'énergie dans la conception et le perfectionnement d'appareils électrostatiques utiles à la fois pour l'étude plus approfondie de l'électricité et pour des applications commerciales et industrielles. Ils cherchaient particulièrement à produire cette fascinante électricité en grandes quantités, à l'entreposer d'une façon ou d'une autre, à la transmettre là où elle serait utile et à s'en servir.

Les élèves ont déjà fabriqué un électroscope (voir le bloc d'enseignement B). Les inviter cette fois-ci à fabriquer leur propre électrophore. Cet appareil, inventé en 1764, permet de créer des charges plus fortes que celles obtenues par le simple frottement de tiges. Les étincelles produites par ces appareils peuvent, par exemple, allumer des lampes à l'huile ou de la poudre noire dans les armes à feu. (Le générateur électrostatique que Cuthbertson a réussi à fabriquer en 1795 est une variante de l'électrophore : il produisait une étincelle longue de 60 cm!)

Distribuer l'annexe 13 et fournir le matériel nécessaire à chaque élève ou groupe d'élèves. Guider la fabrication de l'électrophore et s'assurer que l'ensemble des élèves ont bien réussi une étape particulière avant de pouvoir passer à la prochaine étape.

suite à la page 3.36

Stratégies d'évaluation suggérées

1

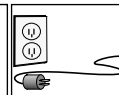
Inviter les élèves à compléter un cadre de comparaison entre l'électrisation par conduction et l'électrisation par induction. Leur réponse devrait inclure une explication des deux phénomènes selon le modèle particulaire.

Corrigé	Électrisation par conduction	Électrisation par induction
Ressemblances	L'électrisation permet de donner une charge à un objet, que ce soit par l'ajout ou la perte d'électrons.	
Différences	<ul style="list-style-type: none"> • Avec l'électrisation par conduction, il y a un contact entre l'objet chargé et l'objet auquel on veut donner une charge. • La charge reçue par conduction est du même signe (positif ou négatif) que celle de l'objet qui a donné la charge. • Il y a eu transfert d'électrons entre l'objet chargé et l'objet auquel on a donné la charge. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avec l'électrisation par induction, il n'y a aucun contact entre l'objet chargé et l'objet auquel on veut donner une charge. • La charge induite est toujours du signe opposé à celle de l'objet inducteur. • Il n'y a pas eu de transfert d'électrons entre l'objet inducteur et l'objet chargé par induction.

2

Utiliser la grille critériée de l'annexe 14 pour évaluer les affiches des élèves. Modifier au besoin les énoncés de la grille. Si les élèves sont habitués à ce type d'évaluation, les inviter à prendre connaissance de la grille avant de commencer leur recherche afin qu'ils puissent négocier les critères d'évaluation avec l'enseignant.

suite à la page 3.37



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc C **Les phénomènes et les technologies électrostatiques**

L'élève sera apte à :

S1-3-06 étudier des technologies et des phénomènes électrostatiques courants et décrire des mesures qui réduisent les risques associés à l'électrostatique, *par exemple la photocopie, les bandes qui diminuent la surcharge électrostatique, la foudre, la peinture par pulvérisation électrostatique, l'électrofiltre;*
RAG : A5, B1, C1, D4

S1-3-07 fabriquer au moins un appareil électrostatique et en expliquer le fonctionnement en s'appuyant sur le modèle particulaire de l'électricité, entre autres un électrophore;
RAG : A2, C3, D3, D4

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.35)

Veiller à ce que les élèves saisissent bien le fonctionnement de l'électrophore et qu'ils puissent l'expliquer au moyen du modèle particulaire.

Les élèves peuvent aussi construire une bouteille de Leyde (voir l'annexe 13).

Repasser avec les élèves la notion de l'induction électrique et comment elle diffère de la notion de la conduction électrique. Les amener à comprendre que c'est grâce à l'induction que les condensateurs peuvent accumuler de l'énergie électrique.

C) Inviter les élèves à concevoir une affiche sur un phénomène ou une technologie électrostatique. Faire en sorte qu'une diversité d'exemples soient abordés.

Chaque affiche devrait faire valoir l'aspect électrostatique de l'exemple choisi, et les explications devraient faire appel, dans la mesure du possible, au modèle particulaire de l'électricité. *Comment l'électrisation a-t-elle lieu et qu'arrive-t-il aux charges?* Souligner aussi l'importance de noter sur leur affiche des mesures de sécurité qui se rattachent à leur phénomène ou technologie.

Lorsqu'on charge un objet A par **induction**, c'est qu'on réussit à lui donner une charge sans l'avoir touché avec un autre objet B électrisé d'avance (ou un autre courant électrique). La force électrique agit à distance et provoque le mouvement des électrons même s'il n'y a pas contact. Mais il n'y a pas d'échange d'électrons entre les objets A et B. (C'est grâce à une mise à la terre de l'objet B que ce dernier reçoit ou perd ses électrons.)

Lorsqu'on électrise un objet A par **conduction**, c'est qu'il y a contact entre lui et un autre objet B ayant déjà une charge. Dans ce cas, les électrons peuvent être transférés entre A et B.

En fin

❶

Faire une mise en commun des affiches préparées par les élèves et leur demander de résumer dans leur carnet scientifique les exemples qui les ont impressionnés ou surpris.

- *Pourquoi ces exemples t'ont-ils surpris(e) ou impressionné(e)?*
- *As-tu maintenant une meilleure appréciation de l'électrostatique dans ta vie?*
- *Comprends-tu les principes de base du fonctionnement des phénomènes ou des technologies électrostatiques?*
- *Quelles mesures de sécurité te semblent les plus importantes à retenir?*
- *Quelles nouvelles questions as-tu au sujet de l'électricité?*

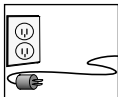
L'utilisation quotidienne des charges électrostatiques est très fréquente. La photocopie et la peinture par pulvérisation électrostatique illustrent l'exploitation que l'on fait du principe fondamental voulant que des charges opposées s'attirent. L'informatique et les dispositifs de stockage électroniques ont aidé à sensibiliser les gens à l'égard du danger d'une éventuelle décharge électrostatique. D'une part, les puces informatiques sont très sensibles à l'électricité statique et, d'autre part, les techniciens savent effectuer une mise à la terre ou se servir d'un tapis électrostatique avant de manipuler les composantes d'un ordinateur.

En plus

❶

Aborder le danger que posent les charges électriques ou les champs magnétiques pour les ordinateurs et les dispositifs de stockage informatiques.

- *Quel est le lien entre l'électricité et le magnétisme?*
- *Quelles situations sont risquées pour les systèmes informatiques?*



S1-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques; (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6

S1-0-8d décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques; RAG : A5

S1-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société et l'environnement, entre autres des changements importants dans les conceptions scientifiques du monde, des conséquences imprévues à l'époque. (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1, PO1) RAG : B1

- *Quels moyens utilise-t-on pour réduire l'occurrence de dommages électrostatiques aux ordinateurs?*
- *Y a-t-il d'autres appareils susceptibles d'être endommagés par l'électricité statique?*

2
Inviter les élèves à étudier les phénomènes atmosphériques électrostatiques tels que les aurores boréales.

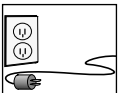
3
Présenter aux élèves quelques notions élémentaires concernant les ions afin qu'ils puissent comparer l'électricité statique et le comportement des ions dans diverses solutions.

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 3.35)

3
Construire un test à partir de l'annexe 13, dans lequel les illustrations sont en désordre. Les élèves doivent ordonner les étapes et justifier leur choix en s'appuyant sur le modèle particulière de l'électricité.

4
« Certains prétendent que l'électrostatique constitue un phénomène agaçant, voire dangereux. Par exemple, elle provoque des chocs électriques, des étincelles explosives, des éclairs mortels. » Inviter les élèves à jouer le rôle de défenseur de l'électrostatique et à rédiger un plaidoyer d'une vingtaine de lignes en sa faveur.

5
Demander aux élèves d'énumérer cinq dangers associés à l'électrostatique et des mesures de sécurité qui y correspondent.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc D **Le courant électrique**

L'élève sera apte à :

S1-3-08 démontrer et expliquer les ressemblances entre l'électricité statique et le courant électrique, entre autres observer la décharge d'un électrophore dans une ampoule au néon;
RAG : C3, D4, E4

S1-3-09 définir « courant électrique » comme une charge par unité de temps et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres $I = Q/t$;
RAG : C2, C3, D4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête



Demander aux élèves de comparer les énoncés suivants. De quelle façon les deux situations sur une même rangée sont-elles semblables?

Il y a beaucoup de circulation sur le boulevard Grandin. Le feu est vert et les voitures traversent rapidement l'intersection.	Il y a beaucoup de circulation sur le boulevard Rosser. Les voitures traversent l'intersection une à une en raison des panneaux d'arrêt aux quatre coins.
Sanjay avale son impressionnante tablette de chocolat d'un coup parce qu'il n'a que 15 minutes de pause aujourd'hui.	Jasmine déguste ses pépites de chocolat une à une, tout au long de sa journée de congé.
Des gouttes d'eau s'échappent une à une d'un robinet non étanche.	Un fin jet d'eau jaillit d'une petite fontaine décorative.
On photocopie les pages d'un document relié une par une, parce qu'il faut les tourner puis les placer sur la vitre.	On peut photocopier de façon rapide et continue une série de feuilles détachées en les plaçant sur le plateau d'alimentation automatique.

En quête



A) Inviter les élèves à entreprendre la démonstration de l'annexe 15 avec leur électrophore et une ampoule au néon NH-2.

Les manuels de l'élève *Omnisciences 9*, p. 324-329, et *Sciences 9*, p. 314-315 traitent du courant électrique.

Cette démonstration a pour but de faire voir aux élèves que l'électricité statique et le courant électrique sont des manifestations du même phénomène, l'électricité. Ils remarqueront toutefois que le courant électrique permet une décharge d'électrons continue plutôt qu'instantanée, ce qui assure l'allumage soutenu de l'ampoule.

Distribuer la feuille de renseignements de l'annexe 16, et discuter des travaux de Faraday et de la démonstration d'Arons.

B) Amener les élèves à comprendre que le courant électrique est un transfert continu de charges électriques, en l'occurrence des électrons négatifs. Indiquer aux élèves que la formule pour le courant électrique est $I = Q/t$, où I est le courant en ampères (A), Q est la charge en coulombs (C) et t est le temps en secondes (s).

Inviter les élèves à inscrire dans leur carnet scientifique la définition d'un **coulomb** : $6,25 \times 10^{18}$ électrons.

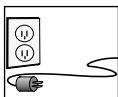
- Combien de coulombs y a-t-il dans $0,6 \times 10^{18}$ électrons? (0,1 C)
- Combien de coulombs y a-t-il dans 25×10^{18} électrons? (4 C)
- Un éclair décharge 40×10^{18} électrons d'un coup. Combien de coulombs cela fait-il? (6,4 C)
- Un circuit électrique opère avec un courant de un ampère pendant 2 secondes. Combien de coulombs ont été transférés? (2 C)
- Une ampoule électrique nécessite 0,8 ampère pendant 1 minute. Combien de coulombs ont été transférés? (48 C)

Puisque un **ampère** (A) équivaut à un coulomb (C) par seconde (s), le calcul $I=Q/t$ peut s'effectuer directement en A, C et s sans avoir à convertir le calcul en d'autres unités.

Amener les élèves à visualiser le courant en tant que flux d'électrons, comme le débit d'eau dans un tuyau. (Cette analogie avec l'eau sera utilisée plus tard pour visualiser la tension et la résistance électriques.)

Proposer aux élèves les problèmes mathématiques suivants qui font appel à la relation $I = Q/t$:

- Un appareil nécessite un courant de 3 ampères. Combien de coulombs passeront si l'appareil fonctionne pendant 10 secondes? (30 C)



S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension;
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG : A2, A3, C2, C3

- 24 C passent par une ampoule électrique pendant 18 secondes. Quel courant électrique est passé par l'ampoule? (1,33 A)
- Une pile électrique génère un flux total de $3,375 \times 10^{22}$ électrons pendant une heure. Quel est le courant moyen de cette pile? (1,5 A)
- Un éclair décharge 8 C en 5 millisecondes. Exprime en ampères le courant de cet éclair. (1600 ampères)
- Combien de coulombs sont transférés pendant 12 secondes s'il existe un courant de 0,4 A ? (4,8 C)

Le courant électrique et le corps humain

Normalement, un humain ne ressent pas un courant inférieur à 1 milliampère (0,001 A). On ressent un léger chatouillement si le courant s'élève à 0,002 A. Un courant qui dépasse 5 milliampères est considéré comme dangereux.

Un courant de 0,016 A provoque la contraction ou la convulsion des muscles. C'est à ce moment-là qu'une personne devient prisonnière d'un courant électrique et ne réussit plus à lâcher prise. Un tel courant qui passe par les poumons peut interrompre la respiration, et la victime s'étouffera si le courant ne cesse pas. Le courant qui passe par une ampoule électrique peut suffoquer 50 personnes!

Un courant de plus de 0,05 A passant par le cœur en interrompt le battement et les muscles cardiaques se contractent trop rapidement entraînant la mort.

À 0,2 A, les fibrillations cessent et les tissus sont brûlés.

Lorsqu'une personne est victime d'un choc électrique, il faut s'assurer de ne pas la toucher avant que le courant ne soit coupé ou que l'on puisse l'éloigner du courant au moyen d'isolants, sinon on risque à son tour d'être atteint par le courant dangereux.

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Inviter les élèves à rédiger ou à schématiser une courte explication de la démonstration de la ressemblance entre la charge électrostatique et le courant électrique.

❷

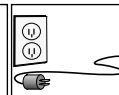
Inviter les élèves à rédiger dans leur carnet scientifique la relation qui existe entre la charge, le coulomb, le courant électrique et l'ampère.

- *En quoi sont-ils semblables et en quoi sont-ils distincts?*
- *Est-ce que leur perception de ces mots a changé depuis qu'ils ont commencé à étudier la nature de l'électricité?*
- *Peut-on parler de coulombs et d'ampères avec une décharge électrostatique? Justifie ta réponse.*
- *Peut-on parler de coulombs et d'ampères avec un courant électrique? Justifie ta réponse.*

❸

Proposer aux élèves quelques problèmes mathématiques qui font appel à la relation $I = Q/t$.

suite à la page 3.40



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc D **Le courant électrique**

L'élève sera apte à :

S1-3-08 démontrer et expliquer les ressemblances entre l'électricité statique et le courant électrique, entre autres observer la décharge d'un électrophore dans une ampoule au néon;
RAG : C3, D4, E4

S1-3-09 définir « courant électrique » comme une charge par unité de temps et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres $I = Q/t$;
RAG : C2, C3, D4

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.39)

Repasser au besoin les équations à trois variables. Insister néanmoins sur une perception conceptuelle par les élèves des problèmes mathématiques. (Par exemple, proposer les problèmes en utilisant la relation **salaires horaires = paye totale / heures travaillées**. Un restaurateur rémunère ses employés 3 \$ l'heure. Combien d'argent fera un employé s'il travaille 10 heures?)

Intensité du courant pour divers appareils*

une montre électronique	0,00015 A
une calculatrice électronique	0,002 A
un fil de téléphone	0,006 A
une horloge électrique	0,16 A
une radio	0,4 A
une ampoule incandescente	0,8 A
un téléviseur couleur	4,5 A
un aspirateur	6,5 A
un grille-pain	10,0 A
un fer à repasser	10,0 A
un four à micro-ondes	11,5 A
un chauffe-eau	27,0 A
une cuisinière électrique	40,0 A
un moteur de gros calibre	100,0 A
un démarreur de voiture	500,0 A

* Les nombres ne donnent qu'une idée générale du courant employé; l'intensité varie selon le modèle de chaque appareil et l'usage.

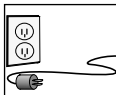
Discuter des questions suivantes avec les élèves :

- Pourquoi un ampère et un coulomb sont-ils différents?
- Pourquoi le courant et la charge sont-ils différents?
- Quelle est la masse d'un coulomb d'électrons? Quelle proportion de la masse d'une substance cela représente-t-il?
- Qu'est-ce qui incite des électrons à se déplacer? Pourquoi y a-t-il des décharges et des courants électriques?
- Quelle quantité de courant permet de faire fonctionner des objets ou des machines dont on se sert tous les jours? (appareils électroménagers, voiture, lampes, etc.)

En fin



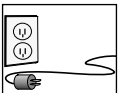
Mettre un ampèremètre à la disposition des élèves et leur permettre de mesurer divers courants. Les inviter aussi à observer les étiquettes de divers appareils et dispositifs électriques à la maison ou à l'école.



S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension;
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG : A2, A3, C2, C3

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc E
**Le potentiel électrique
et les sources d'énergie
électrique**

L'élève sera apte à :

S1-3-10 définir « tension (différence de potentiel électrique) » comme l'énergie par unité de charge entre deux points le long d'un conducteur et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres $V = E/Q$;
RAG : C2, C3, D4

S1-3-11 relever les cinq sources d'énergie électrique ainsi que des technologies connexes, entre autres les sources chimiques, photoélectriques, thermoélectriques, électromagnétiques et piézoélectriques;
RAG : B1, D4, E4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Poser la question suivante aux élèves :

- Lorsque vous utilisez un tuyau d'arrosage, pourquoi l'eau en sort-elle?

Amener les élèves à comprendre qu'une sorte de « pression » explique qu'un courant électrique voudra lui aussi « couler ». Cette « pression » s'appelle la tension électrique et se mesure en volts.

- Connaissez-vous le terme « volt »?
- Où l'avez-vous vu?
- Quels sont des exemples de tension électrique en volts?
- Outre le coulomb, l'ampère et le volt, quels sont d'autres mots ou unités associés à l'électricité?
- Quelles sont des sources d'énergie électrique que vous utilisez dans la vie de tous les jours?

En quête

❶

A) Proposer aux élèves de lire un texte au sujet de la tension électrique (voir les manuels des élèves *Omnisciences 9*, p. 330-336, et *Sciences 9*, p. 302-303.

Discuter des notions et des unités associées à l'énergie et à la tension :

- L'énergie (E) se manifeste sous diverses formes (chaleur, lumière, électricité, son, travail mécanique, réactions chimiques, etc.);
- L'énergie se mesure en joules (J);

- La tension (différence de potentiel) électrique (dont le symbole est **V**) mesure l'énergie potentielle entre deux points pour une charge (**Q**) d'un coulomb;
- La tension électrique est mesurée en volts (dont le symbole est aussi **V**);
- Un volt équivaut à un joule par coulomb.

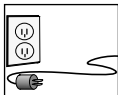
Lorsqu'une réaction chimique ou une action physique produit la séparation de charges positives et négatives, cela implique qu'un montant d'énergie a été « investi » pour effectuer ce travail. Cette énergie est **emmagasinée sous forme de potentiel électrique** : ce potentiel pousse les charges à réagir chimiquement ou à se neutraliser tout en libérant cette énergie. La **tension** électrique ou la **différence de potentiel** électrique est mesurée entre deux points différents ayant chacun son propre potentiel électrique.

B) Inviter les élèves à résoudre les problèmes mathématiques de l'annexe 17. En voici le corrigé :

- | | |
|----------|--------------------------------|
| 1. 5 V | 6. 3 V |
| 2. 120 V | 7. 242 000 J; 4400 A |
| 3. 10 J | 8. 25 J; 0,001 A |
| 4. 900 J | 9. 0,75 C; 3,75 C; 7,5 C; 16 J |
| 5. 20 V | 10. 208 J |

Tension électrique de certains dispositifs, appareils ou phénomènes

lecteur magnétique	0,015 V
cellule du corps humain	0,08 V
microphone	0,1 V
pile électrochimique	1-3 V
génératrice portative	24-240 V
prise de courant domestique	120-240 V
génératrice industrielle	500 V
anguille électrique	650 V
minimum nécessaire pour un éclair	10 000 V
choc dû au frottement des pieds sur un tapis	20 000 V
faisceau d'électrons dans un téléviseur	30 000 V



S1-0-1a proposer des questions vérifiables expérimentalement;
FL2 : PÉ4, PO4
RAG : C2

S1-0-2a sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines;
(FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S1-0-8d décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques.
RAG : A5

C) Poursuivre l'histoire de l'électricité depuis 1750 (voir l'annexe 1) si cette étude (amorcée dans les blocs d'enseignement A et C) aide les élèves à maîtriser les nouveaux concepts en électricité. Souligner les découvertes et le développement des différentes sources d'énergie électrique, par exemple :

Sources électrochimiques

Johann Sulzer (Allemagne, 1752)
Luigi Galvani (Italie, 1786)
Alessandro Volta (Italie, 1800)
Johann Ritter (Allemagne, 1803)
John Frederic Daniell (Grande-Bretagne, 1836)
Gaston Planté (France, 1859)
Georges Leclanché (France, 1877)

Sources photoélectriques

Heinrich Hertz (Allemagne, 1886)
Wilhelm Hallwachs (Allemagne, 1888)
Julius Elster et Hans Geitel (Allemagne, 1893)
Philipp Lenard (Allemagne, 1899)
Albert Einstein (Suisse, 1905)
Robert Millikan (États-Unis, 1916)

Sources thermoélectriques

Thomas Johann Seebeck (Allemagne, 1821)
Jean Charles Peltier (France, 1834)
William Thomson lord Kelvin (Grande-Bretagne, 1854)
Owen Willans Richardson (États-Unis, 1900)

Sources électromagnétiques (associées à la transformation mécanique-électrique)

Hans Christian Oersted (Danemark, 1819)
Joseph Henry (États-Unis, 1827)
Michael Faraday (Grande-Bretagne, 1831)
James Clerk Maxwell (Grande-Bretagne, 1855)
Werner von Siemens (Allemagne, 1866)

Sources piézoélectriques

Franz Ulrich Hoch dit Aepinus (Allemagne, 1785)
David Brewster (Grande-Bretagne, 1824)
Pierre et Jacques Curie (France, 1880)
Paul Langevin (France, 1917)
Walter Cady (États-Unis, 1921)

suite à la page 3.44

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Proposer aux élèves des problèmes mathématiques tels que ceux de l'annexe 17.

❷

Inviter les élèves à compléter les énoncés en indiquant le type de source d'énergie électrique :

- Dans une pile, un métal attire vers lui les électrons d'un autre métal : il s'agit d'une source _____ (électrochimique)
- Sur la station spatiale, les capteurs de rayons solaires produisent une alimentation électrique : il s'agit d'une source _____. (photoélectrique)
- Un briquet à quartz produit une étincelle lorsque ses cristaux sont légèrement écrasés : il s'agit d'une source _____. (piézoélectrique)
- Un aimant tourne rapidement au milieu d'une bobine de fils d'où sort un courant électrique : il s'agit d'une source _____. (électromagnétique)
- Un thermocouple produit un courant lorsque la température est trop élevée dans un ordinateur : il s'agit d'une source _____. (thermoélectrique)

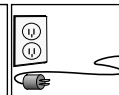
❸

Inviter les élèves à construire un organigramme dans lequel sont expliqués divers liens entre les termes suivants :

ampère*	charge*	circuit électrique
coulomb*	courant électrique*	électron
énergie*	génératrice	joule*
pile électrique	potentiel électrique*	seconde*
volt*	tension électrique*	source d'énergie électrique

Demander aux élèves de donner les symboles appropriés pour les termes accompagnés d'un astérisque.

suite à la page 3.45



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc E **Le potentiel électrique et les sources d'énergie électrique**

L'élève sera apte à :

S1-3-10 définir « tension (différence de potentiel électrique) » comme l'énergie par unité de charge entre deux points le long d'un conducteur et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres $V = E/Q$;
RAG : C2, C3, D4

S1-3-11 relever les cinq sources d'énergie électrique ainsi que des technologies connexes, entre autres les sources chimiques, photoélectriques, thermoélectriques, électromagnétiques et piézoélectriques;
RAG : B1, D4, E4

Stratégies d'enseignement suggérées (suite à la page 3.43)

Les élèves peuvent traiter des questions suivantes en petits groupes pour mieux comprendre l'histoire de l'électricité :

- *Que laisse entrevoir l'expérience de Sulzer en 1752?*
- *Quelle est la ressemblance entre l'expérience de Sulzer et l'observation de Galvani?*
- *Comment Volta explique-t-il les phénomènes observés par Sulzer et Galvani?*
- *Que permet l'invention des piles voltaïques?*
- *Que découvre Oersted et comment l'explique-t-il?*
- *Comment fonctionne l'électromoteur de Joseph Henry en 1827?*
- *Quelle est la différence entre un moteur électrique et une dynamo?*
- *Qu'est-ce que la thermoélectricité?*
- *Les éléments des cuisinières et des grille-pain ont une grande résistance électrique. Pourquoi produisent-ils de la chaleur?*
- *Comment l'induction électromagnétique est-elle différente de l'induction électrostatique (telle que celle démontrée par l'électrophore)?*
- *Quelles formes d'énergie peut-on mesurer grâce au joule?*
- *Quelle nouvelle idée bouleversante James Clerk Maxwell propose-t-il?*
- *Que sont les ions d'Arrhenius?*
- *Qui offre finalement une preuve expérimentale de l'existence des électrons?*
- *Selon Bohr, qu'est-ce qui explique la réactivité de différentes substances?*

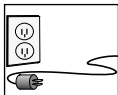
C) À l'aide d'un ampèremètre ou d'un voltmètre, effectuer certaines des démonstrations suivantes :

- Une « pile » faite à partir d'une pomme de terre ou d'un citron (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 381, ou *Les sciences apprivoisées 9 – Manuel de l'élève*, p. 177); ou encore une pile ou une batterie ordinaire (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 383, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 305);
- Une cellule photo-électrique (en vente chez les détaillants de matériel électronique; le rétro-projecteur peut remplacer le Soleil comme source de lumière intense);
- L'effet électromagnétique lorsqu'un aimant est placé au centre d'une bobine; ou encore une génératrice manuelle portable (en vente chez les fournisseurs de matériel scientifique);
- Un thermocouple qui subit de la chaleur;
- Des cristaux piézoélectriques tels que ceux retrouvés dans un microphone.

Une **pile** est un dispositif ayant deux électrodes faites de différents métaux. Ces électrodes ne se touchent pas, mais elles sont entourées par un électrolyte (un milieu conducteur). Chacune des électrodes est reliée à une borne extérieure, soit la borne négative (de laquelle les électrons de la pile émaneront) ou la borne positive (vers laquelle seront attirés des électrons du circuit).

Une batterie est formée de plusieurs piles reliées à deux séries d'électrodes. Chaque série comporte plusieurs plaques disposées en parallèle. Une batterie peut ainsi multiplier l'énergie produite par chaque pile individuelle.

Distribuer l'exercice de recherche de l'annexe 18. Accorder aux élèves une courte période de temps pendant laquelle ils doivent recenser quelques définitions et technologies connexes associées aux différentes sources d'énergie électrique. Repasser avec toute la classe les réponses trouvées par les élèves et apporter les clarifications et les rectifications nécessaires.



S1-0-1a proposer des questions vérifiables expérimentalement;
FL2 : PÉ4, PO4
RAG : C2

S1-0-2a sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources,
entre autres imprimées, électroniques, humaines;
(FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S1-0-8d décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques.
RAG : A5

Sources d'énergie électrique et définition	Technologies connexes
Sources électrochimiques : Phénomènes ou dispositifs qui produisent un courant électrique ou un transfert d'ions à la suite de réactions chimiques apparentées. Il y a une transformation de l'énergie chimique en énergie électrique.	piles voltaïques, batteries pour voitures, piles à combustible (le stimuli nerveux est un phénomène connexe)
Sources photoélectriques : Phénomènes ou dispositifs qui émettent un faisceau d'électrons ou un courant électrique sous l'influence d'un rayonnement électromagnétique (particulièrement la lumière visible). Il y a une transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique.	photopiles pour calculatrices, sondes pour systèmes de sécurité, piles solaires (la photosynthèse dans les cellules végétales est un phénomène connexe)
Sources thermoélectriques : Phénomènes ou dispositifs qui produisent un courant électrique sous l'effet de la chaleur. Il y a une transformation de l'énergie thermique en énergie électrique.	thermocouples, thermopiles, génératrices thermoélectriques (technologie expérimentale)
Sources électromagnétiques : Phénomènes ou dispositifs qui dépendent de la transformation de l'énergie magnétique en énergie électrique. De nombreux dispositifs électromagnétiques permettent de convertir l'énergie mécanique en énergie électrique par l'entremise d'un aimant en rotation qui induit un courant électrique.	générateurs d'automobile, dynamos de bicyclette, turbines dans les centrales hydroélectriques, thermiques ou nucléaires
Sources piézoélectriques : Phénomènes ou dispositifs qui dépendent de la polarisation électrique de cristaux soumis à une tension mécanique, provoquant ainsi un faible courant électrique. Il y a une transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique.	microphones, mécanismes de réglage de la fréquence d'une guitare, sondes médicales à ultrasons, briquets pour lampes à gaz

Si les élèves démontrent un intérêt particulier pour ces diverses technologies, les inviter à les étudier davantage et à en présenter des aspects intéressants à toute la classe, grâce à une démonstration, une affiche, une page Web, etc. Inviter les élèves à discuter des événements et des besoins sociaux ou économiques qui ont mené à l'invention de ces technologies, et des répercussions de ces dernières.

suite à la page 3.46

Stratégies d'évaluation suggérées (suite à la page 3.43)

4

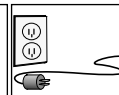
Inviter les élèves à réagir aux affirmations de cette lettre écrite par le docteur Déploqué Danlenoir :

Madame la Première Ministre,

Je demande à notre gouvernement de bannir la production de tout dispositif d'alimentation électrique. Cette électricité est artificielle, et elle a des effets dérangeants comme la pollution lumineuse, les chocs, le bruit, la nourriture trop cuite et les images artificielles. Le monde était plus vivable avant la découverte de l'électricité et l'invention de toutes ces sources d'énergie dangereuses, polluantes et malcommodes. Je demande à notre gouvernement de bannir toutes les piles, les batteries, les centrales, etc., d'où émanent des particules en quantités anormales qui ne sont pas naturelles chez nos cousins les animaux et les plantes. L'électricité n'a réussi qu'à rendre notre vie misérable et sombre!

Merci beaucoup et n'osez surtout pas me répondre ni par téléphone ni par courriel. J'exige une réponse écrite à la main sur du papyrus.

Dr Déploqué Danlenoir



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc E Le potentiel électrique et les sources d'énergie électrique

L'élève sera apte à :

S1-3-10 définir « tension (différence de potentiel électrique) » comme l'énergie par unité de charge entre deux points le long d'un conducteur et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres $V = E/Q$;
RAG : C2, C3, D4

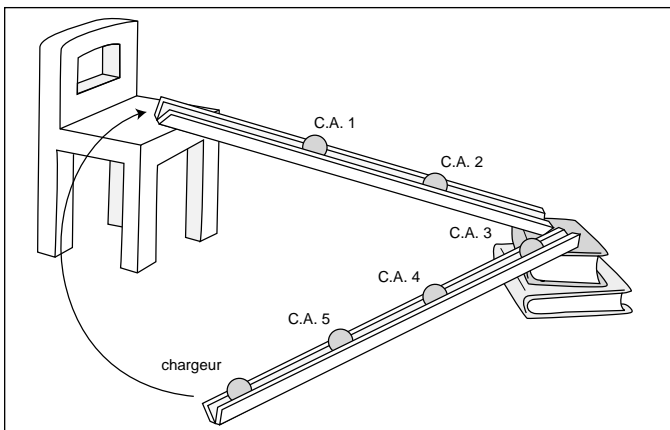
S1-3-11 relever les cinq sources d'énergie électrique ainsi que des technologies connexes, entre autres les sources chimiques, photoélectriques, thermoélectriques, électromagnétiques et piézoélectriques;
RAG : B1, D4, E4

Stratégies d'enseignement suggérées (suite à la page 3.45)

En fin

❶

Effectuer la démonstration suivante avec les élèves :



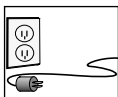
- Disposer une chaise et une pile de deux ou de trois gros dictionnaires à environ 2,5 m l'une de l'autre.
- Se munir de deux rampes de 2,5 m, en bois ou en métal, ayant chacune une gorge (par exemple, une gouttière).
- Disposer une des rampes de sorte qu'elle s'appuie sur la chaise et sur la pile de livres.
- Disposer l'autre rampe de sorte qu'elle s'appuie sur la pile de livres et sur le sol, près de la chaise.
- Nommer cinq « contrôleurs d'accès » et un « chargeur » parmi les élèves.
- Positionner six balles de tennis tel que l'indique le dessin.
- Chaque élève a la responsabilité d'arrêter la balle de tennis qui roule vers lui et de la remettre en marche **une fois la prochaine en route** seulement.
- Le chargeur doit remettre la balle qui lui arrive sur la rampe supérieure, et le contrôleur n° 3 doit transférer sa balle de la rampe supérieure à la rampe inférieure.

- Il ne faut ni pousser ni ralentir les balles.
- Cette démonstration sera mieux réussie si on accorde un peu de temps aux six élèves pour qu'ils s'habituent au roulement des balles.
- C'est le chargeur qui démarre un cycle lorsqu'il place sa balle au sommet de la première rampe et la laisse rouler vers le bas. Aussitôt que sa balle est en route, les autres contrôleurs laissent rouler la leur. Le cycle peut durer longtemps.
- D'autres élèves peuvent calculer le taux de roulement des balles de tennis en observant le nombre de fois qu'une balle traverse un certain point pendant une dizaine de secondes (ou plus). Demander à ces élèves de calculer le « courant » si chaque balle représente un coulomb.
- Ensuite, inviter les élèves à discuter de la question suivante : *Qu'est-ce qui fournit la « tension » ou la « différence de potentiel » dans ce modèle? Comment peut-on modifier cette tension? (C'est la hauteur qui détermine la « tension » des balles de tennis, et si on modifie l'angle des rampes on modifie le potentiel des balles de tennis.)*
- Demander aux élèves de prédire quel sera l'effet sur le « courant » si la « tension » augmente ou diminue, de vérifier leur prédiction en modifiant la pente de l'une ou des deux rampes et de mesurer le courant.

En mécanique, le fait de soulever un objet lui donne un potentiel mécanique : si on le lâche, l'objet – toujours attiré par la gravité terrestre – tombe et son **énergie potentielle est convertie en énergie cinétique** (énergie de mouvement).

En électricité, la situation est analogue. Pour créer un potentiel électrique, il faut **accumuler et séparer** des charges.

Si les électrons peuvent circuler vers les charges positives, leur énergie potentielle se transforme en énergie cinétique : le potentiel électrique diminue alors et le courant prendra fin. Pour assurer un **courant continu**, il faut maintenir l'accumulation de charges séparées et le potentiel électrique (par l'entremise de réactions chimiques, de rayons lumineux, d'induction électromagnétique, etc.).



S1-0-1a proposer des questions vérifiables expérimentalement;
FL2 : PÉ4, PO4
RAG : C2

S1-0-2a sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines;
(FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S1-0-8d décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques.
RAG : A5

En plus

❶

Les piles à combustible représentent une technologie assez nouvelle et encore peu répandue. Inviter les élèves à poursuivre une courte recherche sur ces piles et les espoirs qui s'y rattachent.

L'activité de recherche à la page 329 d'*Omnisciences 9 – Manuel de l'élève* permet aussi d'illustrer la vraie nature du courant électrique.

❷

La voiture électrique est toujours en développement. Inviter les élèves à se renseigner davantage sur les embûches que rencontrent les fabricants. Certains élèves pourraient choisir de mener un débat sur le pour et le contre de ce genre de voiture.

❸

Proposer aux élèves d'évaluer la performance de diverses piles électriques en vente dans les magasins du quartier. *Quelles piles fournissent vraiment le plus d'énergie?* (Faire appel au processus de design dans le but d'évaluer des produits de consommation, que les élèves ont appris en sciences de la nature de la 5^e à la 8^e année.)

❹

Demander aux élèves de proposer de nouvelles situations où les piles photoélectriques pourraient s'avérer très utiles.

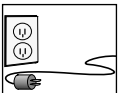
En jeu

❶

La fabrication des piles électriques exige l'exploitation de plusieurs substances toxiques et nécessite beaucoup d'énergie. Inviter les élèves à examiner d'un œil critique les enjeux suivants :

- *L'utilisation de matériaux toxiques pour fabriquer des piles électriques est-elle justifiable?*
- *La dépense d'énergie pour fabriquer des piles électriques est-elle exorbitante?*
- *Le gouvernement devrait-il exiger l'utilisation de piles rechargeables seulement?*

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc F **La résistance électrique**

L'élève sera apte à :

S1-3-12 décrire la résistance en s'appuyant sur le modèle particulière de l'électricité;
RAG : A2, D3, E2

S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG : A2, A3, C2, C3

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête



Inviter les élèves à discuter du problème suivant :

Nathan veut arroser son potager qui se trouve au fond de la cour, à 30 m de sa maison et du robinet extérieur. Il a deux tuyaux de 20 m chacun; il les combine puis rattache l'un des bouts au robinet, et le tour est joué. Sauf qu'à l'autre bout, il y a très peu d'eau qui coule du tuyau, et la pression est faible, malgré une forte pression initiale. *Comment expliquer cette situation? Que doit vérifier Nathan? Que doit-il envisager comme solution de rechange?*

Amener les élèves à comprendre que divers facteurs peuvent contribuer à obstruer ou à réduire le débit du tuyau, mis à part la pression et le débit à la source :

- Les blocages à l'intérieur du tuyau ou le fait que le tuyau est plié;
- Le diamètre du tuyau;
- La surface interne du tuyau (lisse ou rugueuse);
- La courbure excessive du parcours du tuyau (*les 10 mètres en trop sont-ils enroulés ou rectilignes?*);
- La longueur du tuyau;
- Certaines jointures ou zones du tuyau qui limitent l'écoulement;
- La turbulence interne qui ralentit l'écoulement;
- La température du tuyau lui-même ou de l'eau (*s'il fait assez froid!*);
- Les impuretés dans l'eau ou la saleté dans le tuyau (*possible mais peu probable*);
- L'interaction chimique entre le tuyau et l'eau (*possible mais peu probable*).

Tous ces facteurs contribuent à diminuer la pression et l'écoulement de l'eau, et constituent collectivement une résistance au débit initial. Dire aux élèves qu'il existe des contraintes analogues pour un courant électrique dans un circuit et qu'on appelle ce phénomène **résistance électrique**.

En quête

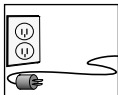


Proposer aux élèves de lire un passage sur la résistance électrique (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 337-339, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 316-317). Les inviter à formuler dans leur carnet scientifique une définition conceptuelle de ce qu'est la résistance à la lumière du modèle particulière de l'électricité.

Même si les élèves en prennent connaissance, la **loi d'Ohm** (la relation mathématique $R = V / I$ ou $V = R \times I$) n'est pas une notion à maîtriser lors de l'étude de la résistance électrique. Les élèves doivent tout simplement réussir à **conceptualiser** la résistance par rapport au modèle particulière de l'électricité. Des renseignements supplémentaires sur la résistance peuvent néanmoins intéresser les élèves (voir la section « En plus »).

Faire une mise en commun et s'assurer que les élèves incorporent les aspects suivants à leur définition :

- Selon le modèle particulière de l'électricité, ce sont les **électrons** qui se déplacent (dans une substance solide) pour créer un courant électrique.
- Les électrons se déplacent facilement dans les **conducteurs**, ce qui laisse entendre que ces derniers ont une faible résistance.
- Les électrons se déplacent difficilement ou très peu dans les **isolants**, ce qui laisse entendre que ces derniers ont une résistance très élevée.
- Certaines substances permettent au courant électrique de circuler, mais elles produisent alors de la chaleur, de la lumière, du son, etc. *Que s'est-il produit pour que ces énergies soient libérées?* (L'énergie se conserve et donc une **transformation d'énergie** quelconque doit avoir eu lieu.)



- Lorsque les électrons circulent dans une substance, ils risquent de **se heurter aux atomes** dans leur parcours, surtout si la disposition des atomes ne se prête pas à un flux efficace. (Les métaux ont une structure en grille ou en treillis qui facilite le passage des électrons d'un atome à un autre.)
- La collision des électrons en mouvement et des atomes plus ou moins fixes entraînent des transformations énergétiques (chaleur, lumière, son, etc.) et donc une **perte d'énergie électrique** (diminution du courant et du potentiel des électrons). On peut exploiter ce phénomène et ces substances dans un **circuit électrique** : éléments chauffants, filaments lumineux, etc.
- Outre sa résistance inhérente, un conducteur tel qu'un **fil métallique** sera davantage efficace s'il présente une plus grande surface transversale, s'il est moins long, s'il est plus froid, s'il ne contient pas d'impuretés, etc. (Les électriciens emploient des fils à plus haut calibre lorsqu'ils doivent transporter des courants de haute tension; les électroniciens utilisent des fils minuscules de métaux affinés.)

En fin

❶

Amener les élèves à faire le lien entre la production d'énergie électrique (bloc d'enseignement E) et la transformation de cette énergie dans un circuit grâce à des résistances.

- *Peut-on envisager que l'énergie du vent nous permette de faire chauffer notre soupe?*
- *Peut-on envisager que l'énergie de l'eau nous permette d'éclairer notre chambre?*

Inviter les élèves à discuter de l'énergie électrique comme intermédiaire entre nos ressources et nos besoins.

Stratégies d'évaluation suggérées

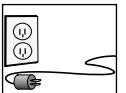
❶

Inviter les élèves à rédiger un court paragraphe qui compare la résistance à l'écoulement de l'eau dans un tuyau et la résistance au courant électrique dans l'élément chauffant d'une cuisinière. Exiger que l'on traite du modèle particulière de l'électricité et que l'on mentionne trois facteurs qui influent sur la résistance à l'écoulement de l'eau ainsi que sur le courant électrique (par exemple, la longueur, le diamètre, la nature du conducteur).

❷

Demander aux élèves de reprendre l'organigramme de la 3^e stratégie d'évaluation dans le bloc E, et d'y ajouter la résistance.

- *Quelle est la distinction entre le courant, la tension et la résistance électriques?*



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc F La résistance électrique

L'élève sera apte à :

S1-3-12 décrire la résistance en s'appuyant sur le modèle particulière de l'électricité;
RAG : A2, D3, E2

S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG : A2, A3, C2, C3

Stratégies d'enseignement suggérées

L'unité de mesure de la résistance électrique est l'**ohm** (Ω), d'après Georg Simon Ohm qui découvrit que la différence de potentiel électrique entre deux points dans un conducteur était directement proportionnelle à l'intensité du courant électrique circulant entre ces deux points, et que le facteur de proportionnalité était la résistance. Appelée **loi d'Ohm**, cette relation mathématique est l'une des plus utiles dans le monde de l'électricité.

La chute de tension qui a lieu lorsqu'un courant électrique traverse une résistance se traduit par une **transformation d'énergie électrique** en chaleur, en lumière, etc.

La **résistivité** est la résistance spécifique d'une substance pure. Il s'agit d'une des propriétés physiques de toute substance pure.

On peut mesurer la résistance de divers objets et substances; on peut aussi se procurer des **résistances calibrées** (pièces conductrices conçues de sorte à offrir une résistance particulière et à produire un certain effet) afin de les insérer dans un circuit électrique.

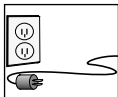
Quelques exemples de résistances :

fil de cuivre (1 m)	0,01 Ω
élément de grille-pain	9 Ω
élément de chauffe-eau	13 Ω
ampoule de 100 watts	144 Ω
corps humain	1000 à 1 000 000 Ω
bâton de hockey (bois sec)	10 ¹⁴ Ω
gants de caoutchouc	10 ¹⁸ Ω

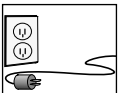
En plus



Poursuivre l'étude de la loi d'Ohm et effectuer des calculs mathématiques qui en découlent.



Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc G **Les circuits électriques en série et en parallèle**

L'élève sera apte à :

S1-3-13 construire des circuits électriques à partir de schémas, entre autres des circuits en série et des circuits en parallèle;
RAG : C3, D4, E4

S1-3-14 mesurer la tension (différence de potentiel électrique), le courant et la résistance à l'aide d'instruments et d'unités appropriés;
RAG : C2, C3, D4

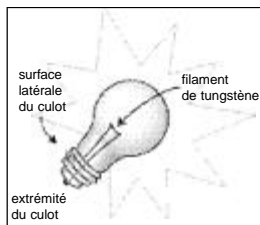
Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

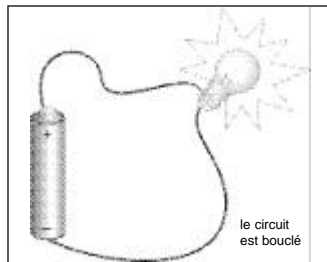
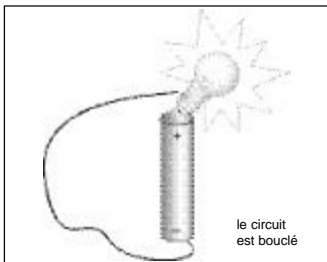
❶

Démontrer aux élèves qu'une ampoule possède les deux extrémités d'un seul fil conducteur. Envelopper une ampoule à incandescence dans une serviette épaisse et jetable, puis en briser le globe (attention aux éclats de verre!). Faire voir que l'ampoule est constituée essentiellement d'un fil (le filament de tungstène) entouré d'un globe.



- Le culot de l'ampoule permet à la fois de la fixer mécaniquement dans la douille et d'en assurer l'alimentation électrique. Le culot contient les deux extrémités du « fil », de sorte que le courant d'électrons puisse entrer, parcourir le filament, puis sortir de l'ampoule. Le culot à vis présente un premier point de contact à son extrémité et un second point de contact sur sa surface latérale. Ces deux points de contact sont isolés l'un de l'autre, de sorte à ne pas court-circuiter l'ampoule.

Démontrer le circuit d'une ampoule reliée à une pile à l'aide des deux schémas suivants :



- Au cours de leur déplacement dans le fil conducteur, les électrons entrent en collision avec les atomes du filament (une résistance au courant électrique), ce qui les ralentit et libère de l'énergie thermique et lumineuse.

En quête

❶

A) Présenter formellement la notion de « circuit électrique ». Les manuels de l'élève d'*Omnisciences 9*, p. 324-325, et de *Sciences 9*, p. 298-301 offrent de bonnes explications.

Il est important que les élèves continuent de construire leur propre conceptualisation de l'électricité et qu'ils réussissent à lier l'électricité statique et le courant électrique. Les circuits simples constituent une progression de cette conceptualisation.

Par l'entremise de courtes démonstrations et d'une récapitulation de ce qui a déjà été étudié, amener les élèves à formuler les deux postulats suivants :

- Un courant électrique est fait de charges qui se déplacent (les électrons). L'intensité lumineuse de l'ampoule dépend du courant qui la traverse. Lorsque les électrons traversent le filament conducteur, ils entrent en collision avec les particules fixes du conducteur (ils rencontrent une résistance) et leur énergie cinétique est transformée en chaleur et en lumière. Un courant plus fort signifie qu'il y a plus d'électrons qui entrent en collision, et par conséquent, qu'il y a plus d'énergie dissipée dans la résistance qu'est le filament. L'intensité lumineuse est une mesure qualitative du courant. **Plus le courant est élevé, plus la lumière émise par l'ampoule est intense.**
- Les électrons ne disparaissent pas. Puisque le circuit est bouclé, chaque électron qui bouge peut en tasser un autre jusqu'à ce que la tension chute à zéro.

S1-3-15 comparer la tension (différence de potentiel électrique) et le courant dans des circuits en série à ceux dans des circuits en parallèle, entre autres des circuits composés de piles, des circuits composés de résistances;
RAG : C3, D4

S1-0-3b relever des relations mathématiques possibles entre des variables, *par exemple la relation entre le courant et la résistance*;
(Maths 8^e : 1.1.2; Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4)
RAG : C2

S1-0-6b relever des écarts dans les données et en suggérer des explications, *par exemple les sources d'erreur*.
(FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4)
RAG : C2

Ce qui entre par un côté du circuit doit sortir de l'autre, et donc l'intensité du courant est maintenue tout au long d'un circuit simple : c'est la tension qui chute lorsque les électrons rencontrent une résistance telle que le filament d'une ampoule. (C'est le physicien allemand Gustav Robert Kirchhoff qui énonça en 1848 cette loi fondamentale de l'électricité.) **Le courant se conserve d'un bout à l'autre du circuit.**

B) Amener les élèves à prendre connaissance des symboles utilisés pour schématiser un circuit électrique (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 324, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 545). Distribuer un exercice de révision à cet égard (voir l'annexe 19).

Voici les réponses pour l'annexe 19 :

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| a. une pile | g. une batterie à trois piles |
| b. un voltmètre | h. un fil conducteur |
| c. un ampèremètre | i. des fils joints |
| d. une lampe | j. une mise à terre |
| e. une résistance | k. un moteur |
| f. un fusible | l. un interrupteur |

C) Distribuer la feuille de route pour la construction et l'observation de circuits électriques simples (voir l'annexe 20). Rassembler les élèves en petits groupes de sorte qu'il y ait assez de matériel pour tous. Chaque groupe aura besoin :

- de 2 piles (et de préférence deux supports pour piles, avec bornes);
- de 2 ampoules;
- de 2 douilles pour ampoules, avec bornes;
- de 6 cordons de raccordement munis d'une pince crocodile à chaque extrémité, *ou* de 6 fils de cuivre isolés et pouvant être facilement rattachés aux autres pièces;
- d'un interrupteur ou d'un commutateur, avec bornes.

suite à la page 3.54

Stratégies d'évaluation suggérées

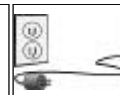
❶ Utiliser une grille pour évaluer les habiletés des élèves lorsqu'ils construisent des circuits électriques (voir l'annexe 25).

❷ Distribuer l'épreuve de l'annexe 26.

Voici le corrigé de l'épreuve :

1. Non, les charges se conservent. Leur énergie cinétique est toutefois convertie en énergie lumineuse alors que la résistance ralentit les électrons.
2. Le courant électrique suit le parcours qui présente le moins de résistance, c'est-à-dire le fil et non le corps de l'oiseau perché (à moins que l'oiseau soit mis à la terre!).
3. Le fluide sous pression est déjà partout dans les tuyaux et donc il est disponible immédiatement au robinet. Parce que la pression est distribuée dans tout le fluide, comme c'est le cas de la tension dans un courant, les particules en mouvement sont immédiatement remplacées par d'autres.
4. Point 2 : I; point 3 : 0,5 I; point 4 : 0,5 I; point 5 : 0,5 I
5. Point 2 : I; point 3 : 0,5 I; point 4 : 0,5 I; point 5 : I; point 6 : 2 I; point 7 : 2 I
6. Voir la réponse du numéro 3. Le courant d'électrons est instantané aussitôt qu'un circuit fermé leur permet de circuler : si un électron se déplace, il est remplacé immédiatement par un autre. (La différence de potentiel entre les bornes de la source provoque ce mouvement des électrons, mais si le circuit est ouvert, le courant ne peut pas passer.)
7. A et B auront la même intensité, et aucun courant ne traverse l'ampoule C parce qu'elle est court-circuitée. (Il y a un trajet préférentiel qui offre très peu de résistance si on compare cette résistance à la résistance de l'ampoule.)
8. Entre 1 et 2 : V; entre 1 et 3 : 0 V; entre 3 et 4 : 0,5 V; entre 4 et 5 : 0,5 V; entre 2 et 5 : 0 V

suite à la page 3.55



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc G

Les circuits électriques en série et en parallèle

L'élève sera apte à :

S1-3-13 construire des circuits électriques à partir de schémas, entre autres des circuits en série et des circuits en parallèle;
RAG : C3, D4, E4

S1-3-14 mesurer la tension (différence de potentiel électrique), le courant et la résistance à l'aide d'instruments et d'unités appropriés;
RAG : C2, C3, D4

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.53)

Circuler dans la classe pour s'assurer que les élèves construisent leurs circuits correctement. Les aider à bien comprendre ce qu'ils observent. (L'annexe 21 est le corrigé de l'annexe 20.)

En fin

❶

Repasser les deux postulats de la section « En quête ».

- 1. Plus le courant est élevé, plus la lumière émise par l'ampoule est intense.**
- 2. Le courant se conserve d'un bout à l'autre du circuit.**

Avec leurs observations en tête, amener les élèves à formuler trois postulats supplémentaires au sujet des circuits électriques :

- 3. Le courant est déterminé par la résistance (étant donné une même tension).**
- 4. Deux objets en série représentent une plus grande résistance qu'un seul.**
- 5. Deux objets en parallèle représentent une plus faible résistance qu'un seul.**

Inviter les élèves à comparer dans leur carnet scientifique l'efficacité d'une station d'essence où les pompes et les allées de service sont disposées en série et l'efficacité d'une autre station où les pompes et les allées sont disposées en parallèle.

- *Qu'arrive-t-il si une des pompes de chaque station tombe en panne?*
- *Quelle station permet le passage simultané du plus grand nombre d'automobiles?*
- *Dans quelle station les conducteurs seront-ils les plus impatients ou les plus tendus?*

En plus

❶

Inviter les élèves à construire un circuit muni de deux ampoules et d'une sonnerie. Ils doivent faire en sorte qu'une des ampoules soit toujours allumée, et que l'autre ne s'allume que lorsque la sonnerie émet un bruit.

STRATÉGIE N° 2

En tête

❶

Demander aux élèves de nommer des appareils ou des instruments de mesure, la propriété ou l'aspect mesuré et les unités qui s'y rattachent, par exemple :

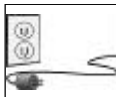
appareil	propriété ou aspect	unité de mesure
la règle	la longueur	millimètre, centimètre, mètre
la balance	la masse	gramme, kilogramme
le thermomètre	la température	degré Celsius
la pompe à essence	la quantité d'essence	litre
le stéthoscope	la fréquence cardiaque	batttements par minute
l'odomètre	la vitesse de la voiture	kilomètres par heure
la caisse enregistreuse	le coût d'un achat	cent, dollar
le chronomètre	la durée d'une épreuve	seconde, minute, heure

Amener les élèves à comprendre qu'il existe aussi des appareils de mesure pour des quantités électriques telles que le courant, la tension, la résistance, etc.

En quête

❶

A) Inviter les élèves à employer des ampèremètres et des voltmètres pour mesurer le courant et la tension électriques. Monter un ou plusieurs circuits simples et mettre les instruments de mesure à la disposition des élèves, afin qu'ils se familiarisent avec leur fonctionnement, les techniques pour prendre les mesures, et les unités appropriées (ampère et volt).



S1-3-15 comparer la tension (différence de potentiel électrique) et le courant dans des circuits en série à ceux dans des circuits en parallèle, entre autres des circuits composés de piles, des circuits composés de résistances;
RAG : C3, D4

S1-0-3b relever des relations mathématiques possibles entre des variables, *par exemple la relation entre le courant et la résistance*;
(Maths 8^e : 1.1.2; Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4)
RAG : C2

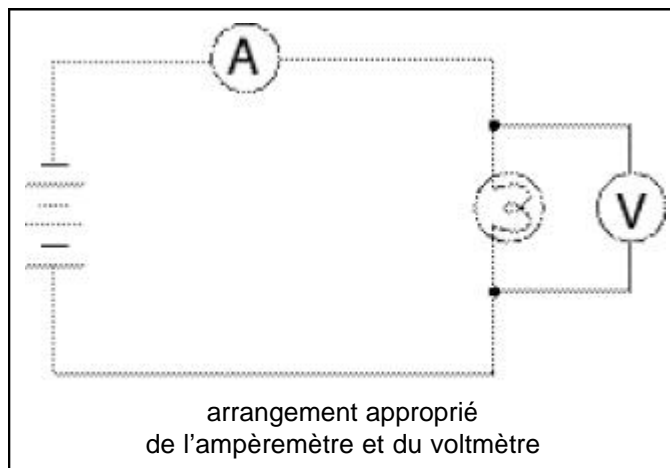
S1-0-6b relever des écarts dans les données et en suggérer des explications, *par exemple les sources d'erreur*.
(FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4)
RAG : C2

On peut aussi employer un **multimètre** pour mesurer le courant et la tension électriques. Les multimètres à lecture analogique permettent aux élèves de perfectionner leurs habiletés de lecture d'échelles graduées. Les multimètres numérisés sont plus spacieux.

Les instruments utilisés doivent pouvoir mesurer des tensions allant jusqu'à 15 volts et des courants jusqu'à 5 ampères.

Préciser que l'ampèremètre et le voltmètre doivent être incorporés aux circuits de façons différentes.

- L'**ampèremètre** mesure le courant et doit être incorporé **en série** dans le circuit pour permettre au courant de le traverser. Comme sa résistance est très faible, il n'a aucun effet sur la résistance totale du circuit. Si, par erreur, il est placé en parallèle, il produit un court-circuit.
- Contrairement à l'ampèremètre, le **voltmètre** a une très grande résistance et est incorporé **en parallèle** dans le circuit pour mesurer la tension. Si, par erreur, il est placé en série, il réduit le courant à zéro et bloque le circuit, tellement sa résistance est élevée.



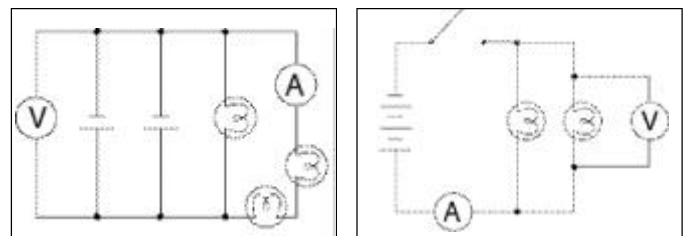
suite à la page 3.56

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 3.53)

- (schéma)
- Si l'interrupteur est ouvert, les ampoules A et C ont la même intensité de courant qui les traverse et l'ampoule B ne s'allume pas. Si l'interrupteur est fermé, il y a moins de résistance totale dans le circuit et donc plus de courant. L'ampoule A brillera alors plus fort qu'auparavant, tandis que les ampoules B et C auront la même luminosité. (Les élèves ne remarqueront sans doute pas que B et C brillent avec un peu moins d'intensité que ne le faisait l'ampoule C lorsque l'interrupteur était ouvert.)

⑤

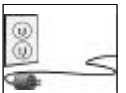
Dessiner au moins un schéma de circuit électrique au tableau et proposer aux élèves de construire ce circuit. Ensuite, mettre en exposition quelques circuits déjà construits et demander aux élèves de les schématiser. Évaluer l'exactitude du travail des élèves, qu'il s'agisse d'une construction ou d'un schéma. Voici deux circuits pouvant être utilisés pour cette évaluation :



④

Demander à chaque élève de schématiser, sans étiquettes et sur un transparent, un circuit simple en série, d'une part, et un circuit simple en parallèle, d'autre part. Dire aux élèves qu'ils doivent inscrire leur nom sous chacun de leurs schémas et qu'ils doivent ensuite trancher leur transparent en deux.

suite à la page 3.57



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc G

Les circuits électriques en série et en parallèle

L'élève sera apte à :

S1-3-13 construire des circuits électriques à partir de schémas, entre autres des circuits en série et des circuits en parallèle;
RAG : C3, D4, E4

S1-3-14 mesurer la tension (différence de potentiel électrique), le courant et la résistance à l'aide d'instruments et d'unités appropriés;
RAG : C2, C3, D4

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.55)

B) Distribuer aux élèves la feuille de route pour la mesure du courant et de la tension dans les circuits électriques simples (voir l'annexe 22). Les élèves travaillent en petits groupes, mais remplissent individuellement leur feuille de route.

Les élèves devraient obtenir les réponses suivantes :

1. Un ampèremètre incorporé en parallèle occasionne un court-circuit. Il faut l'incorporer en série pour qu'il mesure correctement le courant.
2. Le courant est de 3 ou 4 A, environ.
3. Le courant est de 0,2 A, environ. Si la résistance augmente, le courant diminue.
4. Un voltmètre incorporé en série bloque le courant. Il faut l'incorporer en parallèle pour qu'il mesure correctement la tension.
5. Les mesures de tension sont égales. La tension fournie à un circuit est utilisée dans le circuit. Si le circuit est soumis à une tension élevée, cette tension sera répartie à travers le circuit. Si la tension est trop élevée, les fils brûleront.
6. La tension augmente lorsque les piles sont en série (environ 3,0 V). Le courant est d'environ 0,4 A. Par conséquent, lorsque la résistance est constante, si la tension augmente, le courant augmente aussi.

C) Discuter des écarts qui peuvent survenir entre la tension mesurée et la tension nominale des sources d'électricité, ou des écarts qu'il peut y avoir entre la tension mesurée et la tension calculée mathématiquement. Inviter les élèves à garder en tête ces écarts possibles lorsqu'ils mesurent diverses données liées à l'électricité.

Des facteurs menant à des écarts entre les mesures en électricité pourraient être :

- la baisse en efficacité électrochimique des piles;
- l'inexactitude des instruments de mesure;

- la perte d'énergie (chaleur) à travers les fils conducteurs;
- une mise à la terre ou un court-circuit partiel mais insoupçonné;
- etc.

D) Distribuer l'exercice de réflexion sur les circuits en série et les circuits en parallèle (voir l'annexe 23). Inviter les élèves à construire les circuits décrits dans l'exercice et à vérifier, à l'aide d'instruments, les courants et les tensions résultantes.

Distribuer les diagrammes récapitulatifs traitant des circuits en série et des circuits en parallèle (voir l'annexe 24). Inviter les élèves à comparer leurs hypothèses et conclusions avec les explications du sommaire.

Les manuels scolaires offrent diverses expériences concernant la mesure du courant et de la tension dans des circuits ayant des éléments en série ou en parallèle (par exemple, voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 354-363, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 320-323).

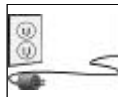
À noter cependant que leur traitement de la loi d'Ohm dépasse les attentes du programme d'études manitobain.

En fin

1

Inviter les élèves à résumer dans leur carnet scientifique :

- la différence entre le courant, la tension et la résistance dans un circuit électrique (Encourager les élèves à expliquer le modèle particulière au moyen d'une analogie tirée de la vie de tous les jours, telle que celle de l'eau.);
- la différence entre un courant en série et un courant en parallèle (Inviter les élèves à schématiser leurs conceptualisations.);
- la relation qui semble exister entre le courant, la tension et la résistance (notion approfondie dans le prochain bloc d'enseignement).



S1-3-15 comparer la tension (différence de potentiel électrique) et le courant dans des circuits en série à ceux dans des circuits en parallèle, entre autres des circuits composés de piles, des circuits composés de résistances;
RAG : C3, D4

S1-0-3b relever des relations mathématiques possibles entre des variables, *par exemple la relation entre le courant et la résistance*;
(Maths 8^e : 1.1.2; Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4)
RAG : C2

S1-0-6b relever des écarts dans les données et en suggérer des explications, *par exemple les sources d'erreur*.
(FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4)
RAG : C2

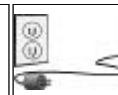
En plus

➊ Mener une démonstration ou inviter les élèves à poursuivre des expériences pour confirmer les relations explicitées par la loi d'Ohm, notamment que le courant est proportionnel à la tension et inversement proportionnel à la résistance.

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 3.55)

Projeter ces divers schémas comme éléments d'un test oral pendant lequel les élèves doivent dire s'il s'agit d'un circuit en parallèle ou en série. Apporter au besoin des corrections aux schémas avec la participation de toute la classe.

➋ Distribuer le test de l'annexe 27. Bien qu'une batterie soit constituée de piles et qu'une ampoule soit une résistance, demander aux élèves de ne pas en tenir compte et de n'inclure que les composantes qui sont des piles uniques et celles qui sont marquées par le symbole de résistance.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc H

**Les liens entre le courant,
la tension, la résistance
et l'énergie électriques**

L'élève sera apte à :

S1-3-16 étudier et décrire qualitativement la relation entre le courant, la tension (différence de potentiel électrique) et la résistance dans un circuit électrique simple;
RAG : C2, D4, E4

S1-3-17 lier l'énergie dépensée dans un circuit à la résistance, au courant et à la luminosité des ampoules;
RAG : D4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Distribuer aux élèves les énoncés de l'annexe 28. Les inviter à découper ces énoncés et à les disposer dans leur carnet scientifique de sorte à pouvoir indiquer par des flèches les liens qui existent entre eux. Faire une mise en commun. (Les élèves auront l'occasion plus tard de refaire cet organigramme et d'y incorporer de nouveaux concepts.)

En quête

❶

A) Distribuer l'exercice de déduction de l'annexe 29 qui permet aux élèves d'arriver à la loi d'Ohm, $I = V / R$. (Les élèves ne sont pas tenus d'apprendre cette relation au plan quantitatif, mais ils doivent pouvoir l'exprimer au plan qualitatif). Guider les élèves au fur et à mesure qu'ils font l'exercice. La partie C de l'exercice peut être complétée alors qu'une mise en commun a lieu et que des précisions sont apportées par l'enseignant. Les élèves devraient soulever les points suivants :

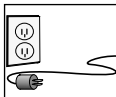
- Étant donné une même résistance, le courant augmente si la tension augmente.
- Si la tension double, le courant double; si la tension triple, le courant triple.

L'annexe 30 fournit des exemples de données possibles. L'enseignant peut choisir de la remettre aux élèves s'il n'a pas suffisamment de temps ou de matériel pour effectuer les parties A et B de l'exercice de l'annexe 29.

- La relation mathématique entre le courant et la tension est $I \propto V$ (I est proportionnel à V).
- Étant donné une même tension, le courant diminue si la résistance augmente.
- Si la résistance est trois fois plus grande, le courant est trois fois moins élevé; si la résistance est quatre fois plus grande, le courant est quatre fois moins élevé.
- La relation mathématique entre le courant et la résistance est $I \propto 1/R$ (I est proportionnel à l'inverse de R).
- Puisque l'unité de mesure de la résistance, l'ohm (Ω), équivaut à un volt par ampère, on peut exprimer la relation mathématique entre I, V et R comme suit : $I = V / R$.

B) Discuter de la relation entre le courant, la tension et la résistance par rapport au mouvement des électrons :

- *Qu'arrive-t-il aux électrons lorsque le courant augmente?* (Il y a plus d'électrons qui se déplacent.)
- *Qu'arrive-t-il aux électrons lorsque la tension augmente?* (Les électrons ont plus d'énergie potentielle qu'ils cherchent à libérer sous une forme ou une autre.)
- *Pourquoi une même ampoule est-elle plus lumineuse si la tension augmente?* (Il y a plus d'électrons qui se heurtent à la résistance de l'ampoule, et donc plus d'énergie électrique potentielle est convertie en énergie lumineuse.)
- *Qu'arrive-t-il aux électrons lorsque la résistance augmente?* (Il est plus difficile aux électrons de traverser la résistance et donc le courant diminue.)
- *Pourquoi une ampoule est-elle moins lumineuse si le courant diminue?* (Il y a moins d'électrons qui se heurtent à la résistance de l'ampoule, et donc moins d'énergie lumineuse qui est produite.)
- *Pourquoi une ampoule est-elle moins lumineuse si la résistance augmente?* (Le courant diminue lorsque la résistance augmente, étant donné une même tension; les électrons ont plus de difficulté à traverser l'ampoule et il y a donc moins d'électrons en mesure de déclencher un effet lumineux.)



S1-0-3b relever des relations mathématiques possibles entre des variables, *par exemple la relation entre le courant et la résistance;* (Maths 8^e : 1.1.2, Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4)
RAG : C2

S1-0-3c planifier une étude afin de répondre à une question précise, entre autres préciser le matériel nécessaire; déterminer les variables dépendantes, indépendantes ou contrôlées; préciser les méthodes et les mesures de sécurité à suivre; (FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C1, C2

S1-0-4a mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres contrôler les variables, répéter des expériences pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats. (TI : 1.3.1)
RAG : C1, C2

- *Quels indices utilise-t-on pour déterminer si un circuit produit plus ou moins d'énergie à partir d'une source électrique?* (La luminosité des ampoules est un des indices les plus facilement observables, mais il en existe d'autres, tels que le rayonnement thermique d'un élément chauffant ou le rendement mécanique d'un moteur.)
- *Quelle est la relation entre le courant, la tension, la résistance et la production d'énergie d'un circuit?* (La production d'énergie est proportionnelle au courant; elle est proportionnelle à la tension du circuit, pour une même résistance; elle est inversement proportionnelle à la résistance du circuit, pour une même tension.)
- *Peut-on exprimer mathématiquement les relations de la question précédente?* ($E \propto I$; $E \propto V$; $E \propto 1/R$)

C) Inviter les élèves à concevoir des expériences simples sur le courant, la tension et la luminosité (ou autre mesure de l'énergie produite par une résistance) dans des circuits avec des composants en série et en parallèle. Ces expériences doivent chacune comprendre une hypothèse initiale, une énumération des variables contrôlées (par exemple le nombre de piles, le nombre d'ampoules, la disposition du circuit, l'ouverture des interrupteurs) et des variables dépendantes (par exemple le courant, la luminosité des ampoules), un schéma du circuit et un tableau de données à remplir.

Les élèves doivent effectuer leurs expériences en enregistrant pour chacune d'elles leurs données et en élaborant des conclusions accompagnées de commentaires par rapport aux erreurs possibles dans les mesures.

suite à la page 3.60

Stratégies d'évaluation suggérées

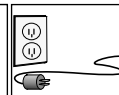
1

Inviter les élèves à répondre aux questions à choix multiples suivantes :

- a. Dans un circuit où la résistance est la même, le courant augmente si...
 - la tension augmente
 - la tension diminue
 - l'énergie est la même
- b. Dans un circuit où la tension est la même, le courant augmente si...
 - la résistance augmente
 - la résistance diminue
 - la résistance est la même
- c. Dans un circuit, la luminosité des ampoules est un indice de...
 - l'énergie électrique produite par les ampoules qui perdent leurs électrons
 - l'énergie produite par les ampoules à partir de l'énergie potentielle des électrons
 - l'énergie chimique que les ampoules transforment en énergie électrique

2

Évaluer les expériences menées par les élèves dans la partie C de la section « En quête ». (Les élèves pourraient aussi s'auto-évaluer.)



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc H

Les liens entre le courant, la tension, la résistance et l'énergie électriques

L'élève sera apte à :

S1-3-16 étudier et décrire qualitativement la relation entre le courant, la tension (différence de potentiel électrique) et la résistance dans un circuit électrique simple;
RAG : C2, D4, E4

S1-3-17 lier l'énergie dépensée dans un circuit à la résistance, au courant et à la luminosité des ampoules;
RAG : D4

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.59)

En fin

❶

Proposer aux élèves l'exercice de réflexion de l'annexe 31. Les élèves doivent utiliser leurs connaissances des circuits en série et des circuits en parallèle pour réussir l'exercice.

En plus

❶

Inviter les élèves à mener des recherches sur les diverses résistances que l'on peut trouver dans des circuits électroniques, et à préciser les formes d'énergie que ces résistances permettent de produire.

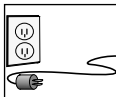
Discuter de la questions suivante :

- *Pourquoi les appareils chauffants provoquent-ils plus souvent que d'autres appareils la rupture d'un fusible ou le déclenchement d'un disjoncteur? (Ils nécessitent beaucoup de courant électrique.)*

❷

Poser les questions suivantes :

- *Étant donné que l'air a une très haute résistance, combien de tension doit-il y avoir entre la poignée de porte et ta main pour qu'une étincelle se produise? Y a-t-il beaucoup de courant? Pourquoi? (Une étincelle est le résultat d'un transfert instantané d'électrons sous une très haute tension. Un très faible courant suffit pour produire une étincelle.)*
- *Étant donné que l'eau est un très bon conducteur, combien de tension faut-il pour qu'un courant s'y propage? Quelles précautions te viennent à l'idée?*
- *L'air humide est-il un conducteur ou un isolant? La neige? La glace? L'eau salée?*

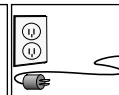


S1-0-3b relever des relations mathématiques possibles entre des variables, *par exemple la relation entre le courant et la résistance;* (Maths 8^e : 1.1.2, Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4)
RAG : C2

S1-0-3c planifier une étude afin de répondre à une question précise, entre autres préciser le matériel nécessaire; déterminer les variables dépendantes, indépendantes ou contrôlées; préciser les méthodes et les mesures de sécurité à suivre;
(FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C1, C2

S1-0-4a mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres contrôler les variables, répéter des expériences pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats.
(TI : 1.3.1)
RAG : C1, C2

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc I **Les installations** **électriques**

L'élève sera apte à :

S1-3-18 décrire divers composants de l'installation électrique d'une maison, expliquer pourquoi on y privilégie les circuits en parallèle et décrire des mesures prises pour assurer la sécurité des occupants, entre autres les interrupteurs, les fusibles, les disjoncteurs, les prises;
RAG : A5, B1, B2, C1

S1-3-19 décrire des dispositifs de sécurité qui entrent dans la conception d'appareils électriques courants et des précautions à prendre lors de l'utilisation de ces appareils,
par exemple la bouilloire, la chaufferette, le grille-pain;
RAG : A5, B1, C1, D4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Effectuer un remue-ménages au sujet des dispositifs et des mesures de sécurité associés à l'électricité à la maison, à l'école et lors de l'utilisation d'appareils électriques.

Le terme « maison » est ici utilisé dans son sens large et englobe plusieurs types d'habitation. Toutes les installations électriques de ces habitations ne sont pas nécessairement pareilles.

❷

Inviter les élèves qui ont déjà subi des chocs ou des accidents électriques (ou qui ont connaissance d'un proche ayant subi une telle mésaventure) d'en relater les faits à la classe.

- *Dans quelle circonstance le choc ou l'accident a-t-il eu lieu?*
- *Quels dispositifs ou mesures de sécurité auraient pu prévenir l'accident?*
- *Quelles leçons peut-on tirer de l'expérience?*

❸

Organiser la visite d'une maison en construction où l'on peut observer les installations électriques. Obtenir au préalable la permission de l'administration, des parents et des propriétaires du chantier afin de s'assurer que tout est en règle. Inviter les élèves à se documenter à l'avance (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 359-370, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 324-327, 362-369) et à rédiger des questions en préparation pour l'excursion.

❹

Inviter un conférencier qui peut traiter de la sécurité et des risques associés aux appareils électriques (par

exemple un électricien, une technicienne en réparation des appareils ménagers, un technicien en appareils électroniques, une intervenante pour la protection des consommateurs, un agriculteur ou une mécanicienne ayant une bonne connaissance de l'électricité).

❺

Inviter les élèves à recenser dans Internet des accidents liés à l'électricité qui sont survenus un peu partout, particulièrement ceux qui ont rapport aux appareils ménagers ou à l'alimentation électrique au foyer. Ces renseignements se trouvent parfois sur des sites Web médicaux.

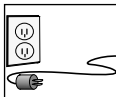
En quête

❶

A) Distribuer un texte informatif sur les circuits en parallèle dans l'installation électrique d'une maison (voir l'annexe 32). Inviter les élèves à rédiger dans leur carnet scientifique cinq questions (vrai-faux, à choix multiple, etc.) qu'ils pourraient poser à leurs parents en rapport avec ce texte. Choisir au hasard parmi ces questions et les poser à toute la classe afin de vérifier la compréhension que s'en font les élèves.

B) Rassembler les élèves en cinq groupes. Chaque groupe doit mener une courte recherche sur un des sujets suivants, de sorte à pouvoir ensuite en faire une présentation orale et écrite à l'ensemble de la classe. (La partie écrite est constituée d'un texte informatif imprimé sur une feuille que chaque élève recevra, ou encore d'une grande affiche.)

De nombreux guides pratiques et ouvrages de référence pour le grand public permettent aux électriciens amateurs de réussir l'installation électrique (partielle ou totale) de leur propre foyer. Ces ressources, en vente chez les quincailliers comme chez les libraires, fournissent normalement des explications et des diagrammes très clairs des diverses composants électriques d'une maison.



S1-0-2a sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines; (FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6

S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension; (FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5) RAG : C2, C3, C4

S1-0-8f établir des liens entre ses activités personnelles et les métiers qui l'intéressent, d'une part, et des disciplines scientifiques précises, d'autre part. RAG : B4

- Pourquoi doit-on disposer d'une mise à la terre et de quelles façons est-elle assurée dans la maison?
- Pourquoi le calibrage des fils varie-t-il dans le câblage de la maison?
- Quelles matières isolantes sont utilisées dans l'installation électrique d'une maison?
- Quels critères peuvent servir à évaluer la qualité des interrupteurs?
- Pourquoi la salle de bain et la cuisine requièrent-elles des installations électriques particulières?
- (pour un sixième groupe) Quels dispositifs ou mesures exploitons-nous pour assurer la sécurité des utilisateurs d'électricité, à l'extérieur de la maison?
- (pour un septième groupe) Si l'on doit effectuer des réparations à l'installation électrique d'une maison, quelles sont des mesures de sécurité fondamentales qu'il faut suivre?

La classe peut choisir de constituer à partir de ses recherches un livret informatif ou un site Web à l'intention des parents et des autres membres de l'école.

Manitoba Hydro offre gratuitement et sur demande d'excellentes ressources sur la sécurité électrique, notamment :

- *La sécurité électrique à la maison et au travail* (brochure);
- *Gare au fils : l'électricité et la sécurité à la ferme* (vidéocassette);
- *Manitoba Hydro* (site Web et numéros d'HydroLignes).

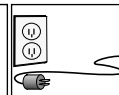
Hydro-Québec offre aussi de nombreuses ressources en français dans Internet, telle que :

- *Hydro-Québec : Comprendre... la sécurité.*
- Voici deux autres sites Web importants à signaler en rapport avec la sécurité liée à l'électricité et aux appareils électroménagers :
- *Association canadienne de normalisation;*
 - *Conseil canadien des normes.*

Stratégies d'évaluation suggérées

- ❶ Distribuer l'exercice de résolution de problèmes de l'annexe 33. Avant que les élèves ne commencent, attirer leur attention sur la consigne et la mise en contexte de l'exercice.
- ❷ Préparer un exercice d'appariement dans lequel figurent les définitions des termes suivants :
 - circuit en parallèle
 - fusible
 - disjoncteur
 - calibre des fils
 - panneau d'entrée
 - fils à haute tension
 - fils isolés
 - interrupteur
 - normes
 - mise à la terre
 - paratonnerre
 - circuit en série
 - etc.

suite à la page 3.64



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc I **Les installations** **électriques**

L'élève sera apte à :

S1-3-18 décrire divers composants de l'installation électrique d'une maison, expliquer pourquoi on y privilégie les circuits en parallèle et décrire des mesures prises pour assurer la sécurité des occupants, entre autres les interrupteurs, les fusibles, les disjoncteurs, les prises;
RAG : A5, B1, B2, C1

S1-3-19 décrire des dispositifs de sécurité qui entrent dans la conception d'appareils électriques courants et des précautions à prendre lors de l'utilisation de ces appareils,
par exemple la bouilloire, la chaufferette, le grille-pain;
RAG : A5, B1, C1, D4

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.63)

C) Demander à chaque élève de dépister chez lui des directives de sécurité liées à l'électricité et à l'utilisation d'un appareil électroménager ou électronique quelconque. Ces avertissements et consignes se retrouvent souvent dans les guides d'utilisation, sur l'emballage original ou parfois même directement sur l'appareil en question. Encourager les élèves à noter ces directives avec autant de précision que possible. (*Où sont-elles inscrites? Y a-t-il des symboles connexes? Les directives sont-elles suffisamment claires? Y a-t-il des diagrammes à l'appui?*) Demander aux élèves de se regrouper deux à deux afin de discuter des consignes qu'ils ont trouvées :

- *Pourquoi ces consignes sont-elles mentionnées? Quels risques l'appareil pose-t-il à votre bien-être ou à celui de votre famille?*
- *Quel rapport existe-t-il entre ces consignes et les concepts déjà appris sur l'électricité?*
- *Quelles consignes vous laissent perplexes? Lesquelles vous semblent exagérées? Pourquoi?*

Faire une mise en commun par l'intermédiaire de courtes présentations orales ou d'une plénière. Encourager les élèves à noter dans leur carnet scientifique les consignes les plus courantes ou les plus pertinentes (voir la section « En fin »).

La plupart des petits **appareils électroménagers** (bouilloires, chaufferettes et sècheurs à cheveux) consistent en des résistances qui émettent de la chaleur. Ils sont conçus pour fonctionner à l'intérieur de certaines limites de tension et de courant. **Avec le temps, ils se détériorent et les fils effrités, vieillissent et fendillés peuvent court-circuiter les appareils.** Ainsi, le courant, empruntant un autre trajet, échappe à la résistance du circuit et augmente sensiblement. À défaut de pouvoir en supporter l'intensité, le support du trajet qu'empruntera le courant brûlera. Le choc électrique est la sensation que ressent la personne traversée par un courant. **Attention! Les circuits de la maison peuvent être une source de chocs mortels.**

En fin

❶ Demander aux élèves de rédiger dans leur carnet scientifique dix règlements ou mesures de sécurité liés à l'utilisation de l'électricité. Dans la mesure du possible, les élèves doivent noter des exemples qui se rattachent à leur vie quotidienne. Inviter les élèves à commenter s'ils connaissaient déjà ces exemples ou s'ils n'en sont conscients que depuis leur étude de la nature de l'électricité au secondaire 1.

Faire une mise en commun et proposer aux élèves d'ajouter à leur liste les exemples jugés pertinents à leur propre vie et provenant d'autres élèves.

En plus

❶ Reprendre certaines des suggestions de la section « En tête ».

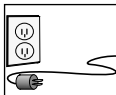
❷ Inviter les élèves à se documenter sur l'installation électrique d'une maison en construction, par l'entremise de photos, de schémas et de notes explicatives.

Les élèves peuvent ensuite créer un site Web, une présentation murale ou une maquette assez grande de la maison (alimentée par quelques piles et munie de petites ampoules et d'autres petits appareils).

❸ Inviter les élèves à mener une courte recherche sur le fonctionnement et l'utilisation des disjoncteurs de fuite à la terre.

En jeu

❶ Les gouvernements municipaux, provinciaux et fédéral élaborent et promulguent divers statuts et normes liés aux installations électriques domiciliaires et institutionnelles (ou liés à la fabrication et à l'utilisation d'appareils électriques).



S1-0-2a sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines; (FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6

S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension; (FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5) RAG : C2, C3, C4

S1-0-8f établir des liens entre ses activités personnelles et les métiers qui l'intéressent, d'une part, et des disciplines scientifiques précises, d'autre part. RAG : B4

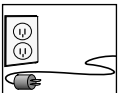
- *Ces normes doivent-elles être peu rigoureuses, moyennement rigoureuses ou très rigoureuses? (Habituellement, plus elles sont rigoureuses, plus elles sont onéreuses à mettre en vigueur.)*
- *Y a-t-il des situations (terrains de camping, installations agricoles, structures temporaires, réparations urgentes, etc.) où de telles normes sont moins importantes?*
- *Plusieurs personnes choisissent de ne pas respecter ces normes. Quelles sanctions devrait-on leur imposer? (amende, révocation de permis, refus de couverture d'assurance, fermeture et démontage de l'édifice, etc.)*
- *Quelle est la responsabilité légale d'un particulier ou d'une société si son installation électrique est associée à un accident électrique grave (électrocution par un fil à haute tension, incendie d'un complexe de condominiums, choc à la suite de l'ouverture du couvercle d'un appareil électronique ou d'un ordinateur, etc.)?*

②

Inviter les élèves à discuter de l'enjeu suivant :

- *Quelles sont les risques particuliers concernant l'électricité et l'automobile, et quelles doivent être les normes pour assurer la sécurité des automobilistes et des autres personnes à proximité des voitures, telles que les passagers, les mécaniciens et les pompistes?*

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc J **La puissance électrique**

L'élève sera apte à :

S1-3-20 définir « puissance électrique » comme l'énergie par unité de temps et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres $P = E/t$;
RAG : C2, C3, D4

S1-3-21 élaborer une formule pour calculer le coût de la consommation électrique d'une famille et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres coût = $P \times \text{temps} \times \text{tarif (prix/kW}\cdot\text{h)}$.
RAG : B2, C2, C3, D4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

1

Demander aux élèves s'ils ont déjà regardé de près une facture envoyée par Manitoba Hydro.

- *Les ampères, les volts et les ohms utilisés figurent-ils sur la facture de Manitoba Hydro? (La facture précise les kilowattheures, dont le symbole est $\text{kW} \cdot \text{h}$ ou kWh.)*
- *Que consomme-t-on au juste lorsqu'on est alimenté par une source d'énergie électrique? (de l'énergie)*
- *Quelle est l'unité de mesure de l'énergie? (le joule)*
- *Le kilowattheure est-il équivalent au joule? (Non, mais on peut le convertir facilement parce qu'il représente la même chose, soit l'énergie ou son synonyme scientifique, le travail.)*

Faire remarquer aux élèves qu'on peut effectuer un exercice mathématique qui permet de lier le joule au kilowattheure. Les élèves devront exploiter les unités et les formules qu'ils viennent d'apprendre pendant l'étude de l'électricité.

En quête

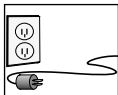
1

A) Distribuer l'exercice de rationalisation des unités de mesure de l'énergie électrique (voir l'annexe 34). Repasser au besoin les habiletés mathématiques de rationalisation des facteurs semblables dans les numérateurs et les dénominateurs de fractions multipliées ensemble. Guider les élèves lors de cet exercice à l'aide des notions suivantes :

- La charge est le nombre d'électrons, mesurée en coulombs (C).
- Le courant est le montant de la charge par durée de temps, mesuré en ampères ($A = C/s$).
- La tension est l'énergie par montant de charge, mesurée en volts ($V = J/C$); faire remarquer aux élèves que V est le symbole pour « tension » ainsi que pour son unité de mesure « volt ».
- La puissance (P) est une mesure de l'intensité d'énergie (E) que l'on reçoit par unité de temps; on n'a qu'à penser aux chevaux-vapeur pour comprendre que certaines voitures sont plus performantes que d'autres à cause de moteurs plus puissants. (Cela n'empêche pas qu'une petite voiture voyageant pendant 12 heures puissent dépenser autant sinon plus d'énergie qu'une voiture puissante ne roulant que pendant 3 heures.) S'assurer que les élèves saisissent la nuance; le coureur de marathon dépense plus d'énergie en deux heures que le sprinter en 10 secondes; néanmoins la puissance supérieure du deuxième est évidente. La puissance est un taux de livraison ou d'utilisation de l'énergie.
- Bien que le watt et le kilowatt soient des unités de mesure de la puissance, le kilowattheure s'avère une unité de mesure de l'énergie, et l'équivalence entre 1 kilowattheure et 3600 joules démontre que le $\text{kW}\cdot\text{h}$ et le joule sont apparentés comme le sont les dollars et les yens, les kilogrammes et les grammes, les milles et les kilomètres, etc.
- $P = E / t$.
- $P = I \times V$.

B) Proposer aux élèves des exercices mathématiques comme ceux-ci :

- *Quelle est la puissance d'une ampoule qui emploie 10 000 joules d'énergie en 100 secondes? (100 W)*
- *Quelle est la puissance d'un four qui consomme 18 000 J d'énergie en 5 s? (3 600 W)*
- *Quelle est l'énergie utilisée par un réfrigérateur de 200 W qui fonctionne pendant une heure? (720 000 J)*
- *Quelle est l'énergie utilisée par un grille-pain de 1000 W qui fonctionne pendant 2 min? (120 000 J)*



- Quelle est la puissance d'un aspirateur qui utilise 7 500 J en 15 s? (500 W)
- Quelle est la puissance d'un ouvre-boîtes électrique qui emploie 2,5 ampères dans un circuit de 120 volts? (300 W)
- Un téléviseur branché sur 120 V emploie 1,2 A. Quelle est sa puissance? (144 W)
- Quelle est la puissance d'une lampe de poche qui utilise quatre piles de 1,5 volts et qui a un courant de 80 milliampères? (0,12 W)
- Quelle est la chute de tension dans un grille-pain de 1200 watts dont le courant est de 10 A? (120 V)
- Quel est le courant qui alimente un fer à repasser de 1380 W dans un circuit de 120 V? (11,5 A)

C) Mentionner aux élèves que les services publics vendent de l'énergie au grand public. La facture décrit la quantité d'**énergie utilisée** par un particulier au cours d'un laps de temps donné. Amener les élèves à comprendre les composantes et la logique mathématique de l'équation suivante :

**Coût total de l'énergie utilisée =
puissance x temps x tarif (prix / kW·h)**

Coût total	Puissance	Temps	Tarif
___ \$ =	___ kW	x ___ h	x ___ \$
		x	x
			kW · h

suite à la page 3.68

Stratégies d'évaluation suggérées

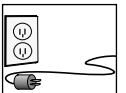
1

Demander à chaque élève de formuler, à l'aide de diverses sources d'information telles que le site Web de *Manitoba Hydro*, trois problèmes mathématiques :

- le premier comportant la relation $P = E/t$
- le deuxième comportant la relation $P = V \times I$
- le troisième comportant la relation $\text{coût} = P \times t \times \text{tarif (prix / kW}\cdot\text{h)}$

L'élève doit aussi élaborer un corrigé clair et précis pour chacun de ses problèmes.

Inviter les élèves à se regrouper deux à deux afin de résoudre les problèmes des autres. Évaluer si les problèmes, les corrigés et les explications à l'appui représentent une compréhension opérationnelle des trois relations.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc J **La puissance électrique**

L'élève sera apte à :

S1-3-20 définir « puissance électrique » comme l'énergie par unité de temps et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres $P = E/t$;
RAG : C2, C3, D4

S1-3-21 élaborer une formule pour calculer le coût de la consommation électrique d'une famille et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres coût = $P \times \text{temps} \times \text{tarif}$ (prix/kW·h).
RAG : B2, C2, C3, D4

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.67)

Expliquer que le **tarif** ou prix unitaire de l'énergie électrique est normalement précisé par l'organisme ou la société fournisseur; le tarif peut varier selon le temps de la journée, le jour de la semaine, la saison, le lieu géographique, etc. Les gouvernements surveillent de près ces changements tarifaires car l'énergie est l'une des ressources les plus importantes pour l'économie et la qualité de vie des citoyens.

Le tarif pour l'énergie électrique est souvent exprimé sous forme de cents par kilowattheure ($\text{¢} / \text{kW}\cdot\text{h}$); il faut convertir ce tarif en $\text{\$/kW}\cdot\text{h}$ pour résoudre plus facilement des problèmes associés à la formule précédente.

Distribuer les problèmes mathématiques de l'annexe 35 et faire compléter les trois premiers numéros en grand groupe, en s'assurant que tous les élèves saisissent comment l'on procède du problème à la solution. Voici le sommaire du calcul et des solutions pour ces trois numéros :

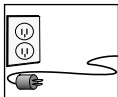
- $P = 180 \text{ W} = 0,18 \text{ kW}$
 $t = 5 \text{ h} \times 7 \text{ jours} = 35 \text{ h}$
tarif = $0,07 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h}$
coût = $0,18 \text{ kW} \times 35 \text{ h} \times 0,07 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h} = 0,44 \text{ \$}$ (44 ¢)
- $P = 300 \text{ W} = 0,3 \text{ kW}$
 $t = 0,5 \text{ h} + 0,5 \text{ h} + 1 \text{ h} = 2 \text{ h}$
tarif = $58 \text{ ¢} / \text{kW}\cdot\text{h} = 0,058 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h}$
coût = $0,3 \text{ kW} \times 2 \text{ h} \times 0,058 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h} = 0,035 \text{ \$}$ (3,5 ¢)
- $P = 5 \text{ W} = 0,005 \text{ kW}$
 $t = 15 \text{ min} \times 30 \text{ jours} = 450 \text{ min} = 7,5 \text{ h}$
tarif = $0,06 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h}$
coût = $0,005 \text{ kW} \times 7,5 \text{ h} \times 0,06 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h} = 0,0023 \text{ \$}$ (0,23 ¢)
nombre de jours = $18 \text{ \$} / 0,0023 \text{ \$} = 7826 \text{ jours}$ (22 années!!!)

Inviter les élèves à compléter les cinq derniers numéros de l'exercice. En voici le sommaire du calcul et les solutions :

- coût = $1 \text{ kW} \times 750 \text{ h} \times 0,053 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h} = 39,75 \text{ \$}$
- coût = $1,25 \text{ kW} \times 0,0125 \text{ h} \times 0,065 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h} = 0,001 \text{ \$}$ (0,1 ¢)
- $0,3 \text{ W} \times 75 \text{ h} \times 52 \text{ (semaines)} \times \text{tarif} = 60 \text{ \$}$ (il faut remanier l'équation)
tarif = $60 \text{ \$} / [0,3 \text{ W} \times 75 \text{ h} \times 52] = 0,051 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h}$
- coût = $0,73 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 0,055 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h} = 0,964 \text{ \$}$ (pour 1 jour)
coût = $0,73 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 30 \text{ (jours)} \times 0,055 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h} = 28,91 \text{ \$}$ (pour 30 jours)*
coût = $0,73 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 120 \text{ (jours)} \times 0,055 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h} = 115,63 \text{ \$}$ (pour 4 mois)*
* En arrondissant, il se peut que vous obteniez des totaux différents
- coût = $0,2 \text{ kW} \times 26 \text{ h} \times 0,049 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h} = 0,25 \text{ \$}$ (en soirée)
coût = $0,2 \text{ kW} \times 22 \text{ h} \times 0,062 \text{ \$} / \text{kW}\cdot\text{h} = 0,27 \text{ \$}$ (en journée)

En fin

❶ Distribuer les énoncés de l'annexe 36. Inviter les élèves à réviser et à améliorer l'organigramme qu'ils avaient déjà construit dans leur carnet scientifique (voir la section « En tête » du bloc d'enseignement H). De cette façon, les élèves peuvent visualiser comment toutes les dimensions et les unités de mesure de l'électricité sont liées les unes aux autres.



En plus



Entreprendre avec les élèves une comparaison des joules (kilojoules) et du kilowattheure, par exemple à *combien de kWh les joules de notre régime alimentaire quotidien équivalent-ils?*

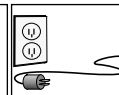
En jeu



Discuter des mérites pour les services publics ou les fournisseurs d'énergie électrique d'offrir des tarifs différentiels, par exemple selon :

- l'heure de la journée;
- le jour de la semaine;
- la saison;
- la quantité d'énergie achetée;
- la distance de transmission;
- les industries qu'on cherche à stimuler;
- la source d'énergie;
- etc.

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc K La consommation d'énergie électrique

L'élève sera apte à :

S1-3-22 analyser la consommation d'énergie électrique d'une famille, entre autres le calcul de la consommation en s'appuyant sur les étiquettes ÉnerGuide, la lecture du compteur électrique, l'interprétation de la facture électrique mensuelle;
RAG : B5, C4, C5, C8

S1-3-23 reconnaître et expliquer l'importance de prendre des décisions qui visent à conserver l'énergie électrique;
RAG : B2, B5, C4, C8

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête



Inviter les élèves à s'informer auprès de leurs parents pour connaître la facture mensuelle d'électricité. Dans la mesure du possible, recenser ces données pour les douze derniers mois, et inclure le nombre de kilowattheures, le(s) tarif(s) et le coût. À noter que ces factures peuvent comporter d'autres coûts (celui des installations par exemple) y compris les taxes provinciales et fédérales.

Une fois les données recensées, demander aux élèves de proposer, à partir de leurs propres impressions, une explication de la consommation électrique totale de leur famille sous forme de diagramme circulaire, par exemple *la cuisinière emploie 18 % de l'énergie électrique chez moi, le climatiseur 13 %, le téléviseur 11%, etc.*

En quête



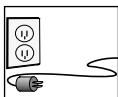
A) Amener les élèves à se familiariser avec le fonctionnement du compteur électrique (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 368-369, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 374-375). Leur demander de recenser leur consommation domestique en énergie électrique par l'entremise d'une lecture du compteur deux fois par jour pendant une semaine. (Les élèves auront à lire le compteur 15 fois en tout.) Les élèves peuvent remplir le tableau de lecture du compteur de l'annexe 37.

B) Présenter les étiquettes ÉnerGuide aux élèves (voir l'annexe 38). Inviter les élèves à recenser la puissance de divers appareils qu'ils utilisent à la maison et à consigner ces données dans un tableau où ils doivent aussi estimer la durée d'utilisation de ces appareils.

C) Distribuer le tableau d'analyse de l'annexe 39. Faire une mise en commun des données obtenues dans la partie B et déterminer en grand groupe les valeurs à utiliser pour l'exercice : par exemple, si les élèves ont recensé chez eux des téléviseurs ayant des puissances de 250, 275, 300 et 375 kW, s'entendre pour qu'un téléviseur ait une puissance d'environ 300 kW, et inscrire cette valeur dans le tableau.

Au besoin, fournir aux élèves des valeurs typiques telles que les celles-ci :

appareil	puissance moyenne	appareil	puissance moyenne
ampoule incandescente	80 W	four à micro-ondes	1 000 W
appareil stéréo portatif	150 W	grilauvent ou barbecue électrique	1 350 W
aspirateur amovible	800 W	grille-pain	1 200 W
aspirateur central	1 600 W	humidificateur	100 W
bouilloire	1 500 W	lave-vaisselle	1 300 W
broyeur à déchets	450 W	lumières de Noël	400 W
cafetière	900 W	machine à laver	900 W
chandelier	300 W	magnétoscope	120 W
chaîne stéréo	200 W	moteur de fournaise	650 W
chauffe-eau	3 800 W	ordinateur et périphériques	200 W
chauffe-moteur	400 W	poêle à frire	1 150 W
climatisation	900 W	pompe pour piscine	1 500 W
congélateur	350 W	radiateur électrique	1 500 W
couverture électrique	180 W	réfrigérateur	500 W
cuisinière électrique	12 500 W	robot boulanger	1 250 W
déshumidificateur	350 W	robot culinaire	200 W
élément chauffant pour lit d'eau	400 W	séchoir à cheveux	1 000 W
éventail amovible	120 W	séchoir pour linge	4 800 W
fer à repasser	1 000 W	téléviseur	300 W
filtre à air	30 W	tondeuse électrique	500 W
four autonettoyant	3 200 W	tube fluorescent	50 W



S1-0-7c implanter une décision STSE et en évaluer les effets;
(FL2 : PÉ1, PO1)
RAG : B5, C4, C5, C8

S1-0-9f faire preuve d'un engagement personnel proactif envers des enjeux STSE.
RAG : B5, C4

Le tableau de l'exercice d'analyse peut ensuite être utilisé pour comparer l'estimation totale des élèves aux valeurs obtenues dans la section « En tête » :

- *Est-ce que les totaux estimés correspondent aux totaux actuels?*
- *Quelles sont des raisons pour les écarts?*
- *Y a-t-il des ajustements ou des corrections à apporter au tableau d'analyse?*
- *Quels appareils ou dispositifs consomment le plus d'énergie électrique?*
- *Quelles économies possibles te viennent à l'idée?*
- *Quelles valeurs te surprennent le plus?*

D) Rassembler les élèves en petits groupes et les inviter à préparer une affiche sur laquelle ils écrivent une dizaine de mesures à suivre visant à réduire leur consommation d'énergie à domicile. De nombreux renseignements à cet effet se trouvent dans le site Web de *Manitoba Hydro*.

E) Aborder avec les élèves l'enjeu de la conservation de l'énergie dans notre société.

- *Connaissez-vous diverses sources d'énergie électrique?*
- *Y a-t-il d'autres sources d'énergie, telles que l'essence pour les voitures?*
- *Parmi les sources d'énergie électrique, lesquelles sont renouvelables et lesquelles ne le sont pas?*
- *Pourquoi est-il important de penser à la conservation des ressources énergétiques?*
- *Pourquoi faut-il aussi penser à l'efficacité des ressources énergétiques, même si elles sont renouvelables?*
- *Quelles décisions et actions personnelles ou sociales peuvent atténuer notre consommation énergétique, particulièrement en ce qui a trait à l'électricité?*
- *Quels enjeux pouvez-vous soulever par rapport à cette problématique?*

suite à la page 3.72

Stratégies d'évaluation suggérées

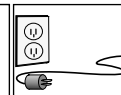
❶

Demander aux élèves de calculer la consommation énergétique d'un petit chalet fictif pendant un mois. Leur fournir des données sur la puissance ou des étiquettes ÉnerGuide pour les appareils et dispositifs électriques du chalet : ampoules, chauffeuses, radio, pompe, chauffe-eau, cuisinière, réfrigérateur, etc. Les élèves devront estimer la durée d'utilisation et effectuer les calculs appropriés. Leur demander de résumer leurs résultats sous forme de graphique qui permet de voir à la fois la consommation énergétique totale et celle de chaque appareil ou dispositif.

❷

Évaluer le plan d'action que les élèves ont réalisé dans la section « En fin ».

- *Le plan est-il réalisable?*
- *Le plan permettra-t-il de produire une différence significative dans la consommation énergétique?*
- *Le plan comporte-t-il plusieurs actions possibles?*



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc K **La consommation** **d'énergie électrique**

L'élève sera apte à :

S1-3-22 analyser la consommation d'énergie électrique d'une famille, entre autres le calcul de la consommation en s'appuyant sur les étiquettes ÉnerGuide, la lecture du compteur électrique, l'interprétation de la facture électrique mensuelle;
RAG : B5, C4, C5, C8

S1-3-23 reconnaître et expliquer l'importance de prendre des décisions qui visent à conserver l'énergie électrique;
RAG : B2, B5, C4, C8

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.71)

En fin



Inviter les élèves à proposer, en groupes, des mesures que pourraient prendre soit leur famille, soit leur école, afin d'optimiser la consommation d'énergie électrique. Le plan d'action doit toutefois comporter des actions personnelles de la part des élèves.

Inviter les élèves à formaliser leur plan d'action en le partageant avec leur famille ou avec la direction de l'école.

En plus



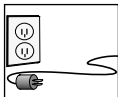
Inciter les élèves à réaliser leur plan d'action et à analyser les résultats.

En jeu



Discuter de la question suivante :

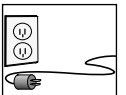
- *Devrait-on augmenter le nombre d'appareils pour lesquels l'étiquetage d'ÉnerGuide est obligatoire, par exemple les appareils stéréo, les bains tourbillons, les tapis roulants, les tondeuses, etc.?*



S1-0-7c implanter une décision
STSE et en évaluer les
effets;
(FL2 : PÉ1, PO1)
RAG : B5, C4, C5, C8

S1-0-9f faire preuve d'un
engagement personnel
proactif envers des enjeux
STSE.
RAG : B5, C4

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc L **La production et la distribution de l'énergie électrique**

L'élève sera apte à :

S1-3-24 utiliser le processus de prise de décisions afin d'examiner un enjeu lié à la production et à la distribution de l'électricité au Manitoba, entre autres l'énergie hydroélectrique, la durabilité; RAG : B2, B5, C4, C8

S1-0-2d passer en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à un enjeu STSE, par exemple l'opinion des gouvernements, du public, des environmentalistes et des autochtones en ce qui concerne le développement hydro-électrique; les points de vue religieux, sociaux et médicaux sur le dépistage génétique; (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : B1, C4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

Puisque l'atteinte des RAS de ce bloc d'enseignement nécessite beaucoup de recherches individuelles à partir de diverses sources, l'enseignant voudra en traiter **bien avant la fin du regroupement**. De fait, on pourrait traiter du RAS S1-3-24 et du processus de prise de décisions **tout au long** du regroupement, alors que les élèves approfondissent leurs notions sur l'électrostatique et le courant électrique. Le RAS S1-3-24 sert à la fois d'amorce et de conclusion pour l'étude de l'électricité au secondaire 1.

En tête

1 Inviter les élèves à rédiger en petits groupes un bref reportage fictif sur l'interruption de l'alimentation en électricité d'une grande ville (Winnipeg, Brandon, etc.) pendant deux semaines ou plus en hiver. (Certains élèves pourraient choisir d'élaborer un scénario de désastre pour la ferme ou pour l'entreprise de leurs parents.) Préciser que le reportage doit aussi expliquer la cause de l'interruption, pourquoi on ne peut pas y remédier immédiatement et quels efforts les autorités civiles déploient pour rétablir le courant.

L'énergie électrique est une composante essentielle de la vie de tous les jours. Sa consommation à l'échelle mondiale ne cesse d'augmenter malgré le manque de viabilité écologique ou de durabilité de certaines sources d'électricité. L'Organisation des Nations unies a défini le développement durable comme « la capacité des générations présentes à satisfaire leurs besoins tout en permettant aux générations futures de satisfaire les leurs ». Par ailleurs, on entend par sources renouvelables celles qui répondent aux besoins sociaux, économiques et environnementaux des générations présentes et futures.

2

Présenter aux élèves un documentaire imprimé ou une vidéocassette sur la tempête de verglas qui a sévi dans l'Est du Canada en 1998?

- Avez-vous eu connaissance de ce désastre?
- Y a-t-il des membres de votre famille qui en ont subi des conséquences?
- À quels dangers ce désastre a-t-il exposé la population?
- Quelles en ont été des retombées à long terme?
- Un événement semblable est-il possible au Manitoba?

3

Inviter une personne qui a travaillé sur un chantier de construction d'un barrage hydroélectrique à relater son expérience aux élèves, de préférence avec des diapositives ou des séquences vidéo à l'appui. Un représentant de Manitoba Hydro pourrait aussi être en mesure de faire une telle présentation.

4

Inviter les élèves à rédiger dans leur carnet scientifique une réponse à la question suivante :

- Quels effets l'utilisation d'un appareil électrique a-t-il sur l'environnement?

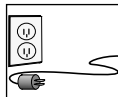
En quête

1

A) Repasser les renseignements clés concernant la production et la distribution de l'électricité au Manitoba, par l'entremise d'un document multimédia ou d'une courte recherche guidée (voir l'annexe 40). Les sites Web de *Manitoba Hydro* et de *Conservation Manitoba* fournissent la plupart des renseignements nécessaires.

L'annexe 41 comprend des éléments de réponses aux questions de l'annexe 40.

Pour épargner du temps, il est préférable que le travail de recherche se fasse surtout par rapport à l'enjeu choisi et non sur les aspects généraux cernés dans les annexes 40 et 41.



S1-0-5d évaluer différentes options pouvant mener à une décision STSE, compte tenu des critères prédéterminés, *par exemple le mérite scientifique; la faisabilité technologique; des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques; la sécurité; le coût; la durabilité;* (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 3.2.3)
RAG : B5, C1, C3, C4

S1-0-7b sélectionner parmi les options la meilleure décision STSE possible et déterminer un plan d'action pour implanter cette décision;
(FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : B5, C4

S1-0-7d réfléchir sur le processus utilisé pour sélectionner ou implanter une décision STSE et suggérer des améliorations à ce processus.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG : C4, C5

S'assurer que les élèves acquièrent une connaissance de base du sujet. Dans le cadre de leur recherche, les élèves se familiariseront avec divers renseignements et enjeux essentiels à la prise de décisions.

B) Distribuer le schéma et les RAS du processus de prise de décisions (voir l'annexe 42). Proposer aux élèves l'exercice de réflexion de l'annexe 43, qui vise à leur faire apprécier davantage le pourquoi des différentes étapes de la prise de décisions. (Miser davantage sur la boucle gauche du schéma.) Répartir les questions parmi les élèves, au besoin. Les inviter à discuter en petits groupes de leurs réponses et à faire une mise en commun comme prélude au projet qu'ils auront à entreprendre.

C) Inviter les élèves à entreprendre un projet d'envergure dans lequel ils abordent en groupes de 4 à 6 élèves un enjeu particulier lié à la production et à la distribution de l'électricité au Manitoba. Leur faire savoir que l'étude d'enjeux contemporains est souhaitable. Préciser que le projet, réalisé sur plusieurs semaines et nécessitant de la recherche indépendante de leur part, doit être constitué des composantes figurant dans le plan de projet (voir l'annexe 44).

Accorder suffisamment de temps pour que les élèves puissent bien réussir ce projet. Leur proposer un échéancier à long terme et rencontrer individuellement les groupes au fur et à mesure qu'ils avancent dans leur travail. Au cours de ces rencontres, l'enseignant peut offrir des suggestions et les élèves peuvent le consulter pour des directives et des pistes à suivre.

L'annexe 45 fournit des directives pour la rédaction d'une bibliographie, tandis que l'annexe 46 résume divers diagrammes permettant de présenter des données et des statistiques. Les élèves ont étudié ces divers diagrammes dans leurs cours de mathématiques.

suite à la page 3.76

Stratégies d'évaluation suggérées

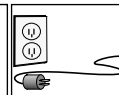
❶ Inviter chaque élève à schématiser dans son carnet scientifique ou sur une affiche le trajet de l'énergie hydroélectrique, de sa production au Manitoba jusqu'à son arrivée à domicile. Préciser qu'il doit y avoir au moins cinq étapes. (Il peut y en avoir plus.) Pour chaque étape du trajet, l'élève doit cerner une ou deux retombées environnementales possibles (positives ou négatives). Par exemple (si on parlait de thermoélectricité) :

Le gaz naturel doit être extrait du sol [érosion du sol, pollution associée au raffinage] puis transporté par gazoduc [obstacle pour animaux migrateurs] à une centrale thermique [réchauffement de l'eau environnante]. Sa combustion [sans pollution atmosphérique] permet de transformer l'énergie chimique du gaz naturel en énergie électrique, qu'il faut ensuite acheminer par des lignes à haute tension [déboisement; effets inconnus sur la santé].

❷ Rédiger des questions de révision sur la production et la distribution de l'électricité au Manitoba à partir des annexes 40 et 41. Insister sur les aspects qualitatifs plutôt que des statistiques ou données exactes.

❸ Utiliser le plan de projet de l'annexe 43 comme tableau d'évaluation du processus de prise de décisions qu'ont effectué les élèves.

suite à la page 3.77



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc L **La production et la distribution de l'énergie électrique**

L'élève sera apte à :

S1-3-24 utiliser le processus de prise de décisions afin d'examiner un enjeu lié à la production et à la distribution de l'électricité au Manitoba, entre autres l'énergie hydroélectrique, la durabilité;
RAG : B2, B5, C4, C8

S1-0-2d passer en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à un enjeu STSE, par exemple l'opinion des gouvernements, du public, des environmentalistes et des autochtones en ce qui concerne le développement hydroélectrique; les points de vue religieux, sociaux et médicaux sur le dépistage génétique;
(FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 4.3.4)

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.75)

Veiller particulièrement à ce que chaque membre au sein d'un groupe de travail contribue et qu'il soit respecté par les autres. Valoriser l'initiative et la créativité de chaque groupe.

Offrir aux élèves la possibilité de présenter de façon plus formelle leur projet, par exemple lors d'une soirée portes ouvertes.

Les questions suivantes représentent les enjeux à l'étude :

- *Doit-on permettre le passage de lignes à haute tension dans les parcs provinciaux et les réserves fauniques?*
- *Est-ce acceptable d'inonder une réserve autochtone ancestrale afin de produire de l'hydroélectricité qui sera vendue au Minnesota?*
- *Doit-on pénaliser la surconsommation d'énergie électrique par les citoyens?*
- *Les tarifs électriques doivent-ils varier afin de refléter le coût de production et de transmission à chaque endroit?*
- *Faut-il privilégier le développement de sources alternatives d'électricité même si elles sont plus coûteuses?*
- *Manitoba Hydro doit-elle avoir le droit de réguler le niveau du lac Winnipeg?*
- *Faut-il s'assurer que des espèces marines qui voyagent dans un cours d'eau puissent toujours le faire malgré un nouveau barrage?*

Faute de temps, une classe peut néanmoins aborder des enjeux de façon sommaire par l'entremise de jeux de rôle, par exemple une session publique fictive au sujet de la construction d'une nouvelle centrale thermique et impliquant les intervenants suivants :

- le maire et le conseil municipal
- les citoyens de la région
- des groupes environnementaux
- des ingénieurs
- la chambre de commerce
- etc.

D) Après avoir passé par le processus de prise de décisions, inviter les élèves à répondre dans leur carnet scientifique aux questions suivantes :

- *Somme toute, l'hydroélectricité, c'est bon ou non pour le Manitoba? (Explique-toi.)*
- *Quelles actions est-ce que tu pourrais entreprendre pour minimiser les conséquences environnementales de l'hydroélectricité au Manitoba?*

En fin



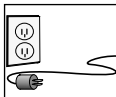
Inviter les élèves à rédiger une critique constructive de leur apprentissage de la nature de l'électricité tel qu'ils l'ont vécu dans leurs cours de sciences de la nature.

- *Quelles notions t'ont particulièrement captivé? Pourquoi?*
- *Quelles notions ont été les plus difficiles à maîtriser? Pourquoi?*
- *Quelles notions auraient pu être apprises autrement? Fournis des suggestions à l'appui.*
- *Les notions apprises se sont-elles avérées intéressantes? pertinentes? utiles? Explique ton raisonnement.*
- *Penses-tu que tu es mieux outillé(e) pour comprendre un texte informatif ou publicitaire sur l'électricité?*
- *L'étude d'enjeux particuliers t'incitera-t-elle à changer certaines de tes habitudes de vie?*

En plus



Proposer aux élèves la lecture du document *L'histoire de l'électricité au Manitoba* offert gratuitement par Manitoba Hydro. Inviter les élèves à déterminer les dix événements clés dans l'histoire de cette société de la Couronne, ou encore de poursuivre une courte recherche pour mettre le document à jour.



S1-0-5d évaluer différentes options pouvant mener à une décision STSE, compte tenu des critères prédéterminés, *par exemple le mérite scientifique; la faisabilité technologique; des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques; la sécurité; le coût; la durabilité;*
(FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 3.2.3)
RAG : B5, C1, C3, C4

S1-0-7b sélectionner parmi les options la meilleure décision STSE possible et déterminer un plan d'action pour implanter cette décision;
(FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : B5, C4

S1-0-7d réfléchir sur le processus utilisé pour sélectionner ou implanter une décision STSE et suggérer des améliorations à ce processus.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG : C4, C5

2

Inviter les élèves à schématiser l'alimentation électrique de leur localité à partir de la sous-station; ou encore d'indiquer sur une carte du Manitoba les installations et les lignes de transmissions qui permettent d'alimenter l'école, avec des remarques à l'appui. L'une ou l'autre de ces représentations pourrait être exposée près du bureau de l'école afin que d'autres personnes en prennent connaissance.

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 3.75)

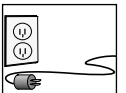
4

Inviter les élèves à rédiger un texte argumentatif d'une page ou deux qui appuie ou qui va à l'encontre de l'énoncé suivant :

« *L'hydroélectricité produite au Manitoba est une source d'énergie durable.* »

5

Inviter les élèves à rédiger une courte dissertation sur les enjeux et les défis liés à la production et à la distribution de l'énergie hydroélectrique au Manitoba.



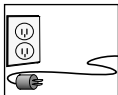
L'ÉLECTRONIQUE, LE TRANSISTOR ET LA PUCE

De nos jours l'électronique est omniprésente. Ainsi bien que l'électronique ne soit pas formellement au programme au secondaire 1, il est évident que tous les élèves en ont une certaine connaissance puisque une multitude de jouets, de jeux et d'appareils en font appel.

L'électronique a commencé avec l'invention du tube à vide (un des premiers ordinateurs fonctionnait avec 18 000 tubes à vide). Le tube à vide, encombrant, a vite été remplacé par son minuscule successeur, le transistor, inventé en 1948. Depuis les années 1950, la société vit une révolution électronique tout aussi bouleversante que la révolution industrielle du XIX^e siècle. La miniaturisation et la numérisation, rendues possibles grâce aux circuits intégrés et aux technologies électroniques connexes, ont mené à la reconfiguration d'une foule d'inventions déjà répandues avant l'arrivée du transistor (horloges, cuisinières, voitures, radios, téléphones, avions, etc.) et à l'apparition de technologies modernes (ordinateurs portatifs, disques numérisés, robots culinaires, montres-téléphones, guichets automatiques, scanners d'épicerie, synthétiseurs, photographie numérisée, jeux électroniques, etc.). La révolution électronique et informatique se poursuit toujours et on peut prévoir que notre monde connaîtra encore de nombreuses transformations dans les années à venir, surtout si le mariage éventuel entre l'électronique et la biotechnologie porte fruits.

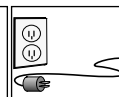
L'électronique étudie le comportement des électrons dans le vide, le gaz et surtout les semi-conducteurs qui constituent les éléments de base du transistor. Un transistor associe trois régions semi-conductrices (la base, le collecteur et l'émetteur) de sorte à pouvoir agir comme amplificateur, modulateur, oscillateur ou interrupteur. C'est cette polyvalence à échelle microscopique qui fait du transistor un outil si puissant. Un circuit intégré rassemble des milliers de transistors miniatures sur une toute petite surface (d'où le synonyme « puce »), de telle sorte qu'il peut effectuer les mêmes opérations qu'un circuit électrique constitué d'innombrables fils, interrupteurs, condensateurs, résistances, etc. Il nous faudrait la surface d'un aréna pour fabriquer un circuit électrique qui illustrerait à l'œil nu les connexions qu'il y a dans la puce d'une montre électronique!

L'étude de l'électronique fera sans doute partie intégrante des programmes de sciences de la nature de l'avenir. L'enseignant qui explore ce sujet avec sa classe ne fait qu'anticiper l'évolution inévitable de ce que doivent apprendre les élèves pour parfaire leur culture scientifique et vivre dans une société moderne où la technologie occupe une place de choix.



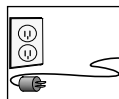
LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 :	<u>Les pionniers de l'électricité</u>	3.81
Annexe 2 :	<u>Exercice de réflexion sur les phénomènes électriques</u>	3.91
Annexe 3 :	<u>Feuille de route – Démonstrations en électrostatique</u>	3.92
Annexe 4 :	<u>Trois modèles de l'électricité</u>	3.95
Annexe 5 :	<u>Quelques expériences de Stephen Gray</u>	3.97
Annexe 6 :	<u>Cadre de comparaison et de réflexion sur les modèles de l'électricité</u>	3.99
Annexe 7 :	<u>Démonstrations de l'attraction d'un isolant neutre</u>	3.100
Annexe 8 :	<u>Fabrication d'un électroscope simple</u>	3.101
Annexe 9 :	<u>Feuille de route – Expérimentation sur l'électrostatique</u>	3.102
Annexe 10 :	<u>Éléments de réponse pour l'expérimentation sur l'électrostatique</u>	3.107
Annexe 11 :	<u>Test vrai-faux</u>	3.110
Annexe 12 :	<u>Quelques phénomènes et technologies électrostatiques</u>	3.111
Annexe 13 :	<u>Fabrication d'un électrophore et d'une bouteille de Leyde</u>	3.114
Annexe 14 :	<u>Grille d'évaluation critériée pour un projet de recherche</u>	3.118
Annexe 15 :	<u>Illumination d'une ampoule au néon grâce à l'électrophore</u>	3.119
Annexe 16 :	<u>De l'électricité statique au courant électrique</u>	3.120
Annexe 17 :	<u>Problèmes mathématiques – Charge, courant, tension et énergie</u>	3.122
Annexe 18 :	<u>Exercice de recherche sur les sources d'énergie électrique</u>	3.123
Annexe 19 :	<u>Exercice de révision – Symboles pour circuits électriques</u>	3.124
Annexe 20 :	<u>Feuille de route – Circuits électriques simples</u>	3.125
Annexe 21 :	<u>Corrigé – Circuits électriques simples</u>	3.128
Annexe 22 :	<u>Feuille de route – Mesure du courant et de la tension</u>	3.129
Annexe 23 :	<u>Exercice de réflexion – Circuits en série et circuits en parallèle</u>	3.131
Annexe 24 :	<u>Diagrammes récapitulatifs – Circuits en série et circuits en parallèle</u>	3.133



LISTE DES ANNEXES (SUITE)

Annexe 25 : <u>Grille d'évaluation des habiletés liées aux circuits électriques</u>	3.134
Annexe 26 : <u>Épreuve sur les circuits électriques simples</u>	3.135
Annexe 27 : <u>Test – Les symboles utilisés pour les schémas de circuits électriques</u>	3.137
Annexe 28 : <u>Exercice d'appariement – Énoncés I</u>	3.138
Annexe 29 : <u>Exercice de déduction – Liens entre I, V et R</u>	3.140
Annexe 30 : <u>Exemples de données pour illustrer la relation entre I, V et R</u>	3.142
Annexe 31 : <u>Exercice de réflexion – Liens entre I, V, R et E</u>	3.143
Annexe 32 : <u>Circuits en parallèle dans l'installation électrique d'une maison</u>	3.144
Annexe 33 : <u>Résolution de problèmes – Situations électriques à risque</u>	3.145
Annexe 34 : <u>Rationalisation des unités de mesure de l'énergie électrique</u>	3.148
Annexe 35 : <u>Consommation et coût de l'énergie électrique</u>	3.150
Annexe 36 : <u>Exercice d'appariement – Énoncés II</u>	3.153
Annexe 37 : <u>Tableau de lecture du compteur</u>	3.154
Annexe 38 : <u>ÉnerGuide</u>	3.155
Annexe 39 : <u>Tableau d'analyse – Consommation de l'électricité à la maison</u>	3.156
Annexe 40 : <u>Questions de recherche – L'électricité au Manitoba</u>	3.157
Annexe 41 : <u>Éléments de réponse – L'électricité au Manitoba</u>	3.158
Annexe 42 : <u>Processus de prise de décisions</u>	3.160
Annexe 43 : <u>Exercice de réflexion sur le processus de prise de décisions</u>	3.162
Annexe 44 : <u>Plan de projet – L'électricité au Manitoba</u>	3.163
Annexe 45 : <u>Références bibliographiques</u>	3.164
Annexe 46 : <u>Représentation de données</u>	3.166



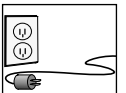
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
◆					vers 2600 av. J.-C.	Une légende ancienne veut que Hoang-Ti, le fondateur de l'empire chinois, ait conçu la première boussole magnétique, dont l'aiguille était mue par une force invisible . (Ce n'est que vers l'an 1000 apr. J.-C. que les Européens commenceront à utiliser des boussoles pour naviguer.) On confondra pendant longtemps le magnétisme et l'électricité.
◆					vers 600 av. J.-C.	Les Grecs appellent « élektron » l'ambre jaune, cette résine fossilisée issue d'une espèce de pin disparue depuis plus de 10 millions d'années. Thalès, un philosophe grec, remarque que l' ambre frotté par un tissu est capable d'attirer des fétus de paille, des barbes de plumes ou de la moelle de sureau. Par contre, la magnétite est capable d'attirer du fer sans qu'on ne lui fasse subir aucun frottement.
◆					vers 600 av. J.-C.	Selon l'historien romain Pline l'Ancien qui relate cette information 700 ans plus tard, les Étrusques (en Italie) savent comment faire dévier les éclairs évitant ainsi que leurs structures ne soient endommagées. Cela laisse donc supposer qu'ils auraient utilisé les premiers paratonnerres .
			◆		vers 400 av. J.-C.	Le philosophe grec Démocrite propose que la matière est faite de particules indivisibles qu'il appelle des atomes . Trois siècles plus tard le Romain Titus Carus reprend les idées de Démocrite et tente d'expliquer l'attraction et la répulsion magnétique.
◆					70 apr. J.-C.	Pline l'Ancien (23-79), naturaliste romain, vient à la conclusion que les poissons torpilles donnent des chocs aux pêcheurs. (L'électricité est donc présente dans les êtres vivants comme dans les objets inertes.)
◆					100	Le philosophe grec Plutarque (46-125) suppose que lorsqu'on frotte l'ambre, on réchauffe l'air environnant. L'air chaud tourbillonne et emporte des petits objets (tels que des fétus de paille) vers l'ambre.
◆					1269	Pierre de Maricourt, physicien français dont le nom latin est « Peregrinus », étudie le magnétisme et conclut qu'il existe toujours deux pôles dans un aimant.
	◆				1600	William Gilbert (1544-1603), physicien anglais, étudie l'ambre et propose les premières notions modernes sur l'électricité, parmi lesquelles une liste de corps électrisables par frottement . Gilbert appelle les corps qui peuvent être électrisés des <i>électriques</i> ; tandis que ceux qui ne sont pas électrisés par frottement, des <i>non-électriques</i> . (On saura plus tard que les <i>électriques</i> correspondent aux isolants tandis que les <i>non électriques</i> correspondent aux conducteurs.) Selon lui, le frottement d'un corps crée de l' <i>effluvium</i> , une « vertu » électrique. Gilbert utilise pour la première fois les expressions « force électrique » et « attraction électrique ». Il précise que l' attraction électrique est différente du magnétisme : tous les corps peuvent la subir, tandis que le magnétisme n'affecte que quelques substances. De plus, l'attraction magnétique peut s'effectuer à travers une substance intermédiaire, mais ce n'est pas le cas pour l'attraction électrique. Enfin, les aimants attirent surtout aux pôles, mais les corps électrisés attirent partout sur leur surface. Gilbert dit qu'un corps tel que l'ambre qui exerce un pouvoir d'attraction est un corps « chargé ». Outre l'ambre, Gilbert souligne que le soufre, la résine, le verre, le cristal de roche (quartz), le saphir, le diamant et la cire à cacheter sont tous électrisables. Gilbert invente le versorium, une première version de l' électroscope , qui permet de déceler une charge électrique. Gilbert remarque aussi que l'humidité de l'air et la chaleur des substances peuvent diminuer leur électrisation.
	◆				1620	L'Italien Niccolò Cabeo (1586-1650) découvre que des corps chargés peuvent s'attirer ou se repousser . Selon lui, ces deux phénomènes s'opèrent par le déplacement de l' <i>effluvium</i> dans l'air.

... suite



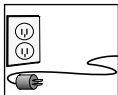
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
	◆				1646	L'anglais Thomas Browne (1605-1682) utilise pour la première fois le mot « électricité ».
	◆				1660	L'Anglais Robert Boyle (1627-1691) démontre que de l'ambre placé dans une bouteille de verre conserve son attraction, même après qu'on évacue tout l'air de la bouteille. L'air n'est donc pas vecteur de l'électricité.
				◆	1670	<p>Otto von Guericke (1602-1685), physicien allemand, fabrique le premier appareil pouvant générer une charge électrique. Cette machine électrostatique consiste en une sphère de soufre tournante contre laquelle l'utilisateur se frotte la main. Cette production d'électricité est dite « mécanique », puisque le frottement est une action mécanique entre deux corps.</p> <p>Guericke remarque que les corps attirés par la sphère de soufre deviennent chargés à leur tour s'ils y touchent, mais ensuite la sphère les repousse (la répulsion électrique). Si on « décharge » ces corps, la sphère les attirera à nouveau!</p> <p>Guericke démontre qu'une charge électrique peut être transmise à travers un fil de lin (la conduction électrique). D'autres corps peuvent être électrisés tout simplement en les rapprochant de la sphère de soufre sans y toucher (l'induction électrique).</p> <p>Beaucoup de personnes essaient par la suite de recréer la machine électrostatique, mais elles n'ont pas les mains aussi rugueuses que celles de Guericke et donc elles ne réussissent pas à frotter suffisamment la sphère de soufre!</p>
				◆	1710	<p>L'Anglais Francis Hauksbee (1666-1713) détermine qu'une décharge électrique dans un gaz raréfié produit de la lumière. On observe depuis longtemps un tel phénomène naturel sur les navires lors d'une tempête électrique : le feu Saint-Elme. (Les tubes néon publicitaires d'aujourd'hui sont un résultat de cette découverte.)</p> <p>Avec son maître Isaac Newton (1642-1727), il travaille sur une machine électrostatique ayant un cylindre de verre plutôt que de soufre. Le cylindre est fermé par un bouchon.</p>
	◆				1729	<p>Le physicien anglais Stephen Gray (1670-1736) démontre que tous les corps peuvent être électrisés, mais que les <i>non-électriques</i> sont en fait des conducteurs d'électricité. Il utilise aussi les termes « non-conducteurs » et « isolants ». Les métaux sont des conducteurs, tandis que les substances résineuses ou vitreuses sont des isolants.</p> <p>Gray démontre qu'un conducteur, s'il est suspendu ou entouré d'un isolant, est capable de conserver une charge électrique. (On croyait avant que les conducteurs, les <i>non-électriques</i>, n'étaient pas électrisables, mais c'était parce qu'ils se déchargeaient aussitôt.)</p> <p>Gray démontre aussi que si un conducteur électrisé entre en contact avec la « terre », il se décharge immédiatement (d'où la mise à la terre). La Terre est un objet immense avec lequel un objet peut partager sa charge électrique.</p> <p>Gray propose que le transfert d'électricité à travers ou le long d'un conducteur est un courant électrique. Avec son collègue Granville Wheeler, il réussit à transférer les charges d'un bâton de verre électrisé sur une longueur de 100 m, par l'entremise d'un fil de cuivre suspendu par des boucles de soie. (La soie, un isolant, ne permettait pas à l'électricité de « s'écouler » du fil métallique.)</p> <p>Gray démontre aussi l'attraction électrostatique en suspendant un jeune garçon à l'horizontale à l'aide de fils isolants : lorsqu'on rapproche un bâton électrisé des pieds nus de l'enfant, des petits bouts de feuille métallique sont attirés à son visage et à ses mains.</p> <p>Gray postule que le fluide électrique (<i>effluvium</i> ou <i>vertu électrique</i>) peut circuler librement dans un conducteur, mais qu'il ne circule pas facilement dans un isolant.</p>

... suite



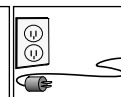
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
		◆			1733	<p>Charles François de Cisternay Du Fay (1698-1739), physicien français, reprend les expériences de Gray avec du verre et du copal (une résine utilisée comme substitut à l'ambre) et propose qu'il y a deux types d'électricité : un fluide vitré et un fluide résineux. Le type d'électricité produite par frottement dépend non seulement de la substance sur laquelle on frotte, mais aussi de la substance avec laquelle on frotte.</p> <p>Le verre frotté par la soie est électrisé par un fluide vitré. Si, avec de la flanelle de coton ou de la fourrure, on frotte du copal, de l'ambre, du soufre, de la résine, de la cire à cacheter ou du caoutchouc durci, on leur donne un fluide résineux. Deux substances électrisées avec le même fluide se repoussent, alors que deux substances électrisées avec différents fluides s'attirent.</p> <p>Du Fay démontre aussi qu'un objet électrisé peut en attirer un qui ne l'est pas (un objet neutre). Il perfectionne le versorium de Gilbert et réalise l'ancêtre des électroscopes à boules de moelle de sureau, à feuilles d'or et à fils.</p> <p>Il réussit à transmettre une charge le long d'une corde mouillée d'une longueur de 400 m, environ.</p> <p>Du Fay comprend qu'il faut isoler le manipulateur d'une machine électrostatique (avec du verre, etc.) car le corps humain est un conducteur. Il est le premier à tirer par exprès une étincelle de son corps, isolé de la terre.</p>
		◆			1735	<p>Jean Desaguliers (1683-1744), un Français protestant qui doit se réfugier en Angleterre, collabore avec Gray et remarque qu'un <i>électrique</i> est un corps que l'on peut exciter électriquement par le frottement, le tapotement, le martelage, la fonte, le réchauffement ou une autre action qu'on lui fait subir. Un <i>non-électrique</i> ne peut pas être électrisé de la même façon, mais il peut recevoir et conduire la <i>vertu électrique</i> d'un <i>électrique</i>.</p>
				◆	1743	<p>L'Allemand Georg Bose (1710-1761) rafistole la machine électrostatique de Guericke. Ce générateur électrostatique emploie du crin de cheval qui frotte une sphère de soufre tournante et lui enlève une charge électrique. Une tige métallique est fixée sur la sphère de soufre, mais elle n'est pas mise à la terre et donc elle peut provoquer une étincelle au toucher.</p> <p>De futurs inventeurs améliorent les générateurs pour les rendre de plus en plus efficaces. Ces appareils sont de plus en plus communs dans les laboratoires scientifiques et technologiques. En 1768, l'Anglais Jesse Ramsden (1735-1800) remplace le crin de cheval de Bose par des peignes métalliques et des coussinets recouverts d'or et il substitue un disque de verre à la sphère de soufre.</p>
				◆	1744	<p>L'Américain Benjamin Franklin (1706-1790) fabrique une machine électrostatique avec un coussin de frottement en cuir et une sphère en verre. Franklin s'inspire peut-être du travail de Johann Winkler (1703-1770), savant allemand, qui conçoit une machine électrostatique avec coussin en cuir et cylindre en rotation. Les machines électrostatiques sont désormais très populaires dans les laboratoires de physique, et diverses expériences s'ensuivent. Daniel Galath (1708-1767), maire de Danzig, met en parallèle plusieurs machines pour obtenir un rendement énergétique plus élevé. Ce n'est pas surprenant si, déjà, en 1750, l'Allemand Johann Gabriel Doppelmayr est la première victime à succomber à une décharge électrique issue de la technologie humaine!</p>

... suite



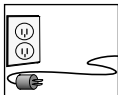
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
				◆	1745	<p>Ewald Jurgen von Kleist (1700-1748), savant allemand, découvre fortuitement la bouteille de Leyde, sans reconnaître le phénomène qui en est responsable. Il insère un clou dans un petit flacon de pharmacie rempli d'eau, puis il électrise le flacon avec une machine électrostatique. Lorsqu'il touche au clou il subit un choc considérable aux bras et aux épaules. Il réussit même à mettre le feu à de l'alcool en bouteille qu'il tient dans la main. D'autres savants s'attardent à ce nouveau phénomène, mais Kleist fournit de si mauvaises explications que la plupart ne réussissent pas à le recréer.</p> <p>La bouteille de Leyde porte le nom de la ville natale de Pieter van Musschenbroek (1692-1761), le physicien hollandais qui poursuit le travail de Kleist à la lumière des essais et des nombreux chocs électriques vécus par d'autres, tels que son compatriote Andreas Cunaeus (Musschenbroek l'a presque électrocuté) et son collègue français Jean Allemand. Ce dernier déclare « ne plus jamais vouloir subir cette terrible expérience —merci à Dieu de m'avoir sauvé! —non, pas encore, pas pour tout le royaume de France! ». (Naturellement tout le monde a voulu en faire l'expérience après que cet avertissement eut été diffusé!)</p> <p>La bouteille de Leyde est le premier condensateur, un appareil permettant d'accumuler une charge électrique. Elle consiste tout simplement en une bouteille de verre, remplie d'eau, et ayant été électrisée par frottement. Dans les appareils modernes, les condensateurs représentent habituellement le plus grand danger d'électrocution accidentelle, et c'est pour cela qu'il est risqué, par exemple, de démonter un téléviseur ou un magnétoscope, même si ces derniers sont débranchés.</p>
	◆				1746	<p>L'Anglais William Watson (1715-1787) propose que les charges électriques se conservent. Il découvre aussi que l'électricité voyage presque instantanément le long d'un fil d'une longueur de 3,2 km. Watson postule que l'électricité n'est qu'un seul fluide, et que les deux fluides de Du Fay ne seraient en fait qu'un excès ou qu'un manque relatif du même fluide.</p> <p>Avec son compatriote John Bevis (1693-1771), Watson améliore la bouteille de Leyde en recouvrant l'intérieur et l'extérieur de feuilles d'étain. Ce condensateur est maintenant capable de produire des étincelles pouvant allumer de la poudre noire ou enflammer de l'alcool. Ces innovations et l'expérience de Galath mènent à la création d'une première batterie constituée de lames métalliques reliées en parallèle.</p> <p>Watson observe aussi un effet lumineux lorsqu'une décharge électrique traverse un tube de verre de 1 m; cette innovation est l'ancêtre des lampes fluorescentes.</p>
	◆				1747	<p>Franklin démontre que lorsqu'une tige de verre est frottée avec de la soie, non seulement le verre est-il électrisé, mais la soie l'est aussi, avec une charge contraire quoique égale en intensité. Franklin rejette l'idée que ce soit le frottement qui engendre l'<i>effluvium</i>; il appuie la notion de Watson voulant que toutes les substances possèdent intrinsèquement un fluide électrique, et que le frottement ne fait que transférer du fluide d'un corps à un autre.</p> <p>Alors que Du Fay explique l'électricité vitrée ou résineuse par le biais du modèle des deux fluides, Franklin explique les mêmes phénomènes par l'état positif ou négatif du fluide unique. L'électricité positive est un excès de fluide électrique, tandis qu'un manque produit une charge négative. Franklin postule que le courant électrique va du positif au négatif; cette conception erronée persistera néanmoins pendant deux cents ans et explique pourquoi, aujourd'hui encore, la direction du courant dans les diagrammes électriques est du positif au négatif.</p> <p>Franklin s'interroge sur la possibilité que le fluide électrique soit composé de particules et qu'il puisse agir à distance. Ces questions sont reprises par de nombreux chercheurs.</p>
		◆			1749	<p>Jean-Antoine Nollet (1700-1770), physicien français, propose une théorie selon laquelle deux fluides électriques se promènent en sens inverses, soit le fluide <i>affluent</i> et le fluide <i>effluent</i>.</p> <p>Nollet prend connaissance des expériences de Franklin, il ne peut croire que de tels travaux de nature si complexe puissent se produire en Amérique et il les dément. C'est Nollet qui nomme la bouteille de Leyde ainsi. Il invente aussi l'électromètre, appareil qui permet de mesurer les charges électriques.</p>

... suite



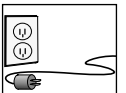
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
				◆	1750	L'électricité est devenue le tout dernier divertissement scientifique des aristocrates et des bourgeois européens, étant donné ses effets lumineux et sonores impressionnants. Tous sont curieux d'en voir des manifestations, d'être épatés par cet étrange phénomène. Louis-Guillaume Le Monnier (1717-1799), médecin du roi français Louis XIV, fait subir un choc électrique simultané à 140 courtisans qui se tiennent la main en chaîne (tous sont isolés du sol sauf le dernier). Cette démonstration (ainsi qu'une reprise avec 700 moines électrisés d'un coup!) vient appuyer son affirmation que la vitesse d'électrisation est instantanée. (Il en fait l'expérience aussi avec un fil de 4000 m.) Le Monnier demande aux courtisans de créer une chaîne avec des rameaux, isolés du sol eux aussi : seules les personnes dans la chaîne subissent un choc, les rameaux ne sont pas atteints (un peu comme les oiseaux perchés sur des fils électrisés). Ces expériences servent d'amorce à l'étude des circuits électriques .
	◆				1752	En France, Thomas Dalibard (1703-1799) décide de mettre à l'essai les idées de Franklin sur la foudre et il monte une expérience avec une tige métallique de 12 m, isolée, placée au haut d'une tour et munie d'un fil conducteur vers le sol. Dalibard démontre que la foudre est un phénomène électrique lorsque des étincelles émanent de la tige vers le sol. Le Monnier met en évidence que même par temps calme, la tige métallique peut être électrisée et qu'il y a donc de l'électricité dans l'atmosphère en tout temps. Franklin reprend à Philadelphie l'expérience de Dalibard, mais choisit d'utiliser un cerf-volant plutôt qu'une tige verticale. Le cerf-volant peut monter beaucoup plus haut dans le ciel. Franklin confirme l'électricité des éclairs lorsqu'un fil métallique accroché au cerf-volant libère des étincelles au sol. (Cette expérience est extrêmement dangereuse et Franklin a de la chance de s'en sortir indemne.) Un autre Français, Jacques de Romas (1713-1776), qui n'est pas au courant de l'expérience de Franklin, démontre dans diverses villes qu'un cerf-volant peut provoquer des arcs électriques de plus de 3 m de longueur (ces milliers de volts produisent d'impressionnants claquements sonores) : de Romas subit de nombreuses contusions et manque d'être lapidé par une foule lorsque la foudre s'abat sur une maison à Bordeaux! À Saint-Petersbourg, le Suédois Georg Wilhelm Richmann démontre lui aussi en 1753 le truc du cerf-volant, mais il s'approche trop près de la tige conductrice et la foudre l'abat, le pénétrant du front aux pieds. Franklin ne partagera ni avec Dalibard, ni avec de Romas, ni avec Richmann la reconnaissance pour la découverte qui lui est attribuée depuis le XVIII ^e siècle. On commence à employer des paratonnerres à Philadelphie en 1760, et leur usage se répand rapidement. (À cette époque, on estime qu'il y a annuellement en France jusqu'à 100 morts dus à la foudre!)
◆					1752	Johann Sulzer place du plomb et de l'argent dans sa bouche et décèle un « goût » électrique sur sa langue. Il n'a aucune sensation lorsqu'il place uniquement du plomb ou de l'argent, mais Sulzer ne réalise pas que c'est l'agencement des deux métaux différents qui produit une tension électrique. (Il faudra attendre 50 ans pour l'invention de la première pile électrique.) On peut revivre la découverte fortuite de Sulzer en plaçant sur sa langue une pièce de monnaie en argent et en touchant le dessous de la langue avec un stylo fait en acier. Le résultat est le même si deux fils reliés aux bornes opposées d'une pile électrique touchent respectivement le dessus et le dessous de la langue.
	◆				1753	John Canton (1718-1770), physicien anglais, étudie l' induction électrostatique, d'abord remarquée par Guericke. L'induction d'un courant électrique par un autre courant électrique ou par un aimant se passe sans contact direct entre deux corps : ce phénomène s'explique difficilement par les modèles à un ou à deux fluides électriques car ces derniers exigent le transfert de fluides électriques. Canton étudie l'effet atténuant de la chaleur sur une charge électrostatique. Plus tard on découvrira que le froid favorise habituellement la conduction, et que certains supraconducteurs sont très efficaces à de basses températures. On sait aussi que les températures élevées diminuent la performance des ordinateurs, et qu'il leur faut un mécanisme de refroidissement.

... suite



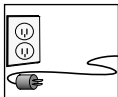
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
		◆			1758	<p>L'Écossais Robert Symmer (1707-1763), très coquet, porte des chaussettes de soie. Mais cet hiver-là, il fait si froid (et sec) qu'il décide d'enfiler d'abord des chaussettes de laine de couleur foncée sous les chaussettes de soie. Plus tard, lorsqu'il enlève ses chaussettes, il découvre à sa grande surprise que les chaussettes de laine se repoussent, que les chaussettes de soie se repoussent, mais qu'une chaussette de soie attire une chaussette de laine.</p> <p>Aucun frottement systématique n'a eu lieu et pourtant les chaussettes sont électrisées. Symmer rejette rapidement sa première hypothèse, que la couleur des chaussettes explique le phénomène! Il propose enfin que la substance dont est fait un objet gouverne son comportement électrique.</p> <p>Symmer croit qu'il existe deux sortes de fluides électriques dans toutes les substances, mais que différentes substances ont une affinité supérieure pour l'un ou l'autre de ces fluides. Lorsqu'une substance réussit à s'emparer d'une quantité de fluide provenant d'une autre substance, le déséquilibre chez les deux substances les rend électrisées. Symmer prône aussi plusieurs idées révolutionnaires (mais erronées) sur l'électricité.</p> <p>Le modèle des deux fluides électriques de Symmer, renforcé par les idées du chimiste suédois Torbern Olaf Bergman (1735-1784), s'avère plus populaire chez les scientifiques de l'époque que le modèle du fluide unique de Franklin, et ce n'est que plusieurs années plus tard qu'on se rend compte qu'il est fautif. D'abord glorifié, le modèle de Symmer sera oublié.</p>
	◆				1759	<p>Le physicien allemand Franz Ulrich Hoch (1724-1802), dit « Aepinus », rejette la notion de l'<i>effluvium</i> et postule que l'électricité est un fluide qui peut aussi agir à distance, ce qui explique bien l'attraction, la répulsion et surtout l'induction électriques. (Il reprend l'idée de Franklin d'un fluide unique pour le magnétisme, mais l'Europe demeure convaincue du modèle des deux fluides pour expliquer le comportement des aimants.)</p> <p>Aepinus est le premier à élaborer un traitement mathématique de l'électricité et du magnétisme. Ses études déclenchent le développement très fructueux des formules et mesures électriques qui s'avéreront justes dès le début du XIX^e siècle, malgré le fait que les physiciens ne saisiront pas la nature particulière de l'électricité avant le début du XX^e siècle. De très importants personnages de l'histoire de l'électricité se sont illustrés par leurs découvertes mathématiques : Priestley, Robinson, Cavendish, Laplace, Coulomb, Poisson, etc.</p> <p>Aepinus découvre la pyroélectricité, caractéristique de certains cristaux qui acquièrent une charge électrique sous l'effet de la chaleur; par exemple, les thermomètres pyroélectriques mesurent les changements de température selon la charge qui est produite.</p>
		◆			1764	<p>Le Suédois Johan Wilcke (1732-1796) invente l'électrophore, un appareil pouvant produire facilement, rapidement et de façon répétitive des charges électriques assez importantes.</p> <p>Tout comme le Hollandais Anton Brugmans (1732-1789), Wilcke prône l'existence de deux fluides magnétiques, le fluide austral (du sud) et le fluide boréal (du nord).</p>
	◆				1767	<p>L'Anglais Joseph Priestley (1733-1804) détermine la relation mathématique entre la distance qui sépare deux charges et la force d'attraction ou de répulsion qui agit entre elles.</p>
		◆			1780	<p>Luigi Galvani (1737-1798), un physiologiste italien, découvre que les jambes d'une grenouille disséquée remuent lorsqu'on en touche les nerfs avec un scalpel. Il attribue ces contractions musculaires « posthumes » au fait qu'il y a dans le corps des êtres vivants un fluide électrique animal, différent de celui retrouvé dans les objets inanimés.</p>

... suite



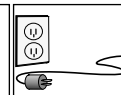
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
		◆			1785	<p>Le physicien français Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) croit au modèle des deux fluides électriques qui sont transférés, mais non créés par le frottement. Cependant, à la lumière des idées de Franklin et d'Aepinus, il incorpore à son modèle l'idée que ces fluides peuvent agir à distance.</p> <p>Coulomb ajoute des précisions aux calculs de Priestley et il constate que le comportement physique et mathématique de la force électrique ressemble à celui de la force gravitationnelle. Il démontre que c'est l'extérieur d'un corps qui est chargé par l'électricité statique, pas l'intérieur.</p> <p>L'unité de mesure pour la quantité de charge électrique est nommée le coulomb (C). Lors d'une tempête électrique, un nuage détient environ 30 coulombs de charges électriques qui peuvent être libérées subitement sous forme d'éclair. À titre de comparaison, le choc électrique que l'on ressent après s'être frotté les pieds sur un tapis n'équivaut qu'à quelques microcoulombs. (Naturellement, une étincelle est une décharge instantanée tandis qu'un courant électrique est soutenu et donc potentiellement plus dangereux : on n'a qu'à imaginer ce qui resterait du bout d'un doigt brûlé par une étincelle, même petite, qui dure pendant une minute!)</p>
				◆	1795	<p>John Cuthbertson (1743-1821), fabricant anglais d'instruments divers, installe en Hollande l'appareil champion du XVIII^e siècle : un générateur électrostatique doté de deux plaques d'un diamètre de 1,5 m et qui peut produire une étincelle d'une longueur de 60 cm aussi épaisse qu'une plume à écrire.</p>
				◆	1800	<p>Allesandro Volta (1745-1827), physicien italien, poursuit les expériences de Galvani en disposant des plaques métalliques de part et d'autre de tissus animaux. Il déduit que ces tissus ne sont en fait que des conducteurs et que ce sont les plaques métalliques qui occasionnent une décharge électrique.</p> <p>Volta crée la première « pile voltaïque » lorsqu'il empile des plaques de métaux (le cuivre ou l'argent en alternance avec le zinc) intercalées de cartons mouillés. Cette pile électrique produit de l'énergie électrique à partir de l'énergie chimique, en raison des affinités différentes qu'ont les deux métaux pour des charges électriques. Parce qu'un des métaux a plus d'affinité électrique que l'autre, il réussit à attirer vers lui des charges provenant de son voisin et donc il y a une tension électrique.</p> <p>L'amplitude de cette tension dépend des facteurs qui régissent les réactions chimiques qui s'opèrent à la surface des plaques métalliques; elle est aussi sujette à la nature de l'intermédiaire aqueux (carton mouillé, feutre trempé dans l'eau salée, solution, etc.) qui permet aux charges de voyager d'une plaque à l'autre (d'où l'importance d'avoir suffisamment d'eau dans la batterie de son automobile; une batterie est un assemblage de plusieurs piles électriques.)</p> <p>L'unité de mesure pour la tension électrique est le volt, en souvenir de Volta. Une pile réussit à générer une tension de quelques volts de façon continue, tandis que les phénomènes électrostatiques peuvent comporter d'énormes tensions qui se résolvent subitement (la tension entre un nuage électrisé et le sol est d'au moins 10 000 volts; la tension créée par le frottement des pieds sur un tapis peut dépasser 20 000 volts, mais heureusement la charge résultante est minuscule!). Le volt correspond à une quantité d'énergie (un joule) par coulomb de charge.</p> <p>L'invention de la pile électrique fournira aux humains une source d'énergie électrique qui ne dépend pas de moyens mécaniques. Les piles sont ubiquitaires dans la vie moderne : elles permettent que nombre d'appareils soient portatifs ou indépendants d'une alimentation fixe. (Depuis 30 ou 40 ans, les piles photoélectriques sont devenues populaires elles aussi : elles dépendent d'une excitation lumineuse pour déclencher un courant électrique.)</p>
			◆		1804	<p>Le chimiste britannique John Dalton (1766-1844) énonce pour la première fois sa théorie atomique de la matière qu'il mettra au point au fil de sa carrière. Dalton croit que la matière est faite de particules.</p>

... suite



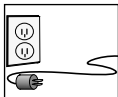
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
		◆			1812	<p>Le mathématicien français Denis Poisson (1781-1840) détermine des relations mathématiques appuyant le modèle des deux fluides électriques. Il traite particulièrement de la distribution des charges dans un conducteur.</p> <p>Il faut signaler que la plupart des traitements mathématiques de l'électricité issus des XVIII^e et XIX^e siècles sont toujours valides aujourd'hui, en dépit du fait que les modèles à un ou à deux fluides de l'électricité ne représentent pas la vraie nature de l'électricité. Ces modèles fournissent néanmoins des conceptualisations utiles aux scientifiques de l'époque qui ne peuvent ni soupçonner ni déterminer l'existence des particules électriques. Les chimistes et les physiciens des XIX^e et XX^e siècles élucideront enfin la nature que l'on reconnaît à l'électricité aujourd'hui.</p>
		◆			1819	<p>Hans Christian Oersted (1777-1851), physicien danois, découvre l'électromagnétisme lorsqu'il observe qu'un courant électrique peut influencer le mouvement de l'aiguille d'un aimant, et que le sens de la déviation de l'aiguille dépend du sens du courant. On nomme en son honneur l'unité de mesure de l'intensité d'un champ magnétique (oersted).</p> <p>Les Français Jean-Baptiste Biot (1774-1862) et Félix Savart (1791-1841) poursuivent les études d'Oersted et élaborent en 1820 une loi mathématique liant le champ magnétique et le courant électrique.</p>
				◆	1820	<p>Quelques semaines après la découverte de l'électromagnétisme, le Français André Marie Ampère (1775-1836) détermine qu'un fil en bobine agit comme un aimant lorsqu'un courant électrique y circule. Ampère invente ainsi le solénoïde, bobine cylindrique constituée d'une couche ou de plusieurs couches de fils conducteurs enroulés et traversés par un courant.</p> <p>Son collaborateur François Arago (1786-1853) confirme qu'on peut aimanter une tige de fer ou d'acier si on la place au centre d'un solénoïde dans lequel passe un courant électrique. En 1827, l'Américain Joseph Henry (1797-1878), ayant poursuivi les études d'Oersted, d'Ampère et d'Arago, crée le premier moteur électrique ou électromoteur, dans lequel une bobine électrisée fait tourner un aimant.</p> <p>Les électroaimants et la science de l'électromagnétisme révolutionneront le monde industriel puisqu'ils permettent de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique (l'électromoteur) et vice versa (la dynamo). Aujourd'hui des électroaimants de toute taille sont utilisés partout.</p> <p>L'unité de mesure du courant électrique est l'ampère (A) : un ampère correspond à l'écoulement de un coulomb par seconde dans un conducteur. Subir pendant plus qu'un instant un courant de 0,05 ampère peut être fatal; le cœur ne peut tolérer plus que 0,1 ampère peu importe la durée.</p>
				◆	1821	<p>L'Allemand Thomas Johann Seebeck (1770-1831) découvre l'effet thermoélectrique, prouvant que l'on peut transformer l'énergie thermique en énergie électrique. Des dispositifs thermoélectriques se retrouvent aujourd'hui dans divers appareils, tels que les thermostats et les grille-pain.</p>
		◆			1827	<p>Georg Simon Ohm (1789-1854), physicien allemand, établit la relation mathématique entre le courant, la tension électrique et la résistance (loi d'Ohm : le courant est proportionnel à la tension et inversement proportionnel à la résistance). Cette relation est l'un des rapports les plus fondamentaux de la notion moderne de l'électricité.</p> <p>La résistance électrique est une caractéristique des substances et elle est due à la facilité ou à la difficulté avec laquelle un courant peut traverser une substance particulière. (On précise pour chaque substance une <i>résistivité</i> spécifique qui est l'inverse de sa <i>conductivité</i> spécifique.) L'unité de mesure de la résistance électrique est l'ohm (Ω). Les substances isolantes telles que le plastique, le verre et le caoutchouc présentent une très haute résistance au courant, à moins qu'elles ne soient mouillées d'où les nombreuses mesures de sécurité concernant l'électricité et l'eau (par exemple, la résistance d'une main sèche est 100 fois, environ, celle d'une main trempée dans l'eau).</p>

... suite



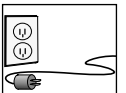
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
				◆	1831	<p>Le Britannique Michael Faraday (1791-1867) découvre l'induction électromagnétique, c'est-à-dire qu'un changement dans le champ magnétique, et non sa simple présence, est essentiel pour provoquer un courant électrique. Ses recherches non mathématiques mais très visuelles permettent de mieux comprendre les découvertes d'Oersted et d'Ampère ainsi que les inventions d'Arago et de Henry. Plus tard, des scientifiques tels que le Russe Emil Lenz (1804-1865) élaboreront un traitement mathématique de l'induction.</p> <p>Faraday développe davantage la génératrice électrique ou dynamo, qui transforme le travail mécanique en énergie électrique et qui est l'élément clé des centrales à turbines, qu'elles soient thermodynamiques, hydroélectriques ou éoliennes. L'alternateur d'une automobile est aussi une dynamo. L'ingénieur et industriel allemand Werner von Siemens (1816-1892) réussira avec brio à exploiter à des fins commerciales la dynamo et les moteurs électriques.</p> <p>Le farad, l'unité de mesure de la capacitance des condensateurs électriques (tels que la bouteille de Leyde et les piles électriques), a été nommé en souvenir de Faraday.</p> <p>Faraday remarque que selon lui, « il existe une quantité spécifique de puissance électrique associée à chaque atome de matière ». Comme Franklin auparavant, il soupçonne la nature particulaire de l'électricité.</p> <p>Faraday était un autodidacte. Apprenti dans une entreprise de reliure de livres, il en profite pour lire les œuvres scientifiques. Plus tard, Humphry Davy (1778-1829), un des pionniers de l'électrochimie, rencontre Faraday et est impressionné par ce jeune savant de 19 ans : il l'embauche comme assistant de laboratoire. Précisons que les plus grands scientifiques de l'histoire ne sont pas nécessairement le fruit d'une formation académique en sciences!</p>
				◆	1832	<p>L'Américain Samuel Morse (1791-1872) invente le télégraphe électrique, précurseur du téléphone et point de départ des communications par fils électrisés. Son compatriote Joseph Henry observe déjà en 1842 que des étincelles semblent induire à distance des impulsions électriques et donc transmettre à distance des messages électriques, ce qui laisse entrevoir le développement de la télégraphie sans fil et de la radio.</p>
				◆	1841	<p>Le Britannique James Joule (1818-1889) étudie le dégagement de chaleur produit par le passage d'un courant électrique, et il réussit à établir une équivalence mathématique entre le travail mécanique, l'énergie électrique et l'énergie thermique. De fait, l'unité de mesure pour la quantité d'énergie est le joule (J). Plus tard, on mesurera aussi l'énergie lumineuse en joules.</p>
			◆		1846	<p>Le physicien allemand Wilhelm Weber (1804-1891) rassemble toutes les idées et les hypothèses antérieures sur l'électricité et élabore une théorie selon laquelle les phénomènes électromagnétiques sont dus aux forces agissant entre des particules chargées en mouvement. Sa théorie s'avère inexacte, mais elle pique la curiosité des scientifiques et les incite à poursuivre de nouvelles recherches sur la nature de l'électromagnétisme qui mèneront aux propositions de Maxwell et de Lorentz.</p> <p>Les recherches de Weber permettront néanmoins d'écartier une fois pour toute le modèle des fluides magnétiques.</p>
			◆		1864	<p>Surtout inspiré par les travaux de Faraday, James Clerk Maxwell (1831-1879), physicien britannique, réussit à élaborer une théorie générale des champs électromagnétiques. Il se demande aussi si les phénomènes électrostatiques et la lumière ne sont que deux visages de la même réalité.</p> <p>Maxwell croit que ces phénomènes sont sans doute de nature ondulatoire malgré le fait que s'opèrent toutes les relations mathématiques conçues en fonction des modèles à un ou à deux fluides électriques. Il propose que ces ondes se dispersent par l'entremise de particules dans l'éther, ce fluide subtil censé remplir le vide.</p>
				◆	1867	<p>L'électricien belge Zénobe Gramme (1826-1901) perfectionne une machine à courant alternatif permettant d'alimenter sans interruption les moteurs électriques.</p>

... suite

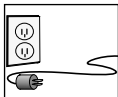


ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
				◆	1882	L'ingénieur croate Nikola Tesla (1856-1943) réalise les premières machines capables d'exploiter le courant alternatif . Ensuite il développe des moyens de transport pour ce courant alternatif.
				◆	1876	Le Canadien Alexander Graham Bell (1847-1922) invente le téléphone, appareil électromagnétique qui permet de convertir la voix humaine en courant électrique et vice versa. La conversion d'images et de données en messages électriques suivra au XX ^e siècle.
				◆	1879	L'inventeur américain Thomas Alva Edison (1847-1931) dépose, parmi les mille brevets de sa brillante carrière, les précisions techniques d'une nouvelle ampoule électrique à incandescence . L'ère de l'éclairage électrique des foyers, des rues, des usines, des villes, etc., est amorcée. Cette illumination omniprésente et à grande échelle sur la Terre sera visible de l'espace. Edison est aussi responsable du premier phonographe (conversion de la musique en impulsions électriques). Sans lui la musique populaire n'aurait pas eu les moyens de se faire connaître, ainsi il aurait été impossible d'écouter encore aujourd'hui une chanson d'Édith Piaf enregistrée à Paris en 1946.
			◆		1881	L'Allemand Hermann von Helmholtz (1821-1894) propose que les phénomènes électromagnétiques sont dus à des particules chargées au sein des atomes et non à un dérangement de l'éther. Il démontre clairement que toutes les observations de Faraday se prêtent au modèle particulaire.
			◆		1887	Le chimiste suédois Svante Arrhenius (1859-1927) démontre l'existence des ions (atomes chargés) dans une solution et leur lien avec la conductibilité de l'eau ionisée .
			◆		1889	Le Britannique J. J. Thompson (1856-1940) postule l'existence des électrons dans l'atome et en prouve l'existence au fur et à mesure qu'il poursuit ses recherches. Il suppose aussi l'existence des protons. Sa contribution au développement du modèle atomique de la matière affirme l'existence de particules chargées et met fin à l'idée de fluides électriques.
			◆		1890	Hendrik Lorentz (1853-1928), physicien néerlandais, propose sa théorie électronique de la matière. Toute substance est faite de particules chargées qui sont à l'origine des phénomènes électromagnétiques et de la lumière. Lorentz demeure convaincu de l'existence de l'éther.
			◆		début du XX ^e siècle	Le Britannique Ernest Rutherford (1871-1937) précise la taille et la position des particules fondamentales de l'atome (proton, électron, neutron) et l'Américain Robert Andrews Millikan (1868-1953) détermine en 1911 la charge de l'électron. Par la suite, le Danois Niels Bohr (1882-1962) dresse en 1913 un modèle atomique dans lequel les électrons circulent à très haute vitesse dans une coquille constituée de niveaux d'énergie. Certains électrons (charges négatives) peuvent s'échapper d'un atome vers un autre (le courant électrique), tandis que les protons ne peuvent pas facilement se détacher de leur atome. (Dans une solution ou dans une substance gazeuse cependant, les ions négatifs ou positifs peuvent se déplacer plus librement.) La réactivité des différentes substances est associée à leur affinité ou non pour des électrons libres. Le modèle quantique de l'atome vient s'ajouter au modèle de Bohr. Il ne peut déterminer que la probabilité qu'a un électron à occuper un endroit particulier dans le « nuage » électronique qui entoure le noyau. Albert Einstein (1879-1955) met fin une fois pour toutes à l'existence de l'éther. Les forces électromagnétiques agissent à distance et à travers le vide qui existe entre les particules de matière. La lumière est de l'énergie et vice versa; de plus, la matière elle-même est équivalente à de l'énergie!



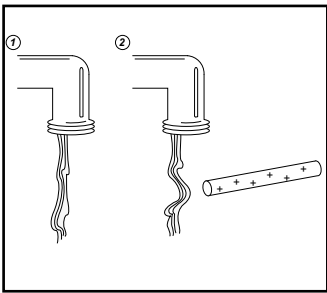
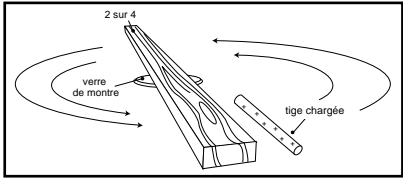
ANNEXE 2 : Exercice de réflexion sur les phénomènes électriques

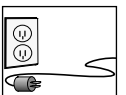
Nom : _____

Date : _____

L'électricité statique (ou l'électrostatique) se manifeste lorsque des **charges électriques au repos provoquent une décharge électrique** en présence d'une tension électrique.

Remplis le tableau suivant.

Description du phénomène	As-tu déjà observé ou ressenti ce phénomène? Comment l'expliques-tu?
1. Il arrive souvent qu'en enlevant un chandail on entende une sorte de crépitement. Si on l'enlève dans l'obscurité, on peut même apercevoir des étincelles.	
2. Les vêtements qui sortent de la sècheuse se comportent souvent de drôles de façon. Soit un tissu se colle à un autre ou à notre corps, soit il s'en éloigne.	
3. Lorsqu'on se déplace sur un tapis et qu'on touche ensuite une poignée de porte ou une autre personne, on ressent un choc.	
4. Si l'on frotte un ballon contre les cheveux d'une personne, on peut le poser sur un mur et il y restera plus ou moins collé. Pourtant deux ballons frottés ainsi s'éloignent l'un de l'autre.	
5. Si l'on se passe un peigne ou une brosse dans les cheveux, ceux-ci deviennent parfois hérissés. De plus, on peut attirer et ramasser à l'aide du peigne des confettis ou des brindilles de paille.	
6. Si l'on approche un objet chargé près d'un filet d'eau coulant d'un robinet, le filet fléchit en direction de l'objet.	
7. On peut faire pivoter un montant de bois de 2 sur 4 de 2 m de long posé à l'horizontal sur un verre de montre (qui réduit la friction) si l'on rapproche d'une de ses extrémités un objet chargé.	



ANNEXE 3 : Feuille de route - Démonstrations en électrostatique

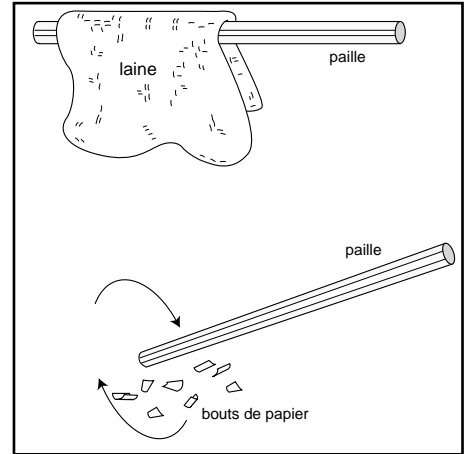
Nom : _____

Date : _____

Démonstration 1 : ÉLECTRISATION PAR FROTTEMENT

1. Éparpille des bouts de papiers sur une table ou un pupitre. Rapproche la paille de plastique des bouts de papier. Que se passe-t-il?

2. Maintenant frotte la paille de plastique avec de la laine et rapproche-la à nouveau des bouts de papier. Que se passe-t-il?



3. Peux-tu expliquer pourquoi?

4. Trouve deux autres objets à l'école ou chez toi qui remplacent la paille et la laine et tente d'obtenir les mêmes effets. (Voici quelques suggestions d'objets : une brosse à dents, un stylo, un étui de disque compact, de la soie, du coton, du polyester, une grosse bille.) Quels objets as-tu choisis?

5. Quelle démarche emploies-tu et quels résultats obtiens-tu? Essaie avec des bouts de papier d'aluminium.

ANNEXE 3 : Feuille de route - Démonstrations en électrostatique (suite)

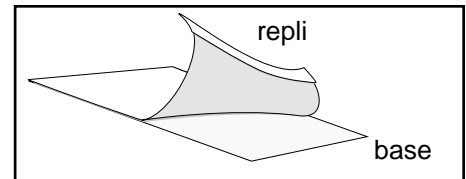
Nom : _____

Date : _____

Démonstration 2 : RUBANS ET CHARGES

1. Colle un morceau de ruban adhésif transparent d'une longueur de 30 cm, environ, sur une table ou un pupitre. Il s'agit du ruban de base.

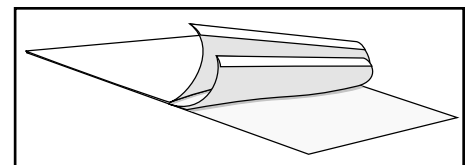
2. Prends un autre morceau de ruban de 10 cm, environ, et replie le premier centimètre sur lui-même. Colle ce ruban sur le ruban de base et exerce une certaine pression avec tes doigts de manière à bien les fixer.



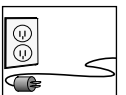
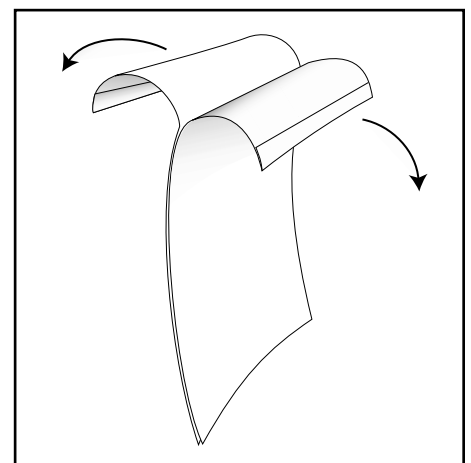
3. D'un coup sec, retire du ruban de base le morceau du ruban court. Rapproche-le des bouts de papiers éparpillés sur la table. Que se passe-t-il?

4. Que peux-tu conclure au sujet du ruban adhésif?

5. Prends un autre morceau de ruban adhésif de 10 cm et replies-en aussi le premier centimètre. Mets les deux morceaux de ruban de 10 cm sur le ruban de base, un par-dessus l'autre. Appuie fortement du bout de tes doigts pour bien les fixer. Pour les deux rubans avec des replis, indique lequel est le ruban du haut (H) et lequel est celui du bas (B).



6. Retire les deux morceaux de ruban courts ensemble. Puis sépare ces morceaux l'un de l'autre. Que se passe-t-il lorsque tu rapproches les deux morceaux l'un de l'autre?



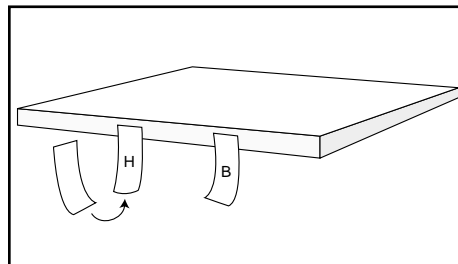
ANNEXE 3 : Feuille de route - Démonstrations en électrostatique (suite)

Nom : _____

Date : _____

- Colle séparément les deux morceaux de ruban de 10 cm au bord de la table, l'un des deux étant le ruban du haut **H** et l'autre celui du bas **B**.
- Prépare deux autres morceaux de ruban sur la base de sorte à obtenir un deuxième **H** et un deuxième **B**.
- Rapproche ces nouveaux morceaux de ruban, un à la fois, aux rubans H et B originaux. Remplis le tableau suivant.

Que se passe-t-il lorsqu'ils sont rapprochés?	premier ruban H	premier ruban B
second ruban H		
second ruban B		



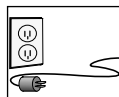
- La démonstration des rubans te permet de déterminer combien il y a de types de charges électriques. Analyse ton tableau afin de conclure s'il y a 1, 2, 3 ou 4 types de charges, et quel est leur comportement lorsqu'ils se rencontrent. Formule un postulat simple qui explique l'interaction des charges.

- Rapproche maintenant chacun des rubans (H, H, B, B) des bouts de papier. Que se passe-t-il?

- Quelle est la charge des bouts de papier? Peux-tu modifier le postulat que tu as formulé dans l'étape 10 pour qu'il reflète ce qui s'est passé relativement aux bouts de papier et aux rubans?

RÉCAPITULATION

Inscris des questions qui te préoccupent encore et qui sont pertinentes aux deux démonstrations ci-dessus. Discutes-en avec des camarades de classe. Tu auras à noter dans ton carnet scientifique des explications que ton enseignante ou enseignant donnera en classe et tu pourras alors en profiter pour soulever tes questions.



ANNEXE 4 : Trois modèles de l'électricité

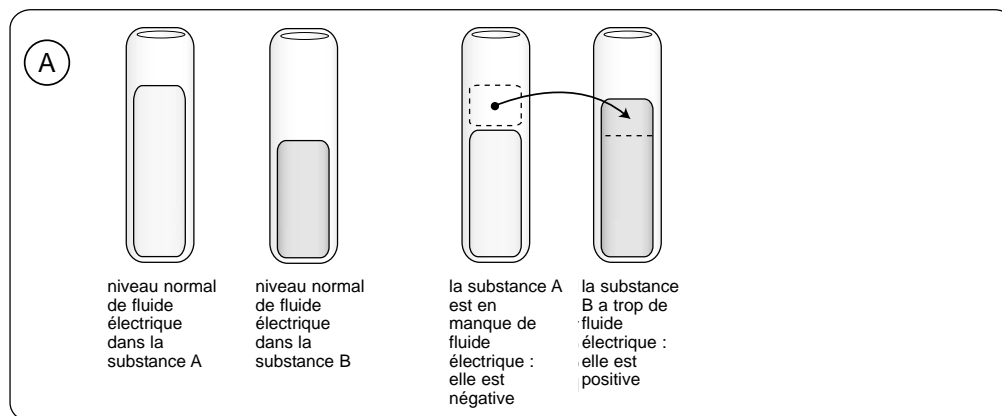
Nom : _____

Date : _____

Les divers modèles de l'électricité ont évolué au fil des années. Voici une explication sommaire de trois de ces modèles (dans leur version avancée).

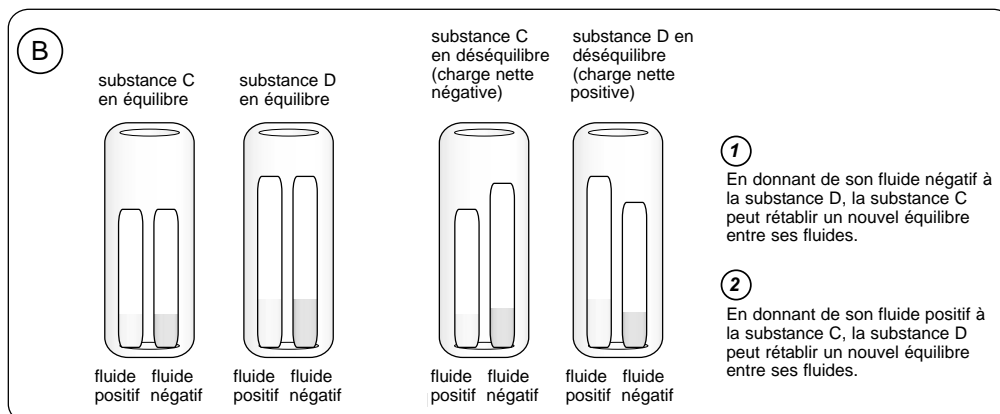
Le modèle du fluide unique (A)

Chaque substance possède un niveau normal de fluide électrique. Si une substance n'a pas suffisamment de fluide (état négatif), elle cherche à s'en procurer. De même, si une substance a trop de fluide (état positif), elle cherche à s'en départir. Le frottement de deux substances l'une contre l'autre peut occasionner un transfert de fluide d'une substance à l'autre. Une substance positive attirera une substance négative, car il peut y avoir transfert de fluide entre les deux. Deux substances ayant la même charge se repoussent, car il ne peut pas y avoir de transfert. (Ce modèle existe depuis 1700, mais au cours des 200 ans qui ont suivi, la plupart des scientifiques lui ont préféré le modèle des deux fluides.)



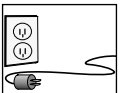
Le modèle des deux fluides (B)

Chaque substance possède deux fluides électriques (positif et négatif) qui doivent être en équilibre. Si une substance a trop de fluide positif par rapport à son fluide négatif, elle va chercher à se départir de l'excédent positif ou à acquérir du fluide négatif pour rétablir l'équilibre. La situation inverse se présente si la substance a trop de fluide négatif. Le frottement des deux substances l'une contre l'autre peut occasionner le transfert d'un fluide ou de deux fluides d'une substance à l'autre (et cela dans un même sens ou dans deux sens opposés). Une substance avec une charge positive nette attirera une substance avec une charge négative nette parce que les deux peuvent s'échanger du fluide (positif ou négatif) pour équilibrer leur charge respective. Deux substances ayant chacune une charge nette du même type se repousseront, car elles n'ont aucun fluide à échanger pour les équilibrer. (Ce modèle a la faveur des scientifiques entre les années 1750 et les années 1880.)



1
En donnant de son fluide négatif à la substance D, la substance C peut rétablir un nouvel équilibre entre ses fluides.

2
En donnant de son fluide positif à la substance C, la substance D peut rétablir un nouvel équilibre entre ses fluides.



ANNEXE 4 : Trois modèles de l'électricité (suite)

Nom : _____

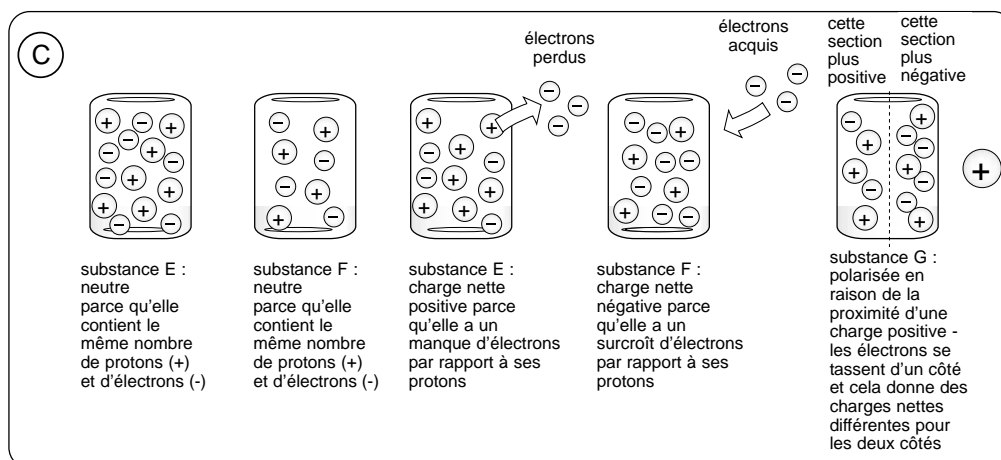
Date : _____

Le modèle particulaire (avant la théorie atomique moderne)

Selon ce modèle qui est très semblable au modèle des deux fluides, ce ne sont pas des fluides mais des particules (positives et négatives) qui sont échangées entre les substances lors du frottement, de réactions chimiques ou d'autres manifestations électriques. Les particules se comportent entre elles comme le font les fluides du modèle des deux fluides. (Ce modèle devient populaire entre les années 1850 et les années 1890.)

Le modèle particulaire (à la lumière de la théorie atomique moderne) ©

Ce modèle de l'électricité prévaut depuis les années 1890 et, quoiqu'il incorpore des notions du modèle des deux fluides, il propose un comportement électrique qui ressemble plutôt au modèle du fluide unique. Selon ce modèle particulaire encore accepté aujourd'hui, il existe effectivement deux types de particules chargées dans toute substance, les protons (positifs) et les électrons (négatifs). Une substance est neutre lorsqu'il y a un équilibre entre le nombre de protons et le nombre d'électrons. Mais, habituellement, seulement des électrons peuvent être transférés d'une substance à une autre (que ce soit par frottement, par réaction chimique, etc.); les protons, eux, sont prisonniers des atomes et restent plus ou moins immobiles. Une substance négative a un surplus d'électrons, et une substance positive a un manque d'électrons. Il est vrai qu'une substance positive attirera une substance négative pour un transfert d'électrons, et que deux substances ayant la même charge nette, soit positive ou négative, ne pourront résoudre ensemble leur déséquilibre électrique.



L'attraction et la répulsion des charges sont dues à une force électrique inhérente aux électrons et aux protons. Même au sein des substances, l'attraction et la répulsion s'opèrent et peuvent provoquer des phénomènes tels que la polarisation, la séparation des charges et l'induction. Certaines substances permettent plus facilement le déplacement d'électrons entre les atomes : ce sont les conducteurs. D'autres le permettent plus difficilement : ce sont les isolants. Dans un autre ordre d'idées, chaque substance a une affinité particulière pour les électrons et cette affinité diffère d'une substance à l'autre : certaines ont un plus grand manque d'électrons, d'autres en ont un surcroît, selon leur configuration électronique et leur réactivité chimique. Lorsque deux substances sont frottées ensemble ou réagissent l'une à l'autre, l'une d'entre elles acquiert habituellement des électrons provenant de l'autre parce qu'elle a une plus grande affinité pour les charges négatives.

ANNEXE 5 : Quelques expériences de Stephen Gray

Nom : _____

Date : _____

Expérience n° 1

Matériel nécessaire :

- tube cylindrique, fait d'un matériau isolant, d'une longueur de 60 cm et d'un diamètre de 2 à 3 cm, tel qu'un tube de plastique, un tuyau de drainage ou un tube pour envoi postal (Gray utilisa un cylindre de verre d'une longueur de 1 m et d'un diamètre de 1,5 cm.)
- morceau de tissu de laine, de coton ou de soie

Tiens le tube d'une main et frotte-le avec le morceau de tissu dans l'autre main (ou fais passer le tube dans un mouvement de va-et-vient à travers le tissu). Assure-toi par la suite que le tube et le tissu ne se touchent plus car ils sont tous deux électrisés! Passe le tube tout près de ton oreille et écoute attentivement. Le faible crépitement t'indique que de minuscules étincelles se produisent entre le tube et ta tête. Tes cheveux ont peut-être aussi été électrisés. Si le temps est propice (journées froides et très sèches), tu peux essayer d'observer les étincelles dans l'obscurité, devant un miroir.

Expérience n° 2

Matériel nécessaire :

- petit piquet de bois ou autre isolant
- morceau de pâte à modeler
- ficelle de nylon
- plume de duvet
- tige de verre ou de plastique

Sur une table, installe le petit piquet de bois à la verticale. Tu peux le faire tenir en place avec de la pâte à modeler. Attache une ficelle de nylon au sommet du piquet, puis attache la plume de duvet à l'autre bout de la ficelle. La ficelle ne doit pas être trop longue car la plume ne doit pas toucher la table. Électrise la tige de verre ou de plastique par frottement, puis rapproche-la de la plume sans toutefois la toucher. Tu pourras la déplacer sans qu'il y ait de contact physique : te voilà adepte de la lévitation des objets!

Expérience n° 3

Matériel nécessaire :

- bâtonnet d'encens
- tige de verre ou de plastique

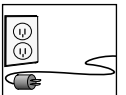
Allume un bâtonnet d'encens. Électrise la tige de verre ou de plastique et approche-la de la fumée. Observe ce qui se passe si tu places le bout de la tige plus loin ou même sous le bout incandescent du bâtonnet.

Expérience n° 4

Matériel nécessaire :

- clou à tête plate d'un diamètre d'au moins 3 mm
- morceau de bois sec
- eau
- tige de verre ou de plastique

Enfonce suffisamment le clou dans un morceau de bois sec pour qu'il tienne debout, mais sans qu'il transperce complètement le bois. Dépose délicatement une goutte d'eau sur la tête du clou (une tige de verre ou de bois peut t'aider à réussir cette étape). Une goutte sphérique donnera de meilleurs résultats.



ANNEXE 5 : Quelques expériences de Stephen Gray (suite)

Nom : _____

Date : _____

Assure-toi de ne pas mouiller le bois, ce qui risquerait de ne plus l'isoler de la terre. Électrise la tige de verre ou de plastique. Rapproche-la de la goutte d'eau, sans y toucher. Tu pourras sans doute observer que la goutte s'étire vers le haut, ou qu'elle s'effrite en gouttellettes si elle est étirée au-delà de la tête du clou. (Ce phénomène est exploité dans les imprimantes à jet d'encre et il explique aussi la formation des orages!)

Expérience n° 5

Matériel nécessaire :

- bouchon de liège
- tube isolant
- bouts de papier ou confettis
- plumes de duvet
- tige métallique

Approche le bouchon de liège des bouts de papier ou des plumes de duvet. Rien ne se passe. Il en est de même pour le tube isolant. Électrise par frottement le tube isolant et tu observeras qu'il exerce une attirance. Mets-le à la terre.

Insère le bouchon dans le bout du tuyau de sorte qu'au moins 1 cm en ressorte. Électrise à nouveau le tube sans toucher au bouchon. Rapproche ensuite le bouchon des bouts de papier ou des plumes et tu verras qu'il les attire. (Cette expérience de Gray démontre que l'*effluvium* n'est pas le produit du frottement, mais plutôt une « vertu » ou un « fluide » qui a été transféré du tuyau au bouchon de liège : il s'agit de la conduction.)

Mets le tube à la terre et insère une tige métallique dans le bouchon. Recommence l'expérience et tu confirmeras que la tige métallique est électrisée elle aussi. Pourtant, si tu essaies de l'électriser par frottement direct, tu ne réussiras pas. C'est parce que les métaux et les corps vivants sont des conducteurs et ils font une mise à la terre instantanée s'ils touchent (directement ou indirectement) au sol, tandis que les isolants le font très très lentement.

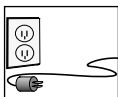
Expérience n° 6

Matériel nécessaire :

- fil métallique de 5 à 10 m de long
- boucles de soie ou autre matériau isolant
- bouts de papier ou plumes de duvet
- clé ou cuillère
- tige de plastique ou de verre

Suspens un fil métallique dans la classe à l'aide de boucles de soie ou d'un autre tissu isolant. Veille à ce que le fil ne soit pas mis à la terre par mégarde. Dispose une extrémité du fil près de morceaux de papiers ou de plumes de duvet. (Tu peux choisir d'accrocher un objet métallique à cette extrémité du fil, par exemple une clé ou une cuillère.) Électrise ensuite une tige de verre ou de plastique et mets-la en contact avec l'autre extrémité du fil. À 5-10 m de toi, les bouts de papiers ou les plumes devraient être attirés par le fil! Lorsqu'on produit de l'électricité, il est important de l'entreposer dans des enceintes isolées, et de la transmettre par fils conducteurs.

Il n'existait pas de fil isolé dans le temps de Gray, mais cette expérience est tout aussi facile si l'on utilise un fil de cuivre revêtu d'un isolant tel qu'on en trouve dans l'installation électrique d'une maison. Il suffit alors de dénuder les deux extrémités du fil.

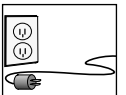


ANNEXE 6 : Cadre de comparaison et de réflexion sur les modèles de l'électricité

Nom : _____

Date : _____

	Trois modèles de l'électricité		
	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulière
Énumère trois exemples de phénomènes que tous ces modèles ont tenté d'expliquer.	a) b) c)		
Donne deux ressemblances conceptuelles entre ces trois modèles.	a) b)		
Donne deux aspects qui distinguent chacun de ces modèles des deux autres.	a) b)	a) b)	a) b)
Explique sommairement pourquoi chacun de ces modèles a été proposé. (Pourquoi était-il censé être une meilleure explication que le modèle précédent?)			
Nomme un personnage ou un incident historique associé à ce modèle, et explique en quoi il est significatif.			
Nomme et décris sommairement trois innovations technologiques qui ont permis aux scientifiques des XVII ^e , XVIII ^e et XIX ^e siècles de mieux étudier l'électricité.	a) b) c)		



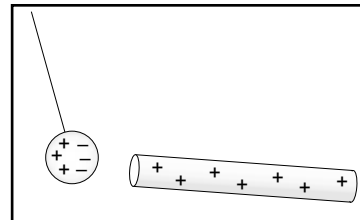
ANNEXE 7 : Démonstrations de l'attraction d'un isolant neutre

Nom : _____

Date : _____

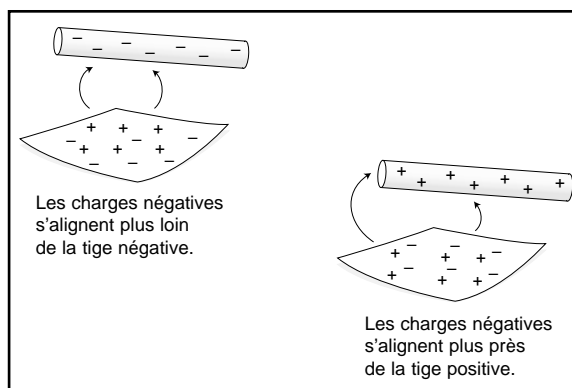
L'attraction d'un isolant neutre constitue un événement inattendu contraire au modèle préliminaire de l'électricité que les élèves ont élaboré dans le bloc d'enseignement A.

DÉMONSTRATION 1 : Approcher une tige chargée positivement (par exemple, une tige de verre frottée à l'aide de coton ou de soie) à proximité d'une boule de moelle de sureau neutre. La boule est attirée par la tige. Expliquer ce phénomène en utilisant le modèle particulaire de l'électricité et en dessinant au tableau des schémas.



Puisque les particules négatives sur la boule de sureau sont libres de se déplacer, **elles se déplacent d'un côté, attirées par le surcroît de particules positives sur la tige. Les particules négatives de la boule sont plus près de la tige positive que ne le sont les particules positives, et il y a donc une force d'attraction nette.** (Souligner qu'à l'intérieur même de la boule de sureau, une distribution inégale des charges négatives s'est effectuée et que différentes « régions » de la boule ont maintenant différentes charges, tout ça à cause de la tige positive.) Lorsque la boule et la tige se touchent, des particules négatives de la boule passent à la tige, rendant la tige plus négative et la boule plus positive.

DÉMONSTRATION 2 : Approcher une tige chargée positivement à proximité de bouts de papier. Les bouts de papier seront attirés vers la tige. (Les élèves en viennent souvent à la conclusion – à tort – que le papier est chargé négativement. Or si les bouts de papier étaient chargés négativement, ils se repousseraient entre eux.) Approcher maintenant une tige négative (par exemple, une tige de cuivre ou de polyéthylène frottée avec de la laine) près des bouts de papier. Ces derniers seront autant attirés par la tige négative! Expliquer ce phénomène en utilisant le modèle particulaire et en dessinant au tableau un schéma.



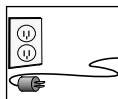
Seules les particules négatives sur le papier sont libres de se déplacer (selon le modèle particulaire et le modèle atomique).

Expliquer à l'aide d'un schéma le déplacement des particules négatives vers un côté, tout comme elles le faisaient dans le cas de la boule de sureau. **Toutefois, le papier reste collé à la tige chargée.** Pourquoi les particules négatives ne sont-elles pas transférées et la charge ne se répartit-elle pas entre la tige et le papier? Le papier n'est pas un aussi bon conducteur que la boule de moelle de sureau. Les particules négatives ont une petite mesure de « fluidité » dans le papier mais elles ne réussissent pas à être transférées du papier à la tige positive. La charge nette du papier demeure toujours neutre, malgré les « régions » du papier qui ont des charges légèrement différentes.

Certains matériaux, comme la moelle de sureau, permettent le libre déplacement des charges négatives. Lorsqu'une autre charge est à proximité de la boule de moelle de sureau, une séparation des charges est possible. De tels matériaux s'appellent des **conducteurs**. D'autres matériaux, tels que le papier, qui ne permettent pas le libre déplacement des particules négatives, sont des **isolants**. Dans ces isolants, les charges ne se séparent pas aussi facilement, mais elles **se polarisent** (elles s'alignent) en fonction d'une force électrique externe. Puisque les charges opposées se retrouvent plus près de la source externe, une force d'attraction nette en résulte.

La **conductivité** est la capacité qu'a un matériau à permettre le transfert d'électrons : elle diffère selon les matériaux, étant élevée dans les conducteurs et faible dans les isolants.

Un isolant peut acquérir une charge par contact, par exemple si on approche une tige chargée près de petits confettis (tels que ceux produits par un perforateur), on peut voir que certains d'entre eux se colleront d'abord à la tige, puis s'en échapperont (le transfert de charges a eu lieu), puis reviendront se coller à la tige (une fois qu'ils auront perdu leur charge sur la table). Cette oscillation des confettis entre la table et la tige se perpétue parce qu'ils sont tour à tour attirés puis repoussés par la tige. À la longue la tige perdra sa charge par l'intermédiaire des confettis. C'est la table, et finalement **la Terre, qui aura absorbé la charge excédentaire.**



ANNEXE 8 : Fabrication d'un électroscope simple

Nom : _____

Date : _____

L'électroscope est un appareil qui sert à détecter une charge et à déterminer si la charge est négative ou positive.

Les électroscopes à boule de moelle de sureau (aussi appelés pendules électrostatiques) sont parmi les plus simples. Il existe plusieurs appareils commerciaux facilement disponibles.

Tu peux fabriquer ton propre **électroscope à feuillet métallique** à partir de matériaux très courants. Consulte le diagramme ci-dessous et utilise un morceau de papier d'aluminium.

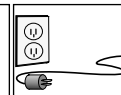
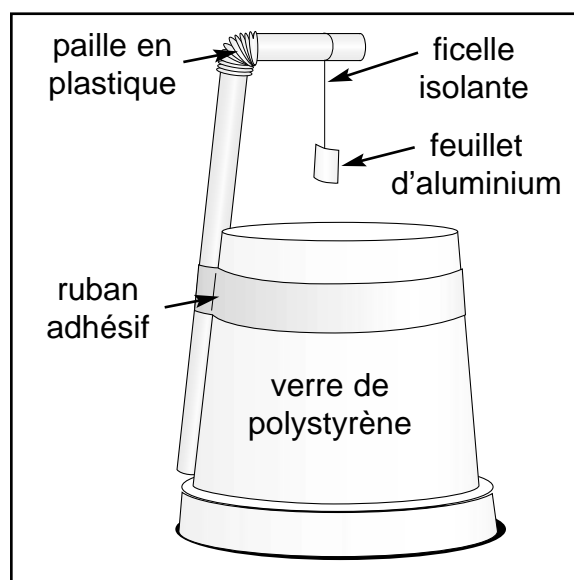
Tu utiliseras ton électroscope pour vérifier si un objet possède une charge électrique. Pour déterminer si cette charge est négative ou positive, tu dois d'abord donner une charge à ton électroscope.

Électroscope positif : Si tu veux donner une charge positive à ton électroscope, électrise d'abord une tige de verre en la frottant avec de la soie ou du coton. Touche ensuite le feuillet d'aluminium avec la tige positive.

Électroscope négatif : Si tu veux donner une charge négative à ton électroscope, électrise d'abord une tige de cuivre ou de polyéthylène en la frottant avec de la laine. Touche ensuite le feuillet d'aluminium avec la tige négative.

Électroscope neutre : Avant de charger ton électroscope, assure-toi de l'avoir mis à la terre. C'est simple, tu n'as qu'à le toucher du doigt et qu'à t'assurer que ton corps touche en même temps à une surface métallique en contact avec la terre.

Si ton électroscope est positif, tout objet qui repousse le feuillet métallique doit être considéré comme électrisé positivement aussi. De même, tout objet qui attire vers lui le feuillet métallique doit être considéré comme neutre ou électrisé négativement. Pour déterminer si l'objet est négatif, il faut charger négativement l'électroscope (après l'avoir d'abord mis à la terre) et ensuite constater si l'objet repousse le feuillet métallique. Si l'objet attire le feuillet négatif, il est soit positif, soit neutre.



ANNEXE 9 : Feuille de route – Expérimentation sur l'électrostatique

Nom : _____

Date : _____

But : Démontrer, observer et expliquer des phénomènes électriques.

Directives : Effectue en groupe les étapes suivantes. Le cas échéant, enregistre et explique tes données à l'aide de **diagrammes** dans lesquels tu indiques la charge, le déplacement de la charge et les effets de la charge. (Chaque élève remplit sa propre feuille de route.)

1. Électrise une tige de plastique de sorte qu'elle soit chargée positivement. (Utilise ton électroscope pour t'assurer de cela.) Touche de cette tige positive la boule de moelle de sureau suspendue. Dessine trois diagrammes indiquant le déplacement des charges négatives et les effets qui en résultent alors que :

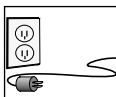
La tige est près de la boule.	La tige touche la boule.	La tige et la boule se repoussent.

2. Quelle est la charge de la boule? Comment le sais-tu?

3. Mets à la terre la boule de sureau. Répète les étapes 1 et 2 en utilisant une tige négative.

La tige est près de la boule.	La tige touche la boule.	La tige et la boule se repoussent.

4. Quelle est la charge de la boule? Comment le sais-tu?



ANNEXE 9 : Feuille de route – Expérimentation sur l'électrostatique (suite)

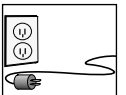
Nom : _____

Date : _____

5. Comment peux-tu déterminer la charge d'un objet inconnu?

6. Approche une tige chargée positivement d'une des extrémités d'un tuyau de cuivre installé sur un gobelet ou un becher isolant (ne touche pas le tuyau avec la tige) puis touche brièvement de ton doigt l'autre extrémité du tuyau. Enlève ensuite ton doigt, puis la tige. Détermine la charge du tuyau. Explique le phénomène à l'aide de 4 diagrammes et du modèle particulaire de l'électricité.

lorsqu'on approche la tige positive du tuyau	lorsqu'on touche du doigt l'autre bout du tuyau
lorsqu'on enlève le doigt du tuyau	lorsqu'on éloigne la tige positive et que l'on vérifie la charge du tuyau



ANNEXE 9 : Feuille de route – Expérimentation sur l'électrostatique (suite)

Nom : _____

Date : _____

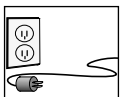
7. Place un tuyau de cuivre neutre sur un gobelet ou un becher isolant. Dispose la boule de moelle de sureau neutre de façon à ce qu'elle touche l'une des extrémités du tuyau. Rapproche graduellement puis touche enfin l'autre extrémité du tuyau avec une tige chargée négativement. Que se passe-t-il?

8. Répète l'étape 6 en utilisant un goujon de bois au lieu d'un tuyau de cuivre.

9. Place deux tuyaux de cuivre neutres sur des gobelets ou des bechers isolants de façon à ce que les extrémités se touchent. Approche une tige chargée positivement près de l'extrémité d'un des tuyaux (sans y toucher) et sépare ensuite les tuyaux. Détermine la charge de chaque tuyau.

10. Essaie différentes combinaisons de matériaux pour l'électrisation par frottement et détermine la charge résultante des objets utilisés à l'aide de ton électroscope à feuillet métallique.

combinaison	matériau frotté	matériau frottant	lequel devient négatif?	lequel devient positif?
<i>exemple</i>	<i>verre</i>	<i>soie</i>	<i>soie</i>	<i>verre</i>
1				
2				
3				
4				
5				



ANNEXE 9 : Feuille de route – Expérimentation sur l'électrostatique (suite)

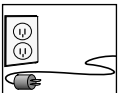
Nom : _____

Date : _____

11. Coche les réponses appropriées.

<p>a) Si l'on donne une charge positive au feuillet de l'électrophore et que la substance A attire le feuillet, la substance A est :</p>	<p><input type="checkbox"/> assurément positive <input type="checkbox"/> assurément négative <input type="checkbox"/> assurément neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit neutre <input type="checkbox"/> soit négative, soit neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit négative</p>
<p>b) Si l'on donne une charge positive au feuillet de l'électrophore et que la substance B repousse le feuillet, la substance B est :</p>	<p><input type="checkbox"/> assurément positive <input type="checkbox"/> assurément négative <input type="checkbox"/> assurément neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit neutre <input type="checkbox"/> soit négative, soit neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit négative</p>
<p>c) Si l'on donne une charge négative au feuillet de l'électrophore et que la substance C attire le feuillet, la substance C est :</p>	<p><input type="checkbox"/> assurément positive <input type="checkbox"/> assurément négative <input type="checkbox"/> assurément neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit neutre <input type="checkbox"/> soit négative, soit neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit négative</p>
<p>d) Si l'on donne une charge négative au feuillet de l'électrophore et que la substance D repousse le feuillet, la substance D est :</p>	<p><input type="checkbox"/> assurément positive <input type="checkbox"/> assurément négative <input type="checkbox"/> assurément neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit neutre <input type="checkbox"/> soit négative, soit neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit négative</p>
<p>e) Si l'on ne donne aucune charge au feuillet de l'électrophore et que la substance E attire le feuillet, la substance E est :</p>	<p><input type="checkbox"/> assurément positive <input type="checkbox"/> assurément négative <input type="checkbox"/> assurément neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit neutre <input type="checkbox"/> soit négative, soit neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit négative</p>
<p>f) Si l'on ne donne aucune charge au feuillet de l'électrophore et que la substance F n'a aucun effet sur le feuillet, la substance F est :</p>	<p><input type="checkbox"/> assurément positive <input type="checkbox"/> assurément négative <input type="checkbox"/> assurément neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit neutre <input type="checkbox"/> soit négative, soit neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit négative</p>

12. Qu'est-ce que la mise à la terre? Dans quelles circonstances est-elle utile? Dans quelles circonstances est-elle inopportune?



ANNEXE 9 : Feuille de route – Expérimentation sur l'électrostatique (suite)

Nom : _____

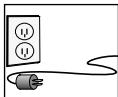
Date : _____

13. Pourquoi tout objet ayant une charge vient-il à la perdre avec le temps, peu importe ce qui se passe?

14. On sait depuis l'époque de Benjamin Franklin que certaines charges sont négatives tandis que d'autres sont positives. Comment a-t-on pu affirmer que les électrons, découverts 150 ans plus tard, étaient des particules négatives plutôt que positives?

15. Complète le cadre de comparaison suivant pour les conducteurs et les isolants.

	les conducteurs	les isolants
RESSEMBLANCES		
DIFFÉRENCES		



ANNEXE 10 : Éléments de réponse pour l'expérimentation sur l'électrostatique

Nom : _____

Date : _____

1.

<p>La tige est près de la boule.</p>	<p>La tige touche la boule.</p>	<p>La tige et la boule se repoussent.</p>
--------------------------------------	---------------------------------	---

2. La boule est positive puisqu'elle est repoussée par la tige positive.

3.

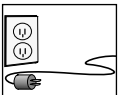
<p>La tige est près de la boule.</p>	<p>La tige touche la boule.</p>	<p>La tige et la boule se repoussent.</p>
--------------------------------------	---------------------------------	---

4. La boule est négative puisqu'elle est repoussée par la tige négative.

5. Une tige positive **attire** les objets négatifs et les objets neutres. Une tige négative **attire** les objets positifs et les objets neutres. On identifie donc de façon certaine un objet chargé lorsqu'il y a **répulsion** avec un autre objet ayant la même charge.

6.

<p>lorsqu'on approche la tige positive du tuyau</p> <p>séparation des charges dans le tuyau de cuivre</p>	<p>lorsqu'on touche du doigt l'autre bout du tuyau</p> <p>les électrons se déplacent du doigt au tuyau</p>
<p>lorsqu'on enlève le doigt du tuyau</p> <p>le tuyau a maintenant une charge négative nette</p>	<p>lorsqu'on éloigne la tige positive et que l'on vérifie la charge du tuyau</p> <p>le tuyau repousse une boule de moelle de sureau négative</p>



ANNEXE 10 : Éléments de réponse pour l'expérimentation sur l'électrostatique (suite)

Nom : _____

Date : _____

7.

① Les charges négatives du tuyau sont repoussées par la tige.

② Des charges négatives sont entrées dans la boule de moelle de sureau par contact.

③ Le tuyau devient plus positif.

Des charges négatives sont transférées par contact de la tige au tuyau.

Le tuyau et la boule de moelle de sureau se repoussent parce qu'ils sont tous deux négatifs maintenant.

8. Le tuyau de cuivre est un conducteur et donc il pouvait transférer des électrons à la boule de moelle de sureau. Puisque le goujon de bois est un isolant, les électrons ne sont pas transférés à la boule et donc elle ne bougera pas.

9.

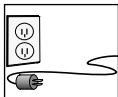
Les électrons se déplacent vers la tige positive.

Les deux tuyaux ont maintenant une charge nette différente.

tuyau positif tuyau négatif

10. Les réponses vont varier. Encourager les élèves à essayer diverses combinaisons de matériaux retrouvés ailleurs qu'en salle de classe.

11. A est soit négative, soit neutre.
B est assurément positive.
C est soit positive, soit neutre.
D est assurément négative.
E est soit positive, soit négative.
F est assurément neutre.



ANNEXE 10 : Éléments de réponse pour l'expérimentation sur l'électrostatique (suite)

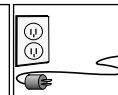
Nom : _____

Date : _____

12. La mise à la terre est le partage d'une charge vers un grand objet (souvent la Terre, d'où l'origine du nom). La Terre peut neutraliser un objet chargé ou servir de réservoir de charge, c'est-à-dire que les électrons peuvent être attirés vers le sol ou repoussés du sol. La mise à la terre est utile lorsqu'on veut s'assurer qu'un objet soit neutre ou qu'aucune charge (ou surcharge) ne s'y accumule : expériences en électrostatique, sécurité électrique, paratonnerres, etc. Inversement, la mise à la terre est à éviter si on veut conserver la charge d'un objet afin de l'exploiter plus tard : circuit électrique, pile, clôture électrique, etc.
13. Même si les isolants permettent peu le mouvement des charges négatives, ils ne l'empêchent pas complètement et donc petit à petit les charges négatives vont là où elles doivent aller pour être neutralisées. (De fait, certaines substances ont une affinité réelle pour les électrons et d'autres ont une tendance perpétuelle à en perdre : il se peut qu'une matière qui est à l'état neutre cherche à ne pas l'être.) Néanmoins aucun isolant n'empêche complètement la mise à la terre d'un objet chargé.
14. Les électrons sont repoussés par des objets négatifs.

15.

	les conducteurs	les isolants
RESSEMBLANCES	<ul style="list-style-type: none"> • contiennent des protons et des électrons • peuvent être électrisés • plusieurs substances communes 	
DIFFÉRENCES	<ul style="list-style-type: none"> • permettent facilement le mouvement des électrons • subissent plutôt la séparation des charges lorsqu'un objet chargé est à proximité • sont utiles pour transférer rapidement une charge électrique • les métaux sont des conducteurs • l'eau est un conducteur • le corps humain est un conducteur 	<ul style="list-style-type: none"> • permettent difficilement le mouvement des électrons • peuvent subir la polarisation des charges due à la proximité d'un objet chargé • sont utiles pour empêcher la perte d'une charge électrique • le verre, les tissus, le bois, le plastique et le caoutchouc sont des isolants • l'humidité rend ces substances moins isolantes



ANNEXE 11 : Test vrai-faux

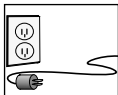
Nom : _____

Date : _____

Indique si les énoncés suivants sont vrais ou faux. Tu devras être en mesure de justifier ta réponse oralement.

Selon le modèle particulaire moderne de l'électricité et le modèle atomique de la matière :

	énoncé	vrai	faux	notes
1	Il existe deux types de charges.			
2	Les particules négatives dans l'atome sont les électrons.			
3	Les particules positives dans l'atome sont les neutrons.			
4	Une charge ne peut être ni créée ni détruite : elle se conserve.			
5	Les protons se déplacent facilement d'un atome à un autre.			
6	Un solide positif peut transférer des particules positives à un autre solide.			
7	Les électrons se déplacent facilement dans un conducteur.			
8	Un objet neutre contient une quantité égale de charge positive et négative.			
9	Un objet positif a un manque de charge négative.			
10	Un excès de charge négative se produit lorsqu'un objet solide perd des protons.			
11	Les matériaux isolants ne permettent pas à une charge de se déplacer facilement.			
12	Les métaux sont des conducteurs car leurs électrons peuvent se déplacer facilement.			
13	La charge totale peut se distribuer au contact de deux conducteurs.			
14	Les charges positives attirent les charges négatives.			
15	La polarisation des objets neutres leur permet d'être attirés par un objet chargé.			
16	Les charges polarisées dans un isolant sont transférées immédiatement au contact.			
17	Un atome est toujours neutre.			
18	Dans un liquide, les molécules chargées peuvent se comporter comme des particules chargées.			
19	Les charges positives donnent un plus grand choc que les charges négatives.			
20	Les objets neutres provoquent l'attraction des objets positifs.			



ANNEXE 12 : Quelques phénomènes et technologies électrostatiques

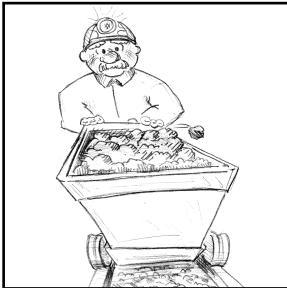
Nom : _____

Date : _____

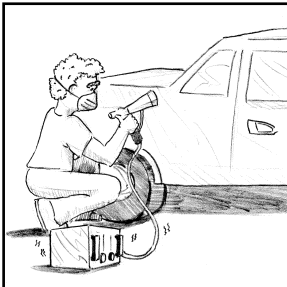
Savais-tu que ...



1. la foudre est un phénomène électrostatique? Elle peut produire des tensions de l'ordre de un volt à cent millions de volts et des courants de 20 000 à 100 000 ampères.



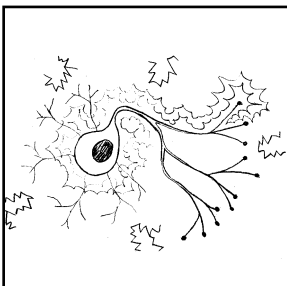
2. la poussière produite lors de l'extraction du charbon peut s'électriser par frottement dans les mines souterraines? Le charbon étant très inflammable, il faut prendre des mesures antistatiques pour réduire le risque d'une explosion provoquée par une étincelle.



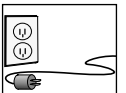
3. l'électrostatique joue un rôle dans la peinture par pulvérisation? On donne une charge aux gouttelettes de peinture et une charge opposée à l'objet qu'on veut peindre. La peinture est alors attirée par l'objet et il y a moins de gouttelettes qui manquent la cible.



4. le linge dans la sècheuse accumule des charges électrostatiques à cause du frottement entre les différents tissus? Certains tissus gagnent des électrons pendant le frottement tandis que d'autres en perdent. Les assouplissants employés pour la lessive contiennent des substances qui réduisent cette tendance.



5. les messages nerveux dans ton corps sont transmis par un mouvement de charges? Une bonne alimentation contribue à assurer la propagation efficace des influx nerveux.

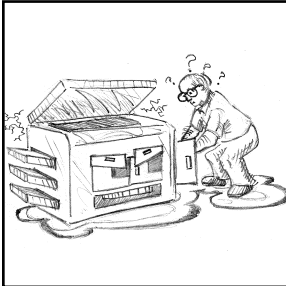


ANNEXE 12 : Quelques phénomènes et technologies électrostatiques (suite)

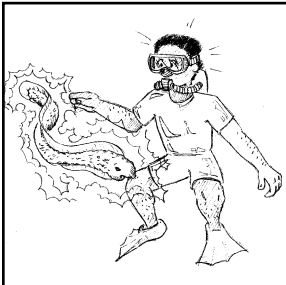
Nom : _____

Date : _____

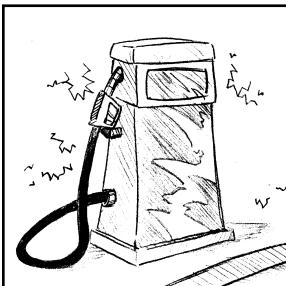
Savais-tu que ...



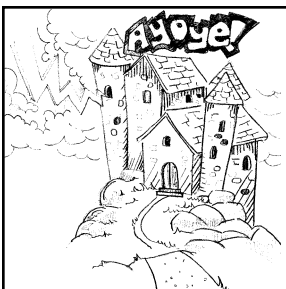
6. les photocopieuses fonctionnent grâce à l'électrostatique? Les particules du vireur reçoivent une charge inverse aux points électrisés d'une plaque sur laquelle repose la feuille de papier. Les points électrisés sur la plaque dessinent l'image à reproduire. Cependant, l'électrostatique est parfois la bête noire, alors que des feuilles se collent ensemble (frottement) et restent coincées dans la photocopieuse.



7. l'anguille électrique peut produire une tension de 650 volts? Une décharge électrique de cette envergure permet au poisson de se défendre ou de capter des proies; elle peut tuer un humain.



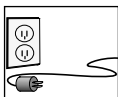
8. les pompes à essence doivent être mises à la terre? Toute charge produite au pistolet, que ce soit à cause de la charge de l'utilisateur ou du frottement de l'essence liquide, doit être dirigée vers le sol et pour qu'aucune étincelle ne soit provoquée. Même le frottement du gaz naturel contre les parois des gazoducs entraîne une accumulation de charges, et les conduits doivent donc être régulièrement mis à la terre pour éviter une catastrophe.



9. la Tour CN à Toronto est souvent la cible des éclairs? C'est pour cette raison qu'elle est munie d'un paratonnerre qui dirige la charge foudroyante vers le sol. L'édifice Empire State à New York est atteint par la foudre 100 fois par année, environ. La structure en acier du gratte-ciel agit comme un gigantesque paratonnerre et fait en sorte que les personnes à l'intérieur de l'édifice ne ressentent pas les décharges électriques. On peut s'imaginer le sort des châteaux construits au haut des collines avant l'invention du paratonnerre...



10. les filtres à poussière fonctionnent à l'électrostatique? Alors que la poussière passe par le filtre, on lui donne une charge opposée à celles des plaques collectrices. La poussière est néanmoins difficile à contrôler : si tu frottes un meuble pour le nettoyer, tu viens tout juste de lui redonner une charge qui attirera de la nouvelle poussière. On a donc jamais fini d'épousseter!

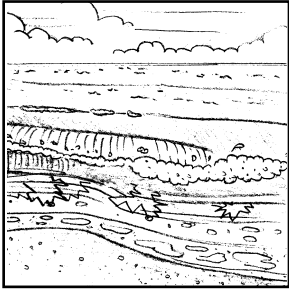


ANNEXE 12 : Quelques phénomènes et technologies électrostatiques (suite)

Nom : _____

Date : _____

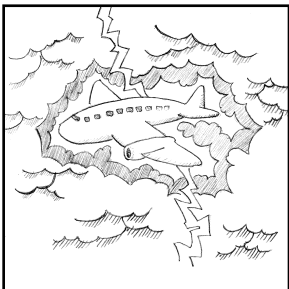
Savais-tu que ...



11. une chute d'eau ou l'action des vagues sur les rochers provoquent le frottement des gouttelettes d'eau projetées dans l'air? Les charges qui s'y accumulent peuvent suffire pour provoquer des étincelles dangereuses à proximité de substances incendiaires. Ce phénomène a même été observé lors de tempêtes de neige!



12. plusieurs scientifiques croient que c'est grâce à des décharges électrostatiques très anciennes que les premières molécules organiques ont surgi de la matière non vivante? Si c'est le cas, ce serait l'électricité qui a mené aux premières cellules sur la Terre!

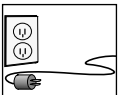


13. les avions ont des ailes en pointe pour diriger toute décharge électrique vers les extrémités non inflammables de l'appareil, loin du carburant? De façon analogue, on doit diffuser les charges qui s'accumulent lorsque les pales d'un hélicoptère tournent rapidement et frottent l'air.



14. les chirurgiennes et chirurgiens qui opèrent doivent continuellement se mettre à la terre? En effet, parce que leur scalpel tâtonne directement des organes sensibles aux chocs électriques (tels que le cœur, les poumons ou le cerveau), ils doivent s'assurer de ne pas transmettre de décharge électrostatique au patient, aussi inoffensive soit-elle pour la peau. Sous la peau, il y a un amas de cellules trempées et sensibles à des courants minuscules.

15. qu'il y a d'autres faits divers sur les phénomènes et les technologies électrostatiques que tu pourrais dénicher et partager avec la classe? Relève ce défi et inscris ici un nouveau fait divers que tu as trouvé. _____



ANNEXE 13 : Fabrication d'un électrophore et d'une bouteille de Leyde

Nom : _____

Date : _____

L'ÉLECTROPHORE

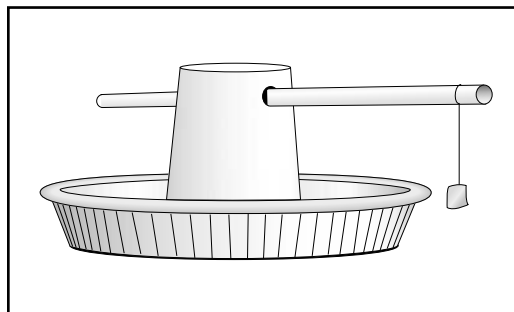
Matériel nécessaire :

- assiette d'aluminium
- verre de polystyrène
- paille
- assiette de polystyrène
- ruban adhésif
- ficelle isolante
- morceau de laine
- feuillet d'aluminium
- ou boule faite de papier d'aluminium écrasé
- ou encore boule de moelle de sureau
- électroscope (fabriqué d'avance)
- ou électroscope à boule de moelle de sureau
- fourni par ton enseignant(e)

Fabrication de ton électrophore :

A

Transperce diamétralement la partie inférieure du verre pour y insérer une paille en travers. Le verre servira de poignée isolante; la paille servira de support au feuillet métallique (ou à la boule de moelle de sureau). Fixe le verre avec du ruban adhésif à l'intérieur de l'assiette d'aluminium. Avec de la ficelle isolante, attache le feuillet d'aluminium à la paille de sorte qu'il pende juste à l'extérieur de l'assiette, à la hauteur du rebord (sans que le feuillet touche l'assiette). Le diagramme ci-contre t'aidera à visualiser cet assemblage. Et voilà, il ne te reste qu'à te servir de ton électrophore!

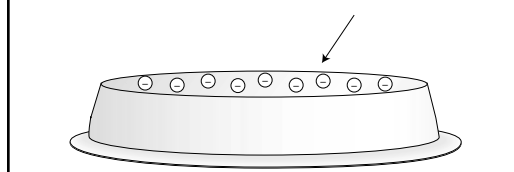


Électrisation de ton électrophore :

B

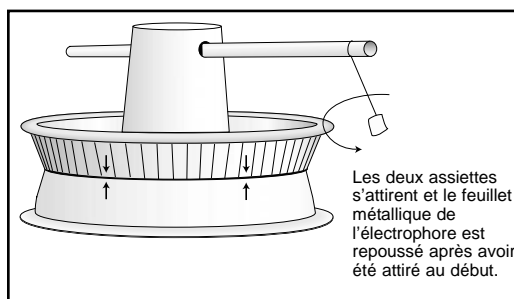
Frotte maintenant l'envers de l'assiette de polystyrène avec de la laine pour donner une charge négative à l'assiette. Dépose-la de sorte que la surface électrisée soit en haut. Tu peux vérifier la charge négative de l'assiette à l'aide de l'électroscope que tu as précédemment fabriqué.

Des charges négatives s'accumulent sur la surface de l'assiette de polystyrène à cause du frottement avec la laine.



C

En ne la maniant que par le verre, place l'assiette d'aluminium sur l'assiette de polystyrène. Si tu essaies d'enlever l'assiette d'aluminium, tu verras qu'il y a une force d'attraction entre les deux assiettes et qu'elles ont tendance à rester collées. Tu remarqueras aussi que le feuillet métallique de ton électrophore est tout d'abord attiré par la paroi de l'assiette d'aluminium mais qu'il est ensuite repoussé par l'assiette. L'électrophore a maintenant acquis une charge négative par conduction. (Tu peux vérifier cela avec ton électroscope.)



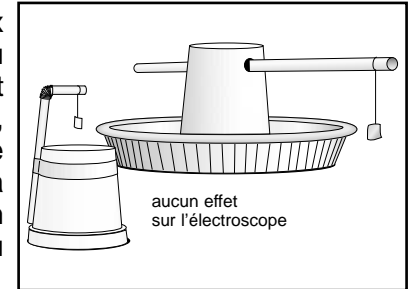
ANNEXE 13 : Fabrication d'un électrophore et d'une bouteille de Leyde (suite)

Nom : _____

Date : _____

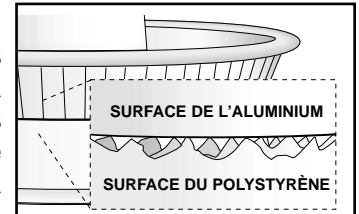
D

Sépare les deux assiettes sans mettre à la terre ton électrophore – tu peux t'assurer de cela en manipulant l'électrophore par le verre seulement. (Tu peux toucher sans crainte l'assiette de polystyrène.) Touche ensuite du doigt le feuillet métallique de l'électrophore pour le mettre à la terre. (Cependant, si le feuillet touche à l'assiette d'aluminium, tu dois d'abord le séparer de l'assiette en maniant la ficelle isolante seulement, afin de ne pas mettre à la terre l'assiette accidentellement.) Tu remarqueras que l'assiette d'aluminium n'a plus d'effet sur le feuillet neutre. L'assiette est-elle devenue neutre? (Tu peux vérifier cela avec ton électroscope.) Comment est-ce possible?



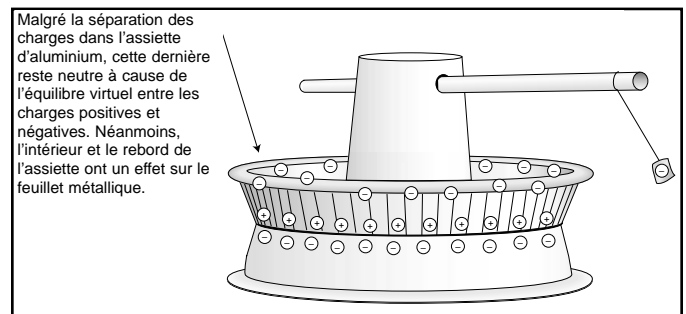
E

De fait, aucune charge ne s'est jamais déplacée du polystyrène à l'aluminium : l'assiette d'aluminium a toujours eu une charge neutre au total. Si tu pouvais observer au microscope la surface de l'assiette de polystyrène, tu verrais que sa surface rugueuse présente relativement peu de points de contact à travers lesquels les particules négatives peuvent se déplacer vers l'assiette d'aluminium. De plus, le polystyrène est un puissant isolant qui inhibe de par sa nature le transfert rapide des électrons.



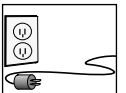
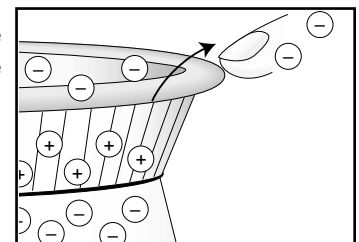
F

Lorsque les assiettes sont collées l'une contre l'autre, la charge négative du polystyrène repousse par **induction** les particules négatives de l'assiette d'aluminium vers la surface intérieure et le rebord. Tu peux vérifier ceci la prochaine fois que tu électrises ton électrophore en plaçant du papier ciré entre les deux assiettes. Ça ne changera rien!



G

Répète les étapes B et C. Touche ensuite de la main le rebord de l'assiette d'aluminium afin de la mettre à la terre. Les particules négatives de cette partie de l'assiette sont alors repoussées vers la terre.



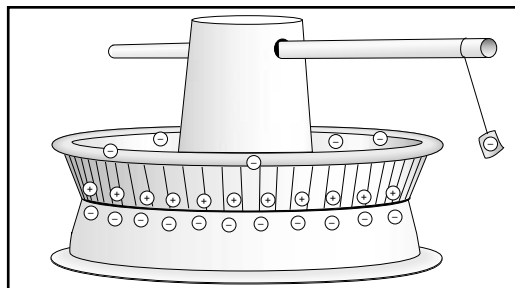
ANNEXE 13 : Fabrication d'un électrophore et d'une bouteille de Leyde (suite)

Nom : _____

Date : _____

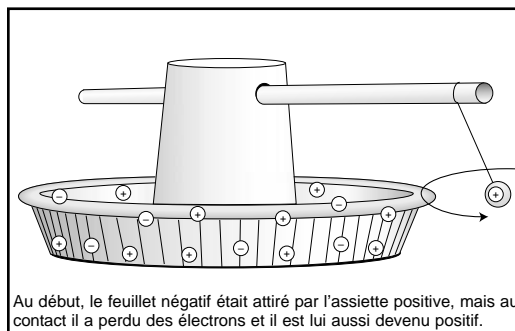
H

Parce qu'elle a perdu des électrons, l'assiette d'aluminium acquiert une charge nette positive. L'assiette de polystyrène continue de repousser les électrons de l'aluminium vers l'intérieur et le rebord de l'assiette. Le feuillet métallique de l'électrophore, négatif après l'étape C, est toujours repoussé par les électrons du rebord. Toutefois ceux-ci sont moins nombreux qu'auparavant, et donc le feuillet est moins repoussé – il s'est rapproché quelque peu du rebord. (Compare les diagrammes F et H.)



I

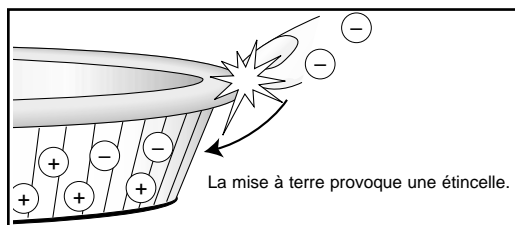
Soulève l'assiette d'aluminium de l'assiette de polystyrène et vérifie sa charge avec ton électroscope. (N'oublie pas de mettre ce dernier à la terre et de l'électriser positivement avant de vérifier la charge de l'assiette d'aluminium.) Le feuillet métallique de l'électrophore, négatif après l'étape C, est maintenant attiré par l'assiette d'aluminium... celle-ci ne subissant plus l'induction de l'assiette de polystyrène, ses charges se sont redistribuées également partout dans l'assiette et lui donnent partout une charge nette positive, attirant ainsi le feuillet négatif! Cependant, une fois que le feuillet négatif touche le rebord de l'assiette, il lui transmet des électrons et il devient à son tour positif, pour être finalement repoussé par l'assiette.



Décharge de ton électroscope :

J

Touche du doigt l'assiette d'aluminium et elle sera mise à la terre instantanément. Chargée positivement, elle attire en fait des électrons de la terre et cela se manifeste par une étincelle. (Bien que cela soit sans aucun danger dans le cadre d'une simple démonstration électrostatique, note qu'il n'est généralement pas conseillé que tu agisses comme agent(e) de mise à la terre!)



Ton électrophore redevenu neutre peut être réélectrisé si tu le replaces sur l'assiette de polystyrène et reprends les étapes de l'électrisation. L'assiette d'aluminium peut être chargée à maintes reprises sans avoir à frotter de nouveau l'assiette de polystyrène. (Rappelle-toi que cette dernière ne transfère presque aucune charge à l'assiette d'aluminium.)

ANNEXE 13 : Fabrication d'un électrophore et d'une bouteille de Leyde (suite)

Nom : _____

Date : _____

LA BOUTEILLE DE LEYDE

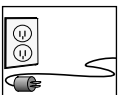
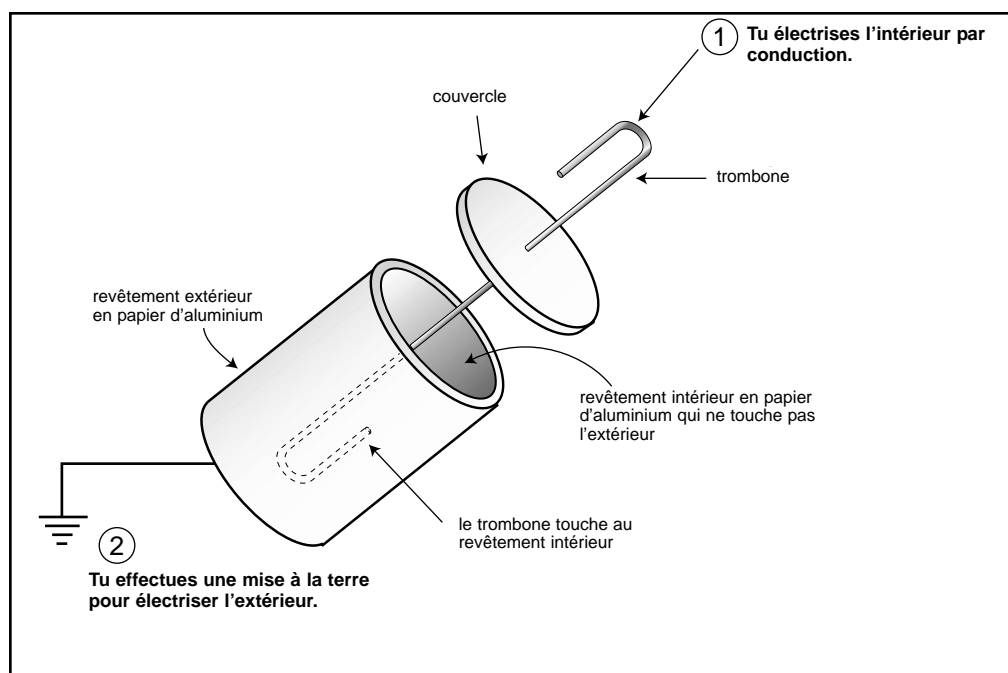
Tu peux fabriquer une petite bouteille de Leyde à partir d'un contenant de pellicule photographique en plastique (ou d'un autre contenant semblable).

Recouvre de papier d'aluminium l'intérieur du contenant. Tu peux appliquer une petite quantité de colle afin de garder le papier bien en place. Recouvre aussi de papier d'aluminium l'extérieur du contenant. (Les deux revêtements d'aluminium ne doivent pas se toucher.) Fais passer un trombone à travers le couvercle de sorte qu'il puisse toucher le papier d'aluminium au fond du contenant une fois le couvercle fermé.

Tu peux électriser ta bouteille de Leyde à l'aide d'une tige ou d'un électrophore chargé positivement. En touchant le trombone, tu donnes au revêtement métallique intérieur une charge positive. Ensuite, mets à la terre le revêtement métallique extérieur : il s'attirera des électrons parce que l'intérieur positif de la bouteille induit une charge négative équivalente à l'extérieur. Ces charges opposées se gardent mutuellement en place, et cela pendant assez longtemps. Tu peux aussi augmenter progressivement la charge positive de l'intérieur en touchant le trombone de nouveau avec une tige positive possédant une charge positive plus forte; la charge négative de l'extérieur augmentera à son tour.

Tu peux décharger ta bouteille de Leyde en touchant en même temps le trombone et le revêtement métallique extérieur. Tu ressentiras un petit choc.

Il existe des bouteilles de Leyde vendues commercialement. Les grandes bouteilles peuvent accumuler des charges considérables et il faut être prudent en les déchargeant.

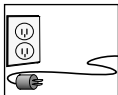


ANNEXE 14 : Grille d'évaluation critériée pour un projet de recherche

Nom : _____

Date : _____

critères	niveaux de rendement			
	1	2	3	4
Explications	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève n'explique pas un phénomène ou une technologie électrostatique. <input type="checkbox"/> Le texte est très faible, manque de logique et le français est cousu de fautes. <input type="checkbox"/> L'élève n'a établi aucun lien entre le fonctionnement électrostatique et le modèle particulière. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève donne des explications très sommaires ou incomplètes sur le phénomène ou la technologie électrostatique. <input type="checkbox"/> Le texte est mal structuré ou le français n'est pas soigné. <input type="checkbox"/> L'élève fournit un lien tenu ou superficiel entre le fonctionnement électrostatique et le modèle particulière. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève explique clairement le phénomène ou la technologie électrostatique, sans ajouter de précisions plus complexes. <input type="checkbox"/> Le texte est structuré de façon logique et le français est de bonne qualité, il comporte peu de fautes <input type="checkbox"/> L'affiche permet au lecteur de se faire une idée générale de l'aspect électrostatique de la technologie ou du phénomène illustré. <input type="checkbox"/> L'élève explique le fonctionnement électrostatique en se basant sur le modèle particulière étudié en classe. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève explique efficacement le phénomène ou la technologie électrostatique tout en ajoutant des détails plus précis. <input type="checkbox"/> Le texte est très bien structuré et il fait preuve d'un français correct, fluide et qui a du style. <input type="checkbox"/> L'affiche permet à n'importe quel lecteur de se faire une idée claire de l'aspect électrostatique de la technologie ou du phénomène illustré. <input type="checkbox"/> L'élève a réussi à expliquer clairement le fonctionnement électrostatique selon le modèle particulière.
Schémas ou illustrations	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève n'a pas utilisé de schémas ou d'illustrations pour mettre en valeur son texte ou donner un exemple concret de la technologie ou du phénomène. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'affiche comporte un schéma ou plus, ou des illustrations, mais ils ne mettent pas en valeur le texte. <input type="checkbox"/> Les schémas ou les illustrations sont mal faits. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève a fait preuve d'un bon choix de schémas ou d'illustrations qui mettent bien en valeur le texte. <input type="checkbox"/> Les supports visuels sont des exemples de la technologie ou du phénomène étudié. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Il y a un excellent choix de schémas ou d'illustrations sur l'affiche, qui non seulement mettent en valeur le texte, mais facilitent la compréhension de la technologie ou du phénomène. <input type="checkbox"/> Les supports visuels sont colorés, vivants, et constituent des exemples de la technologie ou du phénomène étudié.
Références bibliographiques	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève n'a pas de bibliographie. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève a relevé quelques sources, mais il n'a pas compilé ces références de façon organisée. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève a employé plus de deux sources de référence. <input type="checkbox"/> La bibliographie est bien organisée. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève a utilisé une grande variété de sources de référence y compris des sites Web. <input type="checkbox"/> La bibliographie est bien organisée et respecte des normes précises.
Esthétique	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> La présentation de l'affiche n'est pas soignée. <input type="checkbox"/> L'élève ne s'est servi ni de couleur, ni de caractères spéciaux pour mettre en valeur certains renseignements. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'affiche est quelque peu attrayante ou originale. <input type="checkbox"/> L'élève a utilisé de la couleur et des caractères spéciaux pour mettre en valeur certains renseignements. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'affiche est attrayante et le traitement du sujet en est original. <input type="checkbox"/> Les couleurs sont vives et attirent l'attention du lecteur. <input type="checkbox"/> La mise en page est soignée et met en valeur les renseignements importants. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'affiche est fort attrayante et d'une grande originalité. <input type="checkbox"/> Les couleurs, la calligraphie et les caractères spéciaux utilisés dénotent un grand souci esthétique mis au service de la culture scientifique. <input type="checkbox"/> L'élève a créé une affiche interactive.



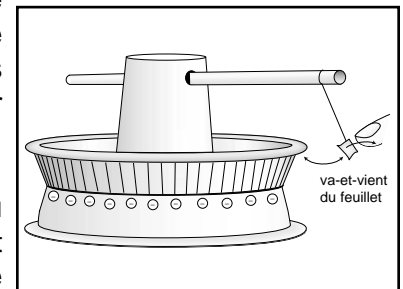
ANNEXE 15 : Illumination d'une ampoule au néon grâce à l'électrophore

Nom : _____

Date : _____

Pour cette démonstration, tu auras besoin de l'électrophore que tu as fabriqué avec une assiette d'aluminium et une assiette de polystyrène.

Partie A : Pour commencer, électrise ton électrophore par induction. Le feuillet métallique (ou la boule de moelle de sureau) qui pend de la paille horizontale va d'abord être attiré par l'assiette d'aluminium négative, mais une fois qu'il a absorbé une partie de cette charge et qu'il devient à son tour négatif, il sera repoussé de l'assiette.

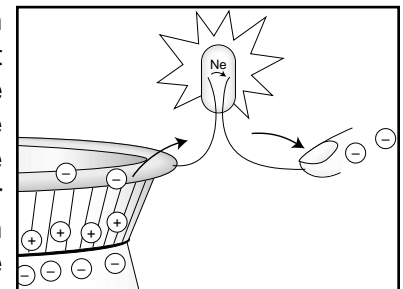


Rapproche ton doigt du feuillet métallique, une charge sera transférée du feuillet à ton doigt (qui est mis à la terre). Le feuillet est maintenant neutre et il sera à nouveau attiré par l'assiette d'aluminium. Celle-ci partagera de nouveaux électrons avec le feuillet, qui deviendra négatif encore une fois, s'éloignera, pour ensuite être mis à la terre par ton doigt.

Ce va-et-vient du feuillet métallique entre l'assiette négative et ton doigt mis à la terre se poursuivra jusqu'à ce que l'effet inductif de l'assiette de polystyrène ne soit plus capable de repousser les électrons de l'assiette d'aluminium alors que celle-ci devient de plus en plus positive et cherche donc à conserver ses propres électrons.

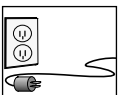
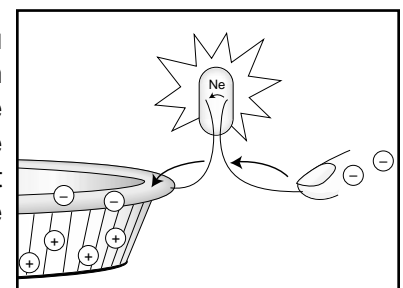
Cette démonstration illustre la **nature dynamique** de la charge, qui tend toujours vers la neutralisation (que ce soit en contact avec une charge opposée ou par une mise à la terre).

Partie B : Enlève le feuillet métallique de la paille et électrise à nouveau ton électrophore par induction (en le plaçant sur une assiette de polystyrène dont la charge est négative). Saisis un des fils (appelés *électrodes*) d'une petite **ampoule au néon** (de type NH-2) et touche de l'autre électrode l'assiette d'aluminium. Ta main étant mise à la terre, il y aura une décharge immédiate qui doit passer par l'ampoule. Les électrons qui quittent l'assiette passent par la première électrode conductrice, se heurtent aux atomes de néon (produisant ainsi une lueur rouge orangé) puis se fauillent dans la deuxième électrode et ensuite dans le doigt.



Puisque la décharge est soudaine, l'illumination de l'ampoule n'est pas soutenue. Cependant, tu sais très bien que de telles ampoules branchées dans un circuit de lumières de Noël, par exemple, demeurent illuminées assez longtemps. **Le courant électrique n'est qu'une alimentation continue d'électrons.**

Partie C : Tu peux aussi faire s'illuminer une ampoule au néon lorsque tu sépares ton électrophore de l'assiette de polystyrène. (L'assiette d'aluminium est maintenant positive depuis la mise à la terre qu'elle a subie dans la partie B.) Si tu sais maintenant l'une des électrodes de l'ampoule de néon et que l'autre électrode touche l'assiette d'aluminium, des électrons de ton doigt iront vers l'assiette. (Ce truc ne fonctionne pas si l'assiette est neutre... donc gare à la mise à la terre accidentelle lorsque tu manipules ton électrophore.)



ANNEXE 16 : De l'électricité statique au courant électrique

Nom : _____

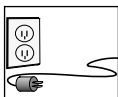
Date : _____

LES TYPES D'ÉLECTRICITÉ RECENSÉS PAR FARADAY

Dans l'histoire de l'électricité, ce n'est que petit à petit qu'on a pu affirmer que l'électrostatique et le courant électrique n'étaient que différentes manifestations du même phénomène, le transfert d'électrons.

On connaissait déjà au XIX^e siècle plusieurs sortes d'électricité. À cette époque, l'électricité statique était la plus habituelle. On commençait à peine à connaître et à exploiter l'électricité chimique ou « voltaïque » (d'après la pile de Volta), l'électricité magnétique (induite par un aimant), l'électricité thermique et l'électricité « animale ». Le grand scientifique Michael Faraday, tout au long de ses expériences et études, a compilé les données du tableau suivant afin de déterminer si les divers types d'électricité étaient semblables :

Type d'électricité	Cette électricité produit des effets physiologiques.	Cette électricité fait dévier l'aiguille d'un aimant.	Cette électricité peut induire du magnétisme dans le fer.	Cette électricité peut donner lieu à une étincelle.	Cette électricité peut être source de réchauffement.	Cette électricité provoque des réactions chimiques.	Cette électricité attire et repousse des charges.	Cette électricité peut être produite par l'air chaud.
Électricité « habituelle »	X	X	X	X	X	X	X	X
Électricité chimique	X	X	X	X	X	X	X	X
Électricité magnétique	X	X	X	X	X	X	X	
Électricité thermique	X	X	?	?	?	?		
Électricité « animale »	X	X	X	?	?	X		



ANNEXE 16 : De l'électricité statique au courant électrique

Nom : _____

Date : _____

LA DÉMONSTRATION D'ARONS

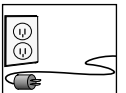
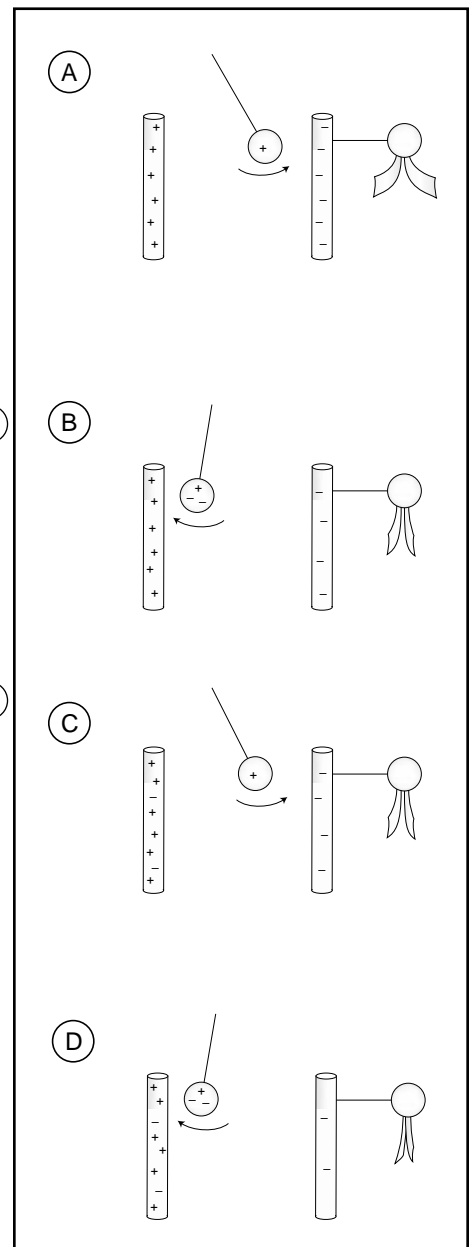
Voici une démonstration qu'a effectuée l'Américain Arnold Arons en 1991 pour démontrer la nature dynamique de la charge. Il a suspendu une boule de moelle de sureau ayant une faible charge positive entre deux plaques conductrices parallèles. (Un électroscope à deux feuillets nous renseigne sur la charge qu'ont les plaques. Lorsqu'une charge est communiquée à cet électroscope, ses feuillets se séparent l'un de l'autre, proportionnellement à l'intensité de la charge.)

Lorsque les plaques sont chargées, la boule de sureau est attirée vers la plaque négative. (A) Lorsqu'elle entre en contact avec la plaque, les charges négatives se déplacent de l'assiette vers la boule, lui donnant une charge négative. (La boule devient plus négative à mesure que la plaque devient moins négative, comme en témoignent les feuillets qui se rapprochent sur l'électroscope, indiquant qu'il y a moins de charge dans la plaque.)

La boule de sureau est maintenant chargée négativement, elle est repoussée par la plaque négative et elle est attirée par la plaque positive : elle oscille donc en direction de la plaque positive. (B) Lorsqu'elle touche la plaque positive, les électrons sont transférés de la boule vers cette plaque. La boule perd de ses charges négatives et elle devient plus positive, alors que la plaque gagne des particules négatives et devient moins positive. (C)

La boule de sureau est maintenant chargée positivement, elle est repoussée par la plaque positive et elle est attirée par la plaque négative. Lorsque la boule touche la plaque négative, le procédé se répète (D) jusqu'à ce que les plaques se soient déchargées. (Graduellement, les feuilles de l'électroscope se sont rejointes car les plaques se déchargeaient.) Finalement, l'oscillation de la boule de sureau s'estompe.

Cette machine électrostatique (tout comme la démonstration du va-et-vient de la boule de sureau entre l'électrophore et le doigt mis à la terre) démontre que la charge cherche toujours à se neutraliser, que ce soit par contact avec une charge opposée ou avec une mise à la terre. Une « tension » entre une charge positive et une charge négative provoque un transfert d'électrons, subit ou graduel. La démonstration d'Arons est un intermédiaire entre la soudaineté d'une décharge électrostatique et la continuité d'un courant électrique.



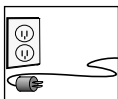
ANNEXE 17 : Problèmes mathématiques – Charge, courant, tension et énergie

Nom : _____

Date : _____

Résous les problèmes mathématiques suivants en utilisant les relations $I=Q/t$ et $V=E/Q$.

1. Dans une pile, une énergie chimique de 75 joules est utilisée pour séparer une charge de 15 coulombs. Quelle est la tension électrique de cette pile?
2. Un grille-pain libère 36 000 joules lorsqu'il cuit une tranche de pain grâce au passage d'une charge de 300 coulombs. Quelle est la tension électrique du grille-pain?
3. Combien d'énergie faut-il pour élever de 5 V à 15 V une charge de un coulomb?
4. Dans un circuit, une charge de 60 C passe d'un potentiel de 25 V à 10 V? Combien d'énergie est libérée par ce processus?
5. Une génératrice emploie 140 joules pour augmenter de 7 coulombs le potentiel électrique d'une charge. Quelle différence de potentiel en résultera (si toute l'énergie de la génératrice est convertie en énergie électrique)?
6. Pour qu'un électron se déplace d'une électrode à une autre dans une pile, il faut $4,8 \times 10^{-19}$ joules. La charge d'un électron est de $1,6 \times 10^{-19}$ coulomb. Quelle est la tension produite par cette pile?
7. Lorsque la tension électrique entre le sol et le nuage s'élève à 11 000 V, un éclair décharge 22 C en 5 millisecondes. Quel montant d'énergie est libéré? Quelle est l'intensité du courant?
8. Un faisceau d'électrons dans un tube de téléviseur est produit par une tension de 25 000 volts. Dans une seconde, une charge de 0,001 coulomb passe par le faisceau. Quelle est l'énergie totale de ce faisceau? Quelle est l'intensité du courant (du faisceau)?
9. Un courant électrique de 0,75 ampère alimente une ampoule. Quelle est la charge qui circule dans l'ampoule pendant 1 s? 5 s? 10 s? S'il y a une tension électrique de 120 V, quel montant d'énergie est libéré pendant 10 s?
10. Un démarreur de voiture nécessite une charge de 2 500 C sous une tension de 12 V pour fonctionner. Combien d'énergie libère-t-il?



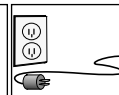
ANNEXE 18 : Exercice de recherche sur les sources d'énergie électrique

Nom : _____

Date : _____

Remplis le tableau suivant à l'aide de diverses sources d'information.

Sources d'énergie électrique	Définition sommaire pour chaque type de source	Quelques exemples de technologies connexes
Sources électrochimiques		
Sources photoélectriques		
Sources thermoélectriques		
Sources électromagnétiques		
Sources piézoélectriques		



ANNEXE 19 : Exercice de révision – Symboles pour circuits électriques

Nom : _____

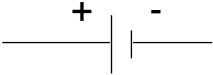



Date : _____





Associe le nom des composantes du circuit électrique à leur symbole.





un fil conducteur
 une pile
 une batterie à trois piles
 une lampe

un interrupteur
 une résistance
 un voltmètre
 un ampèremètre

un fusible
 un moteur
 des fils joints
 une mise à la terre

			
a.	b.	c.	d.

			
e.	f.	g.	h.

			
i.	j.	k.	l.

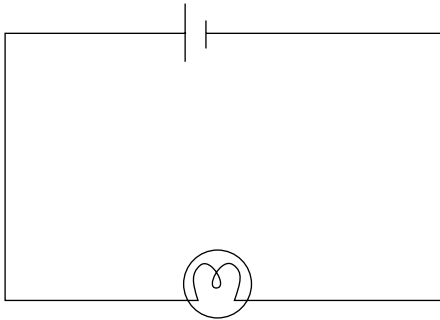
ANNEXE 20 : Feuille de route – Circuits électriques simples

Nom : _____

Date : _____

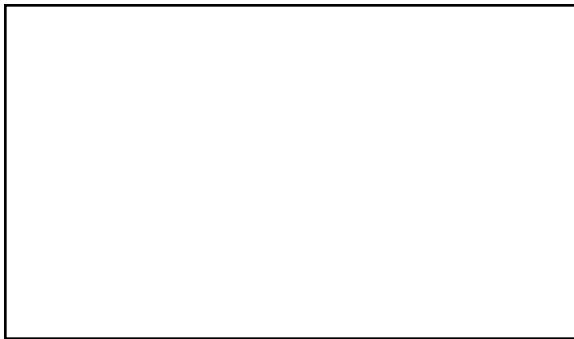
Fabrique les circuits suivants, un à la fois. Enregistre tes observations. Décris l'intensité de la lumière ainsi que le courant d'électrons qui traverse l'ampoule et le circuit. Sers-toi du premier circuit comme point de référence lorsque tu dois qualifier l'intensité de la lumière (et donc l'intensité du courant) des autres circuits.

1. Voici le schéma d'un circuit simple. Qu' observes-tu?



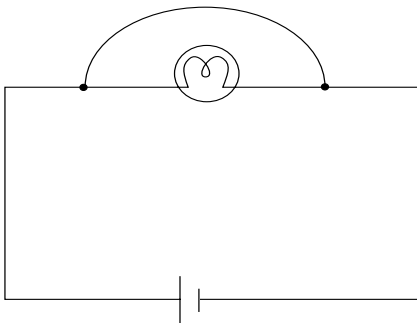
Observations

2. Inverse la direction du courant dans le circuit numéro 1. Dessine le schéma de ce nouveau circuit et compare ce qui se passe avec ce qui s'est passé au numéro 1.

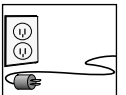


Observations

3. Voici un exemple d'un court-circuit. Relie un fil aux deux bornes de l'ampoule. Que se passe-t-il?



Observations

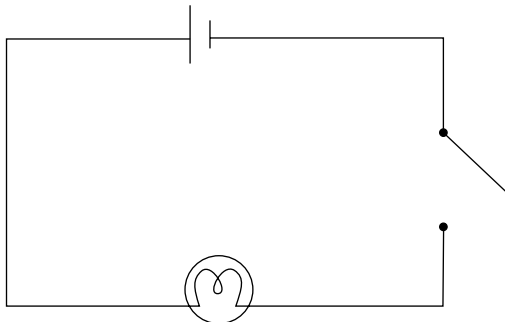


ANNEXE 20 : Feuille de route – Circuits électriques simples (suite)

Nom : _____

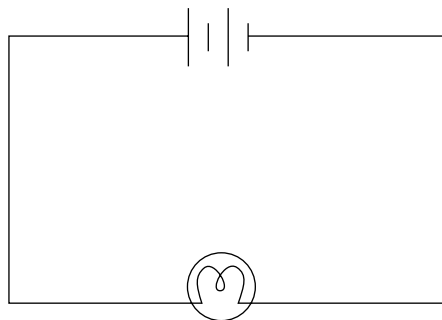
Date : _____

4. Ce circuit simple possède un interrupteur. Quand l'ampoule s'allume-t-elle? Explique ta réponse.



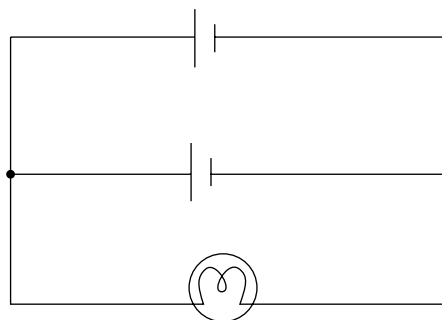
Observations

5. Voici un circuit comprenant deux piles en série (ce qui constitue une batterie). Les piles en série doivent permettre le passage du courant dans la même direction, et donc il faut les disposer de sorte que les bornes opposées se rejoignent. Observe ce qui se passe dans ce circuit et compare-le au circuit numéro 1.

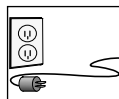


Observations

6. Voici un circuit comprenant deux piles en parallèle. Les piles en parallèle doivent produire un courant qui ira dans la même direction, et donc il faut les disposer de sorte que leurs bornes aient la même orientation. Observe ce qui se passe dans ce circuit et compare-le au circuit numéro 1.



Observations

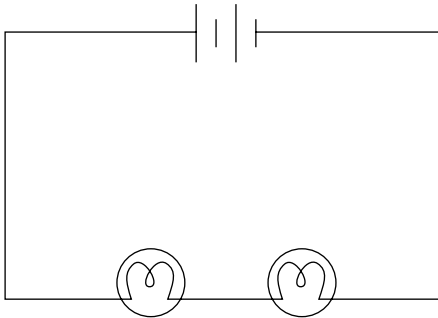


ANNEXE 20 : Feuille de route – Circuits électriques simples (suite)

Nom : _____

Date : _____

7. a) Construis le circuit suivant et compare-le au circuit numéro 1. Explique tes observations en décrivant la résistance du circuit, l'intensité de la lumière, ainsi que le courant que reçoit chaque ampoule.

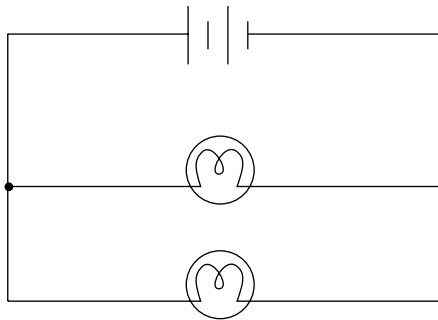


Observations

- b) Dévisse une des ampoules. Explique ce qui se passe.

Observations

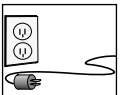
8. a) Construis le circuit suivant et compare-le au circuit numéro 1. Explique tes observations en décrivant la résistance du circuit, l'intensité de la lumière, ainsi que le courant que reçoit chaque ampoule.



Observations

- b) Dévisse une des ampoules. Explique ce qui se passe.

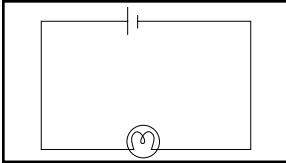
Observations



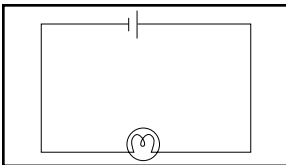
ANNEXE 21 : Corrigé – Circuits électriques simples

Nom : _____

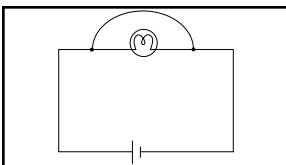
Date : _____



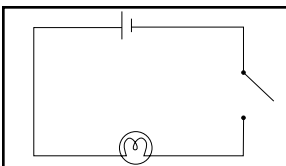
1. La lumière s'allume.



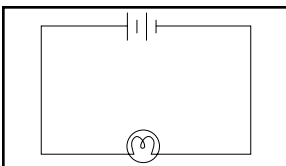
2. La direction du courant n'a aucun effet puisque les charges négatives traversent toujours l'ampoule.



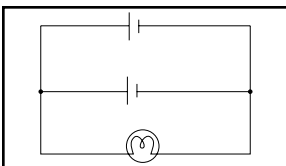
3. L'ampoule s'éteint. L'ampoule a une résistance très forte alors que le fil a une résistance très faible. La plupart des électrons suivent le parcours présentant le moins de résistance.



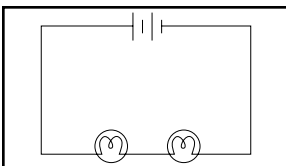
4. La lumière s'allume lorsque l'interrupteur est fermé et que le parcours des électrons est libre.



5. La lumière est plus intense que dans le circuit numéro 1. Il y a donc plus de courant qui traverse l'ampoule lorsque les piles sont en série.

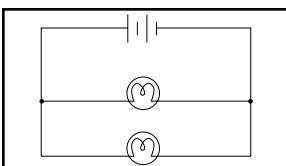


6. L'intensité de la lumière est la même que dans le circuit numéro 1. Il y a donc autant de courant traversant l'ampoule. La disposition des piles en parallèle n'augmente pas le courant total. (Chaque pile fournit la moitié du courant et donc durera deux fois plus longtemps.)



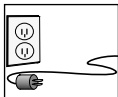
7. a) L'intensité de la lumière est la même que dans le circuit numéro 1. La tension augmente, mais il en va de même pour la résistance, et le courant demeure donc inchangé.

b) Les ampoules s'éteignent. Le circuit est coupé (comme par interrupteur) et le courant n'a pas le parcours libre.



8. a) Les deux ampoules sont plus brillantes que l'ampoule du circuit numéro 1. La résistance est moindre et la tension ainsi que le courant sont plus élevés.

b) L'ampoule dévissée s'éteindra, mais l'autre demeurera allumée. L'ampoule allumée est toujours en lien direct avec la pile.

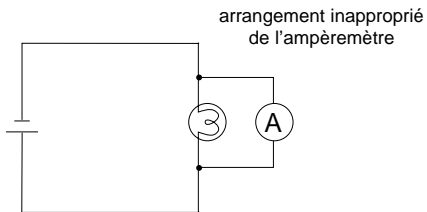


ANNEXE 22 : Feuille de route – Mesure du courant et de la tension

Nom : _____

Date : _____

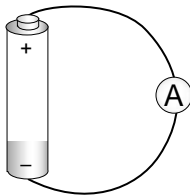
1. Ce schéma démontre la manière incorrecte d'incorporer un ampèremètre dans un circuit. Explique pourquoi cet arrangement est inapproprié et fais un nouveau schéma qui indique l'utilisation correcte de l'ampèremètre.



L'arrangement à gauche est inapproprié parce que...

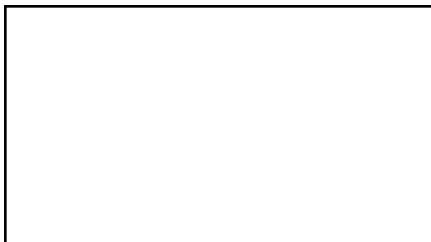


2. Mesure le courant entre les bornes d'une pile de 1,5 volt.



Mesure du courant : _____

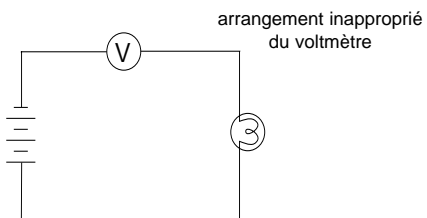
3. Ajoute une ampoule au circuit. Dessine le schéma (y compris l'ampèremètre). Mesure maintenant le courant qui traverse ce circuit. Quel est le facteur qui détermine le courant dans ce circuit?



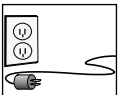
Mesure du courant : _____

Quel facteur détermine le courant? _____

4. Ce schéma démontre la façon incorrecte d'incorporer un voltmètre dans un circuit. Explique pourquoi cet arrangement est inapproprié et fais un nouveau schéma qui indique l'utilisation correcte du voltmètre.



L'arrangement à gauche est inapproprié parce que...

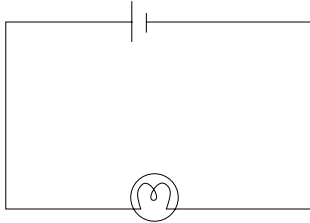


ANNEXE 22 : Feuille de route – Mesure du courant et de la tension (suite)

Nom : _____

Date : _____

5. a) Compare la tension entre les deux bornes de la pile (dans le circuit simple ci-dessous) à la tension entre les deux bouts de la résistance (l'ampoule). Indique sur le schéma où tu as placé le voltmètre pour ces deux mesures.



Mesure de la tension de la pile : _____

Mesure de la tension de la résistance : _____

- b) Exprime la relation qu'il semble y avoir entre la tension de la pile et la tension utilisée dans le circuit. Que se passera-t-il si tu exposes le circuit à une tension élevée?

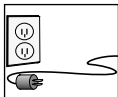
6. a) Mesure le courant et la tension dans un circuit simple composé d'une pile de 1,5 volt et d'une résistance (ampoule). Ensuite ajoute en série une deuxième pile de 1,5 volt et mesure à nouveau le courant et la tension. Dessine un schéma du circuit à deux piles.



Circuit simple avec pile unique
courant : _____ tension : _____

Circuit simple avec deux piles en série
courant : _____ tension : _____

- b) Exprime la relation qu'il semble y avoir entre la tension et le courant si la résistance est constante.



ANNEXE 23 : Exercice de réflexion – Circuits en série et circuits en parallèle

Nom : _____

Date : _____

1. Si tu disposes de trois piles de 1,5 volt chacune et que tu les relies en série dans un circuit muni d'une résistance (telle qu'une ampoule), quelle sera la tension du circuit comparativement à la tension dans un circuit n'ayant qu'une seule pile? Quelle sera l'intensité du courant?

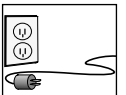
Dessine un schéma du circuit à trois piles en série et indique où tu dois placer le voltmètre et l'ampèremètre pour vérifier tes prédictions.

Tes prédictions se sont-elles avérées correctes? Pourquoi?

2. Si tu disposes de trois piles de 1,5 volt chacune et que tu les relies en parallèle dans un circuit muni d'une résistance (telle qu'une ampoule), quelle sera la tension du circuit à divers endroits? Quelle sera l'intensité du courant à divers endroits?

Dessine un schéma du circuit à trois piles en parallèle et indique où tu dois placer le voltmètre et l'ampèremètre pour vérifier tes prédictions.

Tes prédictions se sont-elles avérées correctes? Pourquoi?



ANNEXE 23 : Exercice de réflexion – Circuits en série et circuits en parallèle (suite)

Nom : _____

Date : _____

3. Si tu disposes de trois résistances semblables (trois ampoules, par exemple) et que tu les relies en série dans un circuit muni d'une source d'énergie électrique (une pile ou une batterie), quelle sera la tension du circuit comparativement à la tension dans un circuit n'ayant qu'une seule résistance? Quelle sera l'intensité du courant?

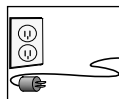
Dessine un schéma du circuit à trois résistances en série et indique où tu dois placer le voltmètre et l'ampèremètre pour vérifier tes prédictions.

Tes prédictions se sont-elles avérées correctes? Pourquoi?

4. Si tu disposes de trois résistances semblables (trois ampoules, par exemple) et que tu les relies en parallèle dans un circuit muni d'une source d'énergie électrique (une pile ou une batterie), quelle sera la tension du circuit comparativement à la tension dans un circuit n'ayant qu'une seule résistance? Quelle sera l'intensité du courant?

Dessine un schéma du circuit à trois résistances en parallèle et indique où tu dois placer le voltmètre et l'ampèremètre pour vérifier tes prédictions.

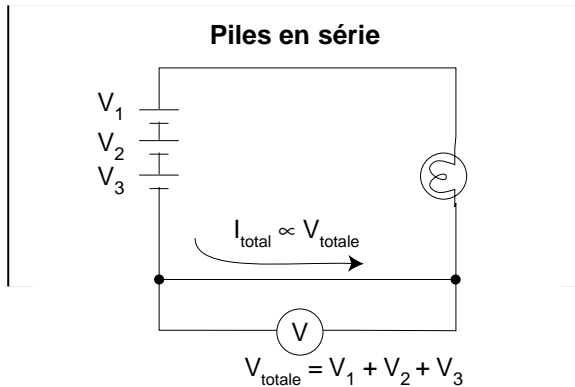
Tes prédictions se sont-elles avérées correctes? Pourquoi?



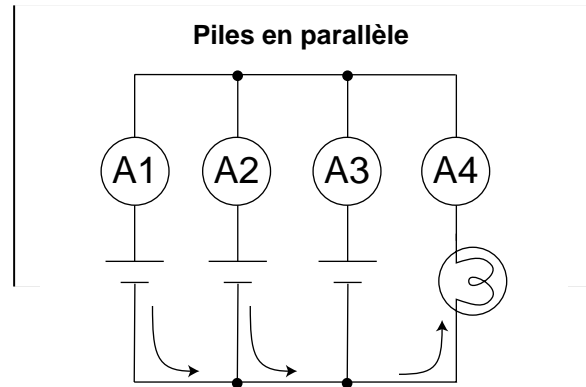
ANNEXE 24 : Diagrammes récapitulatifs – Circuits en série et circuits en parallèle

Nom : _____

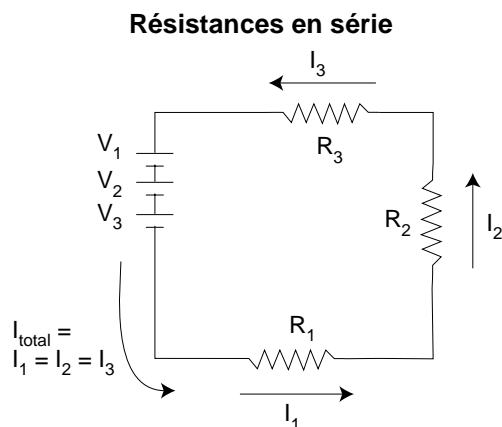
Date : _____



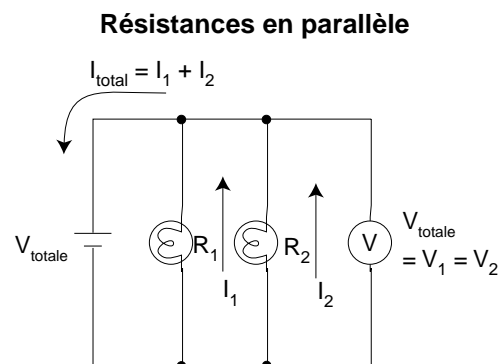
Lorsque des piles sont disposées en série, la tension dans le circuit augmente en proportion du nombre de piles. En d'autres mots, des piles disposées en série alimentent un circuit d'une tension égale à la somme de la tension de chacune des piles ($V_{\text{totale}} = V_1 + V_2 + V_3$). Par exemple, trois piles dotées de 1,5 V chacune produisent une tension totale de 4,5 V. Le courant total augmente proportionnellement à l'augmentation de la tension totale ($I_{\text{total}} \propto V_{\text{totale}}$).



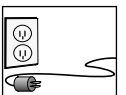
Placées en parallèle, des piles de même tension alimentent un circuit d'une tension égale à celle d'une seule des piles ($V_{\text{totale}} = V_1 = V_2 = V_3$), chacune d'elles fournissant une quantité de courant proportionnelle. (Elles ont ainsi l'avantage de durer plus longtemps.) L'intensité du courant associé à chaque pile dépend aussi de la résistance du circuit.



Dans un circuit comprenant plusieurs résistances en série, chaque résistance s'ajoute aux autres, augmentant la résistance totale du circuit ($R_{\text{totale}} = R_1 + R_2 + R_3$). Le courant total dans le circuit (et la luminosité des ampoules, par exemple) diminue au fur et à mesure que sont ajoutées des résistances. Des résistances disposées en série se partagent la tension et sont toutes traversées d'un courant de même intensité ($V_{\text{totale}} = V_1 + V_2 + V_3$ et $I_{\text{total}} = I_1 = I_2 = I_3$).



Des résistances disposées en parallèle diminuent la résistance totale du circuit, puisque chaque résistance est un passage de plus que peuvent emprunter les électrons. De plus, le courant traversant le circuit augmente. Deux ampoules identiques placées en parallèle coupent de moitié la résistance du circuit et doublent le courant. Les ampoules auront la même luminosité, cependant, puisque chacune d'elles est traversée du même courant. Des résistances disposées en parallèle se partagent le courant et sont alimentées de la même tension ($V_{\text{totale}} = V_1 = V_2$ et $I_{\text{total}} = I_1 + I_2$).



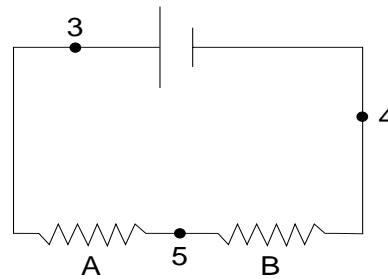
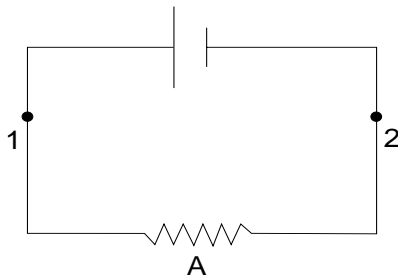
ANNEXE 26 : Épreuve sur les circuits électriques simples

Nom : _____

Date : _____

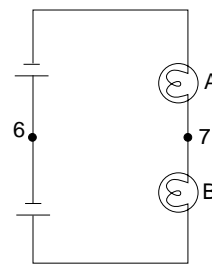
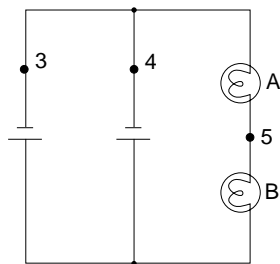
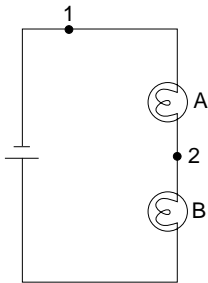
1. Est-ce que les charges sont épuisées lors de la production de lumière dans une ampoule?
2. Comment les oiseaux peuvent-ils se poser sur un fil à haute tension sans se faire électrocuter?
3. Lorsque tu ouvres le robinet à la maison, l'eau arrive immédiatement, sans que tu n'aies à attendre qu'elle arrive du réservoir d'eau. Explique.

4. Suppose que le courant au point 1 est I . Quelle est l'intensité du courant aux points 2, 3, 4, 5?



1 = I
2 =
3 =
4 =
5 =

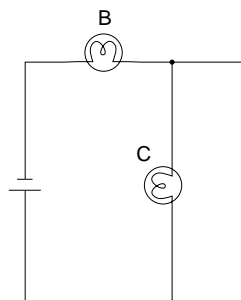
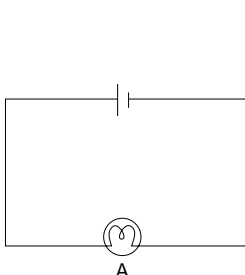
5. Suppose que le courant au point 1 est I . Quelle est l'intensité du courant aux points 2, 3, 4, 5, 6, 7?



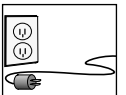
1 = I
2 =
3 =
4 =
5 =
6 =
7 =

6. Pourquoi les ampoules d'un circuit s'allument-elles instantanément une fois le circuit complet?

7. Compare l'intensité des ampoules A, B et C.



A : _____
B : _____
C : _____

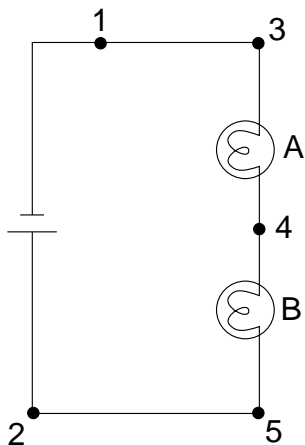


ANNEXE 26 : Épreuve sur les circuits électriques simples (suite)

Nom : _____

Date : _____

8. Si la différence de potentiel (la tension) dans la pile est V , quelle est la différence de potentiel (la tension) entre les points...



a) 1 et 2 : _____

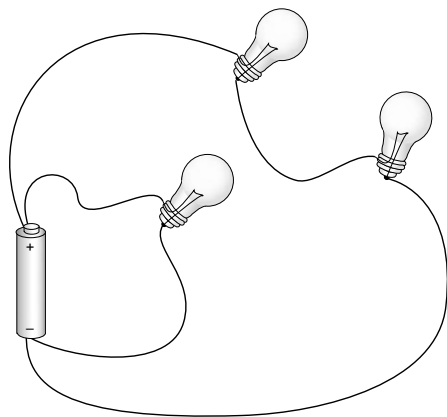
b) 1 et 3 : _____

c) 3 et 4 : _____

d) 4 et 5 : _____

e) 2 et 5 : _____

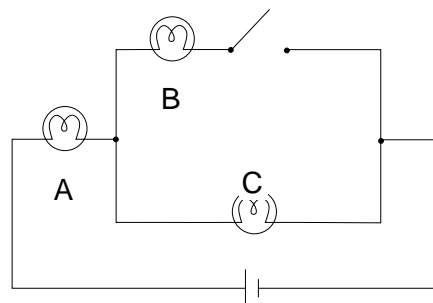
9. Dessine le schéma du circuit suivant.



Schéma



10. Compare l'intensité des ampoules avant et après l'interruption du circuit (chaque ampoule a la même résistance).

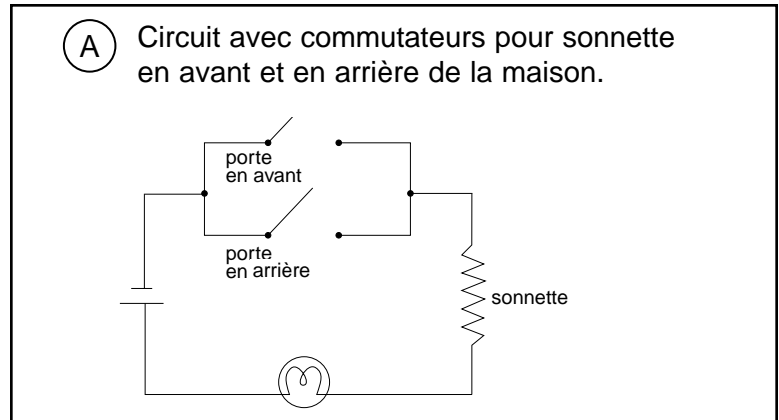


ANNEXE 27 : Test – Les symboles utilisés pour les schémas de circuits électriques

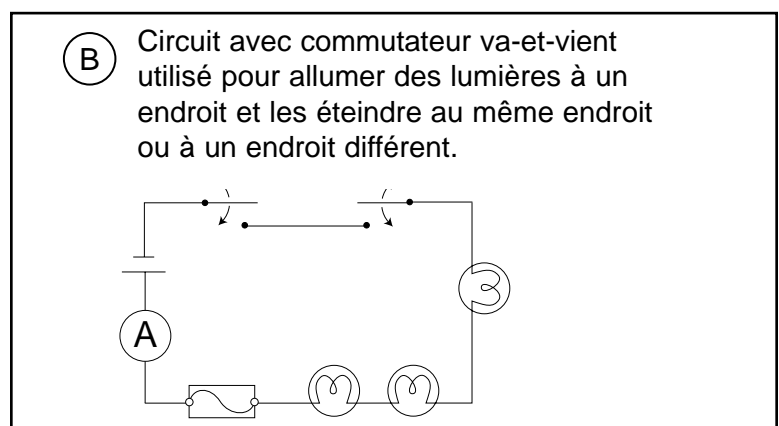
Nom : _____

Date : _____

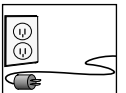
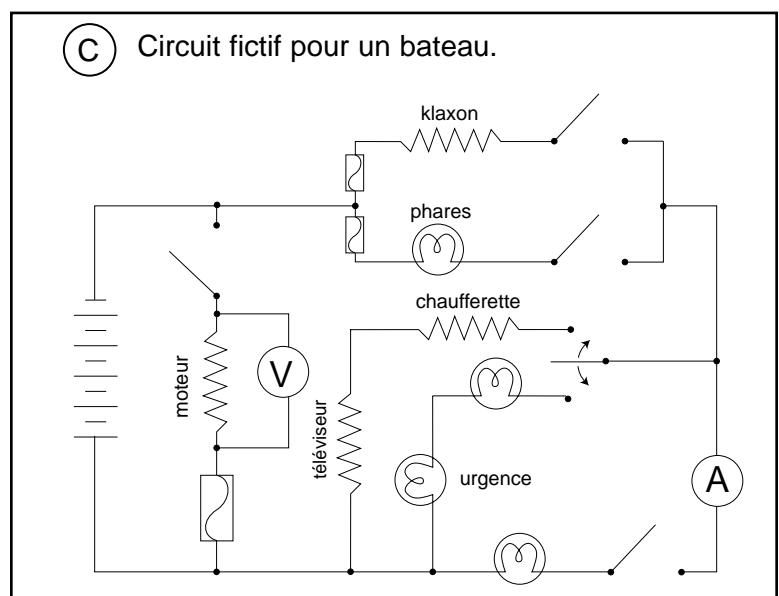
1. Dans le schéma A, combien y a-t-il :
- de piles? _____
 - de batteries? _____
 - d'ampoules? _____
 - de résistances? _____
 - de fusibles? _____
 - d'ampèremètres? _____
 - de voltmètres? _____
 - d'interrupteurs? _____



2. Dans le schéma B, combien y a-t-il :
- de piles? _____
 - de batteries? _____
 - d'ampoules? _____
 - de résistances? _____
 - de fusibles? _____
 - d'ampèremètres? _____
 - de voltmètres? _____
 - d'interrupteurs? _____



3. Dans le schéma C, combien y a-t-il :
- de piles? _____
 - de batteries? _____
 - d'ampoules? _____
 - de résistances? _____
 - de fusibles? _____
 - d'ampèremètres? _____
 - de voltmètres? _____
 - d'interrupteurs? _____



ANNEXE 28 : Exercice d'appariement – Énoncés I

Nom : _____

Date : _____

Découpe ces énoncés puis organise-les dans ton cahier scientifique sur deux pages côte à côte. Indique à l'aide de flèches les liens qui existent entre ces énoncés.

La tension est l'énergie électrique par unité de charge.

Le coulomb est l'unité de mesure de la charge.

Le volt équivaut à un joule par coulomb.

Le volt est l'unité de mesure de la tension.

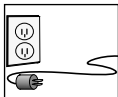
Une ampoule est une résistance qui permet de transformer de l'énergie électrique en énergie lumineuse.

La tension équivaut au courant multiplié par la résistance.

La charge est le nombre d'électrons.

Un courant ne peut avoir lieu que lorsqu'un circuit est fermé.

Une pile transforme l'énergie chimique en énergie électrique.



ANNEXE 28 : Exercice d'appariement – Énoncés I (suite)

Nom : _____

Date : _____

L'ampère équivaut à un coulomb par seconde.

L'énergie peut être thermique, lumineuse, sonore, mécanique, chimique, électrique, etc.

L'énergie lumineuse d'une ampoule dépend du courant qui la traverse.

Le courant est le nombre de charges qui passent dans un laps de temps donné.

Le joule est l'unité de mesure de l'énergie.

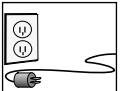
L'ampère est l'unité de mesure du courant.

La tension perdue par le courant se traduit par la production d'énergie.

Les électrons en collision avec une résistance libèrent de l'énergie.

Une source d'énergie électrique transforme une énergie quelconque en énergie électrique.

La résistance électrique est un obstacle au mouvement des électrons.



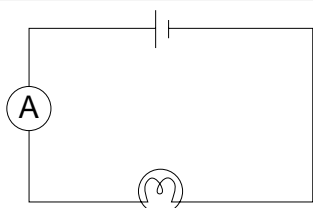
ANNEXE 29 : Exercice de déduction – Liens entre I, V et R

Nom : _____

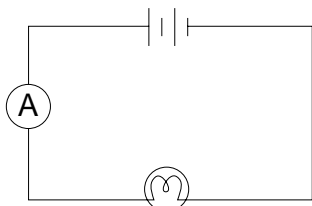
Date : _____

Partie A : Pour chacune des colonnes ci-dessous, effectue les mesures suivantes :

1. Obtiens cinq piles ayant la même tension V : _____ . (Vérifie cette tension avec un voltmètre.)
2. Mesure le courant dans un circuit comportant une pile et une ampoule (ou autre résistance). Il s'agit du courant initial I_1 : _____ .



3. Mesure ensuite le courant après avoir ajouté une deuxième pile en série. Il s'agit de I_2 : _____ .



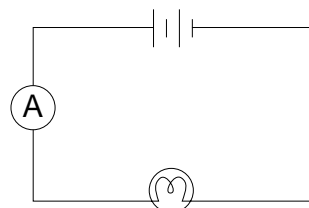
4. Continue à mesurer le courant au fur et à mesure que tu ajoutes des piles en série (maximum 5 piles).
 I_3 : _____
 I_4 : _____
 I_5 : _____

5. La tension du premier circuit étant V , celle du circuit subséquent doit être deux fois V ou $2V$: _____ . (Et ainsi de suite pour les circuits subséquents.)

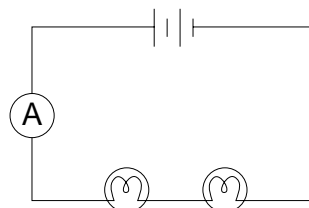
6. Remplis ce tableau de données.

	tension du circuit (volts)	courant du circuit (ampères)
premier circuit		
deuxième circuit		
troisième circuit		
quatrième circuit		
cinquième circuit		

1. Obtiens cinq ampoules identiques ou cinq résistances de même calibre. Suppose que cette résistance soit R . (Mesure-la en ohm si tu disposes de l'instrument pour le faire.)
2. Mesure le courant dans un circuit comportant deux piles et une ampoule (ou autre résistance). Il s'agit du courant I_a : _____ .



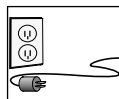
3. Mesure ensuite le courant après avoir ajouté une deuxième ampoule ou résistance en série. Il s'agit de I_b : _____ .



4. Continue à mesurer le courant au fur et à mesure que tu ajoutes des ampoules ou résistances en série (maximum de 5 résistances).
 I_c : _____
 I_d : _____
 I_e : _____

5. Remplis ce tableau de données.

	résistance totale du circuit	courant du circuit (ampères)
premier circuit	1R	
deuxième circuit	2R	
troisième circuit	3R	
quatrième circuit	4R	
cinquième circuit	5R	



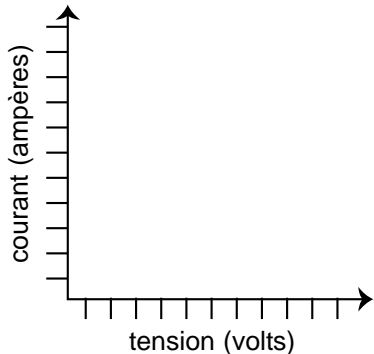
ANNEXE 29 : Exercice de déduction – Liens entre I, V et R (suite)

Nom : _____

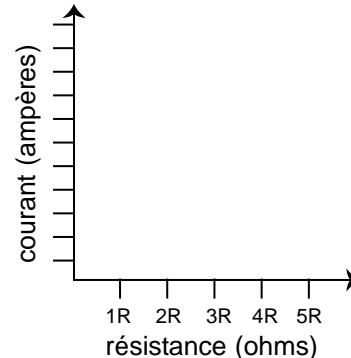
Date : _____

Partie B : À l'aide des données de la partie A, complète les deux graphiques suivants :

*Relation entre le courant et la tension
dans un circuit ayant la même résistance*

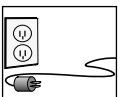


*Relation entre le courant et la résistance
dans un circuit ayant la même tension*



Partie C : À l'aide des données de la partie A et des graphiques de la partie B, réponds aux questions suivantes :

1. Quelle est la relation entre le courant et la tension (étant donné une même résistance)?
2. Si la tension double, qu'arrive-t-il au courant?
3. De quelle façon exprime-t-on cette relation en mathématiques (I = courant; V = tension)?
4. Quelle est la relation entre le courant et la résistance (étant donné une même tension)?
5. Si la résistance est trois fois plus grande, qu'arrive-t-il au courant?
6. (**facultatif**) De quelle façon exprime-t-on cette relation en mathématiques (R = résistance)?
7. (**facultatif**) Puisque l'unité de mesure de la résistance, l'ohm (Ω), équivaut à un ampère par volt, de quelle façon peut-on exprimer la relation mathématique entre I , V et R ?



ANNEXE 30 : Exemples de données pour illustrer la relation entre I, V et R

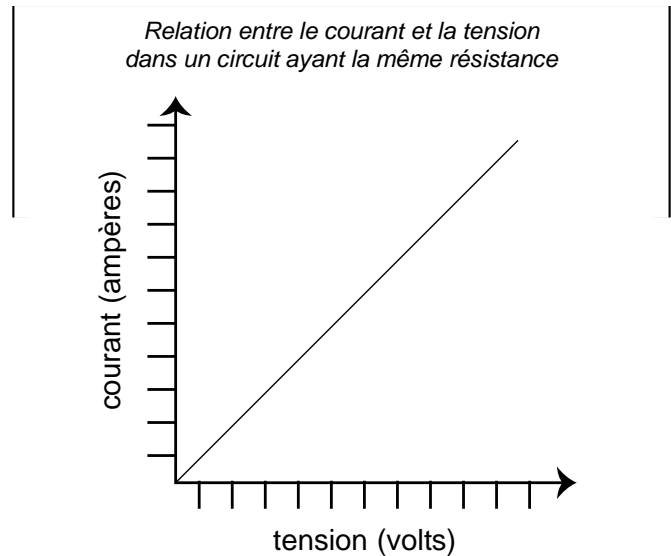
Nom : _____

Date : _____

Piles de 1,5 V et résistance (ampoule) de 15 Ω

piles en série	tension du circuit (volts)	courant du circuit (ampères)
premier circuit	1,5	0,1
deuxième circuit	3,0	0,2
troisième circuit	4,5	0,3
quatrième circuit	6,0	0,4
cinquième circuit	7,5	0,5

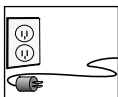
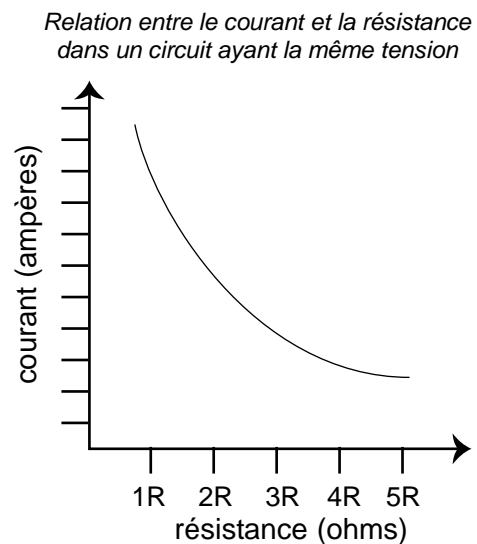
Graphique-type



Batterie de 3 V et résistances (ampoules) de 15 Ω

résistances en série	résistance totale du circuit	courant du circuit (ampères)
premier circuit	1R	0,2
deuxième circuit	2R	0,1
troisième circuit	3R	0,067
quatrième circuit	4R	0,05
cinquième circuit	5R	0,04

Graphique-type



ANNEXE 31 : Exercice de réflexion – Liens entre I, V, R et E

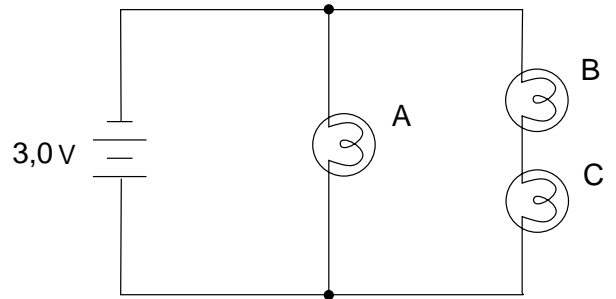
Nom : _____

Date : _____

Partie A

- Construis le circuit que représente le schéma ci-contre.
- Ordonne les ampoules de la plus brillante à la moins brillante.

ampoule la plus brillante	ampoule la moins brillante

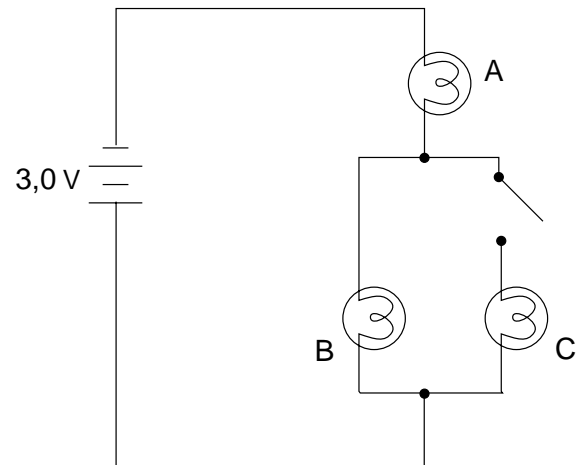


- Explique la différence de luminosité entre les ampoules en te référant aux électrons, à I, à V, à R et à E.

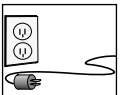
Partie B

- Construis le circuit que représente le schéma ci-contre.
- Décris la luminosité des ampoules avant et après avoir fermé l'interrupteur.

l'interrupteur est ouvert	l'interrupteur est fermé



- Explique pourquoi la luminosité des ampoules est différente selon que l'interrupteur est ouvert ou fermé.



ANNEXE 32 : Circuits en parallèle dans l'installation électrique d'une maison

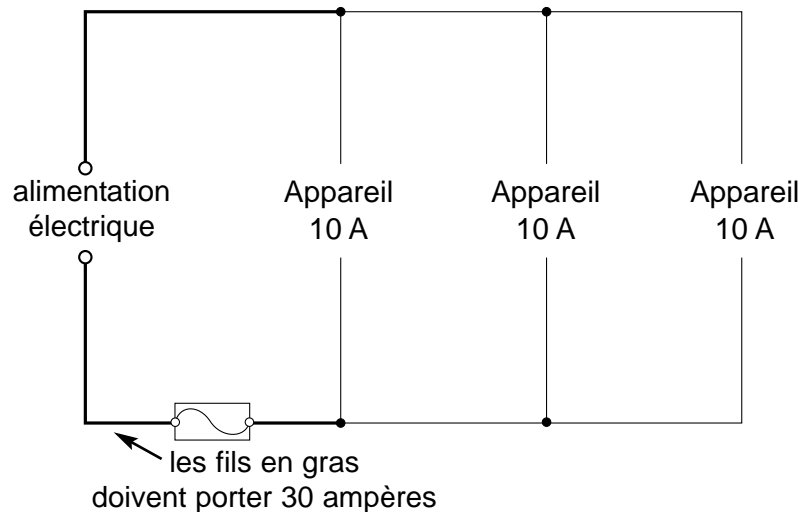
Nom : _____

Date : _____

Le circuit électrique qui parcourt la maison est constitué de nombreuses **résistances placées en parallèle**. Les lampes et les appareils électroménagers, comme le four et le réfrigérateur, sont des résistances. (L'avantage d'un circuit en parallèle est que les autres appareils du circuit peuvent toujours fonctionner même si un ou plusieurs des appareils ne sont pas en opération ou font défaut. Le cas échéant, ces appareils défectueux n'occasionnent pas de panne de courant générale.)

Puisque de l'électricité dans un circuit produit toujours une certaine quantité de **chaleur**, un fil conducteur qui transporte trop de courant peut brûler.

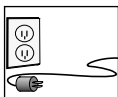
Si trop d'appareils sont utilisés en même temps, l'intensité du courant risque d'augmenter et de **dépasser la capacité** d'une partie du circuit. (L'ajout d'une résistance en parallèle réduit la résistance totale dans un circuit et, par conséquent, augmente le courant.) Les câbles peuvent alors surchauffer et causer un incendie électrique. Bien que les appareils électriques incorporés dans un circuit se partagent entre eux le même courant et ne présentent aucun danger pour les fils qui les alimentent en particulier, la partie du circuit et des fils qui transportent **TOUT** le courant est toutefois vulnérable.



Pour empêcher qu'un tel fil électrique ne surchauffe, un **fusible** est incorporé dans le circuit à l'endroit traversé par tout le courant. Un fusible est un petit fil encaissé dans du verre; ce fil brûlera si le courant qui le traverse dépasse une charge donnée, ce qui coupera le circuit. Par exemple, un fusible conçu pour ne laisser passer que 1 A de courant brûlera si le courant transporté par le circuit dans lequel il se trouve dépasse 1 A. Le courant étant alors interrompu, le circuit sera protégé contre la possibilité qu'un fil surchauffe.

Le service public ou l'entreprise qui fournit l'énergie électrique pour alimenter le circuit domestique livre son produit au **panneau d'entrée**. À la maison, les **disjoncteurs**, situés au panneau d'entrée, protègent les circuits. Si l'on branche trop d'appareils sur un circuit et que le courant est excessif, le disjoncteur s'ouvre, coupant ainsi à la source le courant qui aurait pu autrement endommager les fils. Tandis qu'un fusible brûlé doit être remplacé pour rétablir le courant dans un circuit, le disjoncteur peut être remis en marche en poussant l'interrupteur pour le remettre à sa position initiale. Avant de le remettre en fonction, cependant, il faut s'assurer de débrancher quelques appareils sinon le disjoncteur sautera de nouveau.

Il est très dangereux d'installer un fusible ou un disjoncteur dont la capacité dépasse celle du circuit. On peut croire que cela met fin au dérangement occasionné par la coupure d'un circuit, mais cette pratique périlleuse ne fait qu'accroître le risque qu'un fil brûle et qu'un incendie soit provoqué, entraînant de sérieuses pertes et des blessures souvent mortelles. Il faut soit utiliser moins d'appareils sur le même circuit, soit améliorer l'alimentation et l'installation électrique.



ANNEXE 33 : Résolution de problèmes – Situations électriques à risque

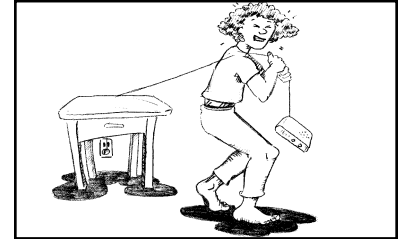
Nom : _____

Date : _____

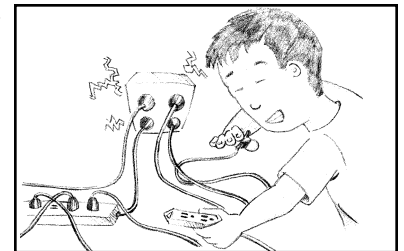
Propose des éléments de solution pour chacune des situations suivantes.

Il peut y avoir plusieurs réponses valables, mais tu dois fournir des solutions pertinentes et sensées. Cet exercice a pour but de vérifier ta compréhension des dispositifs et des mesures de sécurité liés à l'installation électrique domiciliaire et à l'utilisation d'appareils électriques.

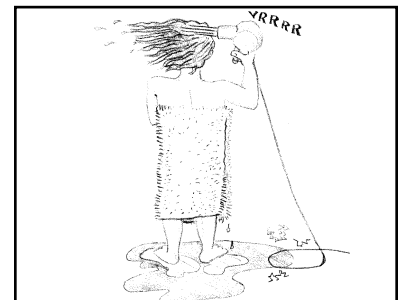
1. Manon débranche toujours sa radio en tirant sur le fil plutôt que sur la fiche parce que cette dernière est placée derrière son pupitre.



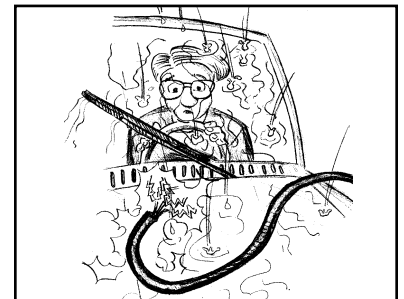
2. Hideko a une seule prise de courant dans sa chambre à coucher. Il y branche donc plusieurs appareils à l'aide de multiples rallonges.



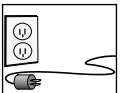
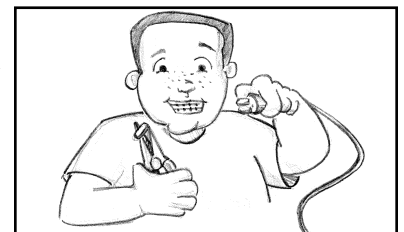
3. Après sa douche, Ivana se sèche les cheveux dans la salle de bain.



4. Lors d'un orage, un fil à haute tension tombe sur la voiture de Kenneth. Comment fera-t-il pour sortir de sa voiture sans être électrocuté?



5. Xavier retire la troisième broche (la prise de mise à la terre) d'une fiche afin de pouvoir la brancher dans une rallonge qui n'accepte que deux lames pour chaque câble d'alimentation.



ANNEXE 33 : Résolution de problèmes – Situations électriques à risque (suite)

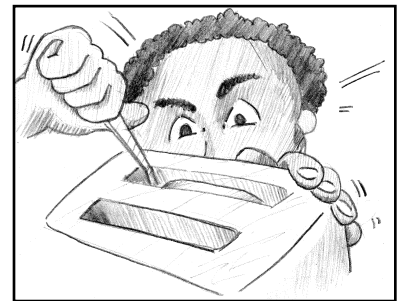
Nom : _____

Date : _____

6. K'wasne entreprend l'installation d'une nouvelle piscine en creusant dans sa cour. Bousculée par le temps, elle n'a pas noté l'emplacement des fils enfouis sous la terre.



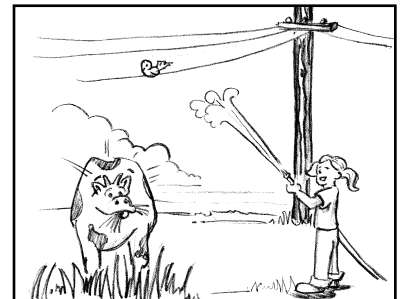
7. Thomas a grand mal à retirer un morceau de croûte pris dans son grille-pain et il choisit donc d'utiliser un couteau pour le dégager.



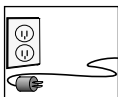
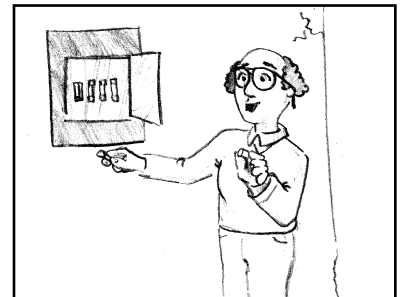
8. Pierrette, la mère de Thomas, voit que ce dernier subit un choc électrique du grille-pain et tente de l'en éloigner.



9. Sally a toujours aimé jouer des tours aux petits animaux de la ferme! Cette fois-ci elle les arrose avec un fusil à jet d'eau et voilà justement un moineau perché sur un fil...



10. Un disjoncteur de 15 ampères ne fait que sauter et couper l'alimentation électrique du garage de Pursad. Ce dernier décide donc de le remplacer par un disjoncteur de 30 ampères.

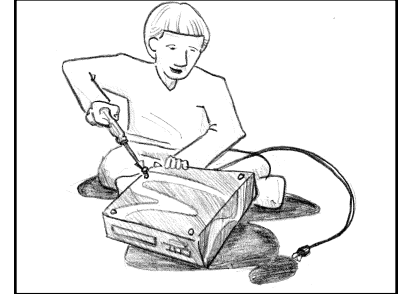


ANNEXE 33 : Résolution de problèmes – Situations électriques à risque (suite)

Nom : _____

Date : _____

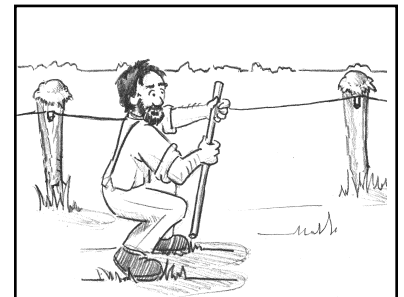
11. Vaslav a enlevé le couvercle de son magnéto afin de retirer, à l'aide d'un tournevis, le ruban magnétique entortillé dans la vidéocassette.



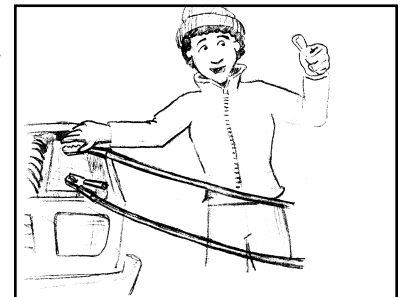
12. Nancy utilise son canif pour nettoyer la prise de sa rallonge, car cette dernière s'est remplie de neige glacée et n'accepte pas la fiche du chauffe-bloc de la voiture.



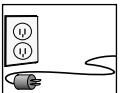
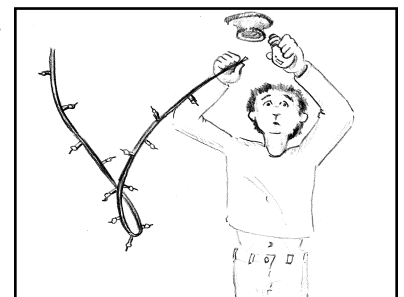
13. Bernard veut réparer une section de la clôture électrique de son pâturage et donc il met à la terre le fil en y appuyant une longue tige de métal qui touche au sol.



14. Les bornes de sa batterie d'auto et les pinces de ses câbles de raccordement n'étant pas en bon état, Myriam décide d'assurer manuellement une bonne connexion lors du survoltage de sa voiture.



15. Carolyne et Nicholas créent un circuit pour les lumières de Noël dans leur cour en utilisant un fil dénudé qu'ils ont mis en contact avec la douille d'une lampe. Malheureusement, lorsqu'une ampoule s'éteint toutes les autres s'éteignent aussi.



ANNEXE 34 : Rationalisation des unités de mesure de l'énergie électrique

Nom : _____

Date : _____

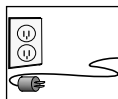
Avec l'aide de tes collègues et de ton enseignant(e), effectue le trajet logico-mathématique suivant. Assure-toi de bien comprendre chaque étape et la façon dont chacune d'entre elle est liée à ce que tu as déjà appris ou aux étapes précédentes de l'exercice.

1. Que représente la **charge**? La charge représente le nombre _____.
2. Le symbole qui représente la charge est **Q**.
3. Quelle est l'unité de mesure de la charge? On mesure la charge en _____, dont le symbole est _____.
4. « La charge d'un courant est de 3,2 coulombs. » Écris cela en symboles : _____.
5. Que représente le **courant**? Le courant est la quantité de _____ qui traverse un point donné pendant un certain _____.
6. Le symbole qui représente le **courant** est **I**; I est donc égal à Q / t (où **t** est le temps).
7. Quelle est l'unité de mesure du courant? On mesure le courant en _____, dont le symbole est _____.
8. « Le courant est de 1,9 ampère. » Écris cela en symboles : _____.
9. Quel est le lien entre le coulomb et l'ampère?

1 ampère = _____

10. Que représente la **tension électrique**? La tension est le montant d'énergie que possède une quantité de _____.
11. Le symbole qui représente l'**énergie** est **E**: la tension est donc égale à E / Q .
12. Quelle est l'unité de mesure de la tension? On mesure la tension en _____, dont le symbole est _____. (Ce symbole représente à la fois la tension et l'unité de mesure de la tension.)
13. Quelle est l'unité de mesure de l'énergie? On mesure l'énergie en _____, dont le symbole est _____.
14. Quel est le lien entre le joule et le volt?

1 volt = _____



ANNEXE 34 : Rationalisation des unités de mesure de l'énergie électrique (suite)

Nom : _____

Date : _____

15. La **puissance électrique** est le montant d'énergie qui est transférée ou dépensée pendant un certain laps de temps.

16. Le symbole qui représente la **puissance** est **P**; P est donc égal à E/t .

17. Si $I = Q / t$ et $V = E / Q$, peux-tu combiner ces deux formules de sorte à obtenir $P = E / t$?

18. L'unité de mesure de la puissance électrique est le **watt**, dont le symbole est **W**.

19. Un watt équivaut à un joule (énergie) par seconde (temps). Peux-tu exprimer cette relation en symboles? _____

20. Si $A = C / s$ et $V = J / C$, peux-tu combiner ces deux formules de sorte à obtenir $W = J / s$?

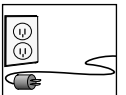
21. Un **kilowatt** équivaut à _____ watts; son symbole est _____ .

22. Combien de secondes y a-t-il dans une heure? Une heure vaut _____ secondes.

23. Un kilowatt de puissance multiplié par une heure d'utilisation donnera un **kilowattheure**. On peut exprimer cette relation symboliquement comme suit : $1 \text{ W} \times 1 \text{ h} = 1 \text{ kW}\cdot\text{h}$

24. Reprends cette relation, mais substitue à 1 W son équivalent 1 J/s, et substitue à 1 h son équivalent 3600 s. Quelle relation obtiens-tu si tu rationalises les unités?

25. Le kilowattheure est donc une unité de mesure de l'_____ .



ANNEXE 35 : Consommation et coût de l'énergie électrique

Nom : _____

Date : _____

Avec toute la classe, essaie de résoudre les trois premiers problèmes. Cherche d'abord à préciser quelle est la puissance **en kW**, quelle est la durée **en heures** pendant laquelle on consomme l'énergie, et quel est le tarif en **\$ / kW•h** (dollars par kilowattheure) pour cette énergie électrique. Ensuite dispose ces données de sorte à calculer le coût total selon l'équation : **coût = puissance x temps x tarif**.

1. La puissance d'une couverture électrique est de 180 W. Si elle fonctionne pendant 5 heures chaque soir, quel sera le coût de l'énergie utilisée après une semaine si l'électricité se vend à 0,07 \$ le kW•h?

Quelle est la puissance? _____ kW

Quelle est la durée d'utilisation? _____ h

Quel est le tarif? _____ \$ / kW•h

Le calcul qu'il faut effectuer : _____

Le coût de l'énergie utilisée par la couverture pendant une semaine sera : _____ \$

2. Pendant ses vacances, Micheline aime allumer son chandelier à chaque repas. Son déjeuner et son dîner durent 30 minutes chacun tandis que son souper plus élaboré lui prend en moyenne une heure. Son chandelier a une puissance de 300 W. Si le tarif électrique est de 58 ¢ / kW•h, quel est le coût quotidien de son petit caprice?

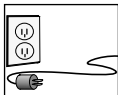
Quelle est la puissance? _____ kW

Quelle est la durée d'utilisation? _____ h

Quel est le tarif? _____ \$ / kW•h

Le calcul qu'il faut effectuer : _____

Le coût de l'énergie utilisée par le chandelier pendant une journée : _____ \$



ANNEXE 35 : Consommation et coût de l'énergie électrique (suite)

Nom : _____

Date : _____

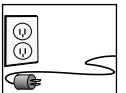
3. Tristan juge que l'utilisation d'une brosse à dents électrique par son amie est un gaspillage d'énergie et donc d'argent. « On pourrait aller au cinéma une fois par mois en épargnant cette somme d'argent! » (Chaque billet de cinéma coûte 9 \$.) Salomé pense qu'il a tort : elle sait qu'elle n'utilise sa brosse à dents que 15 minutes par jour tout au plus. Aide-les à résoudre cette impasse sachant que la puissance de la brosse n'est que de 5 watts et que l'électricité coûte 0,06 \$ / kW•h. Quel est le coût d'opération de la brosse à dents électrique en un mois (de 30 jours)? Le montant dépensé aurait-il permis d'acheter deux billets pour le cinéma? Si non, combien de jours sans brosse à dents électrique permettront d'épargner suffisamment d'argent pour acheter les deux billets?

Le coût de l'énergie utilisée par la brosse à dents électrique en un mois : _____ \$
Le nombre de jours sans brosse électrique qui correspond à la valeur de deux billets de cinéma : _____

Résous maintenant les cinq derniers problèmes par toi-même. Compare ensuite tes résultats aux résultats d'une copine ou d'un copain.

4. Le système de climatisation d'une maison a une puissance de 1 kW. Au cours de la saison estivale, le système a fonctionné pendant 750 heures, environ. Le tarif de l'électricité étant 0,053 \$ / kW•h, quel a été le coût total de l'énergie utilisée par la climatisation?

5. La propriétaire d'un nouveau dépanneur aimerait savoir combien lui coûte l'utilisation de son four à micro-ondes chaque fois qu'un client y réchauffe un sandwich qu'il vient de s'acheter. Quel est le coût de l'électricité utilisée par le four si sa tension est de 1250 W, s'il réchauffe un sandwich pendant 45 secondes, et si l'électricité se vend à 0,065 \$ / kW•h?



ANNEXE 35 : Consommation et coût de l'énergie électrique (suite)

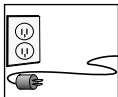
Nom : _____

Date : _____

6. Akmed a la mauvaise habitude de laisser le téléviseur allumé au poste de la météo quand il est à la maison. Il trouve que la musique de fond est agréable et il aime bien connaître les prévisions météorologiques pour sa région. Karine, son amie, estime qu'en une semaine le petit écran est ouvert pendant 75 heures! Son téléviseur a une puissance de 300 W. D'après elle, cette petite manie reviendrait à environ 60 dollars par année. Quel est le tarif de l'énergie électrique dans ce quartier?

7. La famille Hallum-Toote emploie une puissance électrique moyenne de 0,73 kW lorsqu'elle séjourne au chalet. Combien lui coûte chaque jour d'électricité au chalet si le tarif du service public est de 0,055 \$ / kW•h? Quel sera le coût d'électricité pour un mois (de 30 jours)? Quel sera ce coût pour une période de quatre mois?

8. Un ordinateur a une puissance de 200 W lorsque fonctionnent son moniteur et son unité centrale. Manitoba Hydro offre son électricité à 4,9 ¢ / kW•h en soirée et à 6,2 ¢ / kW•h pendant la journée. Tu dois rédiger une dissertation à l'ordinateur dans les deux semaines qui suivent. Sera-t-il moins coûteux de te servir de l'ordinateur pendant 26 heures en soirée ou pendant 22 heures durant la journée?



ANNEXE 36 : Exercice d'appariement – Énoncés II

Nom : _____

Date : _____

Découpe ces énoncés et ajoute-les à l'organigramme que tu avais précédemment construit à partir des énoncés sur la charge, le courant, la tension, la résistance et l'énergie électriques.

Le watt est l'unité de mesure de la puissance.

La puissance est l'intensité d'énergie émise pendant un certain laps de temps.

Le watt équivaut à un joule par seconde.

Le kilowattheure équivaut à 3600 joules.

La puissance équivaut à la tension multipliée par le courant.

La consommation énergétique se mesure en kilowattheure.

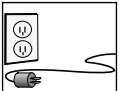
La consommation d'énergie électrique équivaut à la puissance multipliée par la durée d'utilisation.

Le coût est égal à la consommation d'énergie électrique multipliée par le tarif.

Le tarif électrique est le prix par kilowattheure d'énergie.

Le kilowattheure est une unité de mesure de l'énergie.

Un kilowatt représente 1000 watts.



ANNEXE 38 : ÉnerGuide

Nom : _____

Date : _____

Tous les appareils électroménagers en vente au Canada doivent afficher une **étiquette ÉnerGuide**. L'étiquette ne garantit pas que l'appareil soit éconergétique, mais elle permet de comparer l'efficacité énergétique de divers modèles, mesurée par des tests, à celle de leurs concurrents.



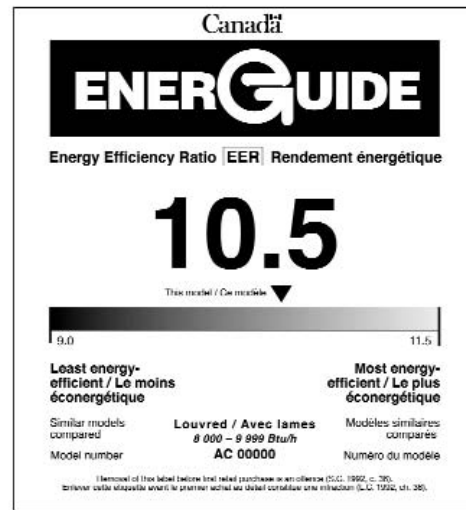
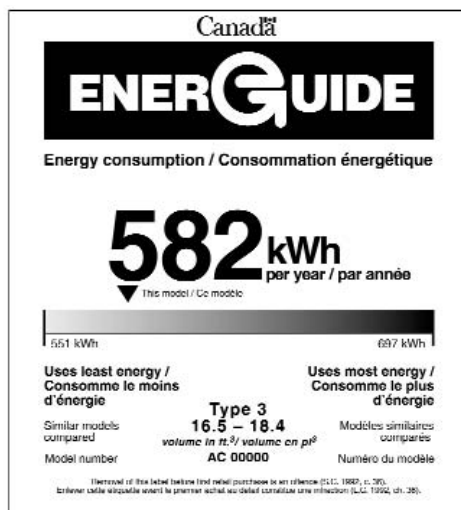
L'Office de l'efficacité énergétique du gouvernement canadien gère l'utilisation des étiquettes ÉnerGuide par les fabricants d'appareils. L'information présentée sur l'étiquette est le résultat de nombreux tests respectant les normes d'essai de l'Association canadienne de normalisation (CSA). **L'étiquette ÉnerGuide doit être fixée de façon à être bien visible lorsque l'appareil est vu de face par les consommateurs.**

Il existe **deux sortes** d'étiquettes ÉnerGuide :

Il est relativement facile d'estimer le coût d'utilisation d'un appareil électroménager s'il est installé chez vous. Il suffit de multiplier la cote ÉnerGuide (le chiffre en gros caractères sur l'étiquette) par le coût d'un kilowattheure d'électricité. Le résultat vous donne une idée de ce que vous coûtera l'utilisation de cet appareil pendant un an.

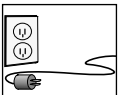
La cote ÉnerGuide des gros appareils électroménagers varie du plus éconergétique au plus énergivore, pour une taille et un type donnés. Une flèche figurant à la gauche de l'échelle horizontale signifie un coût d'utilisation moindre et des économies à long terme.

La cote ÉnerGuide des climatiseurs individuels est établie en fonction du rendement énergétique annuel plutôt que de la consommation. Plus le rendement est élevé, plus le climatiseur est éconergétique. Une flèche vers la droite est à privilégier dans ce cas.



Un achat éclairé et économique d'un appareil électroménager est davantage possible si l'on se base sur les renseignements de l'étiquette ÉnerGuide. Les consommateurs avertis peuvent comparer les cotes de divers appareils du même type, sachant que le coût d'achat d'un appareil est habituellement inférieur au coût d'utilisation de ce même appareil sur 15 ou 20 ans. **Le prix d'achat n'est donc pas le prix final** : il faut aussi déboursier chaque fois qu'on utilise un appareil électroménager. Lorsqu'on doit laver des montagnes de linge et des piles de vaisselle, les coûts énergétiques peuvent grimper considérablement!

Reproduction des étiquettes ÉnerGuide avec la permission de Sa Majesté la Reine du chef du Canada 2001.



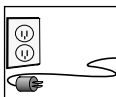
ANNEXE 39 : Tableau d'analyse – Consommation de l'électricité à la maison

Nom : _____

Date : _____

- A) Énumère les 25 principaux appareils ou dispositifs qui fonctionnent à l'électricité chez toi (par exemple, le réfrigérateur, le téléviseur, etc.).
- B) Inscris ensuite la puissance moyenne en **kW** pour chacun des appareils. (Tu as peut-être déterminé ces valeurs avec ta classe ou au cours de tes propres recherches, ou ton enseignant(e) te les a fournies.)
- C) Estime le nombre d'**heures** pendant lesquelles l'appareil fonctionne en un mois.
- D) Effectue la multiplication **P x t** pour obtenir **E** en **kW•h**; additionne au bas du tableau l'énergie totale.
- E) Si tu le désires, calcule le coût de cette énergie en **dollar** par appareil ou dispositif en employant le tarif que te propose ton enseignant(e). [tarif : _____ \$ / KW • h]

	appareil ou dispositif électrique	puissance électrique (kW)	utilisation par mois (h)	énergie électrique (kW•h)	coût par mois (\$)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
TOTAUX					



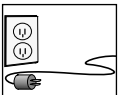
ANNEXE 40 : Questions de recherche – L'électricité au Manitoba

Nom : _____

Date : _____

Voici quelques questions qui peuvent te guider au cours de ta recherche. Essaie de répondre sommairement à la plupart d'entre elles.

1. Quelles sociétés sont responsables de la majeure partie de la production et de la distribution de l'énergie électrique au Manitoba?
2. De quelle(s) société(s) provient l'énergie électrique dans ta localité?
3. Quel est le rôle de la Régie des services publics du Manitoba en matière d'électricité?
4. Quelle est la source principale d'énergie électrique au Manitoba?
5.
 - a) Quelles sont d'autres sources d'énergie électrique au Manitoba?
 - b) Quelles sont d'autres sources d'énergie électrique au Canada?
 - c) Ces sources d'énergie sont-elles préférables à l'hydroélectricité?
6.
 - a) Combien de centrales hydroélectriques, environ, le Manitoba possède-t-il?
 - b) Sur quels cours d'eau manitobains se situent-elles?
 - c) Quelle centrale hydroélectrique est la plus grande au Manitoba?
 - d) À quelle distance de Winnipeg est-elle située?
 - e) Quelle est la puissance électrique de cette centrale?
7. Quelles caractéristiques du fleuve Nelson le rendent propice à l'exploitation hydroélectrique?
8. Quelles sont les deux composantes principales d'une centrale hydroélectrique?
9. Comment une turbine transforme-t-elle l'énergie de l'eau en courant électrique?
10. Quelles sont les principales conséquences de la construction d'un barrage?
11. Par quel moyen l'énergie électrique est-elle acheminée de la centrale aux collectivités qui en ont besoin?
12. Quelles sont les différentes sortes de lignes de transmission utilisées au Manitoba?
13.
 - a) Quel est le rôle des pylônes dans la transmission de l'électricité?
 - b) Quelles en sont des caractéristiques?
 - c) À quels dangers les pylônes sont-ils exposés?
14.
 - a) Quel est le rôle d'un poste de conversion?
 - b) Pourquoi l'électricité produite dans le Nord du Manitoba est-elle transmise au Sud en courant continu plutôt qu'en courant alternatif?
 - c) Qu'arrive-t-il au courant, acheminé à partir des centrales électriques, lorsqu'il arrive dans une localité?
 - d) Quelle est la sous-station qui dessert ta localité?
 - e) Quelle est la tension électrique au point d'alimentation de ton domicile?
15.
 - a) Quelles sont les retombées économiques et sociales de l'électricité au Manitoba?
 - b) Quels sont les avantages de l'hydroélectricité par rapport aux autres sources d'énergie électrique?
 - c) Quels sont des enjeux associés à la production et à la distribution de l'électricité au Manitoba?
 - d) La production et la distribution de l'électricité au Manitoba sont-elles des activités de développement durable à court et à long terme?

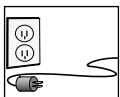


ANNEXE 41 : Éléments de réponse – L'électricité au Manitoba

Nom : _____

Date : _____

1. Manitoba Hydro est une société de la Couronne qui produit presque toute l'électricité dont les Manitobains ont besoin. Elle alimente 85 % des Manitobains, alors que Winnipeg Hydro, service public de la Ville de Winnipeg, dessert 15 % des abonnés.
2. (Selon la localité; dans certaines régions très éloignées il se peut que l'électricité soit produite à partir d'une génératrice locale.)
3. La Régie des services publics réglemente les tarifs de l'électricité au Manitoba. Manitoba Hydro doit soumettre une demande à la Régie si elle propose un changement tarifaire. Les tarifs sont normalement révisés chaque année, et ils entrent en vigueur le 1^{er} avril. Les tarifs de Winnipeg Hydro doivent être les mêmes que ceux de Manitoba Hydro.
4. L'hydroélectricité.
5.
 - a) Il existe au Manitoba quelques centrales thermiques, qui produisent de l'électricité par l'entremise de la combustion du charbon ou du diesel. Ces centrales sont surtout utilisées comme réserves d'électricité. Il existe au niveau expérimental des installations pour la production industrielle d'énergie électrique à partir d'énergies éolienne, géothermique, solaire et de biomasse. Enfin, il y a de petites quantités d'énergie électrique produites par divers moyens dans des systèmes particuliers, tels qu'une automobile, une génératrice et un appareil photoélectrique.
 - b) Au Canada, en plus de l'hydroélectricité, on retrouve la production d'énergie électrique à partir de centrales thermiques et nucléaires; il y a des recherches associées à la production d'énergie marémotrice, éolienne, solaire, géothermique et de biomasse.
 - c) (Opinion personnelle qui peut mener à un débat intéressant.)
6.
 - a) Une douzaine.
 - b) Le fleuve Nelson, la rivière Winnipeg, la rivière Saskatchewan et la rivière Laurie.
 - c) Limestone.
 - d) À plus de 700 kilomètres.
 - e) 1 300 mégawatts (millions de watts), environ.
7. Le fleuve Nelson subit une diminution naturelle de son niveau alors qu'il coule vers la baie d'Hudson; l'eau du Nelson coule presque 15 fois plus rapidement que l'eau de la rivière Rouge; le fleuve repose sur un solide fond rocheux, où sévissent rarement des séismes; les berges du Nelson sont très hautes et permettent de créer un réservoir d'amont considérable sans avoir à inonder une vaste superficie avoisinante (en effet, la centrale Limestone n'a occasionné l'inondation que de trois kilomètres carrés).
8. Un barrage et des turbines.
9. Lorsqu'une turbine tourne sous l'action de l'eau qui coule, l'électro-aimant qui s'y trouve induit un courant électrique alternatif.

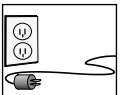


ANNEXE 41 : Éléments de réponse – L'électricité au Manitoba (suite)

Nom : _____

Date : _____

10. Un barrage inonde en amont et diminue les crues en aval. Ces effets perturbent l'habitat des humains, des animaux et des plantes qui y vivent et, par conséquent, certaines sociétés et écosystèmes doivent s'adapter. L'environnement aquatique est lui aussi perturbé, par exemple certains poissons ne peuvent plus circuler aussi facilement, ou encore les arbres submergés se décomposent et affectent l'équilibre biochimique de l'eau. La construction d'un barrage occasionne aussi l'extraction de ressources naturelles considérables. De façon temporaire, le chantier occasionne un détournement du cours d'eau et voit pousser une ville d'ouvriers qui disparaît une fois le barrage complété. Le barrage peut servir de contrôle du niveau d'eau en amont et du flux d'eau en aval; il permet aussi d'installer une voie routière à travers le cours d'eau. Enfin, un barrage change l'aspect panoramique d'un site.
11. Un réseau de lignes à haute tension.
12. Au Manitoba, il y a des lignes à courant alternatif à diverses tensions : 24 kV, 33 kV, 66 kV, 115 kV, 138 kV, 230 kV, 500 kV (un kilovolt équivaut à mille volts). Il y a aussi des lignes à courant continu à très haute tension.
13. a) Les pylônes soutiennent les lignes à haute tension et les isolent de la terre.
b) Un pylône peut peser jusqu'à trois tonnes; il est fait d'acier; selon la surface sous-jacente il faut utiliser divers dispositifs d'ancrage (embases, dalle d'assise, caissons); malgré sa construction métallique il faut s'assurer que les zones de contact avec les lignes électrisées sont très isolantes (et le demeurent en temps pluvieux ou lorsqu'il y a de la glace qui s'accumule).
d) Divers facteurs peuvent porter atteinte à la résistance et à la stabilité d'un pylône : l'accumulation de verglas sur les lignes ou sur le pylône lui-même augmente considérablement le poids qu'il doit soutenir; le détournement électrique en raison de l'humidité, de la glace, etc., produit un court-circuit de ligne, intense et dangereux, à travers le pylône; les intempéries peuvent secouer le pylône; l'amollissement du sol peut compromettre sa stabilité; la pollution atmosphérique peut corroder les joints; les feux de forêt et la foudre le menacent; etc. (À noter qu'on a créé des robots qui déglacent les lignes à haute tension en se promenant dessus!)
14. a) Un poste de conversion transforme le courant alternatif des centrales hydroélectriques en un courant continu à très haute tension.
b) La transmission par courant continu est plus efficace que par courant alternatif; il y a moins de perte d'énergie en cours de route.
c) À son arrivée dans les localités, le courant subit une diminution progressive de sa tension, par l'entremise des sous-stations et des transformateurs, de sorte qu'il est moins dangereux à proximité des zones habitées et des centres urbains.
d) (Selon la localité; consulte au besoin une carte de Manitoba Hydro ou de Winnipeg Hydro.)
e) L'électricité arrive aux domiciles sous forme de courant alternatif d'une tension de 120 V à 600 V (selon les circonstances; à l'intérieur des domiciles, il peut y avoir un courant de 120 V ou, pour les cuisinières et les sècheuses par exemple, de 240 V.)
15. (Diverses réponses possibles qui permettent d'enclencher le processus de prise de décisions.)

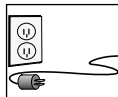
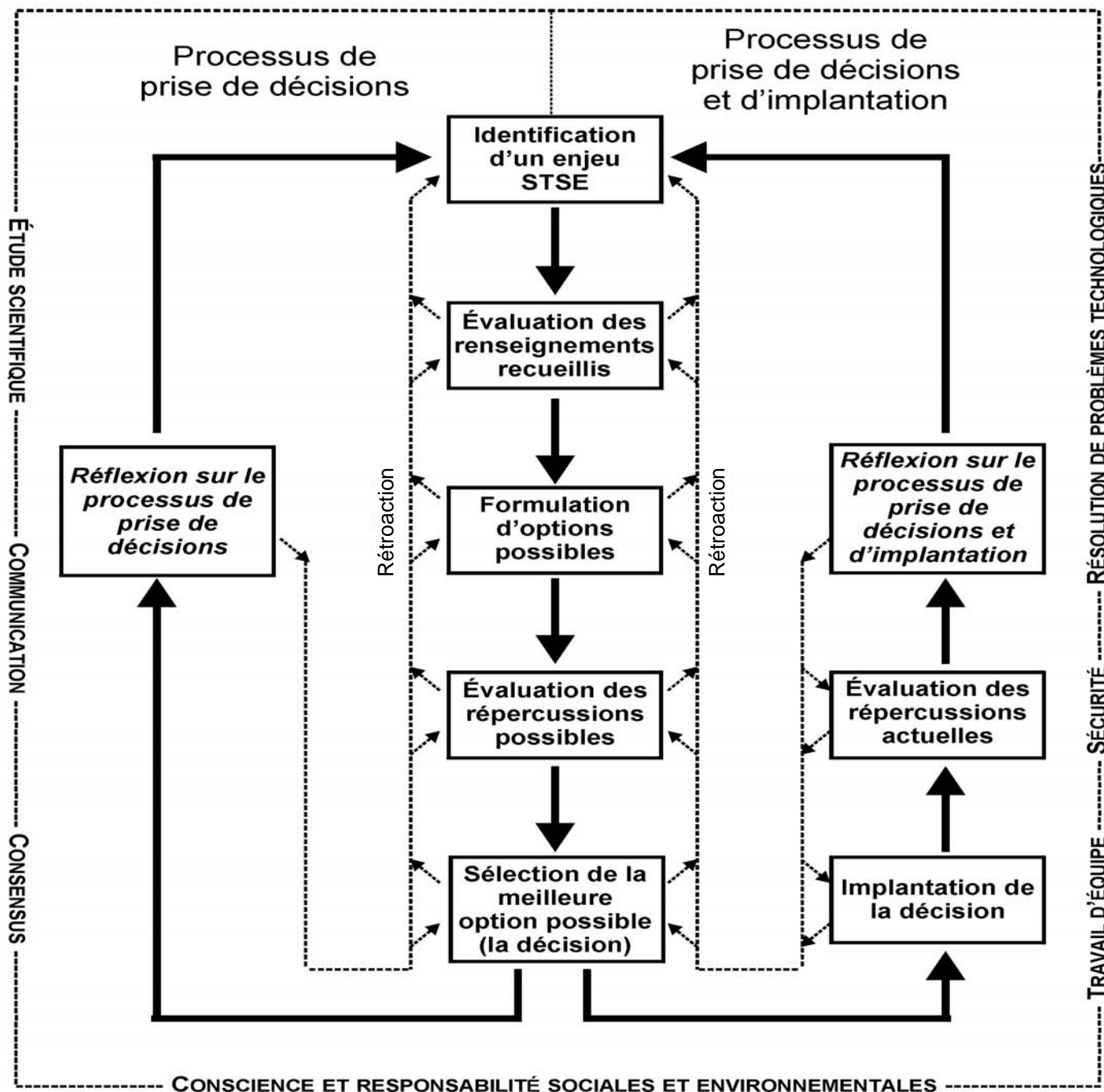


ANNEXE 42 : Processus de prise de décisions

Nom : _____

Date : _____

COMMENT ABORDER UN ENJEU STSE



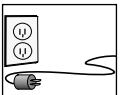
ANNEXE 42 : Processus de prise de décisions (suite)

Nom : _____

Date : _____

Voici une liste d'actions plus détaillées qui correspondent généralement aux étapes du processus de prise de décisions :

IDENTIFICATION D'UN ENJEU STSE	<ul style="list-style-type: none"> • Relever des enjeux STSE que l'on pourrait examiner. • Amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des divers intervenants concernés.
ÉVALUATION DES RENSEIGNEMENTS RECUEILLIS	<ul style="list-style-type: none"> • Sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources. • Évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information.
ÉTUDE SCIENTIFIQUE ET RÉOLUTION DE PROBLÈMES	<ul style="list-style-type: none"> • Résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents et noter les références bibliographiques. • Passer en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à un enjeu STSE. • Résumer les données pertinentes ainsi que les arguments et les positions déjà exprimés relativement à un enjeu STSE.
FORMULATION D'OPTIONS POSSIBLES	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer des critères pour l'évaluation d'une décision STSE, par exemple le mérite scientifique, la faisabilité technologique, des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques, la sécurité, le coût et la durabilité. • Proposer et développer des options qui pourraient mener à une décision STSE.
TRAVAIL D'ÉQUIPE, CONSENSUS ET SÉCURITÉ	<ul style="list-style-type: none"> • Travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils surgissent. • Assumer divers rôles et partager les responsabilités au sein d'un groupe, et évaluer les rôles qui se prêtent le mieux à certaines tâches.
ÉVALUATION DES RÉPERCUSSIONS POSSIBLES	<ul style="list-style-type: none"> • Employer diverses méthodes permettant d'anticiper les répercussions de différentes options STSE, par exemple une mise à l'essai, une implantation partielle, une simulation ou un débat. • Évaluer différentes options pouvant mener à une décision STSE, compte tenu des critères prédéterminés.
RÉTROACTION	<ul style="list-style-type: none"> • Adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées. • Sélectionner parmi les options la meilleure décision STSE possible et déterminer un plan d'action pour implanter cette décision. • Implanter une décision STSE et en évaluer les effets.
SÉLECTION ET IMPLANTATION DE LA DÉCISION	<ul style="list-style-type: none"> • Réfléchir sur le processus utilisé pour sélectionner ou implanter une décision STSE et suggérer des améliorations à ce processus. • Discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société et l'environnement. • Valoriser l'ouverture d'esprit, le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision et la persévérance en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques.
RÉFLEXION SUR LE PROCESSUS DE PRISE DE DÉCISION ET COMMUNICATION	<ul style="list-style-type: none"> • Se sensibiliser à l'équilibre qui doit exister entre les besoins humains et un environnement durable, et le démontrer par ses actes. • Faire preuve d'un engagement personnel proactif envers des enjeux STSE.
CONSCIENCE ET RESPONSABILITÉ SOCIALES ET ENVIRONNEMENTALES	



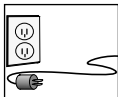
ANNEXE 43 : Exercice de réflexion sur le processus de prise de décisions

Nom : _____

Date : _____

Relis attentivement les étapes du processus de prise de décisions ainsi que les actions qui les expliquent davantage. Réfléchis aux questions suivantes, discutes-en avec des copines et des copains de classe, et tente d'arriver à des réponses satisfaisantes.

1. Qu'est-ce qu'un enjeu STSE?
2. Qui détermine si un enjeu est important ou non?
3. Peux-tu identifier des exemples d'enjeux qui font la une des journaux imprimés ou télévisés ces jours-ci?
4. Qui sont les intervenants dans un enjeu?
5. Pourquoi faut-il tenir compte des intervenants lorsqu'on aborde un enjeu STSE? Que se passe-t-il si on n'en tient pas compte?
6. Quelles sources d'information permettent de bien se renseigner sur un enjeu STSE?
7. Pourquoi faut-il évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information lorsqu'on examine un enjeu STSE?
8. Pourquoi faut-il paraphraser à l'occasion? Qu'est-ce qu'une bonne paraphrase?
9. Lorsqu'on examine un enjeu STSE, quelle est le mérite de citer des opinions et des faits pertinents offerts par d'autres?
10. Sais-tu comment noter les références bibliographiques de façon efficace? En quoi cela est-il important? Quelles sont les conséquences d'une mauvaise bibliographie?
11. Pourquoi faut-il considérer les décisions du passé lorsqu'on effectue une prise de décisions? Les décisions du passé sont-elles encore pertinentes pour le présent ou l'avenir?
12. Est-ce possible de résumer fidèlement les arguments et les positions des intervenants? Quel danger y a-t-il lorsqu'on résume les propos d'autrui ou des données à l'appui?
13. Quelle est l'importance des critères lorsqu'on veut prendre une décision?
14. Quels critères t'ont servi lorsque tu as dû prendre une décision concernant une sortie possible avec des amis? un cadeau à acheter? un vêtement à porter? une stratégie lors d'un match sportif? un travail bénévole?
15. Pour chacun des critères ci-dessous, nomme une décision STSE réelle qui a été grandement influencée par le critère :
 - de mérite scientifique de l'option;
 - de la faisabilité technologique de l'option;
 - de l'acceptation sociale ou culturelle de l'option;
 - de l'acceptation économique ou politique de l'option;
 - de la sécurité de l'option;
 - du coût de l'option;
 - de la durabilité de l'option.
16. Dans le processus de prise de décisions, quelle est la différence entre une option et la décision finale? La décision finale est-elle nécessairement une des options proposées? Pourquoi?
17. Pourquoi la rétroaction est-elle une caractéristique essentielle du processus de prise de décisions? À quels moments a-t-elle lieu? À quels moments n'est-elle pas appropriée?
18. Quelles sont des méthodes permettant d'évaluer des options sans avoir à choisir définitivement la décision finale? Quelles sont les forces et les faiblesses de ces méthodes? As-tu déjà participé à une prise de décisions où l'on employait l'une de ces méthodes?
19. Quelle est la différence entre la prise d'une décision et l'implantation d'une décision? Laquelle des deux est la plus difficile à effectuer? Pourquoi? As-tu du mal à implanter tes propres décisions? Pourquoi?
20. Pourquoi une décision n'est-elle jamais finale? Quelle est l'importance de réfléchir sur le processus utilisé? Pourquoi des améliorations sont-elles toujours possibles? Quelle est l'importance de la patience, de la persévérance et de l'ouverture d'esprit lorsqu'on revoit ses propres décisions?
21. Les élections sont-elles un exercice de prise de décisions STSE? Pourquoi?
22. Y a-t-il des décisions qui ne sont pas des décisions STSE?
23. Pourquoi est-il important que tout citoyen ou toute citoyenne puisse participer à la prise de décisions STSE?
24. Quelle est l'importance de la culture scientifique d'une population générale, d'une collectivité ou d'un pays?
25. Pourquoi la durabilité est-elle si cruciale lorsqu'on prend des décisions STSE?

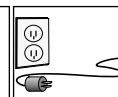


ANNEXE 44 : Plan de projet – L'électricité au Manitoba

Nom : _____

Date : _____

	Composante du projet	Nombre de pages	Échéance	Pondération	Note attribuée	Remarques
1	Présentation sommaire de l'enjeu STSE actuel	0,5				
2	Récapitulation de l'historique jusqu'à la situation actuelle	2-3				
3	Présentation des intervenants et de leurs arguments respectifs	1-2				
4	Données scientifiques, technologiques, sociales et environnementales (afin de bien cerner l'enjeu)	2+				
5	Utilisation de graphiques, de citations et de références bibliographiques	<i>tout au long du projet</i>				
6	Justification des principaux critères utilisés pour évaluer les options	1-2				
7	Élaboration de deux ou trois options STSE	1-3				
8	Présentation des options par scénario dessiné, par maquette, dans Internet ou par un autre moyen visuel et captivant	<i>format visuel</i>				
9	Élaboration d'un mécanisme pour évaluer les options	1+				
10	Résultats de l'évaluation par le mécanisme ci-dessus	1+				
11	Analyse qui mène au choix de la décision finale (et pouvant comporter des modifications aux options originales)	2-3				
12	Réflexion du groupe entier sur le processus utilisé pour arriver à la décision, avec améliorations possibles	1+				
13	Réflexion de chaque membre du groupe quant à ce qu'elle ou il a appris	<i>1 page par élève</i>				



ANNEXE 45 : Références bibliographiques

Nom : _____

Date : _____

Voici des lignes directrices en matière de présentation des références bibliographiques pour diverses sources d'information, soit des livres, des encyclopédies, des articles de revues ou de journaux, des brochures ou autres imprimés, des vidéocassettes, des documents électroniques et des personnes-ressources.

LIVRES OU ENCYCLOPÉDIES

- **nom** de l'auteur ou de l'auteure en majuscules, virgule, prénom en toutes lettres, point;
un auteur : AUDET, Marie.
deux auteurs : AUDET, Marie, et Jean BOUCHARD.
trois auteurs : AUDET, Marie, Jean BOUCHARD et Claire CHAMPAGNE.
trois auteurs et plus : AUDET, Marie, et autres.
sans auteur : *Grand dictionnaire encyclopédique Larousse*.
- **titre** du livre en italique, virgule;
- **lieu de publication**, virgule;
- **maison d'édition**, virgule;
- **date de publication**, virgule;
- **pages ou volumes consultés**, point;
- titre de la **collection**, entre parenthèses, point.

COSTA DE BEAUREGARD, Diane, et Catherine DE SAIRIGNÉ. *L'eau de la source à l'océan*, Paris, Gallimard Jeunesse, 1995, p. 20-29. (Collection Les racines du savoir nature).

DION, Marie-Claude, et autres. *Jeux de vélo*, Sainte-Foy (Québec), Éditions MultiMondes, 1998, p. 91-93.

Grand dictionnaire encyclopédique Larousse. Paris, Librairie Larousse, vol. 8, 1985.

HAWKES, Nigel. *La chaleur et l'énergie*, Montréal, Éditions École Active, 1997, p. 8-11. (Collection Flash Info).

ARTICLES DE REVUES OU DE JOURNAUX

- **nom** et prénom de l'auteur ou des auteurs (comme pour un livre), point;
- **titre** de l'article entre guillemets français, virgule;
- nom de la **revue** ou du journal, en italique, virgule;
- mention du **volume**, du **numéro**, de **la date**, du **mois** ou de **la saison** et de **l'année**, virgule;
- mention de la première et de la dernière **pages** de l'article, liées par un trait d'union, ou de la page ou des pages citées, point.

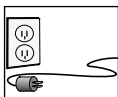
AGNUS, Christophe, et Sylvie O'DY. « La planète Océan », L'Express, n° 2403, 24 novembre 1997, p. 24-39.

« Des lacs au goût de sel ». *Le Journal des jeunes*, vol. 12, n° 2, 13 octobre au 9 novembre 2000, p. 3.

DUBÉ, Catherine. « Cancer, diabète, sida, Alzheimer : comment nous les vaincrons », *Québec Science*, vol. 39, n° 3, novembre 2000, p. 28-35.

BROCHURES OU AUTRES ARTICLES IMPRIMÉS

- **nom** de l'auteur ou de l'organisme, point;
- **titre** de la brochure, virgule;
- **lieu** de publication, virgule;
- **organisme** ou **maison d'édition**, virgule;
- **date de publication**, virgule;
- nombre de **pages**, point;
- titre de la **collection**, entre parenthèses, point.



ANNEXE 45 : Références bibliographiques (suite)

Nom : _____

Date : _____

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. *L'histoire de l'eau potable*, Denver (Colorado), 1991, 15 p.
FÉDÉRATION CANADIENNE DE L'AGRICULTURE. *L'agriculture au Canada*, Ottawa, 1998, 36 p.
SERVICE DES EAUX, DU TRAITEMENT DES EAUX USÉES ET DES DÉCHETS SOLIDES. *Winnipeg et l'eau : L'eau, une ressource indispensable*, Manitoba, Ville de Winnipeg, 13 p.

DOCUMENTS ÉLECTRONIQUES

- **nom** et prénom de l'auteur (comme pour un livre), point;
- **titre** de l'article entre guillemets français, virgule;
- **nom** du document en italique, virgule;
- **support** (cédérom, site Web, vidéocassette, etc.), virgule;
- **lieu**, virgule;
- **organisme ou maison d'édition**, virgule;
- **date**, point;
- pour les sites Web, entre crochets et sur une ligne à part : **adresse Web**, virgule, **date de consultation**.

« Isaac Newton », *Encyclopédie des sciences Larousse*, cédérom, Paris, Larousse, 1995.
LANDRY, Isabelle. « Les plaques tectoniques », *L'escale*, site Web, Québec, KaziBao Productions, 2000.
[<http://www.lescale.net/plaques/>, 8 novembre 2000]
« La météorologie », *Méga Météo - partie 1*, vidéocassette, Ontario, TVOntario, 1999.

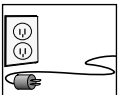
PERSONNES-RESSOURCES

- **nom** et prénom de la personne, point;
- **titre** ou **fonction** qu'occupe cette personne, virgule;
- **métier** et **formation**, virgule;
- **organisme** ou **société** où elle œuvre, virgule;
- **date** de l'entrevue, point.

LAMOUREUX, Janelle. Animatrice et interprète, biologiste, Université du Manitoba, Centre Fort Whyte, 3 décembre 2001.

REMARQUES GÉNÉRALES

- Les références bibliographiques doivent être classées par ordre alphabétique.
- La première ligne de la référence est à la marge de gauche, mais la ou les lignes suivantes sont renfoncées.
- Dans une bibliographie qui comprend plusieurs types de documents, les références bibliographiques peuvent être classés par catégories, toutefois ce genre de regroupement n'est recommandé que lorsque le nombre de sources consultées est considérable.
- L'uniformité est le principe fondamental de toute bibliographie.
- Il faut s'assurer de noter tous les renseignements bibliographiques dès la première consultation, car il est très difficile de retracer ces informations plus tard.
- Tous les renseignements bibliographiques énumérés ci-dessus ne sont pas faciles à repérer, parfois ils sont même absents. Se rappeler que le premier but d'une bibliographie est de permettre aux lecteurs et lectrices qui la parcourront de pouvoir trouver les ouvrages cités.



ANNEXE 46 : Représentation de données

Nom : _____

Date : _____

En mathématiques, un diagramme est une représentation graphique de données. Il existe de nombreuses façons de représenter les données.

Liste de données

- peut être organisée en ordre numérique
- peut être organisée en ordre alphabétique
- peut être organisée en ordre alphanumérique, etc.
- doit avoir un titre

Minéraux du Manitoba	Taille des élèves
argent	117 cm
cuivre	120 cm
dolomite	124 cm
gypse	138 cm
nickel	143 cm
or	154 cm
tantale	
zinc	

Tableau de données

- peut avoir un titre et des colonnes ou rangées précises
- doit être organisé d'une façon particulière

Prix de certains aliments*			
	<i>hamburger</i>	<i>frites</i>	<i>chaussons</i>
A & W	1,37 \$	1,15 \$	0,89 \$
Burger King	1,24 \$	1,33 \$	1,06 \$
McDonald	0,99 \$	1,29 \$	0,99 \$

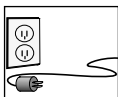
* Ces prix sont fictifs.

Façon dont les élèves se rendent à l'école			
<i>auto</i>	<i>autobus</i>	<i>à pied</i>	<i>bicyclette</i>
Sean	Sasha	Henri	Sarah
Pam	Chen		Otis
	Arthur		George
			Raven

Tableau (ou diagramme) de fréquence

- peut avoir un titre et des colonnes ou rangées précises
- démontre combien de fois une certaine donnée se présente

Élèves qui se rendent à l'école		
<i>façon de se rendre à l'école</i>	<i>compte</i>	<i>fréquence</i>
en auto	II	2
en autobus	III III	8
à pied	III	3
à bicyclette	III III II	12



ANNEXE 46 : Représentation de données (suite)

Nom : _____

Date : _____

Diagramme de Venn

- représente des ensembles par des lignes fermées
- les deux cercles s'entrecroisent, et le rectangle renferme le tout, y compris les données à l'extérieur des deux cercles
- doit avoir un titre et des cercles précis

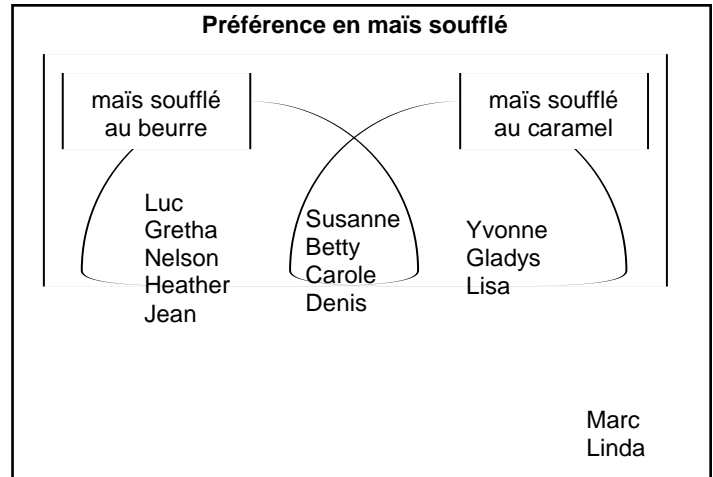


Diagramme de Carroll

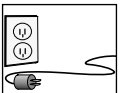
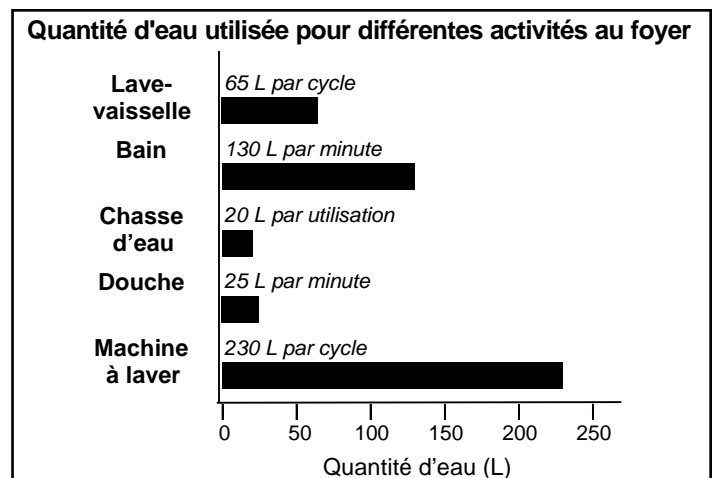
- classification à l'aide d'un tableau qui met en opposition des attributs des données
- doit avoir un titre et des colonnes et des rangées précises

Classification des pays selon qu'ils possèdent un littoral marin et qu'ils sont exportateurs de pétrole

		Littoral marin	
		Oui	Non
Exportateur de pétrole	Oui	Norvège Arabie Saoudite Koweït Nigeria Indonésie	Azerbaïdjan Kazakhstan
	Non	Chili Italie Inde Thaïlande France	Suisse Laos Hongrie Arménie Malawi

Diagramme à bandes

- doit avoir un titre et des axes précis
- il y a des intervalles numériques le long d'un axe
- les catégories ou variables sont disposées sur l'autre axe
- les bandes représentent des variables discrètes
- chaque bande représente la valeur d'une variable
- il y a des espaces entre les bandes
- les bandes peuvent être horizontales ou verticales



ANNEXE 46 : Représentation de données (suite)

Nom : _____

Date : _____

Pictogramme

- semblable à un diagramme à bandes
- les données sont représentées par des images ou des symboles
- doit avoir un titre et une légende
- les correspondances sont biunivoques ou multi-voques

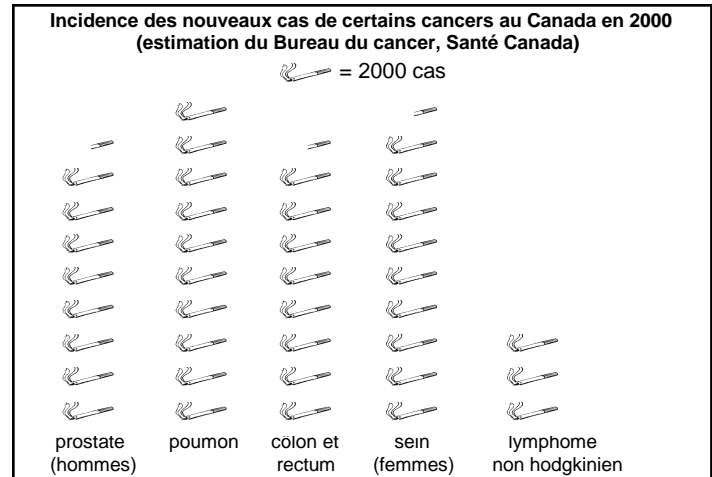
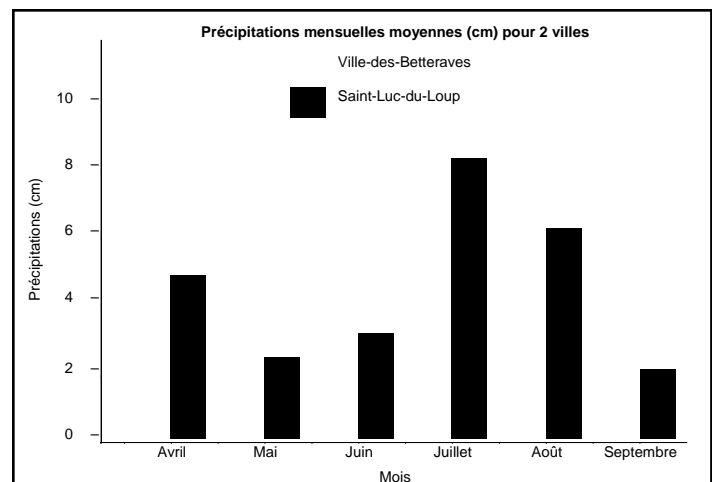


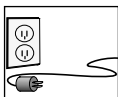
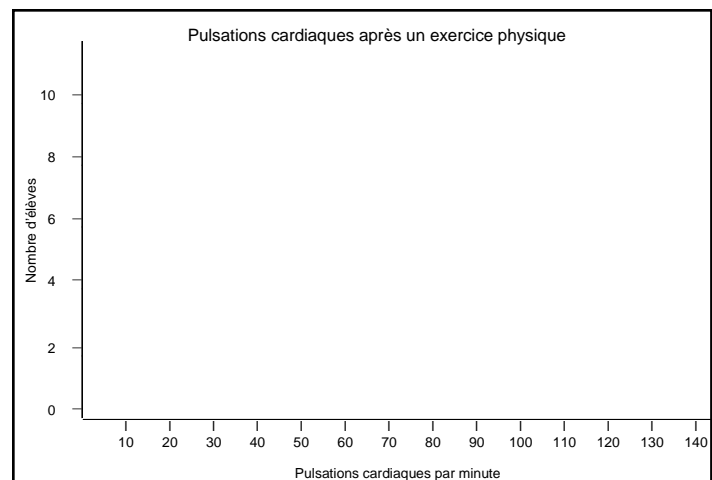
Diagramme à bandes multiples

- semblable à un diagramme à bandes
- les données ont été séparées en au moins deux catégories
- les catégories sont placées les unes à côté des autres
- les bandes représentent des variables discrètes
- il y a un espace entre les variables discrètes
- il n'y a pas d'espace entre les données pour une même variable
- permet de représenter les relations entre des données pour une même variable
- doit avoir un titre, des axes précis et une légende
- on peut construire des diagrammes à bandes doubles, triples, etc.



Histogramme

- doit avoir un titre et des axes précis
- il y a des intervalles numériques le long d'un axe
- les bandes représentent une variable continue
- il n'y a pas d'espace entre les bandes



ANNEXE 46 : Représentation de données (suite)

Nom : _____

Date : _____

Diagramme à ligne brisée

- un titre et des axes précis
- utilisé pour présenter des données qui changent avec le temps
- les données sont présentées sous forme de points liés ensemble par des segments dans un plan cartésien

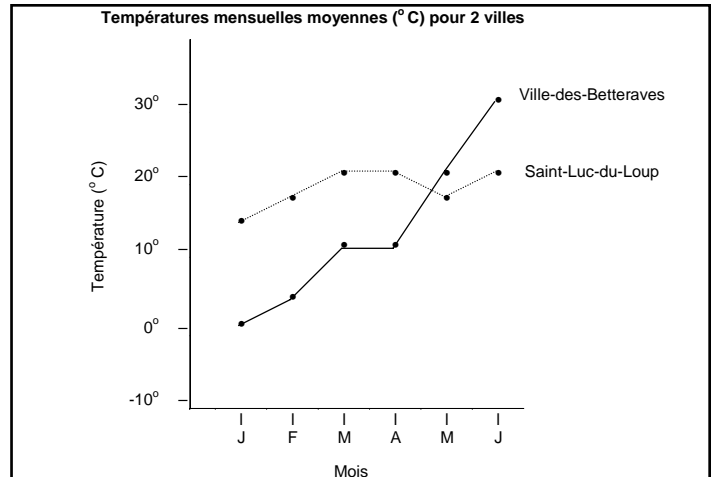


Diagramme à tige et feuilles

- un titre
- une façon rapide d'organiser des données d'après leur valeur
- les tiges comprennent les chiffres autres que ceux à la position des unités
- les feuilles représentent les chiffres à la position des unités
- par exemple, 4 | 5 8 9 veut dire 45, 48, 49
- pour faciliter l'interprétation des données, il est préférable de placer les feuilles en ordre croissant

Âge des visiteurs au Parc national Wapusk (Manitoba) le 22 mai

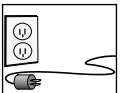
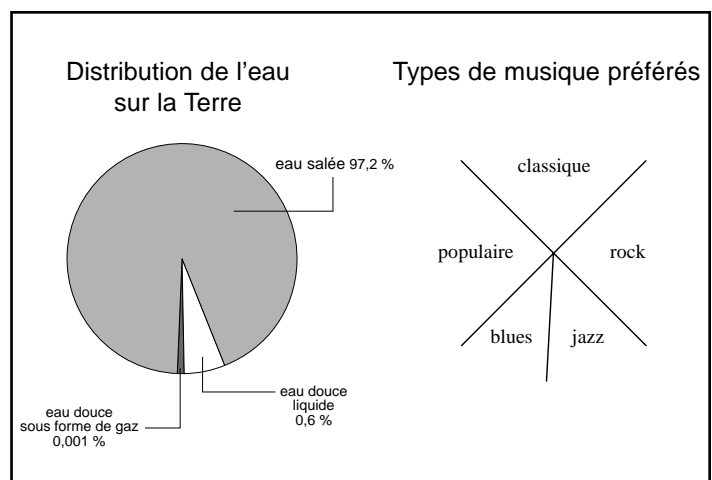
66	10	55	53	61	39	45	14	23	23	12	33	34	39
13	14	13	15	38	24	17	64	25	11	52	56	60	62
41	48	37	45	26	56	50	23	21	17	32	45	8	31

Diagramme à tige et feuilles

Tige (dizaines)	Feuilles (unités)
0	8
1	0 1 2 3 3 4 4 5 7 7
2	1 3 3 3 4 5 6
3	1 2 3 4 7 8 9 9
4	1 5 5 5 8
5	0 2 3 5 6 6
6	0 1 2 4 6

Diagramme circulaire

- sert à afficher des données lorsqu'on veut diviser un tout en parties
- un titre et une légende
- l'aire de chaque secteur (ou section) représente la proportion du tout d'une donnée
- à l'aide d'une calculatrice, on peut convertir les pourcentages en degrés, par exemple 10 % vaut 36 °
- on peut choisir de faire ressortir certains secteurs en les détachant du cercle, ou on peut faire éclater tout le cercle de sorte que les secteurs soient disjoints



ANNEXE 46 : Représentation de données (suite)

Nom : _____

Date : _____

Diagramme à aires géométriques

- semblable au diagramme à bandes ou au diagramme circulaire
- les aires représentent les données et permettent de les comparer les unes aux autres
- utilisé pour créer des effets graphiques particuliers
- un titre et une légende

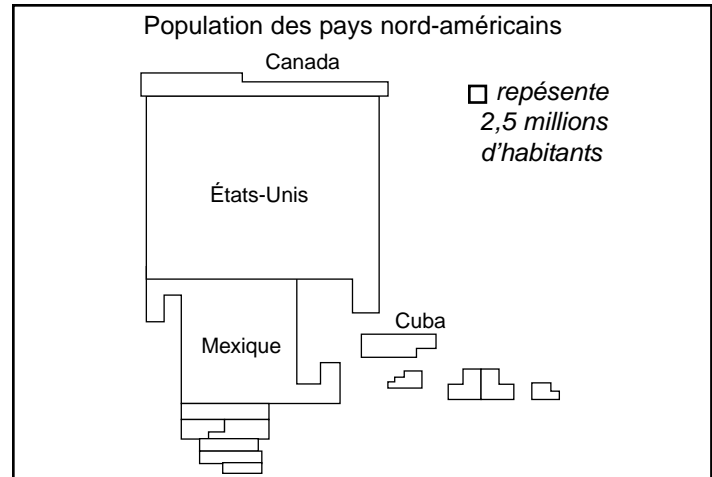


Diagramme à bandes superposées ou empilées

- sert à représenter les proportions d'un tout pour divers ensembles ayant des éléments semblables
- un titre, des axes précis et une légende
- peut être converti en plusieurs diagrammes circulaires ayant une légende commune

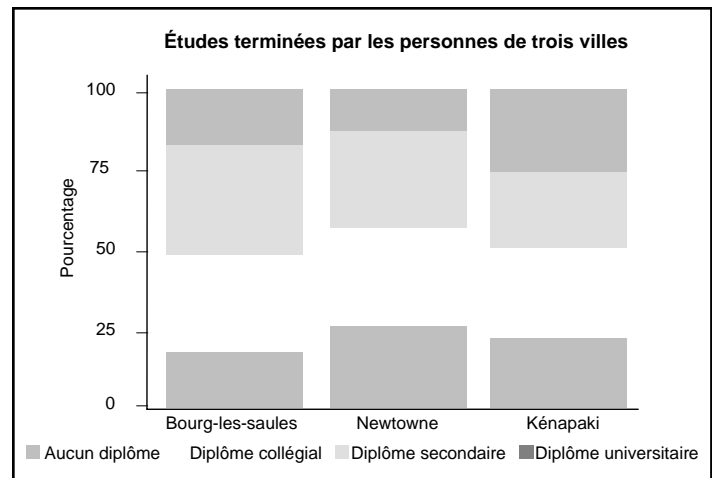
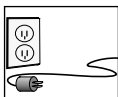
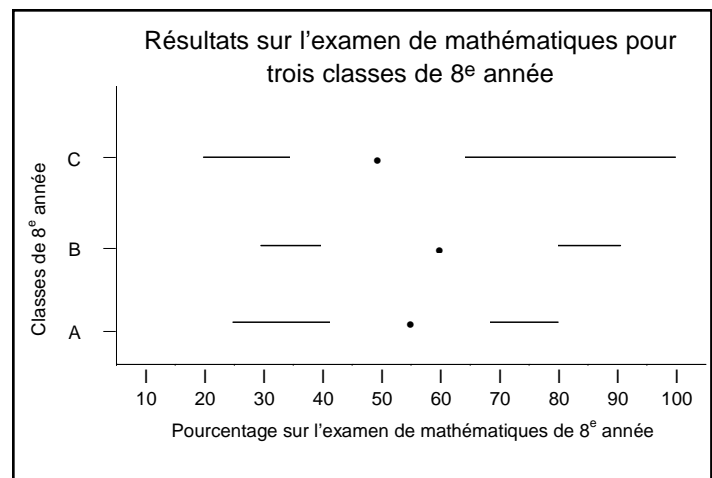


Diagramme à boîte et à moustache (diagramme des quartiles)

- très utile lorsqu'il s'agit de représenter deux ou plus de deux ensembles de données à la fois
- tient compte de la médiane, des quartiles, de l'étendue et des valeurs maximum et minimum pour donner un aperçu rapide de la distribution des données
- un titre et un ou deux axes précis
- la boîte représente les valeurs supérieures au premier quartile et inférieures au quatrième quartile
- le point dans la boîte représente la médiane
- les moustaches rejoignent les valeurs maximum et minimum



ANNEXE 46 : Représentation de données (suite)

Nom : _____

Date : _____

Diagramme minimum/maximum

- utilise des segments verticaux ou horizontaux pour permettre une comparaison entre les valeurs minimales et maximales d'une variable dans le temps ou de différentes variables ayant les mêmes attributs

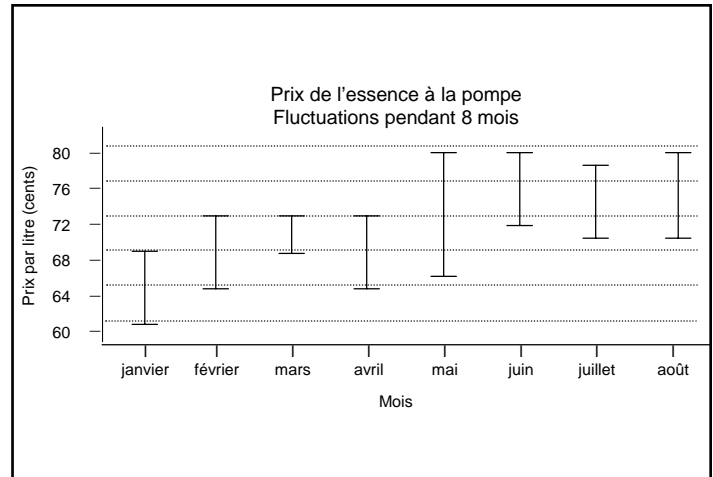


Diagramme de dispersion

- un titre, des axes précis et un plan cartésien
- peut permettre de déceler une relation entre les variables
- la droite la mieux ajustée est déterminée s'il y a une relation linéaire apparente
- la courbe la mieux ajustée est déterminée s'il y a une relation mathématique apparente
- le graphique proprement dit est la représentation de la relation entre les deux variables (voir diagramme à ligne)
- l'échelle des axes ou le tronquage des axes peuvent tromper le lecteur ou la lectrice qui n'y porte pas attention
- une légende est nécessaire si plusieurs relations sont représentées sur le même plan cartésien

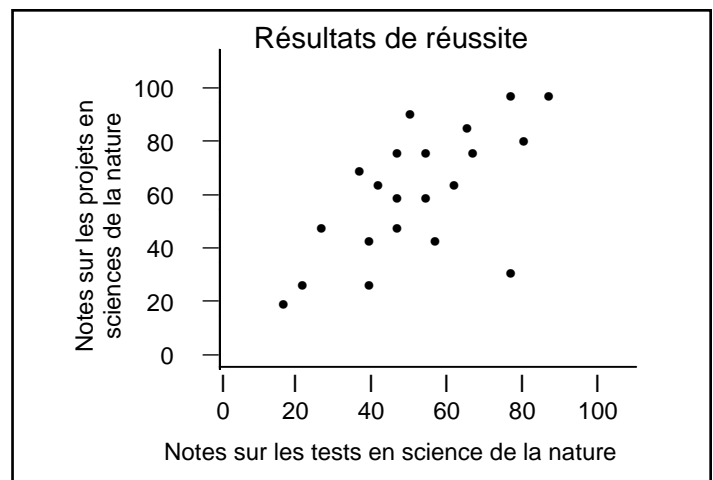
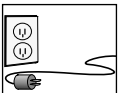
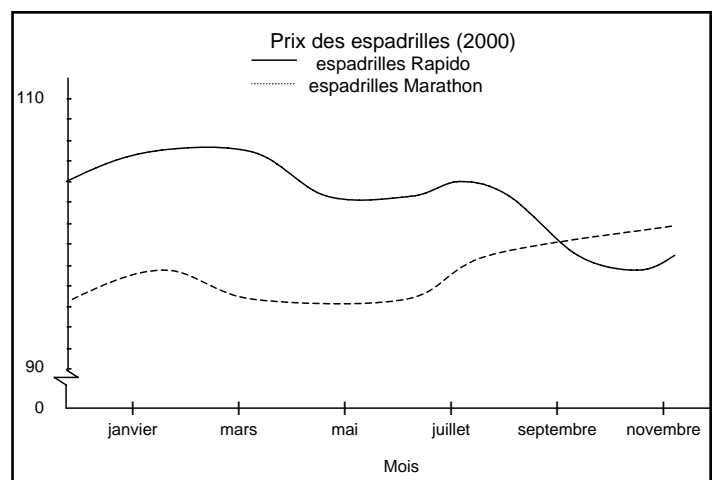


Diagramme à ligne

- un titre, des axes précis et un plan cartésien
- est souvent le résultat d'un diagramme de dispersion
- peut indiquer une relation (équation) mathématique entre les variables
- permet l'interpolation et l'extrapolation de données

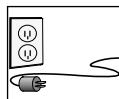


PORTFOLIO : Table des matières

Nom : _____

PIÈCE*	TYPE DE TRAVAIL	DATE	CHOISIE PAR
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

* Chaque pièce devrait être accompagnée d'une fiche d'identification.



PORTFOLIO : Fiche d'identification

Fiche d'identification

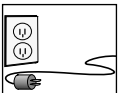
Nom de la pièce : _____

Apprentissage visé (connaissances, habiletés, attitudes) : _____

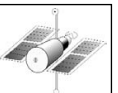
Remarques et réflexions personnelles au sujet de ce travail : _____

Ton niveau de satisfaction par rapport à ce travail :

1	2	3	4	5
pas satisfait(e) du tout				très satisfait(e)



L'EXPLORATION DE L'UNIVERS



APERÇU DU REGROUPEMENT

Dans ce regroupement, l'élève poursuit son étude de l'Univers. Elle ou il observe la voûte céleste et prend conscience de l'usage que divers peuples font de l'astronomie. L'élève étudie l'origine et l'évolution des composantes de l'Univers. Elle ou il se renseigne sur la participation du Canada aux projets d'exploration spatiale à envergure internationale, et examine des enjeux liés à la recherche et à l'exploration spatiales.

CONSEILS D'ORDRE GÉNÉRAL

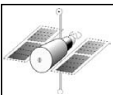
La première partie du regroupement traite principalement de l'observation à l'œil nu des corps célestes. Il va de soi que cette étude nécessite l'observation directe des astres en soirée ou pendant la nuit sur une période de quelques semaines. Pour guider les élèves et les aider à s'orienter dans le ciel, l'enseignant devra peut-être organiser quelques séances d'observation du ciel au début de l'étude.

En raison du temps nécessaire à l'observation, des conditions climatiques et des horaires scolaires, l'enseignant devra planifier son enseignement afin que les élèves puissent poursuivre de manière indépendante leur observation du ciel tout en étudiant d'autres notions ou regroupements en classe.

L'emploi d'un télescope n'est pas exigé pour ce regroupement, toutefois l'utilisation de cherche-étoiles et de boussoles est suggérée. En outre, il existe d'autres instruments dans Internet ou ailleurs permettant de déterminer la position des astres. Les recherches que doivent entreprendre les élèves seront plus fructueuses s'ils ont accès à des sites Web, à des revues scientifiques récentes ou à d'autres ressources pertinentes.

Deux pages reproductibles pour le portfolio figurent à la toute fin de ce regroupement. Elles sont de nature très générale et elles conviennent au portfolio d'apprentissage ou d'évaluation. Des suggestions pour la cueillette d'échantillons à inclure dans ce portfolio se trouvent dans la section de l'Introduction générale.

Dans le présent document, les termes de genre masculin sont utilisés pour désigner les personnes englobant à la fois les femmes et les hommes; ces termes sont utilisés sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger le texte.



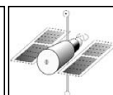
BLOCS D'ENSEIGNEMENT SUGGÉRÉS

Afin de faciliter la présentation des renseignements et des stratégies d'enseignement et d'évaluation, les RAS de ce regroupement ont été disposés en **blocs d'enseignement**. À souligner que, tout comme le regroupement lui-même, les blocs d'enseignement ne sont que des pistes suggérées pour le déroulement du cours de sciences de la nature. L'enseignant peut choisir de structurer son cours et ses leçons en privilégiant une autre approche. Quoi qu'il en soit, les élèves doivent réussir les RAS prescrits par le Ministère pour le secondaire 1.

Outre les RAS propres à ce regroupement, plusieurs RAS transversaux du secondaire 1 ont été rattachés aux blocs afin d'illustrer comment ils peuvent s'enseigner pendant l'année scolaire.

	Titre du bloc	RAS inclus dans le bloc	Durée suggérée
Bloc A	L'observation des corps célestes	S1-4-01, S1-4-02, <i>S1-0-5b, S1-0-5c, S1-0-6c</i>	300 à 420 min*
Bloc B	Les corps célestes et la navigation	S1-4-03, <i>S1-0-2a, S1-0-8a, S1-0-8b</i>	120 à 180 min
Bloc C	La Terre et l'espace	S1-4-04, S1-4-05, <i>S1-0-1b, S1-0-8e, S1-0-9d</i>	180 à 240 min
Bloc D	L'origine et les composants de l'Univers	S1-4-06, S1-4-07, S1-4-08, <i>S1-0-2a, S1-0-7e</i>	180 à 240 min
Bloc E	Les technologies liées à l'espace	S1-4-09, <i>S1-0-8c, S1-0-9b, S1-0-9e</i>	120 à 180 min
Bloc F	Les enjeux de l'espace	S1-4-10, S1-4-11, <i>S1-0-3e, S1-0-3f, S1-0-4d</i>	240 à 360 min
	<i>Récapitulation du regroupement et objectivation</i>		<i>60 à 90 min</i>
	Nombre d'heures suggéré pour ce regroupement		22 à 25 h

* Les stratégies suggérées pour ce bloc d'enseignement supposent que les élèves observeront le ciel en dehors du temps de classe.

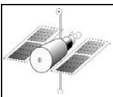


RESSOURCES ÉDUCATIVES SUGGÉRÉES POUR L'ENSEIGNANT

Vous trouverez ci-dessous une liste de ressources éducatives qui se prêtent bien à ce regroupement. Il est possible de se procurer la plupart de ces ressources à la Direction des ressources éducatives françaises (DREF) ou de les commander auprès du Centre des manuels scolaires du Manitoba (CMSM).

LIVRES

- [R] **L'ABCdaire du Ciel**, de Nitschem et autres, Éd. Flammarion (1998). ISBN 2-08-012595-8. [corps célestes, histoire de l'astronomie, contextes culturels, mythes et croyances]
- À la découverte du ciel**, de Catherine deBergh et Pierre Verdet, collection En savoir plus, Éd. Hachette (1978). ISBN 2-01-004603-X. DREF 523.1 B497a. [planètes, Lune]
- À la rencontre des planètes**, de Nicholas Harris, collection Voyage extraordinaire, Éd. Casterman (1999). ISBN 2-203-15610-4. DREF 523.2 H315a. [excellente ressource]
- Les astres**, de Susan Bosak, collection Supersciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (1998). ISBN 2-89310-489-4. DREF 520.78 B741a. CMSM 93033. [contient le nécessaire pour la fabrication d'un cherche-étoiles]
- Les astronomes d'autrefois**, d'Isaac Asimov (1991), collection Bibliothèque de l'univers, Éd. Flammarion (1991). ISBN 2-08-161467-7. DREF 520.9 A832a.
- L'astronomie**, du Bureau de l'éducation française (1983). DREF 520 H467a.
- Astronomie**, d'Edmonton Public Schools (1998). DREF 520 A859.
- L'astronomie**, de Couper et autres, collection Initiation à la science, Éd. du Trécarré (1983). ISBN 2-89249-031-6. DREF 520 C856a.
- Astronomie**, de Storm Dunlop et Jacqueline Scauftaire, collection Bibliothèque de la nature, Éd. Bordas (1983). ISBN 2-04-012719-4. DREF 520 D922a.
- [R] **L'astronomie des étoiles et des hommes**, de Kristen Lippincott et Clive Streeter, collection Passion des sciences, Éd. Gallimard (1995). ISBN 2-07-058663-4. DREF 520 L765a.
- Astronomie et astrophysique**, de Marc Séguin et Benoît Villeneuve, Éd. du Renouveau pédagogique (1995). ISBN 2-7613-0929-1. DREF 520 S456a. [manuel universitaire; beaucoup de renseignements]
- L'astronomie et l'exploration spatiale**, de Dinah L. Moché et Harry McNaught, collection Le temps de la découverte, Éd. Hachette (1984). ISBN 2-01-009464-6. DREF 520 M688a. [général]
- L'astronomie et son histoire**, de Jean-René Roy, Presses de l'Université du Québec (1990). ISBN 2-7605-0303-8. [excellente référence pour l'histoire de l'astronomie]
- Astronomie : Exercices pour le pré-secondaire**, de Sid Greenstone et Murray Smith, Bureau de l'éducation française (1984). ISBN 0-7711-0171-6. DREF 520.76 G815a.



Astronomie – guide d'identification simplifié des étoiles, des planètes et du ciel, de Pasachoff et autres, collection Petits guides Peterson, Éd. Broquet (1990). ISBN 2-89000-296-9. DREF 523 P277a.

Atlas Beauchemin, de Vincent Coulombe et Bruno Thériault, Éd. Beauchemin (1999). ISBN 2-7616-0703-1. DREF 912 C855a. CMSM 94021. [cartes thématiques]

Atlas du ciel, de Vincent De Callatay, Éd. Marcel Broquet (1986). ISBN 2-89000-173-3. DREF 523.89 C156a.

Atlas du ciel et de l'espace, de Robin Kerrod, Éd. Casterman (1993). ISBN 2-230-11631-5. DREF 520 K41a.

Atlas jeunesse du ciel et de l'espace, de Heather Couper et Nigel Henbest, Éd. du Seuil (1993). ISBN 2-02-012519-6. DREF 520 C856a. [général]

Le ciel, d'Albert Ducrocq et J.B. Tournay, Éd. Nathan (1985). DREF 523 D843c.

Le ciel à l'œil nu, de Pierre Bourge et Jean Lacroux, collection Multigrade nature, Éd. Bordas (1982). ISBN 2-04-015301-2. DREF 523 L1458o.

Le ciel par-dessus nos têtes, de Diane Costa de Beauregard et Pierre Marchand, Éd. Gallimard (1993). ISBN 2-07-056830-X. DREF 520 C837c.

Les comètes et notre univers, de Nigel Henbest, Éd. Hachette (1985). ISBN 2-01-011511-2. DREF 523 H493c.

Découvrir le ciel et la nuit, de Terence Dickinson, Éd. Broquet (1989). ISBN 2-89000-266-7. DREF 520 D553d.

Dernière frontière : l'espace, de Lawrence Williams et Alan Collinson, collection Mondes en péril, Éd. Artis-Historia (1990). ISBN 0-237-51107-X. DREF 523.2 W724d. [planètes, Soleil, exploration spatiale]

Des Canadiens dans l'espace, de Lydia Dotto, Éd. de l'Homme (1988). ISBN 2-7619-0711-6. DREF 629.40971 D725d.

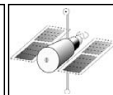
Des os dans un panier, de Carrie J. Taylor, Éd. Livres Tundra/Grandir (1994). ISBN 0-88776-344-8. DREF 398.2 D441. [légendes traditionnelles]

[R] **Dictionnaire de l'astronomie**, de Philippe de La Cotardière, collection Références Larousse, Éd. Larousse (1996). ISBN 2-03-720238-5. DREF 520.3 L144d. [ressource utile]

[R] **L'enseignement des sciences de la nature au secondaire : Une ressource didactique**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (2000). ISBN 0-7711-2139-3. DREF PD. CMSM 93965.

L'espace, de Roland Guillemard, collection Explorons, Éd. Rouge et Or (1989). ISBN 2-261-02614-5. DREF 629.409 G958e.

L'espace, cet autre monde, de Jean-Pierre Penot, collection Sphères, Publications de l'École moderne française (1991). ISBN 2-87785-262-8. DREF 629.4 P416e.



Espace et astronomie, de Zuzana Vbrova, collection Le monde d'aujourd'hui, Éd. Artis-Historia (1990). ISBN 0-86313-757-1. DREF 523 V393e.

L'espace, étoiles, planètes et galaxies : un univers à découvrir, de Becklake et autres, Éd. Hachette (1989). ISBN 2-01-013194-0. DREF 629.4 B397e.

L'espace habité : navettes et avions spatiaux, de Patrick Baudry et Wim Dannau, Éd. Atlas (1988). ISBN 2-7312-0742-6. DREF 629.441 B342e. [belles illustrations et images]

L'espace, la matière, collection Sciences et techniques d'aujourd'hui, Éd. Larousse (1985). ISBN 2-03-651261-5. DREF 520 E77.

Les étoiles, de Cynthia Pratt Nicolson, collection Destination Univers, Éd. Scholastic (1999). ISBN 0-439-00486-1. DREF 523.8 N653e. [explications sommaires et activités simples]

Étoiles et galaxies, de Bottinelli et autres, collection Les Dossiers spéciaux du Grand Quid illustré, Éd. Laffont (1984). ISBN 2-221-04446-0. DREF 520 B751e.

Étoiles et galaxies, de Richard Gispert, collection La Science et les hommes, Éd. Messidor/La Farandole (1990). ISBN 2-209-06361-2. DREF 520 G535e.

Les étoiles et les planètes, de Thérèse Encrenaz et Jean-Claude Venet, collection Explorons, Éd. Rouge et Or (1990). ISBN 2-261-02663-3. DREF 523 E56e. [général]

Les étoiles et planètes, de Robin Kerrod, collection Comprendre, Éd. Gründ (1990). ISBN 2-7000-5030-4. DREF 523 K41e.

Étoiles et planètes, de Peter Lafferty et Nicolas Blot, collection Connaissance de l'univers, Éd. Intrinsic (1992). ISBN 2-920373-34-X. DREF 520 L163e.

Étoiles et planètes, de David H. Levy et Alain Tronchot, collection Les clés de la connaissance, Éd. Nathan (1996). ISBN 2-07-277210-4. DREF 523.2 L668e.

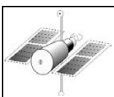
L'exploration de l'espace, de Heather Couper et Paul Badré, collection La passion, Éd. Gründ (1982). ISBN 2-7000-5024-X. DREF 629.4 C856e.

L'exploration de l'Univers, de Robin Kerrod et Marylène Berlage, collection Sciences et technologie, Éd. Chantecler (1991). ISBN 2-8034-2017-1. DREF 523 K41e.

Galilée, le messager des étoiles, de Jean-Pierre Maury, collection Découvertes, Éd. Gallimard (1986). ISBN 2-07-053019-1. DREF 520.92 G158m. [historique; vocabulaire difficile]

Le grand livre du ciel, de Franco Potenza, collection Tout en couleurs, Éd. Deux coqs d'or (1981). ISBN 2-7192-0115-4. DREF 523 G751.

Le guide de la comète de Halley : l'histoire terrifiante des comètes, d'Isaac Asimov, Éd. Primeur (1985). ISBN 2-89357-002-X. DREF 523.6 A832g. [comètes]



Le guide de l'astronome, de James K. Blum et Pierre Saint Jean, Éd. Intrinsèque (1991). ISBN 2-92037-316-1. DREF 520 B658g.

Guide de l'astronomie d'amateur, de Philippe de La Cotardière, Éd. Hachette (1987). ISBN 2-01-012194-5. DREF 523 L144g.

Guide du ciel pour astronomes amateurs, de Chartrand et autres, collection Guides d'identification, Éd. M. Broquet (1984). ISBN 2-89000-092-3. DREF 522 C486s.Fm.

[R] **Histoire de l'astronomie**, d'André Delobbe et Georges Delobbe, Publications de l'École moderne française (1994). ISBN 2-87785-385-3. DREF 520.9 D361h.

Histoire de l'Univers, de James Muirden, Éd. Deux coqs d'or (1988). ISBN 2-7192-1381-0. DREF 520 M953h.

L'homme et l'espace, d'Alain Dupas, collection Les Dossiers spéciaux du Grand Quid illustré, Éd. Laffont (1984). ISBN 2-221-04444-4. DREF 629.4 D931h. [très général]

Les Indiens, d'Alain Quesnel et François Davot, collection Mythes et légendes, Éd. Hachette (1992). ISBN 2-01-016457-1. DREF 398.2 Q5i. [légendes liées à l'astronomie]

L'infiniment loin, d'Alain Cirou, collection Les frontières de l'invisible, Éd. Hachette (1992). ISBN 2-01-017935-8. DREF 520 C578i.

Introduction aux sciences 10, de William A. Andrews, Éd. Lidec (1993). ISBN 2-7608-3569-3. DREF 500 I61 10. [manuel scolaire utilisé en Ontario avant 1999]

L'invisible : 50 expériences faciles à réaliser, collection Les petits débrouillards, Éd. Albin Michel (1998). ISBN 2-226-09053-3. DREF 507.8 I62. [petit livre-classeur d'expériences faciles à réaliser; « Les étoiles et les galaxies »]

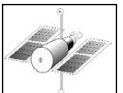
Julie Payette, astronaute et Anh Dao, d'Isabelle Clerc, collection En plein cœur, Éd. Héritage (1995). ISBN 2-7625-8128-1. DREF 629.450092 P344c.

Légendes et contes des Indiens d'Amérique, de Vladimir Hulpach, Éd. Gründ (1966). ISBN 2-7000-1124-4. DREF 398.2 H916L [« Qui apporta le Soleil? »; « La piste blanche dans le ciel »]

Le livre lumineux des étoiles et des constellations, de Clint Hatchett et Stephen Marchesi, Éd. Héritage (1988). ISBN 2-7625-5074-2. DREF 523.8 H361L. [illustrations des constellations]

Macro-micro, je mesure l'Univers, de Michel Crozon, collection Petit point, Éd. du Seuil (1992). ISBN 2-02-014422-0. DREF 523.102 C954m. [petit livre intéressant qui traite des dimensions atomiques et astronomiques]

Mille et une lunes, d'Anna Alter et Bernard Hagene, collection Explora, Éd. Presses Pocket (1991). ISBN 2-266-03984-9. DREF 523.3 A466m. [spécifique à la Lune]



Millénium : L'odyssée du savoir, Éd. Nathan (1998). ISBN 2-09-240362-1. DREF 034.1 M646. [excellente référence scientifique et technologique]

Moi, Galilée : mathématicien et philosophe florentin, qui contre tous osa regarder le ciel en sa vérité, d'Yves Chéraqui, Éd. Casterman (1989). ISBN 2-203-15506-X. DREF 520.92 G158c.

Les mouvements célestes, de Holton et autres, collection HPP, Institut de recherches psychologiques (1979). ISBN 2-89109-001-2. DREF 530 H339s. [renseignements techniques; histoire de l'astronomie; calculs mathématiques]

Les navettes spatiales, d'Ian Graham, collection Comment fonctionnent, Éd. École active (1990). ISBN 2-7130-1079-9. DREF 629.441 G739n.

Navettes spatiales – une ère nouvelle?, de Nigel Hawkes et François Carlier, collection À la une, Éd. Gamma (1990). ISBN 2-7130-1066-7. DREF 629.441 H392n.

Notre étoile Soleil, de Gilbert Walusinski, collection Fenêtre ouverte sur l'astronomie, Éd. Épigones (1987). ISBN 2-7366-2351-7. DREF 523.7/W241n.

L'observation du ciel, de Carole Stott et François Carlier, collection L'Exploration de l'univers, Éd. du Trécarré (1991). ISBN 2-7130-1243-0. DREF 520 S888o.

L'observation du ciel : guide d'astronomie pratique, de Michel Dumont, collection Astronomie, Éd. Atlas (1986). ISBN 2-7312-0484-2. DREF 520 D893o.

[R] **Omnisciences 9 – Feuilles reproductibles, Tome I**, de Gibbons et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-538-8. DREF 500 O55 9e. CMSM 90490. [accompagne le Guide d'enseignement]

[R] **Omnisciences 9 – Feuilles reproductibles, Tome II**, de Gibbons et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-537-X. DREF 500 O55 9e. CMSM 90490. [accompagne le Guide d'enseignement]

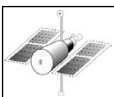
[R] **Omnisciences 9 – Guide d'enseignement**, de Gibbons et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-316-4. DREF 500 O55 9e. CMSM 90487. [accompagne le Manuel de l'élève]

[R] **Omnisciences 9 – Manuel de l'élève**, de Galbraith et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2000). ISBN 2-89461-315-6. DREF 500 O55 9e. CMSM 94017. [manuel scolaire]

L'orientation, de Cécile Arbona, collection Carnets de nature, Éd. Milan (1995). ISBN 2-84113-139-4. DREF 796.58 A666o. [orientation par les astres]

Regards sur l'espace : comprendre les planètes, les étoiles et l'Univers, de Jean Lilensten et Isaïe Correia, Éd. du Sorbier (1991). ISBN 2-7320-3258-1. DREF 523.1 L728r.

Roberta Bondar : une scientifique dans l'espace, de Webb et autres, collection Déclit, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (1993). ISBN 2-89310-156-9. DREF 629.450092 B711w.



Les robots, de Nigel Hawkes et François Carlier, collection La Révolution électronique, Éd. du Trécarré (1984). ISBN 2713006376. DREF 629.892 H392r.Fc. [piste complémentaire à l'exploration spatiale]

La saga de l'espace, d'Alain Dupas, collection Découvertes, Éd. Gallimard (1986). ISBN 2-07-053025-6. DREF 629.409 D931s.

Les satellites, de Mat Irvine et François Carlier, collection La Révolution électronique, Éd. du Trécarré (1984). ISBN 2713006368. DREF 629.434 I72s.Fc.

[R] **Sciences 9 – Manuel de l'élève**, de Plumb et autres, Éd. Beauchemin (2000). ISBN 2-7616-1032-6. DREF 500 S416 9e. CMSM 94014. [manuel scolaire; accompagné d'un guide pour l'enseignant]

[R] **La sécurité en sciences de la nature : Un manuel ressource**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (1999). ISBN 0-7711-2136-9. DREF PD. CMSM 91719.

[R] **Le succès à la portée de tous les apprenants**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (1997). ISBN 0-7711-2110-5. DREF 371.9 M278s. CMSM 91563. [stratégies de pédagogie différenciée]

Les télescopes, de Lionel Bender et Philippe Chandelon, collection Comment fonctionnent, Éd. École active (1992). ISBN 2-7130-1302-X. DREF 522.2 B458t.

Le temps des robots, de Peter Marsh et Paul Verguyse, collection Encyclopédie visuelle, Éd. Bordas (1986). ISBN 2-04-012949-9. DREF 629.892 T288. [les pages 116 à 135 seulement]

La Terre et les planètes, de Jean-Pierre Bibring, collection La Science et les hommes, Éd. Messidor/La Farandole (1990). ISBN 2-209-06362-0. DREF 523.2 B582t.

Les trous noirs, de Couper et autres, Éd. Hachette (1996). ISBN 2-01-291665-1. DREF 523.8875 C856t.

L'Univers, d'Edith Couper et David Pelham, Éd. Albin Michel (1986). ISBN 2-226-02360-7. DREF 523.1 C856u. [livre animé; historique]

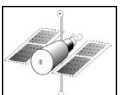
L'Univers, de Miotto et autres, collection Origine et évolution, Éd. Flammarion (1993). ISBN 2-08-163006-0. DREF 523.1 M669u. [théories anciennes et modernes]

[R] **L'Univers**, de Martin Redfern, collection Grands Horizons, Éd. Nathan (1999). ISBN 2-09-240433-4. DREF 520 R315u.

[R] **L'Univers : un livre en trois dimensions**, collection Encyclopédie des jeunes, Éd. Larousse (1995). ISBN 2-03-652401-X. DREF 520 E56.

La vie des étoiles : de leur naissance à leur mort, de Roussillon et autres, collection Sciences et techniques, Éd. Bayard Presse (1984). ISBN 2-7009-7006-3. DREF 523.8 R867v.

Vivre en apesanteur, de Claude Lafleur, Éd. du Trécarré (1989). ISBN 2-89249-258-0. DREF 629.418 L164v.



Le vol spatial, de Kenneth Gatland, collection Le jeune scientifique, Éd. Usborne (1991). ISBN 0-7460-1103-2. DREF 629.41 G261v.

Vol spatial, de Ridpath et autres, collection Poche-encyclopédie, Éd. Edilig (1984). ISBN 2-85601-076-8. DREF 629.4 R547v.

AUTRES IMPRIMÉS

L'actualité, Éditions Rogers Media, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 20 fois par an; articles d'actualité canadienne et internationale]

[R] **Astronomie Québec**, Les Éditions astronomiques, Montréal (Québec). [revue publiée 4 fois par an comme supplément à Québec Science]

Ça m'intéresse, Prisma Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; beaucoup de contenu STSE; excellentes illustrations]

Les clés de l'actualité, Milan Presse, Toulouse (France). [tabloïde hebdomadaire à l'intention des adolescents; actualités scientifiques]

Eurêka : au cœur de la science, Bayard Presse, Paris (France). [revue mensuelle sur les sciences; très bien illustrée et d'actualité]

Extra : L'encyclopédie qui dit tout, Trustar Limitée, Montréal (Québec). [supplément hebdomadaire à la revue *7 jours*; contient d'excellents articles et renseignements scientifiques de tout genre]

Interface, Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, Montréal (Québec). [revue bimensuelle de vulgarisation scientifique; recherches canadiennes]

National Geographic, National Geographic France, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; version française de la revue américaine *National Geographic Magazine*]

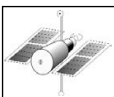
Pour la science, Éd. Bélin, Paris (France). [revue mensuelle; version française de la revue américaine *Scientific American*]

[R] **Québec Science**, La Revue Québec Science, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 10 fois par an]

La Recherche, La Société d'éditions scientifiques, Paris (France). [revue mensuelle française; traite de divers sujets scientifiques]

[R] **Science et vie**, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles plus techniques]

[R] **Science et vie junior**, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; excellente présentation de divers dossiers scientifiques; explications logiques avec beaucoup de diagrammes]



- [R] **Science illustrée**, Groupe Bonnier France, Boulogne-Billancourt (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles bien illustrés et expliqués]
- [R] **Sciences et avenir**, La Revue Sciences et avenir, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles détaillés]

MATÉRIEL DIVERS

Carte du ciel, de Jean Dommanget et Omer Nys, Éd. Maloine. ISBN 2-224-01001-X. DREF M-M 523.0022 D672c. [instrument transparent]

Le cherche-étoiles Alpha junior, Éd. Marcel Broquet (1983). ISBN 2-89000-009-5. DREF M.-M. 523.8 P969c. [instrument pour repérer les étoiles]

Le ciel étoilé, Éd. Marcel Broquet (1985). ISBN 2-89000-166-0. DREF M.-M. 523.89 C569. [carte du ciel]

L'homme et l'espace, de Patrick Baudry, Éd. Bibliothèque de travail (1992). ISBN 2-87785-281-4. DREF B.M. 629.4 H768. [livre-cassette; navette spatiale]

VIDÉOCASSETTES

L'astronomie, de Laurier Bonin, collection Omni Science, Prod. Radio-Québec (1989). DREF JGNF / V8259. [26 min; cycle de vie des étoiles, vie extraterrestre, radiotélescopes]

Au delà du système solaire, collection Exploration de l'espace, Prod. Coronet (1978). DREF JHDP / V4189. [13 min; étoiles, trous noirs, nébuleuses, étoiles naines]

Collision cosmique, Office national du film (1998). DREF V6753 / 48419. [26 min; risques que posent les astéroïdes à proximité des planètes]

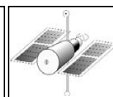
L'espace, collection Les débrouillards, Prod. S.D.A. (1991). DREF JUTN / V4328. [28 min; expériences dans l'espace, exploration spatiale, simulation de voyage dans l'espace]

L'espace 1, collection Omni Science, Prod. Radio-Québec (1989). DREF JGON / V8239. [26 min; histoire de l'astronomie, stations spatiales, exploration de Mars; guide d'accompagnement]

L'espace 2, collection Omni Science, Prod. Radio-Québec (1989). DREF JGOO / V8260. [26 min; fusées, navettes spatiales, expériences scientifiques dans l'espace; guide d'accompagnement]

Galileo Galilei, collection Découverte, Société Radio-Canada (1993). DREF JZMI / V4511. [13 min; histoire de Galilée, gravité, héliocentrisme, méthode scientifique]

- [R] **La gravité du poids et de la masse**, collection Eurêka, Prod. TVOntario (1980). DREF CDLH / V8338, 8339. [10 min; excellentes explications]



L'héritage de l'espace, Société Radio-Canada (1985). DREF JCJQ / V5138 . [58 min; retombées des technologies spatiales dans la vie de tous les jours]

L'histoire avant l'histoire, collection Les yeux de la découverte, Prod. C/FP Vidéo (1996). DREF 6906 / V4617. [35 min]

Instruments scientifiques modernes, de Laurier Bonin, collection Omni Science, Prod. Radio-Québec (1989). DREF JGNY / V8242. [26 min; télescope au mercure]

La Lune, collection Les débrouillards, Prod. S.D.A. (1990). DREF JUTS / V4334. [28 min]

La Lune et son influence sur notre planète, collection Exploration de l'espace, Prod. Coronet (1978). DREF JHDM / V4185. [17 min; marées, missions Apollo]

On a marché sur la lune, collection Les aventures de Tintin, Prod. Kid Cartoons (1988). DREF JFGI / V5869, V5870. [40 min; science-fiction; dessin animé; amorce possible et lien avec le français]

Les planètes, collection Les yeux de la découverte, Prod. CinéFête (1998). DREF 45697 / V4880, V4881, V4882. [28 minutes; narration rapide]

Le premier astronaute canadien, Société Radio-Canada (1984). DREF 43031 / V4737. [60 min]

Les retombées spatiales, de Louis-Roland Leduc, collection Science-friction, Prod. Télé-Québec (1996). DREF 42977 / V4259 / [26 min]

Les robots au travail, de Louis-Roland Leduc, collection Science-friction, Prod. Téléféric (1996). DREF 42984 / V4173. [25 min; robots et technologie; piste complémentaire à l'exploration spatiale]

Satellites du soleil, de Sydney Goldsmith, Office national du film du Canada (1975). DREF JAGQ / V5962, V6232, V6233. [12 min; planètes et comètes]

Si tu pouvais voir la Terre, Centre de matériel d'éducation visuelle (1980). DREF BLVI / V7448. [10 min; dessin animé]

La Société planétaire, collection Le meilleur des mondes, Radio-télévision belge de la communauté française (1985). DREF BKMS / V6126. [60 min; technologies liées à l'exploration spatiale]

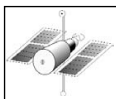
Système solaire, Centre de matériel d'éducation visuelle (1979). DREF BLTS / V7284, V7426. [18 min]

Les taches solaires, de Jean-Louis Béland, collection Nova, Prod. Radio-Québec (1979). DREF BLTZ / V6845. [60 min; le Soleil, Skylab]

La Terre et l'Univers, Prod. Mead Educational (1988). DREF JCRE / V5091, V5979. [38 min]

Un lac venu de l'espace : le cratère du Nouveau-Québec, Prod. Ciné-Fête (1992) DREF 48586 / V6906. [53 min; cratère causé par l'impact d'une météorite sur la Terre]

Une comète nommée Halley, Prod. York Films/Cal Video (1985). DREF BLTW / V6229. [30 min]



L'Univers interplanétaire, Office national du film du Canada (1986). DREF 42658 / V4800, V6606. [71 min; satellites du Soleil, comètes, champs de l'espace]

Voyage dans l'espace, collection Le système solaire, Prod. Cinémédia (1978). DREF JXTI / V4388. [15 min; historique; excellente narration]

Zoom cosmique, Office national du film du Canada (1968). DREF JHFR / V4123. [8 min; film d'animation qui fait la relation entre l'infiniment grand et l'infiniment petit; excellente amorce pour les atomes, les cellules et l'Univers; peut être présenté à quelques reprises dans l'année pour lier ces 3 thèmes]

DISQUES NUMÉRISÉS ET LOGICIELS

Au-delà de la planète Terre, Prod. Discovery Communications (1994). DREF CD-ROM 523.2 A899.

Le ciel : outil d'observation astronomique, Prod. Art & Média (1997). DREF CD-ROM 520.7 C569.

[R] **Cosmos : voyage dans l'Univers**, Éd. du Seuil (1997) . DREF CD-ROM 520 C834.

Le défi de l'Univers, Prod. Hypermind (1995). DREF CD-ROM 539.7 D313.

[R] **Encyclopédie de l'espace et de l'Univers**, Éd. Liris Interactive (1997). DREF CD-ROM 520 E56. [utilisation très facile]

Galilée : et pourtant elle tourne, Prod. Arborescence (1995). DREF CD-ROM 520.92 G158.

L'humain et l'espace, Prod. Circa Informatique (1996). DREF CD-ROM 629.4 H918.

Redshift : astronomie multimédia, Éd. Alsyd Multimédia (1996). DREF CD-ROM 520 R321. [astronomie multimédia; utilisation assez difficile]

[R] **À la découverte de l'espace**, collection Tout l'Univers : l'encyclopédie de l'âge scolaire, Prod. Hachette Multimédia (1997). DREF CD-ROM 629.4 A111.

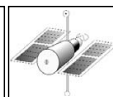
Une brève histoire du temps, Éd. Flammarion (1996). DREF CD-ROM 523.1 B846. [les théories de Stephen Hawking]

SITES WEB

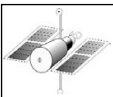
Les adresses électroniques de ces sites peuvent changer.

La date entre parenthèses indique notre plus récente consultation.

Agence Science-Pressé. <http://www.sciencepresse.qc.ca/index.html> (mars 2001). [excellent répertoire des actualités scientifiques issues de nombreuses sources internationales; dossiers très informatifs]



- Agence spatiale canadienne.** <http://www.space.gc.ca/> (mars 2001).
- Aldebaran, la revue online de l'astronomie.** <http://www.anaconda-2.net/aldeb1.html> (mars 2001).
- [R] **Astrobale.** <http://www.multimania.com/astrobale/> (novembre 2000). [excellent magazine en ligne d'actualités astronomiques; une foule de renseignements sur les astres et les missions spatiales]
- Astrodeb.** <http://www.ifrance.com/astrodeb/constel.htm> (mars 2001). [constellations de l'hémisphère nord, etc.]
- Astronomag.** <http://astronomag.nexen.net/> (mars 2001).
- L'astronomie au Québec.** <http://www.quebectel.com/astroccd/> (mars 2001). [clubs, cartes du ciel, etc.]
- L'astronomie au Québec.** http://www.globetrotter.net/astronomie_au_quebec/index.htm (mars 2001).
- L'astronomie de Gust et Funny.** <http://www.iquebec.com/funnygust/> (mars 2001). [site bien animé de deux astronomes amateurs du Québec]
- [R] **Astronomie et aviation.** <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/3441/index.htm> (mars 2001). [excellente ressource]
- L'astronomie visuelle.** <http://pages.infinet.net/initast/introfran.html> (mars 2001). [conseils pratiques liés surtout à l'observation à partir de jumelles]
- Astroplus.** <http://perso.club-internet.fr/gibouin/index.html> (mars 2001).
- Astrosky.** <http://perso.wanadoo.fr/astrosky/> (mars 2001).
- Astro'toile.** <http://www.astrosurf.org/mercure/astrotoile/> (mars 2001). [contenu original : traite plutôt de l'histoire de l'astronomie et de poésie liée à l'espace]
- Astrovision.** <http://perso.wanadoo.fr/jcd.walliang/> (mars 2001).
- [R] **Astroweb 2000.** <http://perso.wanadoo.fr/christophe.ramos/> (mars 2001). [excellente ressource]
- Le Canada dans l'espace.** <http://www.sciences-tech.smnst.ca/francais/whatson/canadaespace.cfm> (mars 2001).
- Centre de données planétaires.** <http://www.ias.fr/cdp/> (mars 2001).
- Centre national d'études spatiales.** <http://www.cnes.fr/> (mars 2001). [site axé surtout sur les programmes de la Communauté européenne]
- Club des astronomes amateurs de Laval.** <http://www.cam.org/~astrolv/> (mars 2001). [plusieurs images; plusieurs hyperliens vers d'autres clubs et une foule de ressources]



Comité consultatif sur les météorites et les impacts. <http://miac.uqac.quebec.ca/> (mars 2001). [organisme canadien qui répertorie et étudie les bolides célestes]

Construction d'une carte céleste tournante. <http://rockefeller.univ-lyon1.fr/~romeuf/ObservatoiresAugerollesCunhat/RessourcesDidactiques/Horlociel/ConstructionHorlociel.html> (mars 2001).

David Levy, astronome. <http://collections.ic.gc.ca/science/francais/phys/levy.html> (mars 2001). [astronome canadien]

Dictionnaire encyclopédique de l'astronomie. <http://www.anaconda-2.net/andromeda.html> (mars 2001).

[R] **Les dossiers Espace de Claude Lafleur.** <http://www.sciencepresse.q.ca/clafleur/> (mars 2001). [foule de renseignements sur l'exploration spatiale]

L'espace et la conquête spatiale. <http://perso.club-internet.fr/f1jvz/> (mars 2001). [excellentes animations; perspectives européennes]

L'expérience solaire. <http://perso.club-internet.fr/faivret/index.htm> (mars 2001). [renseignements sur le Soleil]

L'expérience temporelle. <http://perso.club-internet.fr/faivret/stellar/> (mars 2001). [site consacré à la possibilité de voyages très loin dans l'espace]

Fédération des astronomes amateurs du Québec. <http://www.quebectel.com/faaq/faaq.htm> (mars 2001).

Fondation européenne de la science. <http://www.esf.org/fr/Index.htm> (mars 2001). [répertoire de divers projets scientifiques et technologiques européens]

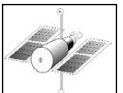
General Astronomy. <http://www.umanitoba.ca/faculties/science/astrology/courses/astro180.html> (mars 2001). [site en anglais du cours offert par l'Université du Manitoba; plusieurs renseignements utiles pour l'observation du ciel nocturne d'ici]

[R] **Le grand dictionnaire terminologique.** http://www.granddictionnaire.com/_fs_global_01.htm (mars 2001). [dictionnaire anglais-français de terminologie liée aux sciences et à la technologie; offert par l'Office de la langue française du Québec]

Grand dossier Québec Science : La station spatiale internationale. http://www.cybersciences.com/cyber/1.0/1_822_Menu.htm (mars 2001).

Grand dossier Québec Science : L'exploration spatiale. http://www.cybersciences.com/cyber/1.0/1_823_Menu.htm (mars 2001).

Institut Herzberg d'astronomie : Tableau des levers et couchers quotidiens du Soleil et de la Lune au Canada. http://www.hia.nrc.ca/services/sunmoon/index_fr.html (mars 2001). [site en anglais; données possibles pour tous les lieux au Manitoba]



Institut Herzberg d'astrophysique. http://www.hia.nrc.ca/main/index_fr.html (mars 2001). [site canadien de l'agence responsable des observatoires financés par le gouvernement fédéral]

Intersciences. <http://www.cyberus.ca/~ajdesor/desormeaux.htm> (mars 2001). [excellent répertoire de sites Web portant sur les sciences; un grand nombre de sites en français]

Les méthodes de la navigation astronomique. http://ecole.wanadoo.fr/enmm.hydras/histoire_pem/histoire_pem9.htm (mars 2001). [jalons historiques et diverses techniques]

Obstat. <http://www.obsat.com/> (mars 2001). [site québécois sur l'observation visuelle des satellites artificiels]

Pages d'astronomie. <http://www.ac-nice.fr/physique/fb/astro.htm> (mars 2001).

Planétarium du Manitoba. www.manitobamuseum.mb.ca (mars 2001). [expositions et ateliers divers]

Planétarium de Montréal. <http://www.planetarium.montreal.qc.ca/> (mars 2001).

Pour la science. <http://www2.pourlascience.com/> (mars 2001). [revue française qui traite de découvertes scientifiques]

Québec Science. http://www.cybersciences.com/Cyber/0.0/0_0.asp (mars 2001). [revue canadienne qui traite de découvertes scientifiques]

Regards sur le système solaire. <http://www.globetrotter.net/clubio/bibliotheque/regardfr/fra/homepage.htm> (mars 2001). [présentation multimédia]

[R] **Sciences en ligne.** <http://www.sciences-en-ligne.com/> (mars 2001). [excellent magazine en ligne sur les actualités scientifiques; comprend un dictionnaire interactif pour les sciences, à l'intention du grand public]

Sciences et avenir quotidien. <http://quotidien.sciencesetavenir.com/> (mars 2001). [revue française qui traite des actualités scientifiques]

Skylink. <http://www.astrosurf.com/skylink/> (mars 2001). [géré par les astronomes amateurs de France; en français]

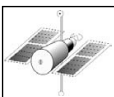
La société d'astronomie de Montréal. <http://www.cam.org/~sam/> (mars 2001).

La Société royale d'astronomie du Canada. <http://www.rasc.ca/srac.html> (mars 2001). [association parapluie de divers clubs à l'échelle du pays]

Sommes-nous seuls dans l'Univers? <http://www.citeweb.net/astropb/> (mars 2001). [site canadien lié au projet SETI]

Radio-Canada : Science-technologie. <http://www.radio-canada.ca/sciencetechno/> (mars 2001). [actualités, reportages]

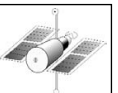
Webastro. <http://www.bdl.fr/webastro.html> (mars 2001). [répertoire]



LIEUX ET ÉVÉNEMENTS

Observatoire de Glenlea, Glenlea (Manitoba). [observatoire rattaché à l'Université du Manitoba et utilisé par la section manitobaine de la Société royale d'astronomie du Canada]

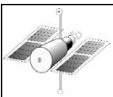
Planétarium du Manitoba, Winnipeg (Manitoba). www.manitobamuseum.mb.ca [les présentations *L'Univers changeant* et *Ce soir, la voûte céleste*]



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES

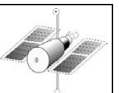
L'élève sera apte à :

- S1-4-01 employer un système de coordonnées pour situer des corps célestes visibles et fabriquer un astrolabe pour déterminer leur position, entre autres l'altitude et l'azimut;
RAG : C2, C3, D6
- S1-4-02 observer le mouvement de corps célestes visibles et organiser les données recueillies, *par exemple tracer un graphique des données sur le lever et le coucher du Soleil, suivre la position de la Lune et des planètes pendant un certain temps, tenir un journal des changements dans le ciel nocturne*;
RAG : C2, C5, C6, D6
- S1-4-03 étudier de quelles façons diverses cultures ont utilisé leurs connaissances de la position et du mouvement des corps célestes visibles pour la navigation;
RAG : A4, B1, B2, D6
- S1-4-04 comparer, au cours de l'histoire, diverses conceptions de la relation entre la Terre et l'espace, entre autres les modèles géocentriques et héliocentriques;
RAG : A2, A4, B2, E2
- S1-4-05 expliquer le mouvement apparent du Soleil, des étoiles, des planètes et de la Lune vus de la Terre, entre autres les levers et couchers quotidiens, les constellations saisonnières, le mouvement rétrograde;
RAG : D4, D6, E2
- S1-4-06 différencier les unités de distance astronomique et effectuer de simples calculs avec ces unités, entre autres l'unité astronomique (UA), l'année-lumière, la triangulation;
RAG : C2, D6
- S1-4-07 comparer des perspectives culturelles sur l'origine et l'évolution de l'Univers à des perspectives scientifiques;
RAG : A1, A2, A4, D6
- S1-4-08 différencier les principales composantes de l'Univers, entre autres les planètes, les lunes, les comètes, les astéroïdes, les nébuleuses, les étoiles, les galaxies, les trous noirs;
RAG : D6, E1, E2



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES (suite)

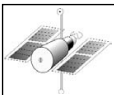
- S1-4-09 expliquer comment diverses technologies ont contribué à accroître notre capacité d'explorer et de comprendre l'Univers,
par exemple la robotique, le Télémanipulateur, le télescope Hubble, les véhicules Lunar Rover et Sojourner, la navette spatiale, la station spatiale, les sondes spatiales Pathfinder et Galileo;
RAG : A5, B1, B2, D6
- S1-4-10 étudier des exemples de la participation canadienne à la recherche spatiale et aux programmes spatiaux internationaux puis utiliser le processus de prise de décisions afin d'examiner un enjeu lié à ces projets,
par exemple la Station spatiale internationale, le Télémanipulateur;
RAG : A3, A4, B2, C4
- S1-4-11 évaluer les bienfaits et les risques de la recherche et des technologies de l'espace pour l'espèce humaine,
par exemple la recherche de vie et d'habitats extraterrestres, la télédétection, la prévision d'événements catastrophiques possibles, la colonisation de l'espace par uniquement un petit nombre de pays.
RAG : A3, B1, B2, B5



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX

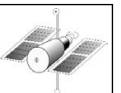
L'élève sera apte à :

	Étude scientifique	Prise de décisions
1. Initiation	<p>S1-0-1a proposer des questions vérifiables expérimentalement; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C2</p> <p>S1-0-1b sélectionner diverses méthodes permettant de répondre à des questions précises et en justifier le choix; (FL2 : PÉ4, PO4; Maths S1 : 1.1.6) RAG : C2</p>	<p>S1-0-1c relever des enjeux STSE que l'on pourrait examiner; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p> <p>S1-0-1d amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des divers intervenants concernés; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p>
2. Recherche	<p>S1-0-2a ☛ sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines; (FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p> <p>S1-0-2b évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information; (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; TI : 2.2.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C5, C8</p> <p>S1-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques; (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p>	<p>S1-0-2d passer en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à un enjeu STSE, <i>par exemple l'opinion des gouvernements, du public, des environmentalistes et des autochtones en ce qui concerne le développement hydroélectrique; les points de vue religieux, sociaux et médicaux sur le dépistage génétique;</i> (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : B1, C4</p>
3. Planification	<p>S1-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou sur des événements observés; (FL2 : CÉ1, CO1) RAG : C2</p> <p>S1-0-3b relever des relations mathématiques possibles entre des variables, <i>par exemple la relation entre le courant et la résistance;</i> (Maths 8^e : 1.1.2; Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4) RAG : C2</p> <p>S1-0-3c planifier une étude afin de répondre à une question précise, entre autres préciser le matériel nécessaire; déterminer les variables dépendantes, indépendantes ou contrôlées; préciser les méthodes et les mesures de sécurité à suivre; (FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C1, C2</p>	<p>S1-0-3d résumer les données pertinentes ainsi que les arguments et les positions déjà exprimés relativement à un enjeu STSE; (FL1 : CO5; FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C4</p> <p>S1-0-3e déterminer des critères pour l'évaluation d'une décision STSE, <i>par exemple le mérite scientifique; la faisabilité technologique; des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques; la sécurité; le coût; la durabilité;</i> (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : B5, C1, C3, C4</p> <p>S1-0-3f proposer et développer des options qui pourraient mener à une décision STSE; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : C4</p>




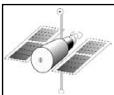
RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
4. Réalisation d'un plan	<p>S1-0-4a ➡ mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres contrôler les variables, répéter des expériences pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats; (TI : 1.3.1) RAG : C1, C2</p> <p>S1-0-4b faire preuve d'habitudes de travail qui tiennent compte de la sécurité personnelle et collective, et qui témoignent de son respect pour l'environnement, entre autres la connaissance et l'emploi des mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés; RAG : B3, B5, C1, C2</p> <p>S1-0-4c interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques; RAG : C1, C2</p>	<p>S1-0-4d employer diverses méthodes permettant d'anticiper les répercussions de différentes options STSE, <i>par exemple une mise à l'essai, une implantation partielle, une simulation, un débat;</i> (FL2 : PO1) RAG : C4, C5, C6, C7</p>
	<p>S1-0-4e ➡ travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils surgissent; (FL2 : PO5) RAG : C2, C4, C7</p> <p>S1-0-4f assumer divers rôles et partager les responsabilités au sein d'un groupe, et évaluer les rôles qui se prêtent le mieux à certaines tâches; (FL2 : PO5) RAG : C2, C4, C7</p>	
5. Observation, mesure et enregistrement	<p>S1-0-5a sélectionner et employer des méthodes et des outils appropriés à la collecte de données et de renseignements; (FL2 : PÉ1, PÉ4, PO1, PO4; Maths 8^e : 2.1.2; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.1) RAG : C2</p> <p>S1-0-5b estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI; (Maths 8^e : 4.1; Maths S1 : 9.1) RAG : C2</p> <p>S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia; (FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2) RAG : C2, C5</p>	<p>S1-0-5d évaluer différentes options pouvant mener à une décision STSE, compte tenu des critères prédéterminés, <i>par exemple le mérite scientifique; la faisabilité technologique; des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques; la sécurité; le coût; la durabilité;</i> (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 3.2.3) RAG : B5, C1, C3, C4</p>



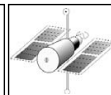
RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
6. Analyse et interprétation	<p>S1-0-6a  reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations; (FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1.3; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; TI : 1.3.1, 3.3.1) RAG : C2, C5</p> <p>S1-0-6b relever des écarts dans les données et en suggérer des explications, <i>par exemple les sources d'erreur;</i> (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4) RAG : C2</p> <p>S1-0-6c évaluer le plan initial d'une étude scientifique et proposer des améliorations, <i>par exemple relever les forces et les faiblesses des méthodes utilisées pour la collecte des données;</i> (FL1 : L3; FL2 : CÉ5, CO5, PÉ5, PO5) RAG : C2, C5</p>	<p>S1-0-6d adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées; RAG : C3, C4, C5, C8</p>
7. Conclusion et application	<p>S1-0-7a tirer une conclusion qui explique les résultats d'une étude scientifique, entre autres expliquer les relations de cause à effet, déterminer d'autres explications, appuyer ou rejeter une hypothèse ou une prédiction; (FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5) RAG : C2, C5, C8</p>	<p>S1-0-7b sélectionner parmi les options la meilleure décision STSE possible et déterminer un plan d'action pour implanter cette décision; (FL1 : É1; FL2 : PÉ4, PO4) RAG : B5, C4</p> <p>S1-0-7c implanter une décision STSE et en évaluer les effets; (FL2 : PÉ1, PO1) RAG : B5, C4, C5, C8</p> <p>S1-0-7d réfléchir sur le processus utilisé pour sélectionner ou implanter une décision STSE et suggérer des améliorations à ce processus; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : C4, C5</p>
	<p>S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension; (FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5) RAG : C2, C3, C4</p>	



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
8. Réflexion sur la nature des sciences et de la technologie	<p>S1-0-8a C distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits; RAG : A3</p> <p>S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : A2, A3, C2, C3</p> <p>S1-0-8c C décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution; RAG : A2, A5</p> <p>S1-0-8d C décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques; RAG : A5</p> <p>S1-0-8e discuter du fait que des personnes de diverses cultures ont contribué au développement des sciences et de la technologie; (FL1 : C1; FL2 : CÉ3, CO3, V) RAG : A4, A5</p> <p>S1-0-8f établir des liens entre ses activités personnelles et les métiers qui l'intéressent, d'une part, et des disciplines scientifiques précises, d'autre part; RAG : B4</p> <p>S1-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société et l'environnement, entre autres des changements importants dans les conceptions scientifiques du monde, des conséquences imprévues à l'époque; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1, PO1) RAG : B1</p>	
9. Démonstration des attitudes scientifiques et technologiques	<p>S1-0-9a C apprécier et respecter le fait que les sciences et la technologie ont évolué à partir de points de vue différents, tenus par des femmes et des hommes de diverses sociétés et cultures; (FL2 : CÉ3, CO3) RAG : A4</p> <p>S1-0-9b C s'intéresser à un large éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences et à la technologie; RAG : B4</p> <p>S1-0-9c faire preuve de confiance dans sa capacité de mener une étude scientifique ou d'examiner un enjeu STSE; (FL2 : V) RAG : C2, C4, C5</p> <p>S1-0-9d valoriser l'ouverture d'esprit, le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision et la persévérance en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques; (FL2 : V) RAG : C2, C3, C4, C5</p> <p>S1-0-9e C se sensibiliser à l'équilibre qui doit exister entre les besoins humains et un environnement durable, et le démontrer par ses actes; RAG : B5, C4</p> <p>S1-0-9f faire preuve d'un engagement personnel proactif envers des enjeux STSE. RAG : B5, C4</p>	



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX

Le but des résultats d'apprentissage manitobains en sciences de la nature est d'inculquer à l'élève un certain degré de culture scientifique qui lui permettra de devenir un citoyen renseigné, productif et engagé. **Une fois sa formation scientifique au primaire, à l'intermédiaire et au secondaire complétée, l'élève sera apte à :**

Nature des sciences et de la technologie

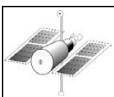
- A1. reconnaître à la fois les capacités et les limites des sciences comme moyen de répondre à des questions sur notre monde et d'expliquer des phénomènes naturels;
- A2. reconnaître que les connaissances scientifiques se fondent sur des données, des modèles et des explications, et évoluent à la lumière de nouvelles données et de nouvelles conceptualisations;
- A3. distinguer de façon critique les sciences de la technologie, en fonction de leurs contextes, de leurs buts, de leurs méthodes, de leurs produits et de leurs valeurs;
- A4. identifier et apprécier les contributions qu'ont apportées des femmes et des hommes issus de diverses sociétés et cultures à la compréhension de notre monde et à la réalisation d'innovations technologiques;
- A5. reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et progressent mutuellement;

Sciences, technologie, société et environnement (STSE)

- B1. décrire des innovations scientifiques et technologiques, d'hier et d'aujourd'hui, et reconnaître leur importance pour les personnes, les sociétés et l'environnement à l'échelle locale et mondiale;
- B2. reconnaître que les poursuites scientifiques et technologiques ont été et continuent d'être influencées par les besoins des humains et le contexte social de l'époque;
- B3. identifier des facteurs qui influent sur la santé et expliquer des liens qui existent entre les habitudes personnelles, les choix de style de vie et la santé humaine aux niveaux personnel et social;
- B4. démontrer une connaissance et un intérêt personnel pour une gamme d'enjeux, de passe-temps et de métiers liés aux sciences et à la technologie;
- B5. identifier et démontrer des actions qui favorisent la durabilité de l'environnement, de la société et de l'économie à l'échelle locale et mondiale;

Habiletés et attitudes scientifiques et technologiques

- C1. reconnaître les symboles et les pratiques liés à la sécurité lors d'activités scientifiques et technologiques ou dans sa vie de tous les jours, et utiliser ces connaissances dans des situations appropriées;
- C2. démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique;
- C3. démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes technologiques;
- C4. démontrer des habiletés de prise de décisions et de pensée critique lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur de l'information scientifique et technologique;



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX (suite)

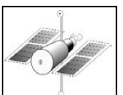
- C5. démontrer de la curiosité, du scepticisme, de la créativité, de l'ouverture d'esprit, de l'exactitude, de la précision, de l'honnêteté et de la persistance, et apprécier l'importance de ces qualités en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques;
- C6. utiliser des habiletés de communication efficaces et des technologies de l'information afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;
- C7. travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui lors de ses activités scientifiques et technologiques;
- C8. évaluer, d'une perspective scientifique, les idées et les renseignements rencontrés au cours de ses études et dans la vie de tous les jours;

Connaissances scientifiques essentielles

- D1. comprendre les structures et les fonctions vitales qui sont essentielles et qui se rapportent à une grande variété d'organismes, dont les humains;
- D2. comprendre diverses composantes biotiques et abiotiques, ainsi que leurs interactions et leur interdépendance au sein d'écosystèmes, y compris la biosphère en entier;
- D3. comprendre les propriétés et les structures de la matière ainsi que diverses manifestations et applications communes des actions et des interactions de la matière;
- D4. comprendre comment la stabilité, le mouvement, les forces ainsi que les transferts et les transformations d'énergie jouent un rôle dans un grand nombre de contextes naturels et fabriqués;
- D5. comprendre la composition de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la lithosphère ainsi que des processus présents à l'intérieur de chacune d'elles et entre elles;
- D6. comprendre la composition de l'Univers et les interactions en son sein ainsi que l'impact des efforts continus de l'humanité pour comprendre et explorer l'Univers;

Concepts unificateurs

- E1. décrire et apprécier les similarités et les différences parmi les formes, les fonctions et les régularités du monde naturel et fabriqué;
- E2. démontrer et apprécier comment le monde naturel et fabriqué est composé de systèmes et comment des interactions ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux;
- E3. reconnaître que des caractéristiques propres aux matériaux et aux systèmes peuvent demeurer constantes ou changer avec le temps et décrire les conditions et les processus en cause;
- E4. reconnaître que l'énergie, transmise ou transformée, permet à la fois le mouvement et le changement, et est intrinsèque aux matériaux et à leurs interactions.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc A **L'observation des corps célestes**

L'élève sera apte à :

S1-4-01 employer un système de coordonnées pour situer des corps célestes visibles et fabriquer un astrolabe pour déterminer leur position, entre autres l'altitude et l'azimut;
RAG : C2, C3, D6

S1-4-02 observer le mouvement de corps célestes visibles et organiser les données recueillies,
par exemple tracer un graphique des données sur le lever et le coucher du Soleil, suivre la position de la Lune et des planètes pendant un certain temps, tenir un journal des changements dans le ciel nocturne;
RAG : C2, C5, C6, D6

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

Cette stratégie s'échelonne sur plusieurs semaines. L'enseignant doit en tenir compte dans sa planification et continuer l'enseignement du regroupement en sachant que ce bloc d'enseignement n'est pas encore terminé.

En tête



Inviter les élèves à observer individuellement trois ou quatre corps ou phénomènes célestes de leur choix dans le ciel, à décrire sommairement chacun d'eux et à indiquer une façon de les situer.

Faire une mise en commun et demander aux élèves d'évaluer si les diverses méthodes employées pour localiser ces corps ou phénomènes célestes s'avèrent pratiques. Sélectionner celles qui semblent être les meilleures et inviter les élèves à repérer une nouvelle fois certains des corps ou phénomènes célestes précédemment recensés.

- *La méthode de localisation permet-elle à une autre personne de repérer les mêmes corps ou phénomènes célestes? Pourquoi?*
- *Les corps ou phénomènes célestes sont-ils encore observables? Pourquoi?*

En quête



A) Expliquer aux élèves ce que sont l'altitude et l'azimut (voir l'annexe 1). Sortir de la classe et au moyen d'une boussole et de la « technique de l'angle formé par la main », inviter les élèves à noter les coordonnées de certains phénomènes ou corps célestes, ou encore si le

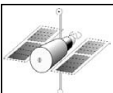
ciel est couvert, situer des objets éloignés tels que la cime d'un arbre, un édifice ou une élévateur à grain. Discuter du fait que le point de référence, c'est-à-dire le lieu géographique, le temps de la journée et le temps de l'année, peut changer l'altitude et l'azimut car la Terre est en mouvement perpétuel (rotation et révolution) par rapport aux corps célestes. Les notions de mouvement apparent et réel des astres sont abordées aux RAS S1-4-03, S1-4-04 et S1-4-05.

L'observation directe du Soleil est dangereuse pour la vue. Éviter de regarder le Soleil même par temps nuageux; privilégier au lieu la cueillette de ces données par l'entremise d'un site Web. (L'utilisation d'un verre de soudage n° 14 n'assure plus la sécurité totale des yeux après un court instant.)

B) Distribuer aux élèves l'annexe 2 qui fournit les directives pour la fabrication d'un astrolabe. Inviter les élèves à fabriquer leur propre instrument. Puis organiser une première séance d'observation céleste pour familiariser les élèves avec l'utilisation de l'astrolabe, de la boussole et de la « technique de l'angle formé par la main ». (L'annexe 3 fournit des renseignements pour déterminer le nord.) Préciser ce que les élèves devront observer et prendre en note (voir les annexes 4 et 5).

Les séances d'**observation céleste** organisées par l'enseignant devraient avoir lieu lorsqu'il fait nuit et à un endroit exempt de pollution lumineuse (voir *Sciences 9 - Manuel de l'élève*, p. 416-417). En hiver, une telle séance peut avoir lieu peu avant ou peu après les heures de classe; l'enseignant peut aussi envisager l'organisation d'une ou de deux soirées de cours (offerts avec l'approbation de l'administration). Tenir compte des prévisions météorologiques.

C) Proposer aux élèves l'observation de la Lune pendant une période de 14 jours. Voici quelques facteurs dont il faut tenir compte avant et pendant l'observation (l'annexe 6 servira d'aide-mémoire) :



S1-0-5b estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI;
(Maths 8^e : 4.1; Maths S1 : 9.1)
RAG : C2

S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

S1-0-6c évaluer le plan initial d'une étude scientifique et proposer des améliorations, *par exemple relever les forces et les faiblesses des méthodes utilisées pour la collecte des données.*
(FL1 : L3; FL2 : CÉ5, CO5, PÉ5, PO5)
RAG : C2, C5

- Commencer la période d'observation lors d'une nouvelle lune;
- Observer la Lune à la même heure tous les jours;
- Noter les coordonnées dans un tableau;
- Esquisser l'apparence de la Lune à tous les jours, indiquer le pourcentage d'illumination;
- Sauter une journée, si le temps est nuageux.

Distribuer un tableau et des graphiques pour enregistrer les données (voir les annexes 7, 8 et 9).

D) Indiquer aux élèves qu'ils doivent choisir un projet parmi les choix suivants :

- observer le même corps céleste de quatre à huit fois pendant une période de 24 heures s'échelonnant sur plusieurs journées (par exemple la Lune ou le Soleil);
- observer un corps céleste à la même heure en soirée pendant quelques semaines (par exemple une étoile particulière);
- observer un corps céleste à la même heure au cours de la journée pendant quelques semaines (par exemple le Soleil ou une planète visible à l'œil nu).

Préparer une note à l'intention des parents qui explique les attentes du projet de sorte que les parents puissent appuyer l'élève en dehors des heures de classe.

S'assurer que les élèves prennent en notes non seulement les données quant à la position de l'astre, mais également d'autres observations qualitatives à son sujet.

Mettre à la disposition des élèves divers livres ou articles de revues traitant de l'observation par des amateurs de corps célestes afin qu'ils puissent choisir des astres qui les intéressent et dont l'observation à l'œil nu est possible à ce temps de l'année. Voici une liste de ressources utiles :

- les manuels de l'élève d'*Omnisciences 9* et de *Sciences 9* et les documents qui s'y rattachent;

suite à la page 4.28

Stratégies d'évaluation suggérées

①

Évaluer l'astrolabe fabriqué par les élèves au moyen de l'échelle d'appréciation suivante :

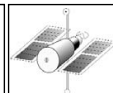
Les grilles d'évaluation atteignent leur pleine efficacité lorsqu'elles sont le fruit de discussions auxquelles participe le groupe, et qu'un consensus est atteint avant la tenue de l'activité.

Niveau de rendement	Critères
5	L'astrolabe peut servir à mesurer, avec beaucoup d'exactitude et de précision, l'altitude d'un objet observé. Il a été bien construit.
4	L'astrolabe peut servir à mesurer l'altitude d'un objet observé, mais il manque d'exactitude. Il a été bien construit.
3	L'astrolabe peut servir à mesurer l'altitude d'un objet observé, mais il manque d'exactitude. Il n'a pas été soigneusement construit.
2	L'astrolabe ne mesure pas l'altitude, mais il a été soigneusement construit.
1	L'astrolabe ne mesure pas l'altitude et sa construction, peu soignée, est de piètre qualité.

②

Évaluer de temps à autre la précision et l'exactitude des données recueillies lors de l'observation de la Lune au moyen de l'astrolabe, de la « technique de l'angle formé par la main » et de la boussole.

suite à la page 4.29



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc A **L'observation des corps célestes**

L'élève sera apte à :

S1-4-01 employer un système de coordonnées pour situer des corps célestes visibles et fabriquer un astrolabe pour déterminer leur position, entre autres l'altitude et l'azimut;
RAG : C2, C3, D6

S1-4-02 observer le mouvement de corps célestes visibles et organiser les données recueillies,
par exemple tracer un graphique des données sur le lever et le coucher du Soleil, suivre la position de la Lune et des planètes pendant un certain temps, tenir un journal des changements dans le ciel nocturne;
RAG : C2, C5, C6, D6

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 4.27)

- des livres tels que *Atlas du ciel, Découvrir le ciel et la nuit, Le guide de l'astronome, Guide de l'astronomie d'amateur* et *L'observation du ciel : guide d'astronomie pratique*;
- des cédéroms tels que *Cosmos : voyage dans l'Univers* et *Encyclopédie de l'espace et de l'Univers*;
- des sites Web tels que *Astronomie visuelle, Club des astronomes amateurs de Laval, Planétarium du Manitoba* et *La Société royale d'astronomie du Canada*;
- des cartes célestes.

Distribuer aux élèves un nombre suffisant de tableaux vierges (voir l'annexe 10) grâce auxquels ils pourront organiser leurs données. Au fur et à mesure que les données sont recueillies, inviter les élèves à les présenter sous forme de diagrammes ou de graphiques appropriés, par exemple :

- l'altitude et l'azimut du Soleil pendant une semaine, sur un diagramme circulaire;
- un graphique de l'azimut du lever du Soleil lors du 21^e jour de chaque mois, de janvier à décembre;
- l'azimut et l'altitude de la Lune pendant 14 jours;
- l'azimut et l'altitude d'une planète (Mars, Vénus ou Jupiter) ou d'une étoile pendant plusieurs semaines sur un diagramme circulaire;
- l'azimut et l'altitude d'une comète lors de sa traversée visible.

Encourager les élèves à exploiter un chiffrier électronique ou un logiciel de traitement graphique des données pour la présentation de leurs observations.

Repasser les notions de **précision** (*Winnipeg a-t-elle une population de 675 000, de 675 400, de 675 430 ou de 675 438 habitants?*) et d'**exactitude** (*Winnipeg a-t-elle une population de 150 000, de 675 000 ou de 2 350 000 habitants?*).

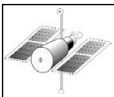
E) Faire une mise en commun des divers projets et amener les élèves à prendre conscience suite à leurs observations des corps célestes que les astres bougent.

Discuter des problèmes occasionnés par l'absence de données :

- *De quelles façons peut-on y remédier?* (Observation assidue; utilisation de données publiées dans un site Web ou dans les journaux si le temps est défavorable; observation en campagne loin des lumières de la ville.)
- *Jusqu'à quel point les données absentes ou irrégulières compromettent-elles la validité de l'étude? Expliquer.* (Si les données absentes ou irrégulières présentent un trop grand écart, elles peuvent empêcher de discerner des trajectoires et des régularités de mouvement dans la voûte céleste. De plus, affirmer de telles trajectoires ou régularités sans preuves suffisantes à l'appui risque de fausser les conclusions.)
- *Quelle est l'opinion des scientifiques au sujet de données absentes ou irrégulières? Quels réflexes scientifiques entraînent-elles?* (Le scepticisme des scientifiques exige une confirmation de toute observation par la répétition de l'expérience ou par l'obtention des mêmes résultats par d'autres chercheurs indépendants; cela est particulièrement vrai lorsqu'il s'agit d'observations inhabituelles ou complètement nouvelles.)

En fin

- ❶
- A) L'astrolabe est un instrument d'origine médiévale. Inviter les élèves à rédiger dans leur carnet scientifique une appréciation de cette invention.
- *As-tu trouvé cet instrument facile à utiliser?*
 - *Aurais-tu des améliorations à suggérer pour sa fabrication?*
 - *Connais-tu une meilleure façon de situer les corps célestes?*



S1-0-5b estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI;
(Maths 8^e : 4.1; Maths S1 : 9.1)
RAG : C2

S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

S1-0-6c évaluer le plan initial d'une étude scientifique et proposer des améliorations, *par exemple relever les forces et les faiblesses des méthodes utilisées pour la collecte des données.*
(FL1 : L3; FL2 : CÉ5, CO5, PÉ5, PO5)
RAG : C2, C5

B) Demander aux élèves de commenter dans leur carnet scientifique la qualité, la validité et la pertinence de leurs observations.

- *Qu'as-tu appris? Qu'as-tu compris?*
- *Tes observations sont-elles conformes à celles prévues par les astronomes? Pourquoi?*
- *Quel est le degré de précision de tes observations?*
- *Quel est le degré d'exactitude de tes observations?*
- *Est-ce que l'altitude d'un corps céleste variera selon le lieu d'observation : du haut des montagnes Rocheuses? au pôle Nord? au pôle Sud? au fond du Grand Canyon?*
- *Est-ce que cette étude était valable pour toi? Qu'en retiens-tu?*
- *Qu'aurais-tu aimé poursuivre ou essayer?*

En plus

1
Repasser les notions rattachées aux constellations. Souligner que celles-ci ne sont que des représentations à deux dimensions d'étoiles qui n'ont en réalité aucune parenté entre elles. Dans une même constellation, une étoile à proximité de la Terre peut être « voisine » d'une autre étoile qui est pourtant à des millions d'années-lumière de distance.

2
Discuter de la question suivante : *Y a-t-il des étoiles et des constellations qui sont toujours visibles dans le ciel du Manitoba et comment ceci peut-il s'expliquer?* (L'angle d'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre fait en sorte que Polaris, mieux connue sous le nom d'étoile Polaire, est toujours visible.)

3
Encourager les élèves qui se passionnent pour l'astronomie à explorer d'autres systèmes de coordonnées pour noter leurs observations, par exemple la déclinaison et l'ascension droite.

suite à la page 4.30

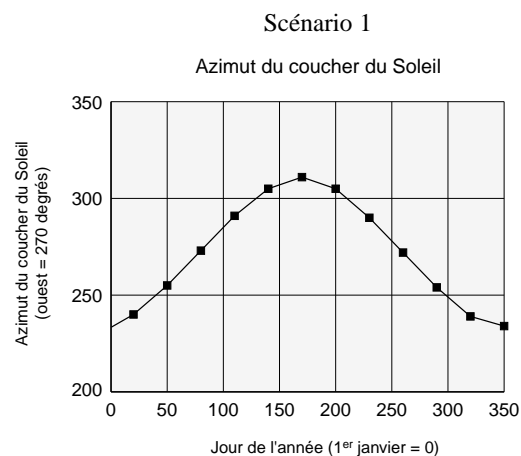
Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 4.27)

3
Proposer aux élèves un test comportant des questions telles que celles-ci :

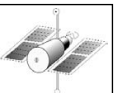
- a) *Vous observez une étoile qui est située directement au-dessus de votre tête. Ce point céleste s'appelle « zénith »; quelle en est l'altitude? (90°)*
- b) *Quelles sont les coordonnées d'une planète visible au sud-est et qui est à mi-chemin entre l'horizon et le zénith? (altitude 45°, azimut 135°)*
- c) *Quelles sont les coordonnées de la Lune quand elle se trouve précisément à l'est et à 10° au-dessus de l'horizon? (altitude 10°, azimut 90°)*

4
Distribuer des exemples de données liées à l'observation astronomique et demander aux élèves d'utiliser ces données pour construire un graphique. Inviter les élèves à interpréter les résultats (voir l'annexe 11).

Voici le corrigé des graphiques pour l'annexe 11.



suite à la page 4.31



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc A
**L'observation des
corps célestes**

L'élève sera apte à :

S1-4-01 employer un système de coordonnées pour situer des corps célestes visibles et fabriquer un astrolabe pour déterminer leur position, entre autres l'altitude et l'azimut;
RAG : C2, C3, D6

S1-4-02 observer le mouvement de corps célestes visibles et organiser les données recueillies,
par exemple tracer un graphique des données sur le lever et le coucher du Soleil, suivre la position de la Lune et des planètes pendant un certain temps, tenir un journal des changements dans le ciel nocturne;
RAG : C2, C5, C6, D6

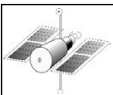
Stratégies d'enseignement suggérées
(suite de la page 4.29)

En jeu



Aborder les questions suivantes avec les élèves :

- *Comment peut-on assurer une meilleure appréciation de l'observation du ciel si les élèves ne sont pas à l'école en soirée? si la pollution lumineuse empêche de discerner les corps célestes? si les intempéries empêchent la régularité des observations?*



S1-0-5b estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI;
(Maths 8^e : 4.1; Maths S1 : 9.1)
RAG : C2

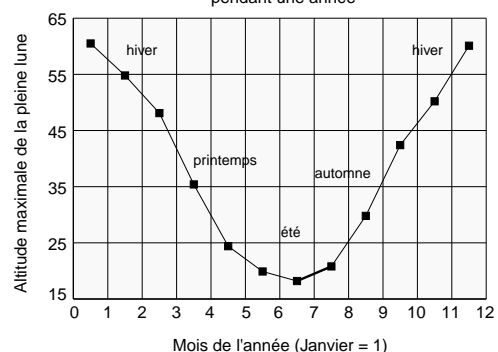
S1-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1, PÉ5, PO1, PO5; Maths 8^e : 2.1.4; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

S1-0-6c évaluer le plan initial d'une étude scientifique et proposer des améliorations, *par exemple relever les forces et les faiblesses des méthodes utilisées pour la collecte des données.*
(FL1 : L3; FL2 : CÉ5, CO5, PÉ5, PO5)
RAG : C2, C5

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 4.29)

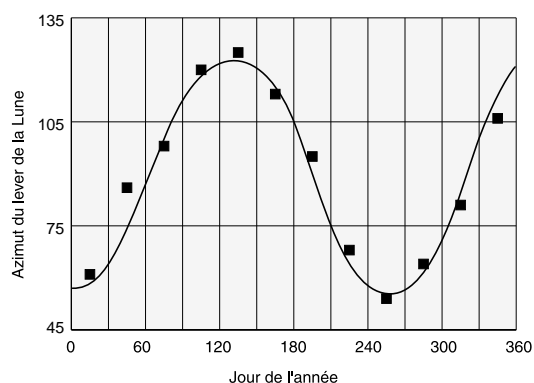
Scénario 2

Altitude maximale de la pleine lune pendant une année



Scénario 3

Azimuth du lever de la Lune pendant une année

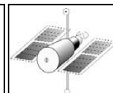


5

Évaluer la collecte et le traitement des observations des astres selon des critères précis (voir l'annexe 12).

6

Évaluer les diagrammes ou les graphiques inclus dans le projet d'observation (voir l'annexe 13).



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc B **Les corps célestes et la navigation**

L'élève sera apte à :

S1-4-03 étudier de quelles façons diverses cultures ont utilisé leurs connaissances de la position et du mouvement des corps célestes visibles pour la navigation;
RAG : A4, B1, B2, D6

S1-0-2a ☛ sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines; (FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Vérifier auprès des élèves ceux qui se sont déjà servis des étoiles ou du Soleil pour se situer ou pour déterminer les points cardinaux. Leur demander de relater leur expérience personnelle.

De nombreux sites Web, tels que *Les méthodes de la navigation astronomique*, traitent des diverses techniques de navigation liées aux astres et en fournissent des jalons historiques.

Poser la question suivante à toute la classe :

- *Avant l'invention de la boussole, que faisaient les humains pour savoir dans quelle direction ils voyageaient ou naviguaient? Inviter les élèves à proposer des hypothèses à ce sujet qui seront vérifiées plus tard.*

❷

Visionner un extrait de film dans lequel on montre un navire ou des naufragés à la dérive sur une grande étendue d'eau, loin de la terre ferme. Inviter les élèves à s'imaginer parmi ces gens et à proposer une méthode pour s'orienter.

En quête

❶

A) Proposer aux élèves la situation fictive suivante :

On organise un concours international pour commémorer l'histoire de la navigation céleste et on demande à plusieurs pays de traverser une étendue d'eau comme l'ont fait leurs ancêtres au moyen de la technologie dont ils disposaient alors.

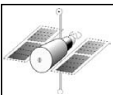
Inviter les élèves à former des groupes et à choisir la civilisation qu'ils incarneront. Voici des exemples de peuples qui pourraient intéresser les élèves : les Phéniciens, les Polynésiens, les Chinois, les Grecs, les Romains, les Vikings, les Basques, les Arabes, les Espagnols, les Premières nations, les Inuits, etc.

Pour leur projet, voici une liste de renseignements que chaque groupe doit recenser :

- *À quelle époque et à quel endroit ce peuple vivait-il?*
- *Quelle était l'ampleur et le développement technologique de la navigation chez ce peuple?*
- *Vers où naviguait-il? (Navigait-il de façon systématique ou aléatoire?) Ce peuple a-t-il rejoint ou colonisé des lieux qui lui étaient inconnus?*
- *Comment utilisait-il la voûte céleste pour naviguer? Ses techniques de navigation étaient-elles efficaces en toutes circonstances (nuit, jour, temps nuageux, saison, emplacement, etc.)?*
- *Les connaissances de ce peuple en matière de navigation étaient-elles très répandues dans la population ou seulement l'apanage de certains experts?*
- *Ce peuple a-t-il légué des connaissances astronomiques à de futurs navigateurs?*
- *Les connaissances en navigation de ce peuple se sont-elles avérées un atout important par rapport aux autres peuples?*

L'annexe 14 donne des renseignements sur l'histoire de la navigation d'après les étoiles.

Inviter chaque groupe à présenter sa recherche à toute la classe sous une forme ou une autre. Distribuer une feuille de route lors des présentations pour permettre aux élèves de prendre en note l'essentiel de chacune des présentations (voir l'annexe 15).



S1-0-8a **C** distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits;
RAG : A3

S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG : A2, A3, C2, C3

B) Discuter de la différence entre les sciences et la technologie (voir l'annexe 16). Proposer aux élèves de créer un tableau qui illustre ces différences en utilisant la navigation céleste comme contexte.

- *Dans quel(s) but(s) observait-on les astres?*
- *Quel(s) procédé(s) utilisait-on?*
- *Quel(s) était(étaient) le(s) produit(s)? (Cherchait-on une réponse à une question scientifique, une solution à un problème technologique ou une décision qui touche à un enjeu STSE?)*
- *Quels étaient les enjeux à cette époque? (contextes religieux, politiques, xénophobie et peur de l'inconnu, nouveaux marchés ou sources de richesses, longueur des trajets, survie de l'équipage loin des terres)*
- *Les sciences précèdent-elles toujours la technologie?*
- *Les enjeux sont-ils toujours le résultat des sciences et de la technologie?*
- *Aujourd'hui, lorsque vous observez le ciel, s'agit-il d'une activité de nature scientifique ou technologique?*

En fin

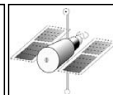
1
Aborder une discussion en classe à partir des questions suivantes :

- *Les divers peuples présentés en classe naviguaient-ils de façon systématique ou aléatoire?*
- *Comment faisaient-ils pour se rendre à bon port sans boussole?*
- *Quelles personnes possédaient les connaissances nécessaires pour orienter les navigateurs lors des grandes traversées?*
- *Les outils et les instruments employés étaient-ils fiables et pouvaient-ils être utilisés le jour comme la nuit, lors de temps nuageux, en toute saison, etc.?*

suite à la page 4.34

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1**
Utiliser la grille de l'annexe 17 pour évaluer la recherche et la présentation de chaque groupe.
- 2**
Demander aux élèves de résumer et de comparer dans leur carnet scientifique l'emploi par deux peuples différents de la position et du mouvement des corps célestes pour la navigation.
- 3**
Inviter les élèves à compléter un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.24) dans lequel la méthode de navigation du peuple qu'ils ont étudié est comparée à celle qu'un autre groupe a étudiée. Insister pour que le cadre comprenne au moins deux ressemblances et deux différences pertinentes.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc B **Les corps célestes et la navigation**

L'élève sera apte à :

S1-4-03 étudier de quelles façons diverses cultures ont utilisé leurs connaissances de la position et du mouvement des corps célestes visibles pour la navigation;
RAG : A4, B1, B2, D6

S1-0-2a **C** sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines; (FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 4.33)

2

Revenir sur le scénario de la section « En tête 2 » et inviter les élèves à rédiger dans leur carnet scientifique une réaction à l'un des énoncés suivants :

- « Naufragés, les capitaines de navire se seraient mieux débrouillés autrefois qu'aujourd'hui. »
- « C'est grâce aux sciences que les anciens navigateurs ont eu le goût d'observer des corps célestes. »

3

Inviter un historien ou un anthropologue ou tout autre expert à venir parler en classe de ce que représentait la navigation pour différentes cultures.

En plus

1

Aborder les connaissances astronomiques d'anciens peuples tels que les Égyptiens, les Hindous, les Chinois et les Mayas pour établir leur calendrier.

2

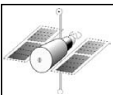
Sensibiliser les élèves au fait que les oiseaux utilisent aussi le Soleil et les étoiles pour s'orienter. Certains chercheurs ont rapporté qu'un oiseau capturé en Angleterre et transporté aux États-Unis était reparti aussitôt qu'il a fait soleil et a volé pendant presque une semaine pour retourner à son nid. Inviter les élèves à trouver des extraits de telles recherches.

En jeu

1

Discuter des questions suivantes avec les élèves :

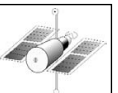
- *Y a-t-il des traditions ou des techniques anciennes qu'on a perdues?*
- *Y a-t-il des techniques que l'on devrait conserver?*
- *L'observation du ciel est-elle nécessaire de nos jours pour la navigation?*



S1-0-8a **C** distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits;
RAG : A3

S1-0-8b expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG : A2, A3, C2, C3

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc C **La Terre et l'espace**

L'élève sera apte à :

S1-4-04 comparer, au cours de l'histoire, diverses conceptions de la relation entre la Terre et l'espace, entre autres les modèles géocentriques et héliocentriques;
RAG : A2, A4, B2, E2

S1-4-05 expliquer le mouvement apparent du Soleil, des étoiles, des planètes et de la Lune vus de la Terre, entre autres les levers et couchers quotidiens, les constellations saisonnières, le mouvement rétrograde;
RAG : D4, D6, E2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête



Au tableau, dessiner un tableau en T et demander aux élèves s'ils sont capables de classer le peuple qu'ils ont étudié sous l'une ou l'autre des grandes conceptions de la relation entre la Terre et l'espace, notamment les modèles géocentrique et héliocentrique.

Le élèves ont déjà étudié en 6^e année des modèles scientifiques servant à expliquer la position de la Terre dans l'espace sans toutefois se servir des termes « géocentrique » et « héliocentrique ».

En quête



A) Aborder l'histoire de l'astronomie, en commençant avec les observations du ciel et les régularités quotidiennes, lunaires et saisonnières qui laissaient perplexes les humains de l'Antiquité (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 430-434, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 410-411). On a pendant longtemps considéré comme vérité absolue la notion géocentrique de l'Univers (par exemple, le modèle du philosophe Ptolémée ou le modèle du philosophe grec Aristote); ce n'est que depuis le modèle héliocentrique de l'astronome polonais Copernic que l'astronomie moderne a connu son essor (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 435-438, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 438-439). Noter sur une ligne du temps les grandes époques de l'astronomie et les principaux personnages qui en ont marqué l'essor.

Des personnages importants dans l'histoire de l'astronomie sont indiqués à l'annexe 18.

B) Souligner l'importance de l'observation du mouvement apparent des corps célestes pour justifier les diverses conceptions de l'Univers. Discuter avec les élèves des questions suivantes :

- Pourquoi le mouvement apparent des astres est-il différent de leur mouvement réel?
- De quelles façons la forme sphérique de la Terre influe-t-elle sur la perception des astres?
- De quelles façons la rotation de la Terre influe-t-elle sur la perception des astres?
- De quelles façons la révolution de la Terre influe-t-elle sur la perception des astres?
- De quelle façon l'atmosphère terrestre influe-t-elle sur la perception des astres?

Pour connaître les réponses à ces questions, consulter *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 437, 440-441, 455; ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 403-407.

C) Former des groupes et inviter chacun d'eux à préparer une démonstration assez fidèle d'un type de mouvement particulier. Voici une liste des mouvements apparents que les élèves doivent être en mesure d'expliquer :

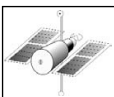
- les levers et couchers du Soleil;
- les constellations saisonnières (on pourrait les répartir en plus d'un groupe);
- le mouvement rétrograde des planètes;
- les phases de la Lune.

Pendant les démonstrations de chaque groupe, s'assurer que chaque élève a en main quatre cadres de concept (voir l'annexe 19) pour la prise de notes (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.10, 11.24, 11.36).

En fin



Suite aux démonstrations, demander aux élèves de répondre aux quatre questions suivantes dans leur carnet scientifique :



S1-0-1b sélectionner diverses méthodes permettant de répondre à des questions précises et en justifier le choix;
(FL2 : PÉ4, PO4; Maths S1 : 1.1.6)
RAG : C2

S1-0-8e discuter du fait que des personnes de diverses cultures ont contribué au développement des sciences et de la technologie;
(FL1 : C1; FL2 : CÉ3, CO3, V)
RAG : A4, A5

S1-0-9d valoriser l'ouverture d'esprit, le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision et la persévérance en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques.
(FL2 : V)
RAG : C2, C3, C4, C5

- Pourquoi le Soleil se lève-t-il et se couche-t-il?
- Pourquoi la Lune voyage-t-elle aussi dans le ciel?
- Pourquoi ne peut-on pas voir les mêmes étoiles au fil des saisons? (Il existe pour chaque latitude des étoiles circumpolaires qui sont observables à l'année longue.)
- Qu'est-ce que le mouvement rétrograde d'un astre?

En plus

1
Discuter et démontrer le phénomène d'éclipse (vu en 6^e année) ou inviter des élèves de 6^e année à venir en parler.

2
Inviter les élèves à étudier le procès de Galilée. Présenter la vidéocassette *Galileo Galilei* ou le cédérom *Galilée : et pourtant elle tourne* qui traitent de cette partie de l'histoire médiévale.

3
Inviter les élèves passionnés par l'histoire de l'astronomie à poursuivre une recherche plus approfondie sur les percées astronomiques de divers peuples du passé : les Égyptiens, les Grecs, les Chinois, les Celtes, les Mayas, les Incas, les Polynésiens, etc. Demander aux élèves de rédiger leur résumé de recherche comme s'il s'agissait d'une lettre écrite par un astronome de l'époque.

4
Demander aux élèves de trouver des mythes ou des légendes anciennes qui expliquent le mouvement de certains astres dans le ciel et à venir les raconter en classe.

5
Discuter de certains cycles, régularités ou expressions qui seraient à juste titre ou fautivement liés aux phases de la Lune : le cycle menstruel, par exemple, ou l'expression « être bien ou mal luné ».

suite à la page 4.38

Stratégies d'évaluation suggérées

1
Amener les élèves à comparer les conceptions géocentriques et héliocentriques de l'Univers (voir l'annexe 20).

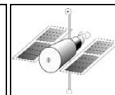
- *Quelle est la conception actuelle de notre Univers? Depuis quand a-t-elle la faveur des astronomes?* (Depuis le XX^e siècle, on sait que le Soleil n'est qu'une petite étoile aux abords de la Voie lactée, une galaxie parmi tant d'autres; les cosmologues se demandent toujours si les galaxies s'éloignent les unes des autres ou si elles se rapprochent.)

2
Évaluer la démonstration réalisée par chaque groupe. Accorder une attention particulière au souci qu'a eu le groupe d'expliquer clairement son concept aux autres élèves et de répondre aux questions soulevées.

3
Inviter les élèves à reprendre l'exercice de l'annexe 10 avec le tableau de données suivant pour une planète. Ils doivent constater que son mouvement est rétrograde.

Date de l'observation	Azimut de la planète X (mesuré à la même heure)
1 ^{er} juillet	113°
15 juillet	105°
1 ^{er} août	98°
15 août	94°
1 ^{er} septembre	93°
15 septembre	94°
1 ^{er} octobre	102°
15 octobre	102°
1 ^{er} novembre	108°
15 novembre	109°
1 ^{er} décembre	101°
15 décembre	95°
1 ^{er} janvier	90°

suite à la page 4.39



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc C La Terre et l'espace

L'élève sera apte à :

S1-4-04 comparer, au cours de l'histoire, diverses conceptions de la relation entre la Terre et l'espace, entre autres les modèles géocentriques et héliocentriques;
RAG : A2, A4, B2, E2

S1-4-05 expliquer le mouvement apparent du Soleil, des étoiles, des planètes et de la Lune vus de la Terre, entre autres les levers et couchers quotidiens, les constellations saisonnières, le mouvement rétrograde;
RAG : D4, D6, E2

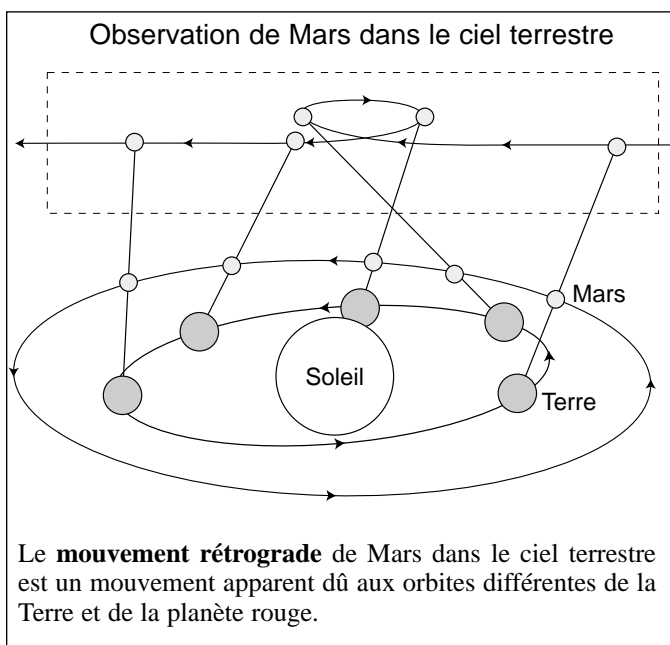
Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 4.37)

En jeu

❶ Inviter les élèves à amorcer une réflexion dans leur carnet scientifique à partir de l'affirmation suivante :

- « Les humains ont une conception homocentrique de l'Univers (c'est-à-dire centrée sur l'être humain) et les émissions et les films de science-fiction le confirment. »

Es-tu d'accord avec cette affirmation? Explique.

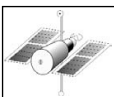


Il existe de nombreux **mythes anciens** qui tentent d'expliquer la création de l'Univers et la nature de la Terre et des astres. À titre d'exemples :

- Les Camerounais croyaient qu'au début du monde le ciel et la terre étaient si près l'un de l'autre que les humains devaient s'y promener le dos courbé et se nourrissaient en arrachant des morceaux du ciel. Malheureusement, une jeune fille frappa par mégarde le ciel de son pilon, et depuis ce temps le dieu s'est retiré très haut, loin de la portée des humains.
- Les Chinois de l'antiquité, eux, croyaient que P'an-kou, né dans l'œuf formé par le Ciel et la Terre au début de la Terre, grandit durant 18 000 ans en les éloignant peu à peu l'un de l'autre. Les Hindous ont une explication très semblable : Brahma créa d'abord les eaux, y déposa une graine qui devint l'œuf de la création. Brahma brisa l'œuf en deux demies, l'une en or (d'où sont issus les cioux) et l'autre en argent (la Terre).
- Les Égyptiens du 2^e millénaire avant Jésus-Christ, croyaient qu'un bateau sacré transportait le dieu Soleil Ra (Atum). Chaque matin ce bateau émergeait de l'horizon et traversait l'océan céleste pour disparaître à l'ouest et voyager la nuit dans le monde infernal. Le dieu Soleil s'était créé à partir d'un monde-océan puis il avait façonné une petite butte de sol qui était devenue la Terre.
- Chez les Vikings du XII^e siècle après Jésus-Christ, il n'y avait rien du tout au début du monde. Les dieux Odin et Thor façonnèrent une Terre plate au milieu de laquelle poussait l'énorme arbre de la vie, Yggdrasill. Cet arbre était nourri par trois sources éternelles et magiques.

Le calendrier : lunaire ou solaire?

Les premiers calendriers furent créés à partir des mouvements de la Lune. Le cycle lunaire durait 29 ou 30 jours, et une « année » pouvait se diviser en 12 « mois » pour faire environ 354 jours. Au fur et à mesure que l'agriculture devint importante, on s'aperçut que le calendrier lunaire ne permettait plus de bien tenir compte des saisons et de l'année car celle-ci était plutôt régie par le Soleil. En 2800 avant Jésus-Christ, les Égyptiens possédaient déjà un calendrier de 365 jours. (Il ne leur manquait que le dernier quart de journée.)



S1-0-1b sélectionner diverses méthodes permettant de répondre à des questions précises et en justifier le choix;
(FL2 : PÉ4, PO4; Maths S1 : 1.1.6)
RAG : C2

S1-0-8e discuter du fait que des personnes de diverses cultures ont contribué au développement des sciences et de la technologie;
(FL1 : C1; FL2 : CÉ3, CO3, V)
RAG : A4, A5

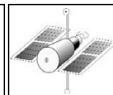
S1-0-9d valoriser l'ouverture d'esprit, le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision et la persévérance en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques.
(FL2 : V)
RAG : C2, C3, C4, C5

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 4.37)

4

Demander aux élèves de schématiser ou de donner dans leur carnet scientifique une explication sommaire des phénomènes suivants :

- *Pourquoi le Soleil se lève-t-il à l'est et se couche-t-il à l'ouest?* (La Terre est en rotation perpétuelle vers l'est, ce qui fait que c'est à l'est qu'un observateur aperçoit les premières lueurs de la journée.)
- *Pourquoi y a-t-il des phases de la Lune?* (La Lune est en révolution autour de la Terre; on peut l'apercevoir dans le ciel lorsqu'elle est illuminée par le Soleil; parfois la Terre obscurcit l'illumination de la Lune.)
- *Pourquoi les constellations changent-elles au fil des saisons?* (Les étoiles sont très éloignées de la Terre et elles ont une position relativement fixe par rapport à notre planète; celle-ci est en révolution et se déplace dans le système solaire et, par conséquent, l'on aperçoit les étoiles à partir de perspectives changeantes; de plus, les étoiles d'une même constellation ne sont pas liées physiquement; en fait, elles sont habituellement à de nombreuses années-lumière l'une de l'autre, ce qui contribue aussi à déformer légèrement la constellation au fur et à mesure que la Terre se déplace.)
- *Pourquoi certaines étoiles ne sont-elles visibles qu'à l'hémisphère Sud de la Terre?* (Certaines étoiles situées dans le ciel de l'hémisphère Sud sont obscurcies par la Terre lorsqu'un observateur de l'hémisphère Nord cherche à les voir.)
- *Pourquoi Mars décrit-elle une trajectoire rétrograde dans le ciel terrestre?* (Voir l'encadré à la page 4.38.)
- *Pourquoi le Soleil de midi a-t-il une altitude moins élevée en hiver qu'en été?* (L'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre et la révolution de la Terre autour du Soleil font en sorte que le Soleil surplombe des latitudes plus au nord en été qu'en hiver.)



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc D **L'origine et les composantes de l'Univers**

L'élève sera apte à :

S1-4-06 différencier les unités de distance astronomique et effectuer de simples calculs avec ces unités, entre autres l'unité astronomique (UA), l'année-lumière, la triangulation;
RAG : C2, D6

S1-4-07 comparer des perspectives culturelles sur l'origine et l'évolution de l'Univers à des perspectives scientifiques;
RAG : A1, A2, A4, D6

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Écrire les termes suivants au tableau : planètes, lunes, comètes, astéroïdes, nébuleuses, étoiles, galaxies et trous noirs.

Inviter les élèves à les ordonner :

- du plus petit au plus grand;
- du plus proche au plus loin (de la Terre).

Évaluer par l'entremise des discussions qui s'ensuivent quelles sont les connaissances antérieures des élèves par rapport à ces termes.

❷

Présenter la vidéocassette *Au delà du système solaire* ou tout autre documentaire qui traite des principales composantes de l'Univers, demander aux élèves de noter le vocabulaire lié au thème de cette étude. Discuter de ce que les élèves ont appris, repasser le vocabulaire et vérifier ce que les élèves savent ou comprennent.

❸

Distribuer une feuille sur laquelle on voit des représentations de certaines composantes de l'Univers (voir l'annexe 21) et inviter les élèves à les identifier. Faire voir et comprendre comment on peut représenter diverses formes selon des perspectives différentes.

En quête

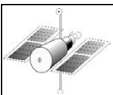
❶

A) Repasser les unités de distance astronomique et s'assurer que les élèves savent comparer les kilomètres, les unités astronomiques (UA) et les années-lumière (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 445, 491, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 444-447). Inviter les élèves à dresser un plan du système solaire en utilisant les UA (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 491, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 418-421).


L'unité astronomique (UA) vaut environ 149 599 000 km; elle représente la distance moyenne entre le Soleil et la Terre. La Terre est donc à 1 UA du Soleil, tandis que Mars est à 1,5 UA de notre étoile. Une année-lumière (al) représente la distance franchie par un rayon de lumière en un an, environ 9 460 000 000 000 km ou environ 63 240 UA. L'étoile la plus proche de la Terre (à l'exception du Soleil) est Proxima du Centaure, à 4,28 années-lumière ou 272 000 UA. Les astronomes utilisent aussi le parsec (pc) comme unité de mesure; le parsec équivaut à environ 32,6 années-lumière.

Proposer les questions suivantes aux élèves :

- Pourquoi les unités terrestres (par exemple, le kilomètre) ne sont-elles pas employées pour calculer les distances dans l'Univers? (Les distances en kilomètres sont si énormes que les nombres nécessaires seraient encombrants.)
- Quelles distances les années-lumière mesurent-elles? (Les années-lumière conviennent aux distances entre les étoiles tandis que les unités astronomiques se prêtent mieux aux distances au sein du système solaire.)
- On estime que la distance entre la planète X et le Soleil est 13 UA. Que retrouve-t-on entre ces deux corps? (Presque entièrement du vide, avec d'infimes quantités de poussière.)



S1-4-08 différencier les principales composantes de l'Univers, entre autres les planètes, les lunes, les comètes, les astéroïdes, les nébuleuses, les étoiles, les galaxies, les trous noirs;
RAG : D6, E1, E2

S1-0-2a  sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines;
(FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension.
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

- *On estime qu'une étoile est à 575 000 UA de la Terre. Quelle serait cette même distance en années-lumière? (9,09 années-lumière)*

Distribuer l'exercice de calcul d'unités en astronomie (voir l'annexe 22). Revoir les réponses avec les élèves au fur et à mesure qu'ils avancent :

1. 0,0024 UA; 0,0027 UA
2. 5 909 000 000 km
3. 8,8 années
4. 700 années-lumière
5. 570,5 années-lumière
6. 402 000 années-lumière
7. 100 000 années-lumière; 3000 années-lumière
8. 208 000 000 000 000 000 (ou $2,08 \times 10^{20}$) km
9. environ 6 heures; environ 40 ans
10. 8,3 minutes

B) Discuter de la triangulation et de ses applications (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 489-493, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 442-443).

- *Quels sont les facteurs qui peuvent faire varier les réponses lors d'un calcul au moyen de la triangulation?*

C) Rassembler les élèves en petits groupes. Inviter chaque groupe à créer une affiche. Cette affiche sera divisée en six sections et elle permettra une comparaison rapide entre les composantes de l'Univers.

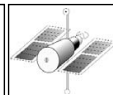
les planètes	les étoiles
les lunes	les nébuleuses
les astéroïdes et les comètes	les galaxies et les trous noirs

suite à la page 4.42

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1** Inviter les élèves à compléter, pour les diverses composantes de l'Univers, des énoncés tels que :
 - *Une planète c'est ...*
 - *Une planète ce n'est pas ...*
- 2** Préparer un test sur le modèle de l'annexe 22.
- 3** Évaluer le vocabulaire scientifique par l'entremise d'une activité ou d'un jeu (voir l'annexe 23).
- 4** Distribuer le test de l'annexe 24. Inviter les élèves à le compléter à l'aide de leur manuel et de leurs notes. Les réponses sont indiquées ci-dessous :
 1. planète, 9
 2. gravité, la Voie lactée
 3. lunes, astéroïdes, anneaux
 4. Jupiter, 1000, minéraux
 5. Jupiter, Pluton, la Terre
 6. Jupiter, Saturne, Neptune, Uranus, lunes
 7. la Terre, le Soleil, 150 000 000, un rayon lumineux, un an, 63 000
 8. comète, ellipse, Halley
 9. étoile, fusion nucléaire, un million, solaires, aurores boréales
 10. le Soleil, Alpha du Centaure, 4 à 5, jaune, bleues, rouges
 11. apparente, lumière, Sirius
 12. trou noir, gravité, lumière

suite à la page 4.43



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc D **L'origine et les composantes de l'Univers**

L'élève sera apte à :

S1-4-06 différencier les unités de distance astronomique et effectuer de simples calculs avec ces unités, entre autres l'unité astronomique (UA), l'année-lumière, la triangulation;
RAG : C2, D6

S1-4-07 comparer des perspectives culturelles sur l'origine et l'évolution de l'Univers à des perspectives scientifiques;
RAG : A1, A2, A4, D6

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 4.41)

Chaque section de l'affiche devrait fournir les renseignements suivants :

- une définition concise;
- des exemples typiques, illustrés si possible;
- des dimensions réelles (en kilomètres, UA ou années-lumière);
- des dimensions relatives (à la Terre, au Soleil, etc.);
- des distances réelles de la Terre ou du système solaire (en UA ou années-lumière);
- la possibilité de les observer sur Terre ou autrement;
- leur importance pour la Terre et dans l'Univers.

Un survol de la vie des étoiles suffit en secondaire 1. Il n'est pas nécessaire que les élèves apprennent le diagramme de Hertzsprung-Russell ni la notion exacte de séquence ou de série principale.

Les élèves ont déjà étudié les composantes du système solaire en 6^e année. Mettre l'accent sur un exposé sommaire plutôt qu'une recherche exhaustive. Encourager les élèves à utiliser des ressources récentes (il existe de nombreux sites Web à cet effet, entre autres ceux de l'Agence spatiale canadienne et de la NASA). Éviter les ressources ayant plus de 15 ans car les découvertes dans ce domaine se font à un rythme accéléré.

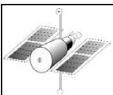
La **densité** moyenne de l'Univers est environ 1 atome par mètre cube. Ceci correspond à un grain de sable perdu dans un volume ayant 30 km de profondeur, 30 km de hauteur et 30 km de largeur. À part ce « grain de sable », l'Univers n'est que du vide.

Si le temps le permet et les élèves démontrent de l'enthousiasme pour le sujet, on pourrait suggérer une recherche plus approfondie pour présenter à toute la classe un exposé détaillé de l'une des composantes de l'Univers. S'assurer que soient étudiées tant les composantes au-delà du système solaire que celles qui se trouvent à l'intérieur.


Si le Soleil était une orange, la Terre serait un pépin de raisin en orbite à 15 m de cette orange. La Voie lactée serait faite de plus de 100 milliards d'oranges, de cerises et même de très grosses citrouilles, séparées les unes des autres par au moins 2000 km. Les trous noirs auraient une taille microscopique - en réalité leur diamètre est de 30 km ou plus.

C) Repasser certaines notions historiques et culturelles au sujet de la composition de l'Univers (voir le bloc C de ce regroupement) et les comparer avec les renseignements sur les affiches. Distribuer des textes portant sur diverses interprétations et théories sur l'origine et l'évolution de l'Univers (voir *Omnisciences – Manuel de l'élève 9*, chap. 14 et 15, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 436-439, chap. 15). Il se peut que certains élèves soulèvent des perspectives religieuses de l'Univers, par exemple les conceptions bouddhistes, hindoues, judéo-chrétiennes ou autochtones : s'assurer de traiter respectueusement de ces croyances tout en indiquant que les sciences, de par leur nature, proposent des théories qui sont sujettes à des vérifications continues.

Inviter les élèves à résumer en quatre colonnes (disposées sur deux pages côte à côte de leur carnet scientifique) au moins deux perspectives culturelles et deux perspectives scientifiques modernes sur l'origine et l'évolution de l'Univers. Ce travail pourrait également prendre la forme d'un article de journal dans lequel le discours peut être explicatif ou argumentatif. Indiquer aux élèves qu'ils doivent se réserver un espace en bas de chaque colonne pour un commentaire personnel à l'égard de chacune des perspectives qu'ils ont étudiées. Voici des pistes pour cette réflexion :



S1-4-08 différencier les principales composantes de l'Univers, entre autres les planètes, les lunes, les comètes, les astéroïdes, les nébuleuses, les étoiles, les galaxies, les trous noirs;
RAG : D6, E1, E2

S1-0-2a  sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines;
(FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension.
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

- *Quelles sont des forces ou des faiblesses de chaque perspective?*
- *Quels aspects vont au-delà du domaine des sciences?*
- *Quelle est la validité de chaque perspective?*
- *Quelles sont des ressemblances entre ces perspectives?*
- *Quelles perspectives semblent désuètes ou farfelues?*

Deux grandes **théories modernes sur l'origine de l'Univers** font concurrence : la théorie du Big Bang de Georges Lemaître (Belgique, 1931) et la théorie plus récente de l'Univers sans expansion élaborée par Fred Hoyle (Royaume-Uni) et J.V. Narlikar (Inde). Le Big Bang semble l'emporter sur la théorie de l'Univers sans expansion depuis que de nombreuses découvertes récentes par divers astronomes, physiciens et mathématiciens sont venues l'appuyer.

Il est à noter cependant que plusieurs instances culturelles ou religieuses rejettent ces théories modernes, préférant s'appuyer sur leurs perspectives ou croyances historiques ou traditionnelles que l'on peut difficilement ou pas du tout vérifier scientifiquement.

D) Organiser une visite au planétarium pour y voir une présentation sur les étoiles ou l'Univers. Inviter les élèves à résumer la présentation et à rattacher son contenu aux notions qu'ils viennent d'étudier.

- *La présentation au planétarium t'a-t-elle aidé à mieux comprendre certains concepts? Pourquoi?*
- *Quelles autres présentations aimerais-tu voir au planétarium?*
- *Y a-t-il des sites Web ou d'autres ressources qui pourraient mieux te faire comprendre les composantes et l'évolution de l'Univers?*

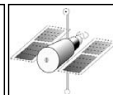
suite à la page 4.44

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 4.41)

13. géocentrique, héliocentrique, la Voie lactée, galaxies
14. galaxie, des centaines de milliards, spirale, ondes radio
15. nébuleuse, hydrogène, hélium, gravité, thermonucléaires
16. masse, naine blanche, neutrons, trou noir, supernovas
17. spectre lumineux, instabilité, étoile, Hubble
18. expansion, contraction
19. Big Bang, 10 à 15 milliards, pression, dispersée
20. cultures ou religions, vérifications

5

Inviter les élèves à remplir un tableau SVA modifié (voir l'annexe 25).



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc D **L'origine et les composantes de l'Univers**

L'élève sera apte à :

S1-4-06 différencier les unités de distance astronomique et effectuer de simples calculs avec ces unités, entre autres l'unité astronomique (UA), l'année-lumière, la triangulation;
RAG : C2, D6

S1-4-07 comparer des perspectives culturelles sur l'origine et l'évolution de l'Univers à des perspectives scientifiques;
RAG : A1, A2, A4, D6

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 4.43)

Donner un suivi aux réflexions des élèves, par exemple rédiger avec la classe une lettre au planétarium, compiler une liste des sites Web que les élèves ont trouvés et la faire circuler ou l'afficher sur le site Web de l'école, regarder une des vidéocassettes qu'ils ont répertoriées, etc.

En fin

❶

Présenter un film ou une émission de science-fiction sur l'exploration de l'Univers et inviter les élèves à en critiquer les aspects scientifiques, compte tenu de ce qu'ils ont appris.

Les élèves pourraient classer les « renseignements » du film selon les catégories suivantes :

- données scientifiques;
- faits erronés;
- hypothèses possibles.

En plus

❶

Discuter des distances astronomiques en comparaison avec les distances terrestres. Aborder la notion de vitesse, trouver la vitesse respective de divers aéronefs et vaisseaux spatiaux et estimer la durée de voyage nécessaire pour se rendre à diverses planètes, étoiles ou galaxies à bord de ces vaisseaux spatiaux.

- *Quels sont les problèmes associés à un voyage à la Lune?*
- *Quels sont les problèmes associés à un voyage à Mars?*
- *Quels sont les problèmes associés à un voyage à Alpha du Centaure?*

❷

Discuter du laps de temps qui s'écoule entre un événement qui se passe à 10 années-lumière et le moment où les humains sur Terre s'en rendent compte.

- *Quand verra-t-on le « présent » qui a lieu à 10 années-lumière de nous?*

❸

Inviter les élèves à dessiner ou à faire une maquette qui démontre la taille relative des composantes de l'Univers. (Ils constateront vite que la Terre n'est qu'un infime point dans la Voie lactée...)

❹

Inviter la classe à créer un calendrier des événements célestes les plus importants (de ce siècle).

❺

Inviter les élèves à poursuivre leur étude de l'Univers :

- en utilisant un télescope;
- en visitant un observatoire;
- en élaborant la biographie de divers astronomes; etc.

En jeu

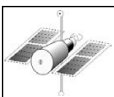
❶

Discuter du scénario suivant avec les élèves :


- Une civilisation extraterrestre à cinq années-lumière de la Terre envoie un message de détresse aux humains. *De quelle façon peut-on y répondre?*

❷

Discuter de l'importance de préserver la biosphère, compte tenu de l'inexistence de planètes habitables à proximité de la nôtre. Les inviter à commenter l'argument suivant des écologistes : « Nous risquons gros à maltraiter cette planète, car les astronomes n'ont jusqu'ici pas trouvé d'autres planètes où l'humanité pourrait se réfugier en cas de catastrophe. »

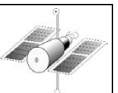


S1-4-08 différencier les principales composantes de l'Univers, entre autres les planètes, les lunes, les comètes, les astéroïdes, les nébuleuses, les étoiles, les galaxies, les trous noirs;
RAG : D6, E1, E2

S1-0-2a  sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources, entre autres imprimées, électroniques, humaines;
(FL1 : É3, L2; FL2 : CÉ1, CO1; Maths 8^e : 2.1; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S1-0-7e réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension.
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc E Les technologies liées à l'espace

L'élève sera apte à :

S1-4-09 expliquer comment diverses technologies ont contribué à accroître notre capacité d'explorer et de comprendre l'Univers, par exemple la robotique, le Télémanipulateur, le télescope Hubble, les véhicules Lunar Rover et Sojourner, la navette spatiale, la station spatiale, les sondes spatiales Pathfinder et Galileo;
RAG : A5, B1, B2, D6

S1-0-8c ☉ décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution;
RAG : A2, A5

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Inviter les élèves à dresser un inventaire des diverses technologies et techniques qui permettent aux astronomes modernes d'étudier l'Univers tout en restant sur la Terre. Les journaux, les revues, les émissions télédiffusées et les sites Web fourniront de nombreuses pistes d'actualité aux élèves.

Tandis qu'en 6^e année les élèves se sont penchés surtout sur les problèmes associés à la survie humaine dans l'espace, en secondaire 1 l'accent est plutôt mis sur l'utilisation de divers appareils et robots pour explorer l'espace.

Parmi les technologies recensées, il pourrait y avoir :

- l'observation directe telle que la faisaient les anciens astronomes;
- la photographie du ciel à divers moments, y compris l'accélééré;
- les télescopes et les observatoires terrestres;
- les télescopes spatiaux tels que Hubble;
- les antennes qui captent les ondes radio et autres rayonnements électromagnétiques;
- les sondes spatiales;
- les robots que l'on peut contrôler à distance;
- les ordinateurs et les logiciels qui permettent de traiter de multiples données et d'identifier des régularités ou des irrégularités;
- la spectroscopie;
- les satellites d'observation et la télé-détection;
- Internet qui permet un partage rapide et mondial de données et de découvertes.

❷

Discuter de la technologie spatiale :

- à l'époque de nos grands-parents;
- de nos jours;
- pour les générations à venir.

Poser les questions suivantes lors de cette discussion :

- *Quelles nouvelles connaissances ou technologies du temps de nos grands-parents a mené aux technologies spatiales modernes?*
- *Quels besoins influencent le développement des technologies futures spatiales?*
- *Quels domaines scientifiques touchent à l'exploration spatiale?*

En quête

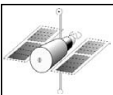
❶

A) Distribuer l'exercice sur l'« arbre généalogique » d'une découverte scientifique ou d'une technologie (voir l'annexe 26). Repasser et discuter de la partie A de l'exercice, puis inviter les élèves à remplir la partie B individuellement. (Choisir un ou plusieurs sujets pour toute la classe.)

Le schéma de l'annexe 16 et le tableau de l'annexe 27 fournissent une comparaison des sciences et de la technologie qui peut aider les élèves à discerner ces deux grandes sphères d'activité humaine.

En petits groupes, inviter les élèves traitant du même sujet à faire une mise en commun dans le but de dresser un nouvel « arbre généalogique ». Poser les questions suivantes pendant un partage au niveau de toute la classe :

- *Pourquoi votre arbre est-il incomplet?* (Toute découverte ou technologie découle de découvertes ou d'inventions antérieures, qu'elles soient récentes ou anciennes.)
- *Est-il toujours nécessaire d'avoir une technologie ou une découverte scientifique antérieure qui précède une découverte scientifique? Une technologie antérieure ou une découverte scientifique qui précède une nouvelle technologie?*



S1-0-9b ● s'intéresser à un large éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences et à la technologie;
RAG : B4

S1-0-9e ● se sensibiliser à l'équilibre qui doit exister entre les besoins humains et un environnement durable, et le démontrer par ses actes.
RAG : B5, C4

(Les sciences et les technologies sont inexorablement liées à travers toute leur histoire, mais il se peut qu'elles aient pu faire à l'occasion certains progrès ponctuels l'une sans l'autre; toutefois, il est presque impossible qu'une découverte ou technologie soit complètement originale et ne s'appuie sur aucun acquis antérieur.)

- *Peut-on toujours classer sans équivoque l'avancement scientifique sous la mention « découverte scientifique » ou « technologie »?* (Non; normalement les sciences et les technologies existent et se renouvellent de façon entrecroisée.)

Il n'est pas nécessaire que les élèves entreprennent une recherche pour cet exercice; leurs connaissances antérieures et leur imagination collectives seront suffisantes pour alimenter l'importante réflexion qu'on leur demande.

B) Inviter les élèves à lire un texte sur les technologies utilisées pour étudier et explorer l'espace (voir *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 516-547, ou *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 448-450, 476-477, 480-483, 486-515). Amener les élèves à approfondir leurs connaissances en consultant d'autres ressources telles que des sites Web ou des revues.

Les technologies liées à l'exploration de l'Univers sont en perpétuelle évolution et il faudrait s'assurer que les élèves aient accès à des renseignements récents. Plusieurs techniques et instruments associés aux missions spatiales ne datent que d'une décennie ou deux.

En salle de classe, expliquer la stratégie de la chaîne des graffitis coopératifs (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.16) grâce à laquelle les élèves résumeront collectivement leur lecture préalable.

suite à la page 4.48

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

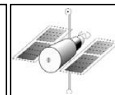
Demander à chaque élève de formuler, à l'aide des affiches réalisées dans la section « En quête », entre cinq et dix questions-réponses permettant de vérifier si une personne comprend comment diverses technologies ont contribué à l'astronomie.

Chaque élève se trouve ensuite un partenaire. Ils échangent leurs questions et tentent, chacun de leur côté, d'y répondre, pour ensuite vérifier leurs réponses à l'aide du corrigé original et discuter entre eux des réponses et des questions elles-mêmes.

À la fin les deux partenaires doivent s'entendre sur trois questions-réponses qui sont remises à l'enseignant et qui pourraient figurer sur un examen pour tout le regroupement.

❷

Évaluer au niveau de son organisation et de sa pertinence la réaction des élèves décrite dans leur carnet scientifique qui fait suite à l'exercice de la section « En fin ».



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc E Les technologies liées à l'espace

L'élève sera apte à :

S1-4-09 expliquer comment diverses technologies ont contribué à accroître notre capacité d'explorer et de comprendre l'Univers, par exemple la robotique, le Télémanipulateur, le télescope Hubble, les véhicules Lunar Rover et Sojourner, la navette spatiale, la station spatiale, les sondes spatiales Pathfinder et Galileo;
RAG : A5, B1, B2, D6

S1-0-8c ☛ décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution;
RAG : A2, A5

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 4.47)

Le nombre de groupes peut varier, mais des questions telles que celles-ci pourraient figurer au haut des affiches qui circulent :

- *Comment la robotique aide-t-elle à l'exploration de l'Univers?*
- *Quels sont des exemples de sondes spatiales passées ou futures?*
- *Quels sont les avantages et les inconvénients des télescopes spatiaux tels que Hubble?*
- *À quelles fins astronomiques peut servir une station spatiale?*
- *Quels sont les avantages et les inconvénients des sondes robotisées par rapport aux vaisseaux habités?*
- *De quelles façons le spectre électromagnétique en entier permet-il de mieux comprendre l'Univers?* (Par exemple, la radioastronomie peut se faire 24 heures sur 24 parce que la lumière du jour n'empêche pas les ondes radio d'être captées; voir *Sciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 449-450, ou *Omnisciences 9 – Manuel de l'élève*, p. 462-473.)
- *Y a-t-il de nouvelles technologies qui pourraient nous aider à mieux comprendre l'Univers?*

Une fois que les affiches sont revenues à leur groupe original, demander aux élèves de faire la synthèse de ce qui a été écrit, en repérant les idées principales et les détails à l'appui. Le texte synthèse doit expliquer comment les technologies en question ont contribué (ou contribueront) à accroître la capacité des humains à explorer et à comprendre l'Univers.

C) Aborder les notions de développement durable et discuter avec les élèves des répercussions des technologies spatiales sur la durabilité.

- *L'espace est-il un dépotoir illimité pour les humains?*
- *L'exploration des océans est-elle plus viable et plus souhaitable que celle de l'espace?*

- *Y a-t-il des risques biologiques ou toxiques provenant de l'espace?*

En fin

① Inviter les élèves à rédiger, dans leur carnet scientifique, une réaction personnelle à l'énoncé suivant :

- « Sans la technologie, il n'y aurait pas d'astronomie moderne. C'est pour cela qu'il faut investir beaucoup d'argent et de ressources humaines pour développer continuellement de nouvelles technologies. »

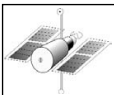
Les élèves doivent appuyer leurs arguments sur des exemples pertinents.

En plus

① Inviter les élèves à approfondir l'étude de l'origine et du développement de certaines technologies, par exemple le télescope, la spectroscopie, la robotique, le télémanipulateur, etc. Leur faire voir qu'il est rare de nos jours qu'une seule personne, qu'une seule équipe ou même qu'une seule nation soit responsable de l'invention ou du perfectionnement d'une technologie spatiale.

② Inviter les élèves à recenser des technologies exploitées dans la vie de tous les jours qui doivent leur origine aux missions spatiales, par exemple :

- le jus en poudre;
- des aliments déshydratés;
- la communication par ondes infrarouges ou par laser;
- la miniaturisation des ordinateurs;
- diverses substances ou techniques isolantes pour domiciles;
- l'imagerie numérique;
- les photopiles solaires;
- une mise à la terre des antennes paraboliques;



S1-0-9b **C** s'intéresser à un large éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences et à la technologie;
RAG : B4

S1-0-9e **C** se sensibiliser à l'équilibre qui doit exister entre les besoins humains et un environnement durable, et le démontrer par ses actes.
RAG : B5, C4

- un mini-thermomètre avalé par la personne et qui transmet des données continues;
- une machine à souder portable;
- une mousse réticulée pour les filtres à air domestiques;
- les espadrilles à coussinets d'air comprimé;
- les maillots de bain à nervures hydrodynamiques.

Dans un même ordre d'idées, souligner tous les domaines scientifiques et technologiques qui sont associés à l'exploration spatiale, par exemple :

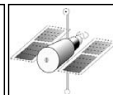
- | | |
|-----------------------------|--|
| - l'aéronautique; | - la géologie; |
| - l'analyse spectrale; | - la géométrie; |
| - l'astronomie; | - la géophysique; |
| - l'astrophysique; | - l'informatique; |
| - la biochimie; | - le lobbying politique; |
| - la biologie; | - le marketing; |
| - la botanique; | - la mécanique des fluides; |
| - la bromatologie; | - la médecine; |
| - le calcul différentiel; | - la météorologie; |
| - la chimie analytique; | - la microbiologie; |
| - la chimie des carburants; | - la neurologie; |
| - la chimie nucléaire; | - l'optique; |
| - la chimie organique; | - la psychologie; |
| - la cinétique; | - la radioastronomie; |
| - la cosmologie; | - la rédaction technique; |
| - l'électrochimie; | - la science des communi-
cations; |
| - l'électronique; | - la science des matériaux; |
| - l'ergothérapie; | - les sciences de l'alimen-
tation. |
| - le génie civil; | |
| - le génie environnemental; | |
| - le génie mécanique; | |

3

Réunir les élèves en petits groupes. Inviter chaque groupe à concevoir une nouvelle technologie vraisemblable qui pourrait être utile pour l'exploration spatiale au cours des vingt prochaines années. Lors de la présentation orale de sa technologie, le groupe doit préciser :

suite à la page 4.50

Stratégies d'évaluation suggérées




Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc E **Les technologies** **liées à l'espace**

L'élève sera apte à :

S1-4-09 expliquer comment diverses technologies ont contribué à accroître notre capacité d'explorer et de comprendre l'Univers, *par exemple la robotique, le Télémanipulateur, le télescope Hubble, les véhicules Lunar Rover et Sojourner, la navette spatiale, la station spatiale, les sondes spatiales Pathfinder et Galileo;*
RAG : A5, B1, B2, D6

S1-0-8c  décrire des exemples qui illustrent comment les connaissances scientifiques ont évolué à la lumière de nouvelles données et préciser le rôle de la technologie dans cette évolution;
RAG : A2, A5

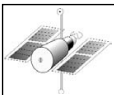
Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 4.49)

- quelles connaissances scientifiques et quelles technologies antérieures ont permis d'entrevoir cette nouvelle technologie;
- à quelle fin cette technologie est destinée et quelles en seraient des retombées positives;
- quels enjeux peuvent être soulevés par l'utilisation même de cette technologie (par exemple, la production de déchets radioactifs, l'interférence électromagnétique avec des systèmes de télécommunications, les dépenses d'opération, l'élimination d'emplois rendus obsolètes) ou par les résultats scientifiques ou technologiques de son utilisation (par exemple, la découverte de richesses naturelles extraterrestres, l'espionnage à l'échelle planétaire, la dissémination de la biologie terrestre vers d'autres mondes, l'avantage commercial pour certains pays ou certaines entreprises, les nouveaux processus industriels possibles dans le vide).

En jeu



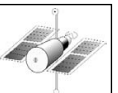
Reprendre l'énoncé dans la section « En fin » afin d'organiser une campagne électorale fictive où il n'y a que deux candidats, l'un se montre d'accord avec l'énoncé et l'autre carrément contre. Inviter quelques élèves à être ces candidats et leurs collaborateurs, et laisser aux autres le rôle de citoyens invités à un court débat public entre les candidats suivi d'une période de questions.



S1-0-9b ● s'intéresser à un large éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences et à la technologie;
RAG : B4

S1-0-9e ● se sensibiliser à l'équilibre qui doit exister entre les besoins humains et un environnement durable, et le démontrer par ses actes.
RAG : B5, C4

Stratégies d'évaluation suggérées



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc F **Les enjeux de l'espace**

L'élève sera apte à :

S1-4-10 étudier des exemples de la participation canadienne à la recherche spatiale et aux programmes spatiaux internationaux puis utiliser le processus de prise de décisions afin d'examiner un enjeu lié à ces projets, par exemple la Station spatiale internationale, le Télémanipulateur;
RAG : A3, A4, B2, C4

S1-4-11 évaluer les bienfaits et les risques de la recherche et des technologies de l'espace pour l'espèce humaine, par exemple la recherche de vie et d'habitats extra-terrestres, la télédétection, la prévision d'événements catastrophiques possibles, la colonisation de l'espace par uniquement un petit nombre de pays.
RAG : A3, B1, B2, B5

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Faire un sondage. Distribuer aux élèves le questionnaire de l'annexe 28. Leur donner l'occasion de remplir le questionnaire, puis compiler les opinions et en discuter avec l'ensemble de la classe.

En quête

❶

A) Inviter les élèves à nommer divers projets scientifiques et technologiques auxquels participent le Canada ou des Canadiens (sociétés commerciales, universités, etc.). Distribuer la feuille de travail de l'annexe 29.

De nombreux Canadiens et Canadiennes se sont illustrés dans le domaine de l'exploration spatiale, notamment les scientifiques et astronautes suivants : Roberta Bondar, Marc Garneau, Chris Hadfield, Allan Hilderbrand, Helen Hogg, David Levy, Steve MacLean, Mike McKay, Ken Money, Julie Payette, Hubert Reeves, Ian Shelton, Bob Thirsk, Bjarni Tryggvason et Dave Williams.

Encourager les élèves à poursuivre ce travail individuellement ou en groupe. Internet offre de multiples sources d'information et l'Agence spatiale canadienne constitue elle aussi une mine de renseignements pour cette recherche. De plus les députés parlementaires sont habituellement au courant de tels projets et peuvent faire parvenir des renseignements pertinents aux élèves qui en font la demande.

Une fois leur feuille de travail terminée, inviter les élèves à faire une mise en commun. Souligner le fait que la plupart des projets sont d'ordre international et que tous suscitent des enjeux.

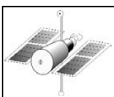
B) Repasser les expressions telles que « enjeu STSE », « intervenants », « options possibles » et « décision STSE ». Revoir avec eux le schéma explicatif du processus de prise de décisions (voir l'annexe 30). Si le temps le permet, faire une étude de cas pour examiner comment des intervenants actuels ont utilisé le processus de prise de décisions.

- *Les chefs de gouvernement font-ils appel à ce processus?* (commissions royales, sondages, implantations partielles, débats, plébiscites, enquêtes judiciaires)
- *Les sociétés commerciales font-elles appel à ce processus? De quelles façons leurs critères diffèrent-ils de ceux du gouvernement?*
- *Faites-vous appel au processus de prise de décisions dans votre vie de tous les jours?* (choix de sortie avec amis, stratégie sportive, itinéraire à prendre, achat de vêtements, etc.)

STSE : sigle signifiant les interactions qui existent entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.

Un **enjeu STSE** est une situation controversée liée aux sciences ou à la technologie, mais ayant des retombées environnementales ou sociales (politiques, économiques, morales) importantes. L'enjeu est normalement posé sous forme de question telle que *Faut-il... ou Devrait-on...* Il concerne des **intervenants** aux préoccupations diverses, qui peuvent être organisés (entreprises, associations, média) ou non (le grand public, les populations désavantagées, les générations futures). On néglige très souvent les intérêts des autres êtres vivants et de la biosphère, qui dépendent uniquement des humains pour se défendre.

Le processus de **prise de décisions** comprend des étapes flexibles pour développer et évaluer des **options** possibles en vue de choisir la meilleure comme décision à prendre pour répondre à un enjeu STSE. En salle de classe, le processus se veut une **simulation** de la prise de décisions dans la vie réelle. Il va sans dire que la prise d'une décision est plus significative lorsque cette décision est réellement **implantée**. Dans certains cas, cela est possible pour les élèves, par exemple si on décide de mener une campagne de sensibilisation ou d'expédier un grand nombre de lettres à un ministère ou à une entreprise.



<p>S1-0-3e déterminer des critères pour l'évaluation d'une décision STSE, <i>par exemple le mérite scientifique; la faisabilité technologique; des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques; la sécurité; le coût; la durabilité;</i> (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : B5, C1, C3, C4</p>	<p>S1-0-3f proposer et développer des options qui pourraient mener à une décision STSE; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : C4</p>	<p>S1-0-4d employer diverses méthodes permettant d'anticiper les répercussions de différentes options STSE, <i>par exemple une mise à l'essai, une implantation partielle, une simulation, un débat.</i> (FL2 : PO1) RAG : C4, C5, C6, C7</p>
--	--	--

C) Former des groupes de quatre à six élèves chacun. Chaque groupe devra prendre une décision par rapport à un enjeu. Déterminer avec les élèves de quels enjeux la classe devrait traiter :

- toute la classe peut traiter du même enjeu; ou
- il peut y avoir un choix restreint d'enjeux; ou
- chaque groupe peut déterminer son propre enjeu.

L'annexe 31 fournit des exemples d'enjeux canadiens.

Distribuer une grille d'accompagnement (voir l'annexe 32) pour orienter le travail des élèves.

D) Inviter chacun des groupes à faire une présentation orale de 10 à 15 minutes sur son enjeu, les démarches qu'il a suivies pour développer et évaluer des options et son choix de décision. Allouer du temps pour une période de questions.

En fin

➊ Repasser les énoncés de la section « En tête » et demander aux élèves si leur opinion a changé. Discuter au besoin de certains enjeux qui suscitent beaucoup d'intérêt auprès des élèves. Leur demander à la fin de rédiger un court paragraphe qui explique leur position globale face à la recherche et à la technologie spatiale.

➋ Visionner un film tel que *La guerre des étoiles* ou *Contact* et évaluer les passages qui sont de la pure fiction et ceux qui sont fidèles à la réalité scientifique.

En plus

➌ Inviter les élèves à élaborer des critères que pourraient utiliser les gouvernements canadiens qui songent à appuyer des projets liés à l'exploration spatiale.

suite à la page 4.54

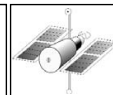
Stratégies d'évaluation suggérées

➊ Revoir les comptes rendus de chaque groupe et déterminer pour chaque étape si le travail du groupe était réussi, plus ou moins réussi ou à améliorer. Vérifier si les élèves ont su s'auto-évaluer et si leur évaluation correspond à celle de l'enseignant.

➋ Évaluer la présentation orale de chaque groupe selon des critères tels que :

- la présentation était-elle bien structurée?
- l'enjeu était-il clairement énoncé?
- la présentation était-elle informative?
- la présentation a-t-elle exposé de façon objective les divers intervenants?
- les membres du groupe ont-ils tous participé à la présentation?
- les options ont-elles été clairement expliquées?
- la démarche d'évaluation des options a-t-elle bien été expliquée?
- le raisonnement qui a mené à la prise de décision a-t-il été bien présenté?
- la présentation était-elle dynamique?
- la présentation était-elle efficace?
- la présentation était-elle interactive?
- le groupe a-t-il bien répondu aux questions des élèves?
- le groupe a-t-il respecté la durée limite?

suite à la page 4.55



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc F **Les enjeux de l'espace**

L'élève sera apte à :

S1-4-10 étudier des exemples de la participation canadienne à la recherche spatiale et aux programmes spatiaux internationaux puis utiliser le processus de prise de décisions afin d'examiner un enjeu lié à ces projets, par exemple la Station spatiale internationale, le Télémanipulateur;
RAG : A3, A4, B2, C4

S1-4-11 évaluer les bienfaits et les risques de la recherche et des technologies de l'espace pour l'espèce humaine, par exemple la recherche de vie et d'habitats extra-terrestres, la télédétection, la prévision d'événements catastrophiques possibles, la colonisation de l'espace par uniquement un petit nombre de pays.
RAG : A3, B1, B2, B5

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 4.53)

②

Aborder de nouveau un des enjeux qui a suscité tout particulièrement l'intérêt des élèves, par l'entremise d'un exercice tel que :

- la préparation d'un sondage à l'intention de leur communauté;
- la préparation d'un dépliant informatif ou d'un site Web informatif sur l'enjeu;
- la rédaction d'une lettre au rédacteur d'un journal;
- la lecture d'un éditorial sur les ondes d'une radio communautaire, etc.

③

Faire une analyse financière des coûts et des bénéfices d'un projet commercial lié à l'exploration de l'espace. Demander aux élèves de trouver des données financières dans Internet ou par d'autres moyens. Intégrer cette activité à l'estimation en mathématiques; le produit final pourrait être un bilan.

L'annexe 33 fournit une liste des principales missions spatiales depuis 50 ans.

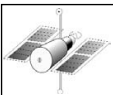
Discuter de l'analyse des coûts et des bénéfices ainsi que du bilan comme moyens d'évaluer des options liées à un enjeu STSE. *Les gouvernements y ont-ils recours? Quelles en sont les limites?*

En jeu

①

Débattre l'enjeu suivant avec les élèves :

- *Quels sont les risques « acceptables » lorsqu'on effectue une mission spatiale avec des humains à bord? Quelles fins justifient de tels risques?*



<p>S1-0-3e déterminer des critères pour l'évaluation d'une décision STSE, <i>par exemple le mérite scientifique; la faisabilité technologique; des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques; la sécurité; le coût; la durabilité;</i> (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : B5, C1, C3, C4</p>	<p>S1-0-3f proposer et développer des options qui pourraient mener à une décision STSE; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : C4</p>	<p>S1-0-4d employer diverses méthodes permettant d'anticiper les répercussions de différentes options STSE, <i>par exemple une mise à l'essai, une implantation partielle, une simulation, un débat.</i> (FL2 : PO1) RAG : C4, C5, C6, C7</p>
--	--	--

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 4.53)

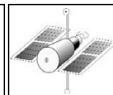
3

Proposer aux élèves un projet fictif sur la recherche ou la technologie spatiale (par exemple, on veut changer l'orbite de Vénus de sorte qu'elle soit à la même distance du Soleil que l'est la Terre) et les inviter à dresser une comparaison des bienfaits et des risques possibles de ce projet pour l'espèce humaine. Évaluer leur perspicacité et leur pensée critique.

4

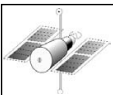
Évaluer le processus de prise de décisions des élèves par l'entremise d'une grille critériée (voir l'annexe 34).

Remarque : La grille d'évaluation critériée de l'annexe 34 ne constitue qu'un modèle. L'enseignant peut idéalement élaborer une telle grille en consultation avec les élèves et selon la tâche, afin de la rendre aussi pertinente que possible. De plus, ce modèle a été conçu en fonction de l'évaluation d'un élève à la fois; la grille pourrait être adaptée en fonction de l'évaluation de l'ensemble des membres d'un groupe de travail. Si une décision choisie par des élèves est actuellement implantée et des mesures concrètes sont mises en place, il faudrait insérer dans cette grille deux autres critères (*Implantation de la décision* et *Évaluation des répercussions actuelles*) avant le dernier critère.



LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Renseignements sur l'altitude et l'azimut	4.57
Annexe 2 : Fabrication d'un astrolabe	4.58
Annexe 3 : Où est le nord?	4.59
Annexe 4 : Directives à suivre pour l'observation de corps célestes	4.61
Annexe 5 : Tableau de données liées à l'observation des astres	4.62
Annexe 6 : Aide-mémoire pour l'observation de la Lune	4.63
Annexe 7 : Tableau de données liées à l'observation de la Lune	4.64
Annexe 8 : Graphiques pour l'observation de la Lune	4.65
Annexe 9 : Graphique de l'altitude et de l'azimut de la Lune	4.66
Annexe 10 : Tableau de données liées à l'observation d'un astre	4.67
Annexe 11 : Exercice – Données liées à l'observation astronomique	4.68
Annexe 12 : Grille d'évaluation pour l'observation des corps célestes	4.69
Annexe 13 : Évaluation d'un diagramme ou d'un graphique	4.70
Annexe 14 : Renseignements sur la navigation d'après les étoiles	4.71
Annexe 15 : Feuille de route – La navigation d'après les étoiles	4.72
Annexe 16 : Comparaison des sciences et de la technologie	4.73
Annexe 17 : Grille d'évaluation pour la présentation	4.74
Annexe 18 : Personnages importants dans l'histoire de l'astronomie	4.75
Annexe 19 : Cadre de concept	4.80
Annexe 20 : Comparaison du géocentrisme et de l'héliocentrisme	4.81
Annexe 21 : Représentation de certaines composantes de l'Univers	4.82
Annexe 22 : Exercice de calcul d'unités en astronomie	4.83
Annexe 23 : Liste d'activités liées au vocabulaire scientifique	4.84
Annexe 24 : Test sur l'Univers	4.85
Annexe 25 : Tableau SVA modifié – L'Univers	4.88
Annexe 26 : « Arbre généalogique » d'une découverte scientifique ou d'une technologie	4.89
Annexe 27 : Sciences et technologie – Nature et interactions	4.91
Annexe 28 : Questionnaire sur les bienfaits et les risques de l'exploration spatiale	4.92
Annexe 29 : Feuille de travail – Projets canadiens liés à l'espace	4.93
Annexe 30 : Processus de prise de décisions	4.94
Annexe 31 : Exemples d'enjeux canadiens liés à l'exploration spatiale	4.95
Annexe 32 : Grille d'accompagnement – Prise de décisions sur un enjeu STSE	4.96
Annexe 33 : Liste des principales missions spatiales	4.97
Annexe 34 : Grille d'évaluation critériée pour la prise de décisions	4.99



ANNEXE 1 : Renseignements sur l'altitude et l'azimut

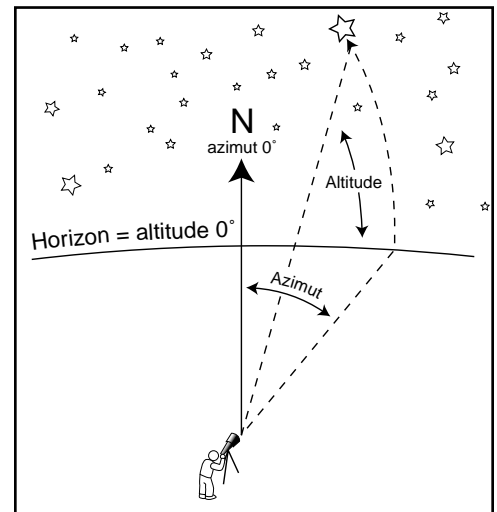
Nom : _____

Date : _____

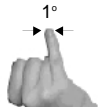

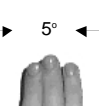
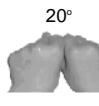
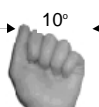

Ensemble, l'altitude et l'azimut constituent un **système de coordonnées** permettant de situer les corps visibles dans la voûte céleste.

L'**azimut** n'est qu'une variation sur les points cardinaux d'une boussole : l'observateur attribue 0° au nord, 90° à l'est, 180° au sud et 270° à l'ouest. Évidemment, le cercle complet, 360° , ramène au nord. (L'azimut d'un corps sera toujours entre 0° et 360° .) L'azimut définit tout arc allant de l'horizon à un point imaginaire sur la voûte céleste qui est directement au-dessus de l'observateur.

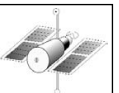
L'**altitude** n'est que la mesure, à l'aide d'un rapporteur, de l'angle formé par, d'une part, la ligne imaginaire entre l'observateur et l'horizon, et, d'autre part, la ligne imaginaire qui relie l'observateur au corps situé sur la voûte céleste (ou l'arc mentionné ci-dessus). 0° représente l'horizon et 90° le point au-dessus de l'observateur; l'altitude d'un corps sera toujours entre 0° et 90° .



La **technique de l'angle formé par la main** est une méthode pour mesurer de façon approximative l'altitude. Les illustrations ci-dessous montrent comment il est simple et facile de se servir de ses mains pour évaluer l'angle de perspective des phénomènes ou des corps célestes dans le ciel. Avec le bras tendu :

	ton petit doigt forme un angle projeté d'environ un degré;		l'écart entre ton index et ton petit doigt forme un angle projeté d'environ quinze degrés;
	trois doigts rapprochés forment un angle projeté d'environ cinq degrés;		tes deux poings forment un angle projeté d'environ vingt degrés;
	ton poing forme un angle projeté d'environ dix degrés;		l'écart entre ton pouce et ton petit doigt forme un angle projeté d'environ vingt-cinq degrés.

Remarque : La convention veut qu'on indique d'abord l'altitude puis l'azimut lorsqu'on précise la position d'un corps dans le ciel. L'altitude et l'azimut sont toujours relatifs à la position, à la date et à l'heure de l'observation (le point de référence). C'est pourquoi il faut interpréter les cartes du ciel par rapport au moment et au lieu (latitude et longitude) d'observation.



ANNEXE 2 : Fabrication d'un astrolabe

Nom : _____

Date : _____

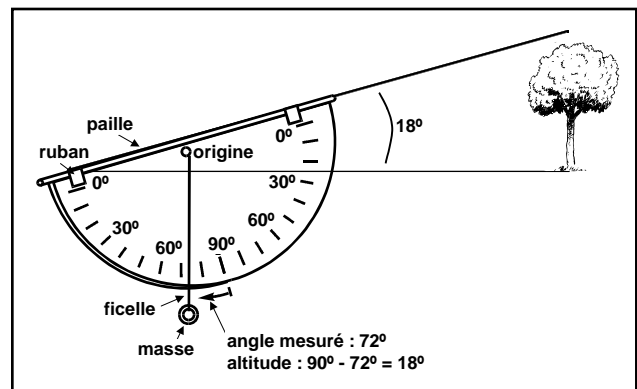
L'**astrolabe** est un instrument inventé par les astronomes arabes du Moyen-Âge. En suivant les directives ci-dessous, tu peux t'en construire une version pratique et peu coûteuse.

MATÉRIEL

- feuille de papier (20 cm x 30 cm)
- feuille de carton (20 cm x 30 cm) d'une bonne épaisseur
- ciseaux, règle, rapporteur
- ruban adhésif transparent, colle
- 20 cm de ficelle ou de fil à pêche de couleur
- plomb d'alourdissement utilisé pour la pêche à la ligne ou une autre petite masse (rondelle de robinet, écrou) pouvant être attaché à la ficelle
- paille (servant à boire) d'au moins 0,5 cm de diamètre

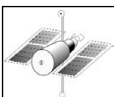
DIRECTIVES

1. Sur une feuille de papier, dessine un demi-cercle dont la base est de 20 cm. Indique bien le point d'origine du demi-cercle. Sous le demi-cercle, trace un rectangle dont la base est aussi de 20 cm et ayant une hauteur de 2 cm.
2. À l'aide du rapporteur et du point d'origine, note à la limite du demi-cercle les angles de 10° , 20° , 30° , et ainsi de suite jusqu'à 90° . Consulte le diagramme si tu as besoin d'aide.
3. Découpe avec soin le demi-cercle et le rectangle et colle-les sur la feuille de carton.
4. Découpe le carton en suivant le contour du papier. (Si tu souhaites que ton astrolabe dure longtemps, monte-le sur une pièce de contreplaqué qui épouse la taille du demi-cercle et du rectangle.)
5. Perce un trou à l'origine du demi-cercle.
6. Passe la ficelle ou le fil dans le trou et fais en sorte qu'elle ne puisse ressortir en employant un trombone, un nœud ou en apposant du ruban adhésif). La ficelle devrait maintenant pendre librement sur le demi-cercle.
7. Attache le plomb au bout de la ficelle, assure-toi qu'il dépasse le demi-cercle d'au moins 10 cm.
8. Fixe (au moyen de ruban adhésif ou de colle) la paille le long de la base du demi-cercle ou du rectangle et assure-toi que tu peux regarder par le trou de la paille.
9. Souviens-toi de soustraire le nombre obtenu de 90, tu obtiendras l'altitude de l'astre que tu observes.



L'astrolabe que tu as construit devrait ressembler à celui illustré ci-dessus. Tu devrais pouvoir observer facilement de gros objets par le trou de la paille. Ton instrument est maintenant prêt à être mis à l'épreuve sur le terrain lors d'une activité prévoyant la mesure de l'altitude de certains objets ou astres.

Attention! N'utilise pas ton astrolabe pour observer directement le Soleil.



ANNEXE 3 : Où est le nord?

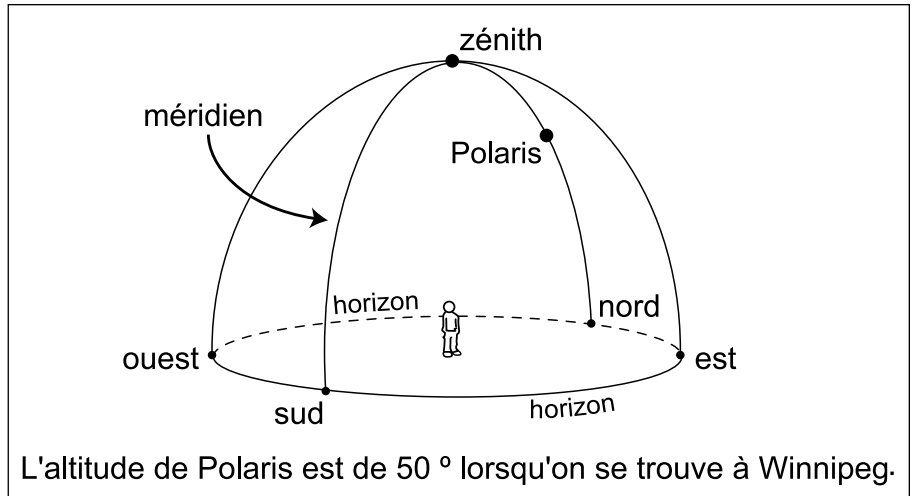
Nom : _____

Date : _____

Lorsqu'un observateur scrute la voûte céleste, le point dans le ciel directement au-dessus de lui s'appelle le **zénith**. Le zénith correspond à une altitude de 90° .

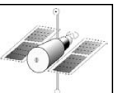
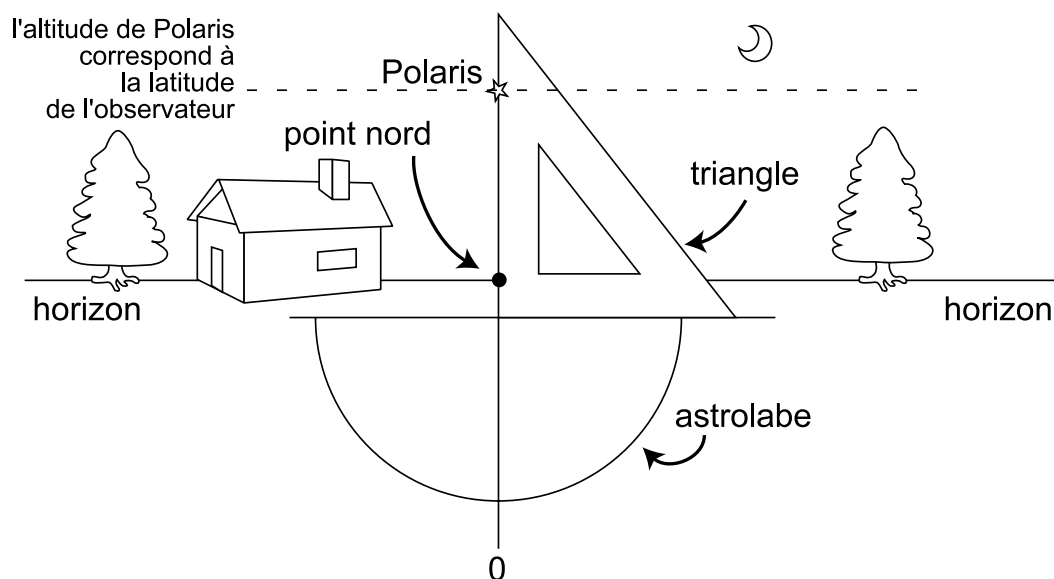
Le **méridien** est une ligne imaginaire dans le ciel qui passe par :

- le point nord à l'horizon;
- Polaris;
- le zénith; et
- le point sud à l'horizon.



Si l'observateur sait où se trouve dans le ciel l'étoile Polaire, appelée également Polaris, il peut déterminer où est le point nord à l'horizon à l'aide de son astrolabe et d'un triangle, tel qu'indiqué par le dessin ci-dessous. (La Voie lactée étant en révolution, la position de Polaris change continuellement, et elle se trouve de nos jours à une altitude de 89° par rapport au pôle Nord.)

Pour trouver Polaris dans le ciel, l'observateur doit connaître à quelle latitude géographique il se situe et où est le nord géographique.



ANNEXE 3 : Où est le nord? (suite)

Nom : _____

Date : _____

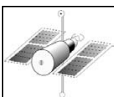
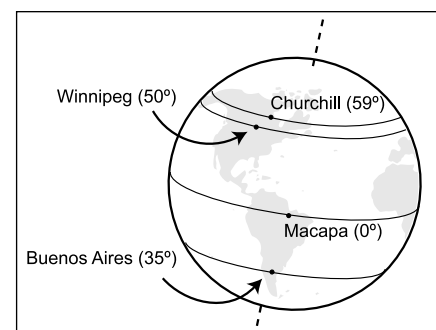
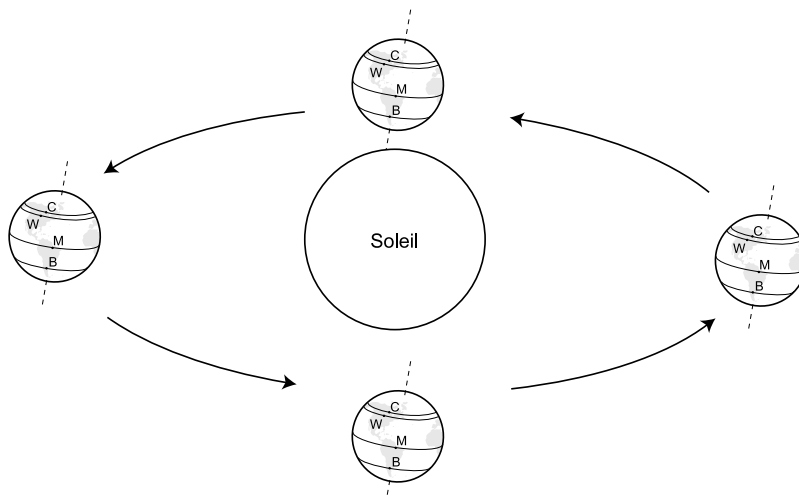
Dans l'hémisphère nord, la **latitude géographique** de l'observateur correspond toujours à l'altitude de Polaris vu par ce même observateur. Cela explique par l'**axe de rotation** de la Terre qui est incliné à 23° par rapport au plan de révolution de la Terre autour du Soleil (les astronomes appellent ce plan l'*équateur céleste* ou le *plan solaire*).



Polaris

Il faut noter que le nord géographique de la Terre ne correspond pas à son **nord magnétique**. Le pôle Nord magnétique se déplace continuellement sur la Terre (en 2000 il se situait à environ 81° N., 108° O., à 500 km à l'ouest du centre de l'île Ellesmere au Canada et à plus de 1000 km au sud du pôle Nord géographique). Puisqu'une boussole pointe vers le nord magnétique, il faut ajuster cette lecture afin de viser le nord géographique juste. Grâce aux calculs des géophysiciens qui peuvent déterminer la **déclinaison magnétique** de chaque lieu, on peut s'orienter vers le nord géographique en ajoutant cette déclinaison à la lecture de la boussole. À Winnipeg, la déclinaison magnétique est d'environ $4,5^\circ$ (pour l'année 2001). Lorsqu'une boussole à Winnipeg pointe vers le nord magnétique, elle pointe en fait à $4,5^\circ$ à l'ouest du nord géographique.

Un observateur à Winnipeg (latitude 50° N.) verra Polaris à une altitude de 50° ; à Churchill (latitude 59° N.) Polaris apparaît dans le ciel à une altitude plus élevée, soit à 59° N. Vu de Macapa au Brésil (sur l'équateur, latitude 0°), Polaris est toujours à l'horizon (altitude de 0°), tandis qu'elle ne peut être observée à Buenos Aires en Argentine (latitude 35° S.) ni nulle part ailleurs dans l'hémisphère sud, la Terre elle-même faisant obstruction aux étoiles du ciel boréal.



ANNEXE 4 : Directives à suivre pour l'observation de corps célestes

Nom : _____

Date : _____

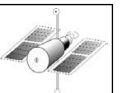
Matériel

- ton astrolabe
- une boussole
- ton tableau pour consigner les données liées à tes observations
- une carte céleste, un cherche-étoiles ou un planisphère simplifié

Directives

1. Prends connaissance de la position approximative de Polaris et de Véga (ou d'une autre étoile facile à repérer) dans le ciel nocturne. Tu devras observer ces étoiles, ainsi que la Lune, pendant trois nuits d'affilée.
2. À l'aide de la boussole, détermine d'abord où se situe le nord, il s'agit de l'azimut 0° . Tiens compte du fait que la boussole t'indique le nord magnétique et non le nord géographique. L'est est à 90° , le sud à 180° et l'ouest à 270° . Une bonne boussole comporte un cadran que l'on peut positionner pour déterminer l'azimut des astres. Consigne ces données dans ton tableau.
3. À l'aide de la technique de l'angle formé par la main, estime l'altitude des astres et inscris ces données dans ton tableau.
4. En te servant de l'astrolabe, regarde par le trou de la paille jusqu'à ce que tu aperçoives l'astre. Tout en maintenant l'instrument bien en place, utilise ta main libre pour serrer la ficelle contre l'échelle graduée de l'astrolabe jusqu'à ce que tu puisses déterminer l'altitude. Répète cette opération au moins deux fois pour chaque astre et inscris la moyenne dans ton tableau.

Remarque : Tu ne pourras comparer tes données à celles de tes camarades de classe que s'ils ont observé les mêmes astres à la même date et à la même heure.



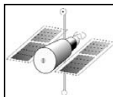
ANNEXE 5 : Tableau de données liées à l'observation des astres

Nom : _____

Date : _____

Consigne tes données dans le tableau suivant :

	Corps célestes observés	Heure, date et lieu de l'observation	Azimut (en degrés) déterminé à partir d'une boussole	Altitude (en degrés) estimée au moyen de la technique de l'angle formé par la main	Altitude (en degrés) mesurée par l'astrolabe
Jour 1	Lune				
	Polaris				
	Véga				
Jour 2	Lune				
	Polaris				
	Véga				
Jour 3	Lune				
	Polaris				
	Véga				



ANNEXE 6 : Aide-mémoire pour l'observation de la Lune

Nom : _____

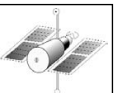
Date : _____

Pour l'observation, tu auras besoin :

- de ton astrolabe
- d'une boussole
- d'un tableau pour consigner les données liées à tes observations
- de cartes saisonnières des étoiles ou d'un cherche-étoiles

N'oublie pas que ...

- tu dois commencer ton observation à partir de la « nouvelle lune ». Cette date correspondra au Jour 1 de ton programme d'observation.
- tu dois observer la Lune à la même heure tous les soirs pendant 14 jours; 20 h est une heure qui convient bien à l'observation pendant les mois d'automne et de printemps alors que 18 h convient davantage à l'observation en hiver.
- tu dois consigner dans ton tableau l'altitude et l'azimut de la Lune que tu as mesurés au moyen de ton astrolabe et de ta boussole.
- tu dois dessiner la Lune comme elle est et ensuite inscrire le pourcentage de sa face qui est illuminé.
- tu dois observer la Lune pendant 14 jours consécutifs. Si un ciel nuageux t'empêche d'observer la Lune, indique-le dans ton tableau. Si tu ne peux observer le ciel un certain soir, transcris les données d'un(e) camarade de classe qui observe la Lune à la même heure que toi ou consulte un site Web.
- tu dois reporter tes données sur trois graphiques différents.



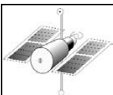
ANNEXE 7 : Tableau de données liées à l'observation de la Lune

Nom : _____

Date : _____

Consigne tes données dans le tableau suivant :

	Date, heure et lieu de l'observation	Altitude de la Lune	Azimut de la Lune	Apparence de la Lune	Pourcentage d'illumination de la face de la Lune
Jour 1					
Jour 2					
Jour 3					
Jour 4					
Jour 5					
Jour 6					
Jour 7					
Jour 8					
Jour 9					
Jour 10					
Jour 11					
Jour 12					
Jour 13					
Jour 14					

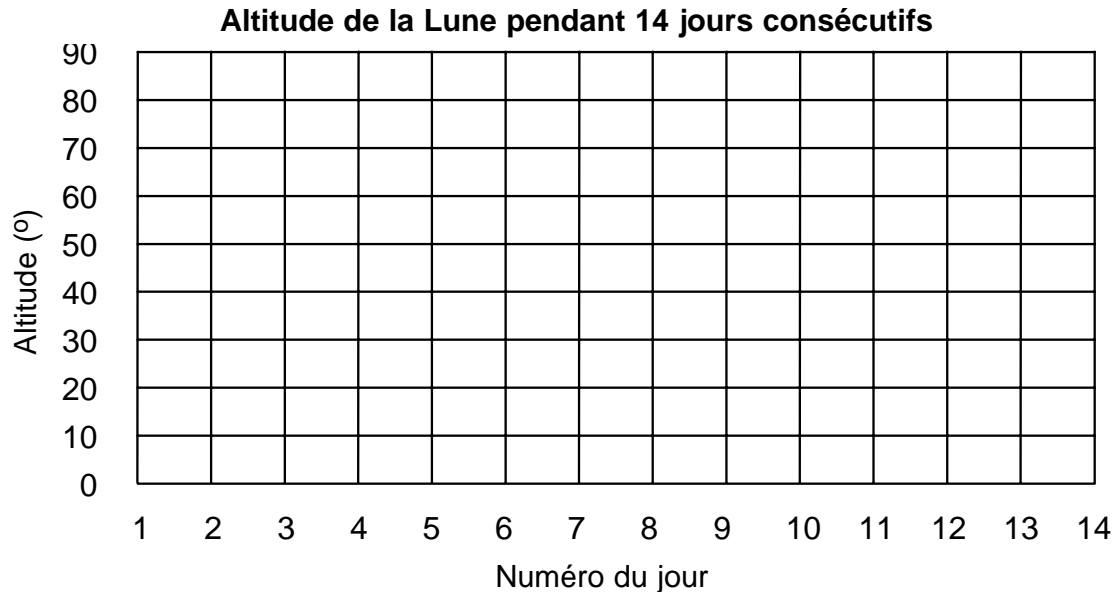


ANNEXE 8 : Graphiques pour l'observation de la Lune

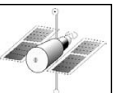
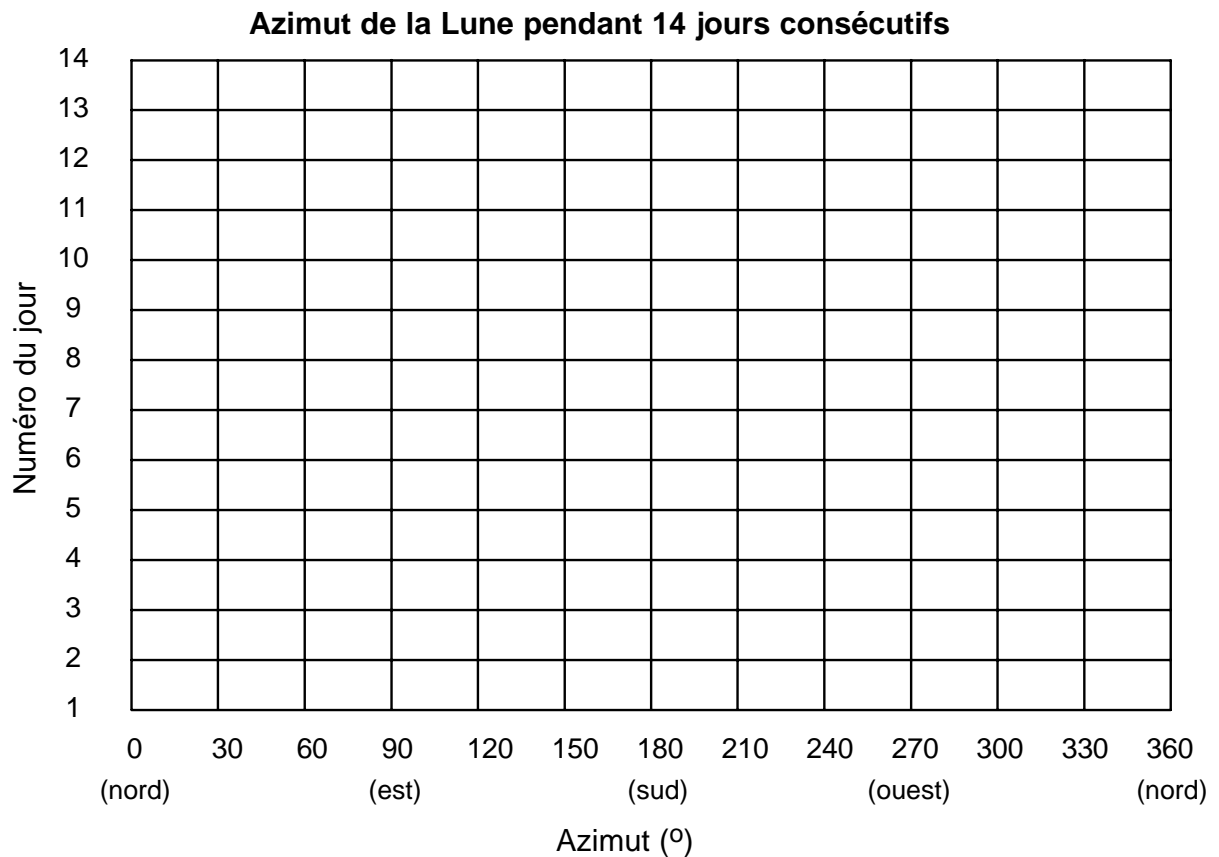
Nom : _____

Date : _____

Note clairement les points à partir de tes données. Relie les points par des lignes brisées.



Note clairement les points à partir de tes données. Relie les points par des lignes brisées.



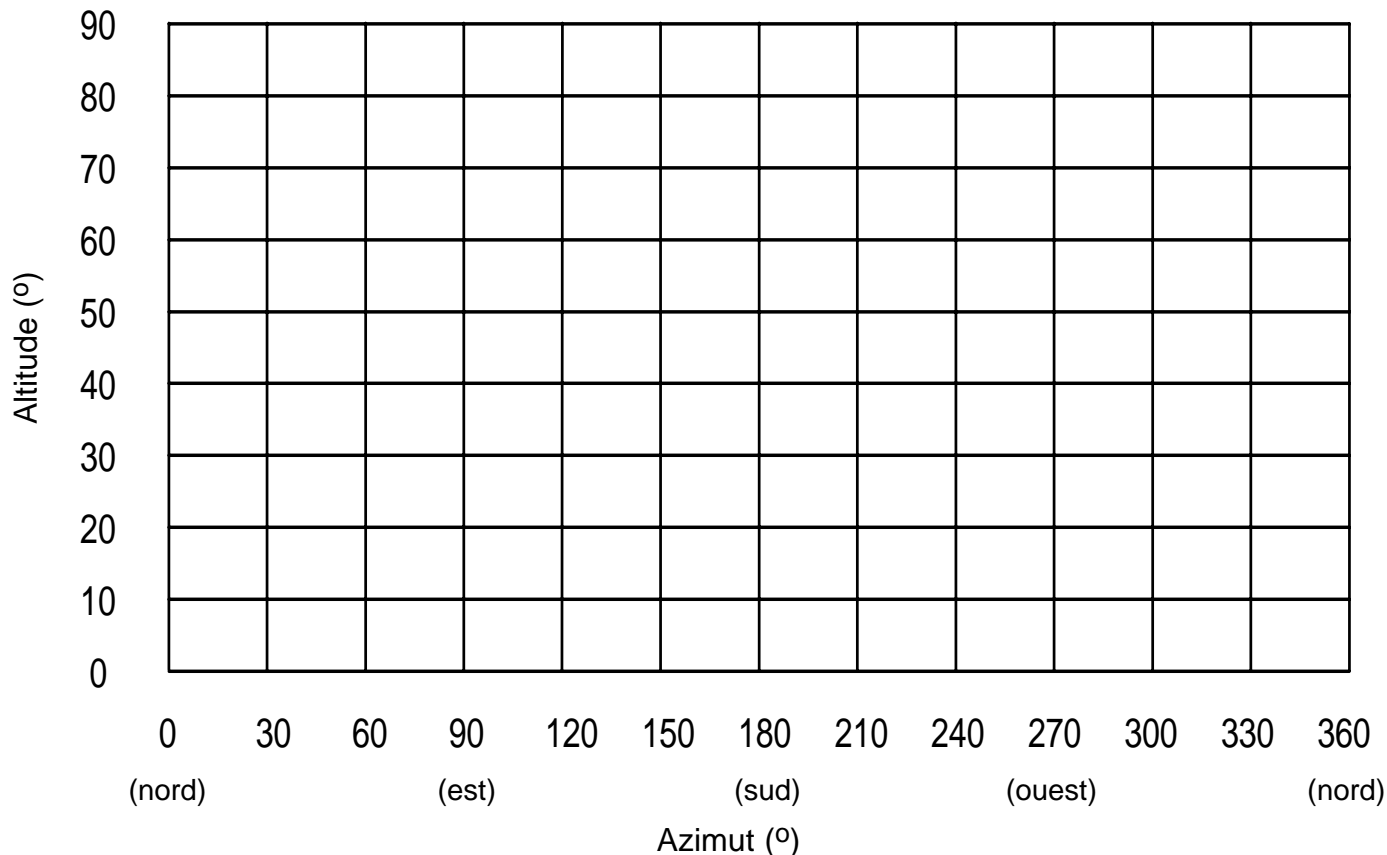
ANNEXE 9 : Graphique de l'altitude et de l'azimut de la Lune

Nom : _____

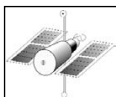
Date : _____

Note clairement les points à partir de tes données. Numérote chaque point selon le jour qui y correspond. Relie ensuite les points consécutifs par des lignes brisées.

Altitude et azimut de la Lune pendant 14 jours consécutifs



Interprète ton graphique et commente-le en te servant des termes « altitude » et « azimut » :



ANNEXE 11 : Exercice – Données liées à l'observation astronomique

Nom : _____

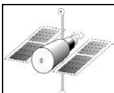
Date : _____

Pour chacun des scénarios suivants, construis un graphique approprié et écris une explication sommaire du phénomène.

SCÉNARIO 1	Tableau de données	Graphique : _____ _____	Explication sommaire																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jour de l'année</th> <th>Azimut du coucher du Soleil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20^e</td><td>240°</td></tr> <tr><td>50^e</td><td>255°</td></tr> <tr><td>80^e</td><td>273°</td></tr> <tr><td>110^e</td><td>291°</td></tr> <tr><td>140^e</td><td>305°</td></tr> <tr><td>170^e</td><td>311°</td></tr> <tr><td>200^e</td><td>305°</td></tr> <tr><td>230^e</td><td>290°</td></tr> <tr><td>260^e</td><td>272°</td></tr> <tr><td>290^e</td><td>254°</td></tr> <tr><td>320^e</td><td>239°</td></tr> <tr><td>350^e</td><td>234°</td></tr> </tbody> </table>			Jour de l'année	Azimut du coucher du Soleil	20 ^e	240°	50 ^e	255°	80 ^e	273°	110 ^e	291°	140 ^e	305°	170 ^e	311°	200 ^e	305°	230 ^e	290°	260 ^e	272°	290 ^e	254°	320 ^e	239°	350 ^e	234°
	Jour de l'année			Azimut du coucher du Soleil																									
	20 ^e			240°																									
	50 ^e			255°																									
	80 ^e			273°																									
	110 ^e			291°																									
	140 ^e			305°																									
	170 ^e			311°																									
	200 ^e			305°																									
	230 ^e			290°																									
	260 ^e			272°																									
	290 ^e			254°																									
320 ^e	239°																												
350 ^e	234°																												

SCÉNARIO 2	Tableau de données	Graphique : _____ _____	Explication sommaire																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>mois de l'année</th> <th>altitude maximale de la Pleine Lune</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>janvier</td><td>60,5°</td></tr> <tr><td>février</td><td>54,8°</td></tr> <tr><td>mars</td><td>48,1°</td></tr> <tr><td>avril</td><td>35,4°</td></tr> <tr><td>mai</td><td>24,4°</td></tr> <tr><td>juin</td><td>19,9°</td></tr> <tr><td>juillet</td><td>18,2°</td></tr> <tr><td>août</td><td>20,8°</td></tr> <tr><td>septembre</td><td>29,8°</td></tr> <tr><td>octobre</td><td>42,4°</td></tr> <tr><td>novembre</td><td>50,2°</td></tr> <tr><td>décembre</td><td>60,1°</td></tr> </tbody> </table>			mois de l'année	altitude maximale de la Pleine Lune	janvier	60,5°	février	54,8°	mars	48,1°	avril	35,4°	mai	24,4°	juin	19,9°	juillet	18,2°	août	20,8°	septembre	29,8°	octobre	42,4°	novembre	50,2°	décembre	60,1°
	mois de l'année			altitude maximale de la Pleine Lune																									
	janvier			60,5°																									
	février			54,8°																									
	mars			48,1°																									
	avril			35,4°																									
	mai			24,4°																									
	juin			19,9°																									
	juillet			18,2°																									
	août			20,8°																									
	septembre			29,8°																									
	octobre			42,4°																									
novembre	50,2°																												
décembre	60,1°																												

SCÉNARIO 3	Tableau de données	Graphique : _____ _____	Explication sommaire																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jour de l'année</th> <th>Azimut du lever de la Lune</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20^e</td><td>61°</td></tr> <tr><td>50^e</td><td>86°</td></tr> <tr><td>80^e</td><td>98°</td></tr> <tr><td>110^e</td><td>120°</td></tr> <tr><td>140^e</td><td>125°</td></tr> <tr><td>170^e</td><td>113°</td></tr> <tr><td>200^e</td><td>95°</td></tr> <tr><td>230^e</td><td>68°</td></tr> <tr><td>260^e</td><td>54°</td></tr> <tr><td>290^e</td><td>64°</td></tr> <tr><td>320^e</td><td>851°</td></tr> <tr><td>350^e</td><td>106°</td></tr> </tbody> </table>			Jour de l'année	Azimut du lever de la Lune	20 ^e	61°	50 ^e	86°	80 ^e	98°	110 ^e	120°	140 ^e	125°	170 ^e	113°	200 ^e	95°	230 ^e	68°	260 ^e	54°	290 ^e	64°	320 ^e	851°	350 ^e	106°
	Jour de l'année			Azimut du lever de la Lune																									
	20 ^e			61°																									
	50 ^e			86°																									
	80 ^e			98°																									
	110 ^e			120°																									
	140 ^e			125°																									
	170 ^e			113°																									
	200 ^e			95°																									
	230 ^e			68°																									
	260 ^e			54°																									
	290 ^e			64°																									
320 ^e	851°																												
350 ^e	106°																												

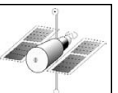


ANNEXE 12 : Grille d'évaluation pour l'observation des corps célestes

Nom : _____

Date : _____

	oui	non	remarques
Les observations ont été recueillies selon le calendrier ou l'horaire déterminé à l'avance.			
La position des corps est clairement indiquée (altitude et azimut).			
Le lieu, la date et l'heure de chaque observation sont clairement indiqués et permettent d'interpréter des régularités.			
Les observations qualitatives sont suffisamment détaillées.			
Les observations sont présentées dans un tableau bien structuré et étiqueté.			
Les observations manquantes ou irrégulières (qui risquent de fausser l'analyse) sont clairement signalées.			
L'élève a expliqué l'absence de certaines données et les irrégularités dans son diagramme.			
L'élève a fait preuve d'initiative et de débrouillardise pour sa collecte de données.			
Les diagrammes ou les graphiques créés sont appropriés et facilitent l'interprétation des observations.			
Les diagrammes ou les graphiques sont bien étiquetés et bien disposés.			
L'élève a exploité les technologies de l'information.			
Le rapport d'étude est bien organisé et lucide.			
L'élève a complété son travail selon les délais fixés à l'avance ou négociés en cours de route.			
L'élève a fait appel à diverses sources d'information qu'il a convenablement indiquées dans son rapport d'étude.			



ANNEXE 13 : Évaluation d'un diagramme ou d'un graphique

Nom : _____

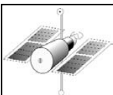
Date : _____

AR – Amélioration requise

S – Satisfaisant

E – Excellent

Habilités de l'élève	AR	S	E	Remarques
Éléments de base				
▪ choisit le bon type de diagramme ou de graphique				
▪ utilise une ou des échelles appropriées pour les axes				
▪ choisit un ou des points de départ et un ou des intervalles appropriés sur les axes				
▪ précise clairement les axes				
▪ utilise une légende appropriée				
▪ donne un titre qui décrit bien le diagramme ou le graphique				
Données				
▪ utilise un traitement mathématique des données qui est approprié				
▪ dispose correctement les données sur le diagramme ou le graphique				
▪ réussit à démontrer par son diagramme ou son graphique des tendances ou des rapports pertinents				
Présentation				
▪ met en évidence le titre				
▪ utilise bien l'espace du diagramme ou du graphique				
▪ utilise bien l'espace du papier				
▪ fait preuve de propreté et de clarté				
▪ dresse un diagramme ou un graphique facile à interpréter et illustrant des tendances ou des rapports				
Interprétation				
▪ définit et explique les tendances ou les rapports ainsi que les écarts				
▪ reconnaît les forces et les faiblesses de son diagramme ou de son graphique				



ANNEXE 14 : Renseignements sur la navigation d'après les étoiles

Nom : _____

Date : _____

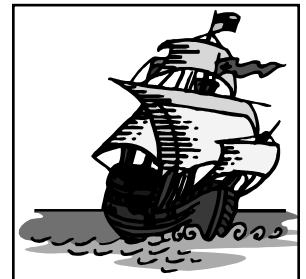
La **navigation**, le fait de se déplacer en bateau ou autrement, est une technologie humaine très ancienne. Un aspect essentiel de la navigation est de savoir où l'on est et vers où l'on se dirige. On présume qu'à ses premiers essais, le voyageur se fiait aux repères géographiques et à la mémoire du trajet de l'aller pour effectuer celui du retour.

En Amérique du Nord, les communautés autochtones vivant dans les Plaines s'en remettaient aux positions saisonnières des étoiles et des constellations pour la tenue de certaines de leurs cérémonies. Ils connaissaient intimement les liens existant entre les divers phénomènes saisonniers tels que les solstices et les équinoxes, et la disposition des étoiles annonçant ces phénomènes.

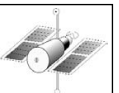


La « navigation d'après les étoiles » (à noter que cette méthode de navigation fait appel aux étoiles, au Soleil, à la Lune et aux planètes) permit aux marins de s'orienter sur de grandes étendues d'eau où l'on ne voit que la nappe d'eau. L'observation minutieuse de la position et du mouvement des astres, et des régularités qui en ressortent, donnèrent aux marins un grand nombre de repères célestes pour les guider. Les Polynésiens savaient quelles îles correspondaient à certains astres à leur zénith; les Vikings avaient identifié l'étoile polaire comme repère fondamental.

Les Arabes et les Européens exploitèrent la trigonométrie, l'azimut et l'altitude : enfin, divers instruments tels que l'astrolabe, le sextant, l'octant, la sphère armillaire, le quadrant, le quadrant azimutal et le quartier de Davis vinrent à permettre la détermination de coordonnées comme la latitude et la longitude. Les navires hollandais possédaient deux globes céleste et terrestre à partir desquels on pouvait calculer la position en mer grâce à la comparaison des deux globes. L'Observatoire royal de Greenwich en Angleterre fut établi afin de conférer aux navires anglais une navigation supérieure à celle de leurs concurrents maritimes aux XVIII^e et XIX^e siècles.



En raison de la **précession** (effet gyroscopique de l'attraction exercée par la Lune sur les océans), l'axe de la Terre décrit un cercle. La Terre met environ 26 000 ans à compléter ce cycle. Ceci a pour conséquence, entre autres, que la Terre change périodiquement d'étoile polaire (« l'étoile qui se trouve toujours au même endroit », selon les Lakotas) puisque celle-ci est tout simplement l'étoile située sur l'axe de la Terre à la fin du cycle. Polaris, l'étoile Polaire actuelle, s'écarte d'environ 0,75 degré du nord géographique. En l'an 3 000 avant notre ère, l'étoile polaire était Thuban, dans la constellation du Dragon, et en l'an 14 000 de notre ère, ce sera Véga, dans la constellation de la Lyre, qui jouera ce rôle. Pendant bien des siècles, il n'y a eu aucune véritable étoile polaire, aucune étoile, donc, qui aurait permis de déterminer les quatre points cardinaux. L'exécution de certaines danses du soleil a déjà été régulièrement reportée pour tenir compte de la précession, qui modifie, comme le savent si bien certains aînés, les points de repère pour la navigation dans le ciel.



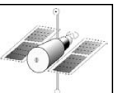
ANNEXE 16 : Comparaison des sciences et de la technologie

Nom : _____

Date : _____

	Résolution de problèmes		
	Étude scientifique	technologiques (processus de design)	Prise de décisions
But :	Satisfaire sa curiosité à l'égard des événements et des phénomènes dans le monde naturel et fabriqué.	Composer avec la vie de tous les jours, les pratiques et les besoins des humains.	Identifier divers points de vue ou perspectives à partir de renseignements différents ou semblables.
Procédé :	Que savons-nous ? Que voulons-nous savoir ?	Comment pouvons-nous y arriver ? La solution fonctionnera-t-elle ?	Existe-t-il des solutions de rechange ou des conséquences ? Quel est le meilleur choix en ce moment ?
Produit :	Une compréhension des événements et des phénomènes dans le monde naturel et fabriqué.	Un moyen efficace d'accomplir une tâche ou de satisfaire un besoin.	Une décision avisée compte tenu des circonstances.
	Question scientifique	Problème technologique	Enjeu STSE
Exemples :	Pourquoi mon café refroidit-il si vite ? <i>Une réponse possible :</i> L'énergie calorifique est transférée par conduction, convection et rayonnement.	Quel matériau permet de ralentir le refroidissement de mon café ? <i>Une solution possible :</i> Le polystyrène (verre) ralentit le refroidissement des liquides chauds.	Devrions-nous choisir des verres en polystyrène ou en céramique pour notre réunion ? <i>Une décision possible :</i> La décision éventuelle doit tenir compte de ce que dit la recherche scientifique et technologique à ce sujet ainsi que des facteurs tels que la santé, l'environnement, et le coût et la disponibilité des matériaux.

Adaptation autorisée par le ministre d'Alberta Learning de la province de l'Alberta (Canada), 2000.

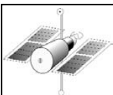


ANNEXE 17 : Grille d'évaluation pour la présentation

Nom : _____

Date : _____

Critères	Niveau de rendement			
	1	2	3	4
Contenu	<input type="checkbox"/> Les renseignements présentés n'étaient pas pertinents.	<input type="checkbox"/> Les renseignements présentés n'étaient pas toujours pertinents.	<input type="checkbox"/> Les renseignements étaient pertinents et détaillés.	<input type="checkbox"/> Les élèves ont présenté des renseignements pertinents qui dépassaient les attentes préétablies.
Intérêt et enthousiasme	<input type="checkbox"/> Les élèves qui présentaient ont manifesté très peu d'intérêt et d'enthousiasme pour leur sujet.	<input type="checkbox"/> Les élèves qui présentaient semblaient par moment manquer d'intérêt et d'enthousiasme pour leur sujet. <input type="checkbox"/> La classe n'était pas très intéressée ni enthousiaste.	<input type="checkbox"/> Les présentateurs étaient nettement intéressés par leur sujet et leur enthousiasme était évident. <input type="checkbox"/> La classe a été manifestement attentive lors de la présentation.	<input type="checkbox"/> L'intérêt des présentateurs pour leur sujet était exceptionnel, de même que leur enthousiasme. <input type="checkbox"/> La classe était très intéressée lors de la présentation.
Clarté et organisation du matériel	<input type="checkbox"/> Les renseignements présentés étaient confus.	<input type="checkbox"/> Les renseignements étaient plutôt vagues. <input type="checkbox"/> La présentation était plus ou moins organisée.	<input type="checkbox"/> Les renseignements ont été présentés de façon claire. <input type="checkbox"/> La présentation était bien organisée.	<input type="checkbox"/> Tous les renseignements ont été présentés avec clarté. <input type="checkbox"/> La présentation était très bien organisée. <input type="checkbox"/> Les élèves ont souligné les idées principales et les ont appuyées par des exemples pertinents.
Utilisation de supports audiovisuels	<input type="checkbox"/> Les présentateurs n'ont pas employé de supports audiovisuels.	<input type="checkbox"/> Les présentateurs ont employé des supports audiovisuels. <input type="checkbox"/> Les supports visuels étaient de piètre qualité. <input type="checkbox"/> Les supports audiovisuels étaient plus ou moins pertinents à la présentation.	<input type="checkbox"/> Les présentateurs ont employé des supports audiovisuels. <input type="checkbox"/> Les supports visuels étaient bien conçus. <input type="checkbox"/> Les supports audiovisuels étaient pertinents à la présentation.	<input type="checkbox"/> Les présentateurs ont employé de puissants supports audiovisuels. <input type="checkbox"/> Les supports visuels étaient très bien réalisés et ils se sont démarqués par leur couleur, leur clarté et leur aspect soigné. <input type="checkbox"/> Les supports audiovisuels ont été conçus afin de renforcer la présentation et cet objectif a été atteint.

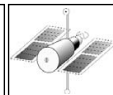


ANNEXE 18 : Personnages importants dans l'histoire de l'astronomie

Nom : _____

Date : _____

Personnages	Percées et réalisations
<p>Les peuples antiques (jusqu'à 1000 av. J.-C. en Europe, en Asie et en Afrique)</p> <p>Les peuples précolombiens (jusqu'à 1500 apr. J.-C. en Amérique)</p>	<p>Les monuments mégalithiques (menhirs, dolmens, cromlechs, alignements), les structures orientées (monolithes, tumulus ou cairns) et divers pictogrammes anciens et hiéroglyphes témoignent du fait que les anciens peuples, par exemple les Amérindiens, les Celtes, les Mayas, les Mésopotamiens, les Égyptiens, les Polynésiens, observaient les astres et possédaient une certaine compréhension de leur mouvement. L'archéoastronomie est l'étude de ces premières utilisations de l'observation des astres par les humains.</p>
<p>Les astronomes chinois (dès 3000 av. J.-C.)</p>	<p>En raison de son isolement du monde occidental pendant des millénaires, l'astronomie chinoise demeura peu connue par les peuples méditerranéens, entre autres. Néanmoins les Chinois établirent parallèlement des calendriers pour prédire les éclipses (2600 av. J.-C.), ils conçurent leur propre système de constellations (2400 av. J.-C.), ils perfectionnèrent divers instruments d'astronomie semblables à la sphère armillaire (400 av. J.-C. à 1100 apr. J.-C.), et ils érigèrent des observatoires dont celui de Beijing (en 1279) qu'on peut encore visiter. Lors de la dynastie des Ming (1368 à 1644), l'astronomie chinoise périclita. Elle eut un second souffle lorsque les Jésuites arrivèrent en Chine au XVII^e siècle, cependant ces Européens n'avaient pas le droit d'enseigner l'héliocentrisme.</p>
<p>Thalès de Milet, philosophe grec (624-537 av. J.-C.)</p>	<p>Thalès de Milet enseignait que la Terre était un disque plat et immobile qui flottait sur l'eau. La voûte céleste tournait autour du monde au même rythme, une révolution par 24 heures. Une année comptait 365 jours.</p>
<p>Les philosophes grecs (600 à 200 av. J.-C.)</p>	<p>À force d'observer le mouvement des astres dans le ciel, les Grecs vinrent à conclure que la Terre était une sphère : cela expliquait pourquoi l'étoile Canopus était visible d'Alexandrie, mais jamais d'Athènes plus au nord. Lors des éclipses lunaires on pouvait aussi voir l'ombre sphérique de la Terre projetée sur la Lune. Ces philosophes étaient géocentriques : la Terre était au centre de l'Univers.</p> <p>Outre Thalès, Aristote, Aristarque et Hipparque, on retient le nom des astronomes grecs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anaximène (un modèle mécanique du système solaire); ▪ Héraclite d'Éphèse (chaque matin un nouveau Soleil); ▪ Anaxagore (le Soleil est une énorme pierre enflammée); ▪ Démocrite (la Voie lactée est un ensemble d'étoiles faibles et non un nuage, une idée délaissée pendant 2000 ans!); ▪ Philolaos (des sphères concentriques associées à chaque planète et à la Terre tournent autour d'un grand feu); ▪ Xénophane (une Terre plate et infiniment étendue); ▪ Hiketas (la rotation diurne de la Terre); ▪ Ephantos (la Terre est au centre du système solaire); ▪ Héraclide du Pont (la rotation de la Terre sur son axe, la Terre au centre du système solaire, mais avec certaines planètes héliocentriques); ▪ Callipos et Hipparque (l'année vaut 365,25 jours); ▪ Ératosthène (le diamètre de la Terre est de 40 000 km, environ).
<p>Aristote, philosophe grec (384-322 av. J.-C.)</p>	<p>Selon Aristote, le cosmos était parfait dans sa conception, et le cercle et la sphère en étaient des principes géométriques fondamentaux. Il postula que tous les astres de la voûte céleste décrivaient des cercles parfaits, des « épicycles », autour de la Terre, elle-même une sphère. Deux coquilles sphériques concentriques enveloppaient la Terre : la région sublunaire (terre, eau, air, feu, éther) et au-delà la sphère des étoiles fixes mue par un moteur divin. La conception aristotélicienne de l'Univers prévaudra pendant les 15 prochains siècles.</p>

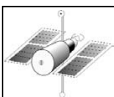


ANNEXE 18 : Personnages importants dans l'histoire de l'astronomie (suite)

Nom : _____

Date : _____

Personnages	Percées et réalisations
Aristarque de Samos, astronome grec (310-230 av. J.-C.)	Aristarque de Samos est un des philosophes qui proposa que la Terre tournait autour du Soleil avec une période d'un an; cette théorie héliocentrique n'avait alors aucune preuve et fut mise de côté pendant plusieurs siècles. Aristarque développa aussi une méthode pour estimer la distance Terre-Lune et la distance Terre-Soleil, et il proposa que les étoiles ne semblaient pas bouger tout simplement parce qu'elles étaient très éloignées. L'œuvre d'Aristarque ne sera connue en Europe qu'après la mort de Copernic.
Hipparque de Nicée, astronome grec (env. 190-120 av. J.-C.)	Hipparque de Nicée excella tant comme observateur que comme théoricien : à l'aide de la division babylonienne du cercle en 360°, il compléta un catalogue de 850 étoiles « fixes » et il découvrit la précession des équinoxes.
Claude Ptolémée, astronome et astrologue grec-égyptien (env. 150 apr. J.-C.)	Le mouvement de certains « astres errants » tels que les planètes (en grec « planète » veut dire errant) ne se conformait pas aux « épicycles » d'Aristote, ces orbites parfaitement circulaires autour de la Terre. Ptolémée proposa que ces astres avaient des épicycles dont les centres traçaient à leur tour de petits épicycles où le centre était la Terre; le mouvement aristotélien fut donc confirmé par un ensemble complexe de 40 cercles jouant l'un dans l'autre. Ptolémée compila aussi un catalogue de quelque mille étoiles, il estima la distance du Soleil et de la Lune et il légua une description détaillée des instruments astronomiques de l'époque.
Les astronomes arabes (750-1400)	L'émergence de la civilisation arabe vit réapparaître l'observation systématique du ciel dans le monde occidental, quoiqu'à des fins astrologiques. Les astronomes arabes du Moyen-Âge traduisirent les ouvrages d'Aristote et de Ptolémée et adoptèrent d'abord leurs théories. Les astronomes arabes inventèrent ou perfectionnèrent des instruments de mesure sophistiqués (le sextant, l'astrolabe, la boussole, la sphère armillaire) et calculèrent avec une grande précision le mouvement apparent des planètes. Ces observations menèrent plusieurs d'entre eux (par exemple Jabir Ibn Afflah de Séville, Ibn Ruchd ou Averroès de Cordoue et Ibn al-Haytham d'Iraq) à remarquer de sérieuses incompatibilités dans les modèles aristotélien et ptoléméen de l'Univers.
Abd al-Rahman al-Sufi, astronome persan (env. 960)	Abd al-Rahman al-Sufi remania le catalogue de Ptolémée et attribua aux 1022 étoiles connues des noms arabes, la plupart encore en usage aujourd'hui (par exemple Bételgeuse et Aldébaran).
Ulugh Begh, astronome mongol (1393-1449)	Ulugh Begh fit construire le dernier et le plus élaboré des observatoires islamiques médiévaux, à Samarkand (en Ouzbékistan moderne) en 1433.
Nicolas Copernic (Mikolaj Kopernik), astronome polonais (1473-1543)	Copernic remit en question le modèle géocentrique de Ptolémée et proposa que les planètes tournaient autour du Soleil en orbites parfaitement circulaires, sauf la Lune qui tournait autour de la Terre. De plus, la Terre était en rotation autour de son axe, et le Soleil était très rapproché de la Terre en comparaison avec les autres étoiles. Sa théorie fut vivement contestée par les astronomes et par l'Église : Martin Luther le traita de fou. Mais on ne le persécuta pas parce que plusieurs n'y virent qu'un exercice mathématique pour expliquer les phénomènes célestes, et non une réalité physique.
Nicolas de Cusa, astronome allemand (1401-1464)	Contrairement à Copernic qui proposait un Univers fermé et sphérique, de Cusa postula un Univers infini sans centre ni surface. Il croyait aussi que les étoiles étaient d'autres soleils avec leurs propres planètes (récemment confirmé par les astronomes modernes) et que ces planètes extrasolaires pouvaient être habitées (cela reste à voir). L'intellectuel italien Giordano Bruno, diffuseur des idées de Copernic et de de Cusa, fut excommunié et brûlé vif à Rome en 1600 pour cause d'hérésie, l'Inquisition ne pouvant tolérer que la Terre ne soit pas au centre d'un Univers clos avec seul notre monde comme berceau de la vie.

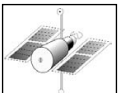


ANNEXE 18 : Personnages importants dans l'histoire de l'astronomie (suite)

Nom : _____

Date : _____

Personnages	Percées et réalisations
Tycho Brahé, astronome danois (1546-1601)	Passionné de l'astronomie dès un jeune âge, Brahé observa en 1572 une supernova (en latin, « nova stella » veut dire nouvelle étoile) et cette découverte lui démontra que la voûte céleste n'était pas immuable dans le temps. Appuyé par le roi danois qui lui fit construire un observatoire sur l'île de Hveen (près de Copenhague, l'île est aujourd'hui suédoise et s'appelle Ven), Brahé démontra que la trajectoire d'une comète n'était pas circulaire comme l'aurait prédit Copernic, rédigea un catalogue stellaire (sans télescope!) et mesura avec une grande précision le mouvement des planètes. (Galilée critiquera plus tard la complexité inutile et le coût exorbitant des instruments de Brahé, mais ce dernier était un obsédé de l'observation précise.) Brahé vint à croire que les planètes tournaient autour du Soleil mais que celui-ci tournait autour de la Terre... ce fut son compromis géo-héliocentrique.
Johannes Kepler, astronome allemand (1571-1630)	Architecte de la cinématique planétaire qui prévaut encore aujourd'hui, Kepler élaborait malgré sa pauvreté humiliante (il était continuellement poursuivi par des créanciers) une explication mathématique d'ensemble pour le mouvement des planètes. Sa première explication de ce mouvement, à l'âge de 25 ans, fut un échec retentissant, même si ses propos étaient à la fois complexes et originaux. Embauché par Brahé qui flairait son génie, Kepler mit six ans à calculer l'orbite de Mars. À la lumière des découvertes de Brahé, il constata que l'erreur de ses premiers essais était de demeurer accroché au concept millénaire des orbites parfaitement circulaires. Il se ravisa et proposa en 1609 un modèle héliocentrique d'orbites elliptiques, dans lequel une planète se déplace plus rapidement lorsqu'elle est près du Soleil que lorsqu'elle en est éloignée. L'héliocentrisme triompha enfin sur le géocentrisme, quoiqu'il sera éventuellement remplacé lui aussi par une vision plus galactique de l'Univers. Néanmoins, les lois de Kepler sur le mouvement orbital sont encore utilisées aujourd'hui pour calculer, par exemple, la trajectoire des sondes spatiales.
Galilée (Galileo Galilei), scientifique italien (1564-1642)	Le génie pragmatique de Galilée l'amena à créer, à partir d'une toute nouvelle invention hollandaise, une lunette de rapprochement pour les navires vénitiens, ce qui représentait pour eux un grand atout commercial et stratégique. Grâce à ce « télescope » qu'il utilisa pour la première fois en hiver 1609-1610 et qui ne grossissait que trois fois, Galilée put aussi découvrir dans le ciel plus de phénomènes en quelques mois que tout ce qui avait été observé au cours des 25 siècles précédents : les montagnes lunaires, les taches solaires (les astres n'étaient plus des sphères parfaites), les lunes de Jupiter (les orbites n'étaient plus géocentriques), les phases de Vénus (confirmation d'une orbite héliocentrique), les innombrables étoiles de la Voie lactée (plus de nouvelles étoiles que toutes celles déjà observées). Il perfectionna son télescope jusqu'à un agrandissement de 30 fois, et ses découvertes publiées secouèrent l'idée que les gens se faisaient de leur monde. La notion de taches solaires parut particulièrement scandaleuse aux yeux des champions de l'astre solaire parfait : il devait donc s'agir d'un escroc diabolique. En pleine Réforme protestante, la théologie romaine intenta un procès contre l'hérésie « impie et erronée » de Galilée, et l'Inquisition le contraignit à signer à 70 ans, sous peine de mort, une humiliante rétraction de ses idées héliocentriques. Galilée révolutionna le domaine de la mécanique. Grâce à sa méthode expérimentale rigoureuse, Galilée étudia les pendules, les plans inclinés, les poids, les miroirs, etc. On lui doit la découverte des principes de la gravitation et de l'inertie. Ces notions de physique sont tout aussi importantes pour l'astronomie moderne que ses observations célestes. En résidence surveillée après sa condamnation, Galilée, presque aveugle, rédigea son traité de physique que publieront les protestants des Pays-Bas. Ces idées lui survivront beaucoup plus longtemps que ses persécuteurs religieux.
Christiaan Huygens, astronome néerlandais (1629-1695)	Huygens observa les anneaux de Saturne, la rotation de Mars et la nébuleuse d'Orion. Il proposa aussi la notion de force centrifuge et de la variation de la pesanteur à la surface de la Terre.

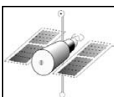


ANNEXE 18 : Personnages importants dans l'histoire de l'astronomie (suite)

Nom : _____

Date : _____

Personnages	Percées et réalisations
Issac Newton, physicien anglais (1642-1727)	Après que le physicien anglais Robert Hooke eut développé les premières lois mathématiques de la force gravitationnelle, Newton réussit à son tour à développer un énoncé mathématique qui ralliera la gravitation et les orbites elliptiques des planètes. Cette réalisation de Newton ne représentera qu'une petite fraction de sa contribution aux sciences modernes.
Christopher Wren, architecte anglais (1632-1723) John Flamsteed, astronome anglais (1646-1719)	Plutôt célèbre pour ses talents d'architecte, Wren, passionné de l'astronomie, fut un des personnages clés dans la création de l'Observatoire royal en 1675 (dans le parc de Greenwich à Londres), sous la tutelle de l'astronome royal, John Flamsteed. Ce dernier avait convaincu le roi Charles II de l'importance de perfectionner la navigation céleste des navires anglais, et pendant 200 ans, l'Observatoire de Greenwich sera un lieu capital de l'astronomie et de l'étude en matière de navigation. (C'est par Greenwich que passe le méridien d'origine.)
Edmund Halley, astronome anglais (1656-1742)	Auteur du premier catalogue des étoiles australes, Halley observa en 1681-1682 la comète qui porte son nom. Il calcula son orbite et prédit son retour en 1758. (Les Chinois l'avaient probablement observée déjà en 1057 av. J.-C.)
Pierre Simon Laplace, astronome français (1749-1827)	De nombreux Français (par exemple Clairaut, Maupertuis, d'Alembert, Lagrange, Poisson et Cauchy) s'illustrèrent en astronomie et en physique spatiale aux XVIII ^e et XIX ^e siècles. Ce fut cependant Laplace qui mérita le titre de Newton français : son étude des perturbations et de la stabilité du système solaire l'amena à calculer l'âge des planètes. Il proposa sa théorie cosmogonique en 1796, selon laquelle le système solaire se serait formé à partir de la condensation d'une « nébuleuse primitive ». Napoléon lui fit remarquer qu'il ne mentionnait nullement Dieu dans ses propos, et Laplace, bon révolutionnaire, rétorqua « Je n'ai pas eu besoin de cette hypothèse ». Laplace sera aussi le premier à entrevoir l'existence des trous noirs.
William Herschel, astronome britannique (1738-1822)	William Herschel découvrit en 1781 la planète Uranus, mais celle-ci semblait avoir une orbite perturbée qui laissait entrevoir une planète transuraniennne. Il découvrit également des lunes d'Uranus et de Neptune ainsi que le rayonnement infrarouge. Sa sœur Caroline Herschel l'aida à construire de meilleurs télescopes, découvrit à son propre compte des nébuleuses et des comètes et révisa les catalogues de Flamsteed. John Herschel, le fils de William, produisit un atlas céleste et mérita une tout aussi grande renommée que son père.
Johann G. Galle, astronome allemand (1812-1910)	Le mathématicien anglais John Couch Adams et son homologue français Urbain Le Verrier avaient prédit la position de Neptune, mais ce fut Galle qui découvrit la planète en 1846.
Friedrich Bessel, astronome allemand (1784-1846)	Fabricant d'appareils très précis pour repérer les astres, Bessel catalogua 75 000 étoiles et effectua la première parallaxe stellaire. On lui doit l'année-lumière comme unité de longueur. Ses calculs l'amèneront à proposer l'existence de Pluton, découverte qu'en 1930.
Joseph von Fraunhofer, physicien allemand (1787-1826)	Fraunhofer construisit un instrument formé de plusieurs prismes et inaugura l'analyse spectrale des astres en commençant par le Soleil. Gutsav Kirchhoff déterminera par la suite la composition chimique des étoiles.
Joseph Norman Lockyer, astronome anglais (1836-1920)	Lockyer détermina l'existence de l'hélium dans l'atmosphère du Soleil avant qu'on ne l'ait décelé sur la Terre. Il s'intéressa aussi aux orientations astronomiques des monuments antiques tels que Stonehenge et les pyramides.
Annie Jump Cannon, astronome américaine (1863-1941)	Cannon exploita la photographie de façon systématique afin d'observer le spectre de plus de mille étoiles les plus brillantes. Elle réorganisa tout le système primitif de classification spectrale alors en vigueur, travail qui aboutira à la publication d'un catalogue de plus de 225 000 étoiles. Sa surdité presque complète lui permit de se concentrer de façon totale aux clichés astronomiques dont elle devint la conservatrice à l'université Harvard en 1911.

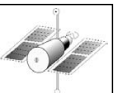


ANNEXE 18 : Personnages importants dans l'histoire de l'astronomie (suite)

Nom : _____

Date : _____

Personnages	Percées et réalisations
Albert Einstein, physicien allemand, naturalisé suisse puis américain (1879-1955)	La théorie de la relativité d'Albert Einstein bouleversa non seulement la physique newtonienne, mais elle fournit aussi aux astronomes des explications sur la vie des étoiles et un tout nouveau schème de pensée au sujet du comportement de la matière et de l'énergie dans l'Univers. Les transformations nucléaires sont à l'origine de la lumière émise par les étoiles et le Soleil. Einstein se pencha aussi sur une théorie de la gravitation et de la courbure du continu espace-temps. Les calculs associés à ces théories sont très complexes, mais ils se résument souvent de façon simple, par exemple $E=mc^2$.
Karl Schwarzschild, astrophysicien allemand (1873-1916)	Grand vulgarisateur de l'astronomie, Schwarzschild n'en fut pas moins un génie. Il introduisit les méthodes de statistiques en astronomie, fut le premier à exploiter la photométrie photographique et il parvint à résoudre exactement les équations de gravitation d'Einstein. Ce faisant, il prédit l'existence des trous noirs en calculant le rayon limite d'une masse s'effondrant sous sa propre pesanteur.
Henrietta Swan Leavitt, astronome américaine (1868-1921)	Grâce à ses observations et à ses calculs précis liés aux étoiles dites variables, Leavitt élaborait des relations mathématiques permettant de déterminer la luminosité et la distance des étoiles éloignées. Ces relations sont encore utiles aujourd'hui pour la détermination des distances galactiques et extragalactiques. Malgré son génie incomparable, les administrateurs universitaires de l'époque la dissuadèrent de poursuivre ses recherches parce que « l'astronomie n'était pas l'affaire des femmes ». Les réalisations de Leavitt permirent toutefois à d'autres astronomes tels que Hubble d'aborder de nouveaux horizons cosmologiques.
Ejnar Hertzsprung, astronome danois (1873-1967) Henry Norris Russell, astronome américain (1877-1957)	Le diagramme de Hertzsprung-Russell proposé en 1913 démontra la relation qui existait entre la luminosité (type spectral) et la température des étoiles. Ce diagramme aidera à comprendre l'évolution stellaire et il permettra de catégoriser les étoiles dans la « séquence principale », s'il y a lieu.
Harold Jeffreys, géophysicien britannique (1891-1989)	Jeffreys fut le premier à proposer que le noyau de la Terre était liquide. Il réalisa plusieurs autres études liées à la géophysique terrestre. Il démontra aussi que les planètes géantes étaient froides et non chaudes. Rupert Wildt poursuivit ces idées et postula que Jupiter et Saturne étaient constituées en grande partie d'hydrogène et d'hélium solide.
Karl Jansky, ingénieur américain (1905-1950) Grote Reber, astronome américain (1911-)	Un peu par accident, Jansky effectua les premières observations radioastronomiques lorsqu'il capta des ondes radio émises par le centre de la Voie lactée. Reber, un astronome amateur, perfectionna un capteur d'ondes radio et poursuivit les observations initiales de Jansky. Pendant dix ans, Reber fut le seul à étudier la radioastronomie; ce faisant il réussit à établir les fondements de cette nouvelle science permettant d'observer le ciel 24 heures sur 24 et qui s'avérera une facette essentielle de l'étude de l'Univers.
Harlow Shapley, astronome américain (1885-1972)	Shapley étudia à fond les amas globulaires d'étoiles, et il fut le premier à démontrer que le Soleil n'était pas au centre de la Voie lactée, comme l'indiquaient faussement les techniques de comptage d'étoiles. Il avança en 1917 l'idée que la grande nébuleuse d'Andromède était à 1 million d'années-lumière : il avait raison, mais rejeta lui-même cette proposition ahurissante.
Edwin Powell Hubble, astronome américain (1889-1953)	Hubble établit, en 1924, l'existence de galaxies autres que la Voie lactée, et les classa selon leur forme. Il fut l'un des auteurs de la théorie de l'expansion de l'Univers, à la suite de son observation du décalage vers le rouge (effet Doppler-Fizeau) des galaxies qui s'éloignent. Les États-Unis ont nommé leur premier télescope spatial en son honneur.
Subrahmanyan Chandrasekhar, astrophysicien américain d'origine indienne (1910-1995)	Chandrasekhar détermina qu'une étoile ayant une masse 1,4 fois celle du Soleil devait terminer sa vie en se comprimant en un corps d'une densité énorme. En outre, il spécula sur l'existence des trous noirs.



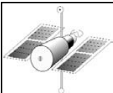
ANNEXE 19 : Cadre de concept

Nom : _____

Date : _____

Remplis le cadre de concept pendant les démonstrations de chaque groupe.

Concept		Exemples
Caractéristiques		
Concepts comparables	Concepts différents	Peux-tu l'illustrer?
Définition		



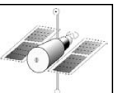
ANNEXE 20 : Comparaison du géocentrisme et de l'héliocentrisme

Nom : _____

Date : _____

Compare les deux modèles en répondant aux questions.

	Le modèle géocentrique de l'Univers	Le modèle héliocentrique de l'Univers
Qui a appuyé ou présenté ce modèle?		
À quelle époque ce modèle a-t-il eu la faveur des astronomes?		
Quels sont les éléments clés de ce modèle?		
Quelles sont les preuves mises de l'avant pour appuyer ce modèle?		
Pourquoi ce modèle a-t-il été réfuté?		
Ce modèle est-il encore utile aujourd'hui?		



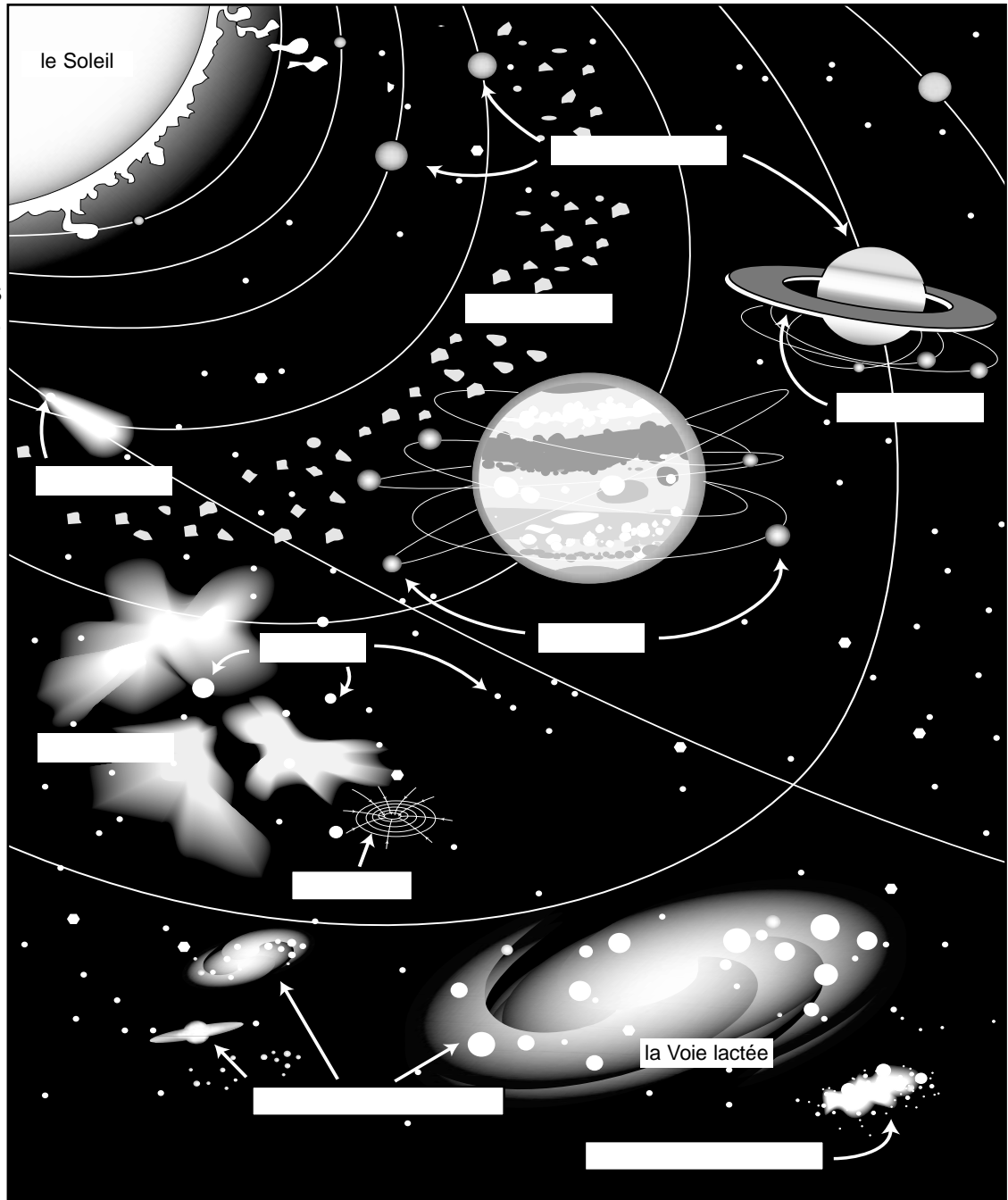
ANNEXE 21 : Représentation de certaines composantes de l'Univers

Nom : _____

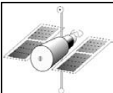
Date : _____

Inscris dans les cases appropriées les termes suivants :

- les planètes
- les lunes
- les astéroïdes
- les anneaux
- la comète
- les étoiles
- les nébuleuses
- le trou noir
- les galaxies spirales
- la galaxie irrégulière



Remarque : Cette représentation de l'Univers est stylisée, c'est-à-dire qu'elle n'illustre pas de façon exacte les phénomènes célestes et, de plus, les distances interplanétaires ou interstellaires ne sont pas à l'échelle. Elle a pour but de te faire voir la complexité et les différentes composantes de l'Univers. Assure-toi de te faire une meilleure idée de la taille, de la nature et de la distance des astres en consultant des références détaillées.



ANNEXE 22 : Exercice de calcul d'unités en astronomie

Nom : _____

Date : _____

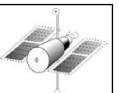
À l'aide des équivalences ci-dessous, effectue les calculs nécessaires pour répondre aux questions.

1 unité astronomique (UA) = 149 599 000 km (ou $1,5 \times 10^8$ km)
1 année-lumière (al) = 9 460 000 000 000 km (ou $9,46 \times 10^{12}$ km)
1 année-lumière (al) = 63 240 UA (ou $6,3 \times 10^4$ UA)
1 parsec (pc) = 3,26 années-lumière

1. La distance entre la Lune et la Terre fluctue de 356 400 km à 406 700 km. Quelles sont ces distances en UA?
2. Pluton est à environ 39,5 UA du Soleil. Quelle est cette distance en kilomètres?
3. Combien de temps faut-il à un rayon de lumière émis par l'étoile Sirius pour se rendre à l'œil d'une observatrice sur la Terre, si Sirius est à 8,8 années-lumière de notre planète?
4. Bételgeuse est à environ 6 622 000 000 000 000 km de nous. Quelle est cette distance en années-lumière?
5. La nébuleuse NGC 6334 est à 175 parsecs d'ici. Quelle est cette distance en années-lumière?
6. L'amas des Pléiades est à $3,8 \times 10^{15}$ kilomètres de la Terre. Quelle est cette distance en années-lumière?
7. Notre galaxie, la Voie lactée, a un diamètre d'environ 6 324 000 000 UA et une épaisseur au centre de quelque 189 720 000 UA. Quelles sont ces distances en années-lumière?
8. M 31 (ou Andromède), la galaxie voisine de notre Voie lactée, est à environ 2,2 millions d'années-lumière. Quelle est cette distance en kilomètres?

Ces deux dernières questions t'offrent un plus grand défi mathématique et tu devras sans doute consulter ton enseignante ou enseignant pour y répondre. (Présume qu'une année vaut 365,25 jours.)

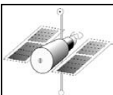
9. Un nouveau vaisseau spatial peut voyager à un million de millions de kilomètres par année. Environ combien de temps lui faudra-t-il pour se rendre à Ganymède, une des lunes de Jupiter (à 4,5 UA de la Terre), puis à l'étoile Alpha du Centaure (à environ 272 000 UA de la Terre)?
10. Le Soleil est à 150 000 000 km de la Terre. Combien de minutes faut-il à sa lumière pour atteindre nos yeux sur la Terre?



ANNEXE 23 : Liste d'activités liées au vocabulaire scientifique

Voici une liste d'activités à faire en classe pour faciliter l'acquisition du vocabulaire scientifique. De brèves descriptions accompagnent certaines activités moins bien connues.

1. Affichage au babillard des mots à l'étude.
2. Cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.15-10.18).
3. Cadre de tri et de prédiction (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.13-10.14).
4. Cartes éclair.
5. Cycle de mots (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.6-10.8).
6. Exercices d'appariement.
7. Exercices de closure.
8. Fabrication de jeux semblables aux jeux populaires Tabou, Fais-moi un dessin, Bingo et Scatégories.
9. Lexique ou glossaire dans lequel les élèves écrivent la définition de termes nouveaux dans leurs propres mots.
10. Mots croisés et mots mystères.
11. Procédé tripartite (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.9-10.10).
12. Rapido : jeu qui se joue en groupes. (Un membre de chaque groupe doit expliquer un mot que ses coéquipiers doivent deviner. Le groupe qui devine le plus grand nombre de mots gagne.)



ANNEXE 24 : Test sur l'Univers

Nom : _____

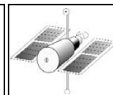
Date : _____

Sélectionne parmi les réponses suivantes le terme approprié pour chaque tiret, de sorte à compléter tous les énoncés du test.

Remarque : Certains choix apparaissent plus d'une fois et tous les termes ci-dessous figurent dans le test.

4 à 5	des centaines de milliards	Jupiter (3)	solaires
9	dispersée	lumière (2)	le Soleil (2)
10 à 15 milliards	ellipse	lunes (2)	spectre lumineux
1000	étoile (2)	masse	spirale
63 000 UA	expansion	minéraux	supernovas
150 000 000	fusion nucléaire	naine blanche	la Terre (2)
Alpha du Centaure	galaxie (2)	nébuleuse	thermonucléaires
anneaux	géocentrique	Neptune	trou noir (2)
apparente	gravité (3)	neutrons	un an
astéroïdes	Halley	ondes radio	un million
auroras boréales	héliocentrique	planète	un rayon lumineux
Big Bang	hélium	Pluton	Uranus
bleues	Hubble	pression	vérifications
comète	hydrogène	rouges	la Voie lactée (2)
contraction	instabilité	Saturne	
cultures ou religions	jaune	Sirius	

1. Une _____ est un corps céleste assez important ayant une orbite autour d'une étoile. Le système solaire en compte _____, et certains astronomes ont postulé que les astéroïdes en constituaient une dixième qui aurait éclaté.
2. C'est la force de _____ qui assure que les planètes ont une révolution autour du Soleil et que le Soleil circule autour de _____.
3. Les _____ sont des satellites naturels des planètes. Les nombreux petits corps entre Mars et Jupiter sont appelés les _____. Certaines planètes possèdent aussi des _____, des masses rocheuses ou de glaces très dispersées mais observables au télescope.
4. Certains astéroïdes dépassent les orbites de Mars et _____; leur taille maximale est d'environ _____ kilomètres. Parce que les lunes et les astéroïdes sont composés de _____, certains humains songent à les exploiter.
5. La plus grosse planète du système solaire est _____, la plus petite est _____, et celle qui est la troisième du Soleil est _____.

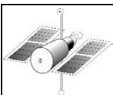


ANNEXE 24 : Test sur l'Univers (suite)

Nom : _____

Date : _____

6. Les quatre planètes géantes et gazeuses du système solaire sont _____, _____, _____ et _____. Elles ont toutes plusieurs _____.
7. L'unité astronomique (UA) est la distance moyenne entre _____ et _____. Elle équivaut à environ _____ kilomètres. Une année-lumière est la distance que traverse _____ pendant _____. Une année-lumière équivaut à environ _____.
8. La _____ a une queue qui peut s'étaler sur des millions de kilomètres et son orbite autour du Soleil est en forme d' _____. Deux des plus brillantes sont Hyakutake et Halle-Bopp, mais _____ est la plus célèbre, ayant une période de 76 ans.
9. Le Soleil est une _____, une énorme sphère de gaz qui émet de l'énergie grâce à la _____. Les températures sur la couronne solaire peuvent aller jusqu'à _____ degrés Celsius. À tous les 10 ans approximativement, des orages _____ viennent perturber les systèmes de communication sur la Terre. Les _____ au-dessus du pôle Nord sont dues aux particules chargées qui ont été émises par le Soleil et qui entrent en contact avec l'atmosphère terrestre.
10. La plus proche étoile de la Terre est _____. La deuxième plus proche est _____, à environ _____ années-lumière de la Terre. (De fait il s'agit d'un système stellaire où trois étoiles gravitent l'une autour des autres.) La couleur de ces deux étoiles est _____; les étoiles les plus chaudes sont les _____ tandis que les moins chaudes sont les _____.
11. La magnitude _____ d'une étoile diffère de sa magnitude absolue parce que la distance entre la Terre et cette étoile affecte la quantité de _____ qui est observée dans le ciel nocturne. L'étoile la plus brillante dans le ciel est _____, dans la constellation du Grand Chien (Canis Major), mais elle est en fait moins lumineuse que la géante rouge Bételgeuse ou que l'étoile bleue Zéta, toutes les deux dans la constellation d'Orion.
12. Un _____ est une étoile invisible parce que sa force de _____ est si puissante qu'elle ne permet pas à la _____ de s'en échapper.

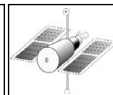


ANNEXE 24 : Test sur l'Univers (suite)

Nom : _____

Date : _____

13. Ni le modèle _____ de l'Univers (Terre au centre) ni le modèle _____ de l'Univers (Soleil au centre) représentent la conception actuelle de l'Univers qu'ont les astronomes. Le système solaire n'est qu'une minuscule fraction de notre galaxie appelée _____. L'Univers comprend d'autres _____ telles qu'Andromède.
14. Une _____ est un énorme amas d'étoiles, de poussière et de gaz. La Voie lactée contient environ _____ étoiles. Il y a des galaxies en forme de _____ (comme la Voie lactée) et d'autres qui sont irrégulières. Les quasars sont d'étranges sources d'_____ qui peuvent émettre plus d'énergie qu'une galaxie entière.
15. La _____ est le point d'origine pour toute étoile. Ce nuage de poussière et de gaz (surtout de l'_____ et de l'_____) tourbillonne et se contracte sous l'effet de la _____. Une étoile naît lorsque les réactions _____ s'amorcent.
16. Selon la _____ initiale de la nébuleuse, l'étoile qui en résulte deviendra une _____ (qui perd son éclat) ou une supernova qui devient à son tour une étoile à _____ (comme les pulsars) ou un _____. Les _____ présagent de nouvelles nébuleuses.
17. L'analyse du _____ d'un corps céleste (par exemple, une planète possible) permet de détecter une _____ dans le mouvement de ce corps qui serait due à l'attraction gravitationnelle entre ce corps et son _____. Le télescope _____ a déjà confirmé l'existence de systèmes planétaires autres que le nôtre.
18. L'Univers est soit en _____, soit en _____, selon les cosmologistes qui se penchent sur son avenir ultime.
19. La théorie du _____ propose qu'il y a _____ d'années, toute la matière de l'Univers était concentrée en une masse sous l'effet d'une énorme _____. Cette masse a éclaté, la matière s'est rapidement _____ et les galaxies se sont formées.
20. Diverses _____ proposent leur propre explication de l'origine de l'Univers, mais ces perspectives ne se prêtent habituellement pas à des _____ scientifiques.

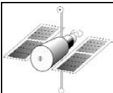


ANNEXE 25 : Tableau SVA modifié – L'Univers

Nom : _____

Date : _____

<p>Ce que je savais au sujet de l'origine et de l'évolution de l'Univers.</p>	
<p>Ce que j'ai appris au sujet des perspectives scientifiques et culturelles liées à l'origine et à l'évolution de l'Univers.</p>	
<p>Quelques différences ou ressemblances que j'ai remarquées entre les perspectives scientifiques et les autres perspectives.</p>	
<p>Ce que j'aimerais savoir davantage au sujet de l'origine et de l'évolution de l'Univers.</p>	

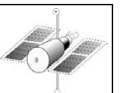
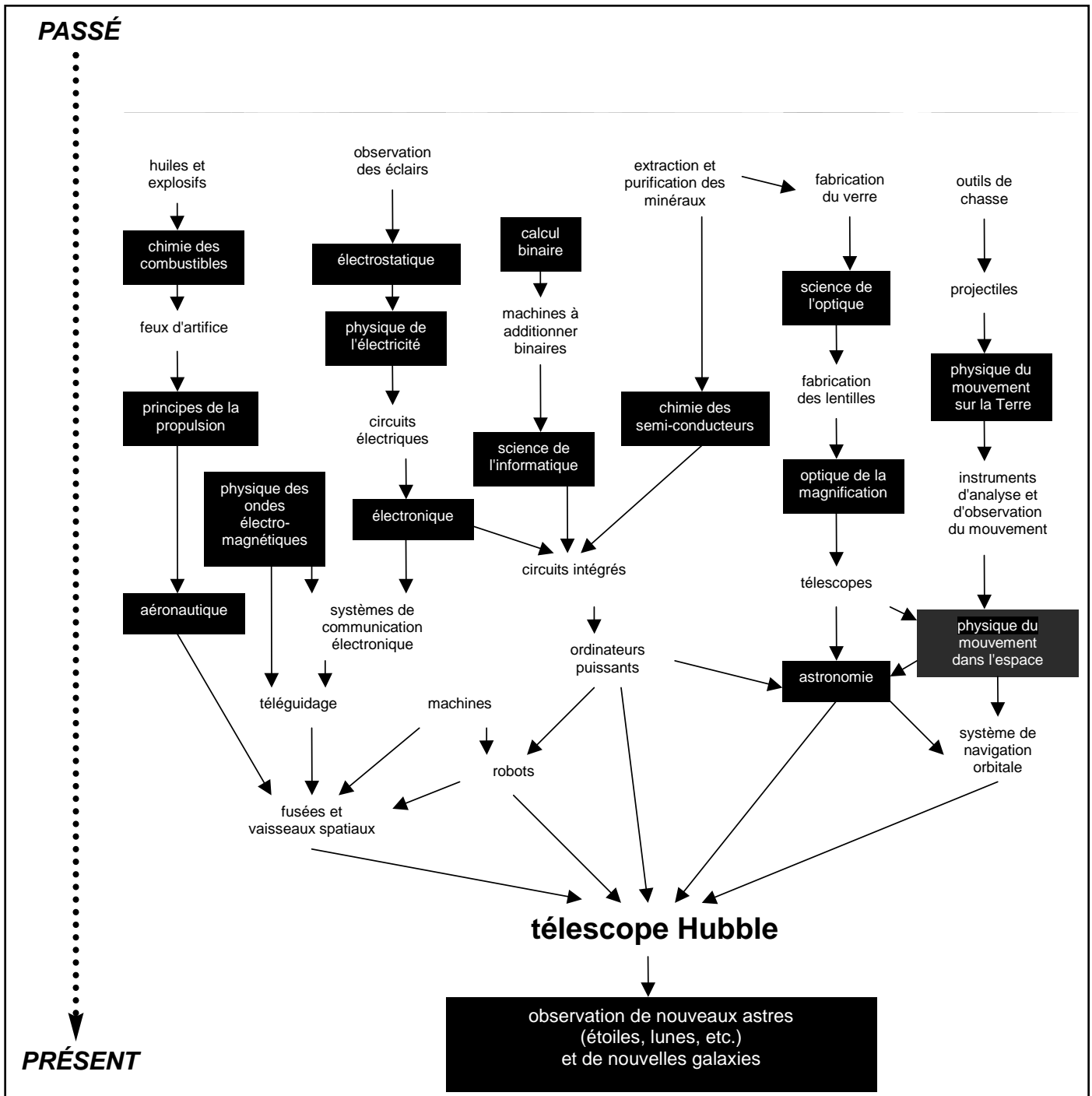


ANNEXE 26 : « Arbre généalogique » d'une découverte scientifique ou d'une technologie

Nom : _____

Date : _____

Partie A : Voici un arbre généalogique simplifié pour le télescope spatial Hubble. Les connaissances scientifiques figurent à l'intérieur des boîtes noires et les connaissances technologiques, à l'intérieur des boîtes blanches.



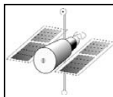
ANNEXE 26 : « Arbre généalogique » d'une découverte scientifique ou d'une technologie (suite)

Nom : _____

Date : _____

Partie B : À la lumière de tes connaissances, énumère des connaissances ou des technologies antérieures qui pourraient figurer dans l' « arbre généalogique » d'une découverte ou d'une technologie liée à l'astronomie.

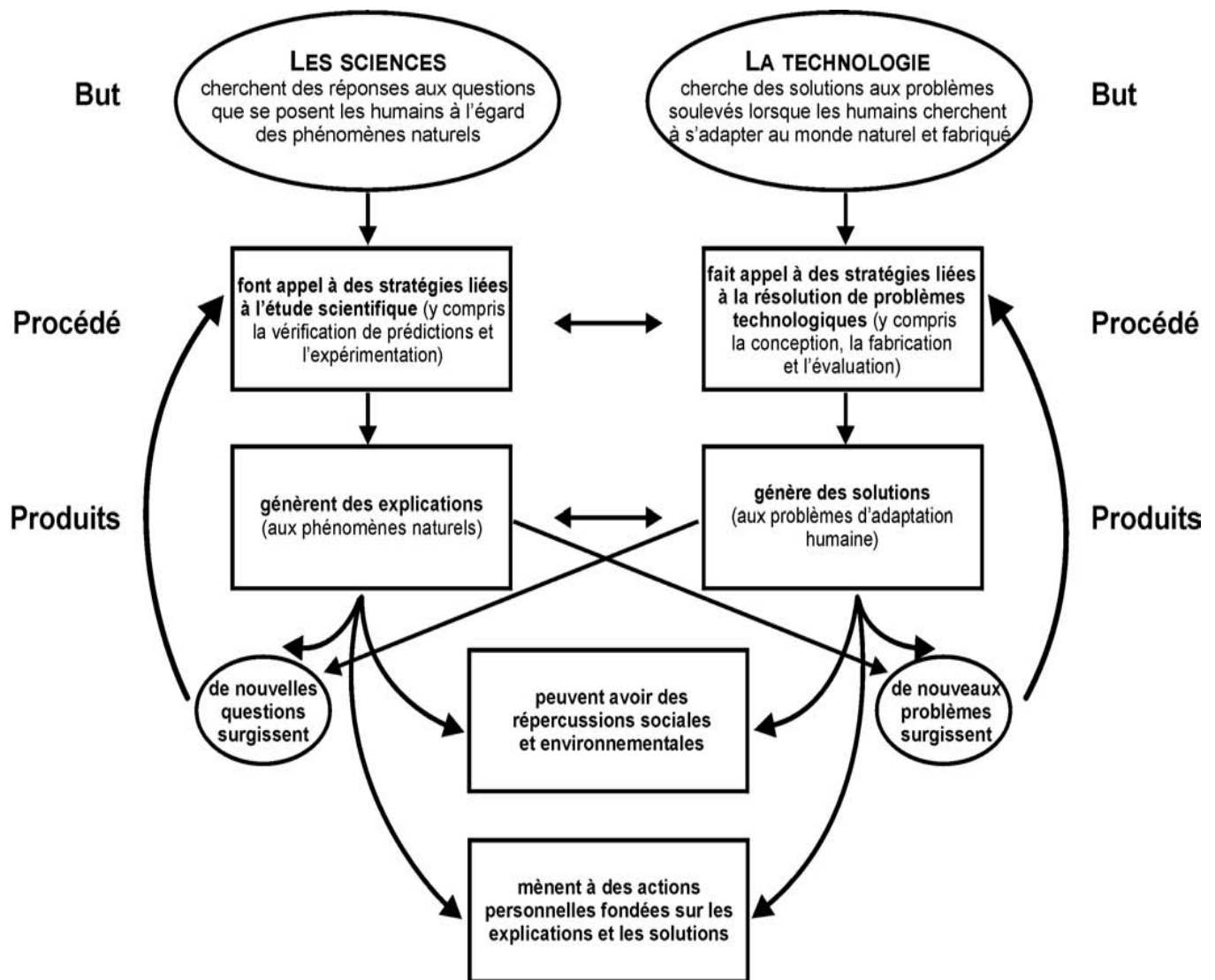
Des composantes de l' « arbre généalogique » de : _____



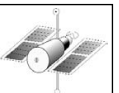
ANNEXE 27 : Sciences et technologie – Nature et interactions

Nom : _____

Date : _____



Tiré de *Science and Technology Education for the Elementary Years : Frameworks for Curriculum and Instruction*, par Bybee, Rodger W, ©The Network, Inc. (adaptation autorisée).



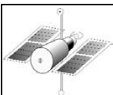
ANNEXE 28 : Questionnaire sur les bienfaits et les risques de l'exploration spatiale

Nom : _____

Date : _____

Indique si tu es d'accord ou non avec les énoncés suivants. Si tu n'as pas d'opinion ferme, explique pourquoi. Tu pourras discuter de ces questions en classe.

Énoncés	D'accord	Pas d'accord	Opinion mixte
Il faut à tout prix tenter d'entrer en communication avec des extraterrestres afin de pouvoir bénéficier de leurs technologies avancées.			
La découverte de ressources minières sur les astéroïdes est plus importante à long terme que les soins médicaux à court terme.			
Il est sage d'utiliser des engins nucléaires dans l'espace car il nous permettent de voyager plus loin à meilleur prix.			
Si on ne surveille pas le ciel à l'aide d'instruments complexes, on ne pourra pas se défendre contre un astéroïde dangereux.			
L'espace appartient aux pays et aux entreprises commerciales qui ont les moyens de le coloniser et de l'exploiter.			
Il faut absolument que toute colonisation spatiale respecte les proportions ethniques de la Terre et l'équilibre hommes/femmes.			
La télédétection est un outil indispensable qui permet de localiser qui ou quoi que ce soit n'importe où, n'importe quand.			
Si l'on peut transformer Mars, une autre planète ou une lune en refuge d'humanité, il faut le faire à tout prix car l'espèce humaine est en en péril sur Terre.			
Le gouvernement canadien doit diminuer ses dépenses inutiles en recherche spatiale et se concentrer plutôt sur l'agriculture.			
Le premier rôle des agences spatiales est d'assurer que leur nation soit capable de se défendre contre une attaque militaire.			
Même si le tourisme spatial est pour l'instant un luxe pour riches seulement, un jour tous y auront accès et donc il faut l'encourager.			
Il est impossible de polluer l'espace et donc c'est un bon endroit pour se débarrasser de nos déchets et de nos organismes problématiques.			



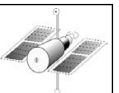
ANNEXE 29 : Feuille de travail – Projets canadiens liés à l'espace

Nom : _____

Date : _____

Recense trois projets scientifiques ou technologiques liés à l'exploration ou à l'exploitation de l'espace dans lequel le Canada joue un rôle important.

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
Comment se nomme le projet canadien?			
Donne une brève description du projet.			
S'agit-il d'une collaboration internationale? Quels sont les pays qui y participent?			
Quelles sont des répercussions positives que l'on souhaite de ce projet? Dans quels délais?			
Quels sont des enjeux liés à ce projet? Quels intervenants ont exprimé leurs inquiétudes?			
Cite une ou deux sources d'information où l'on peut se renseigner davantage sur ce projet ou sur les enjeux qui y sont liés.			

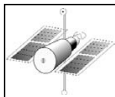
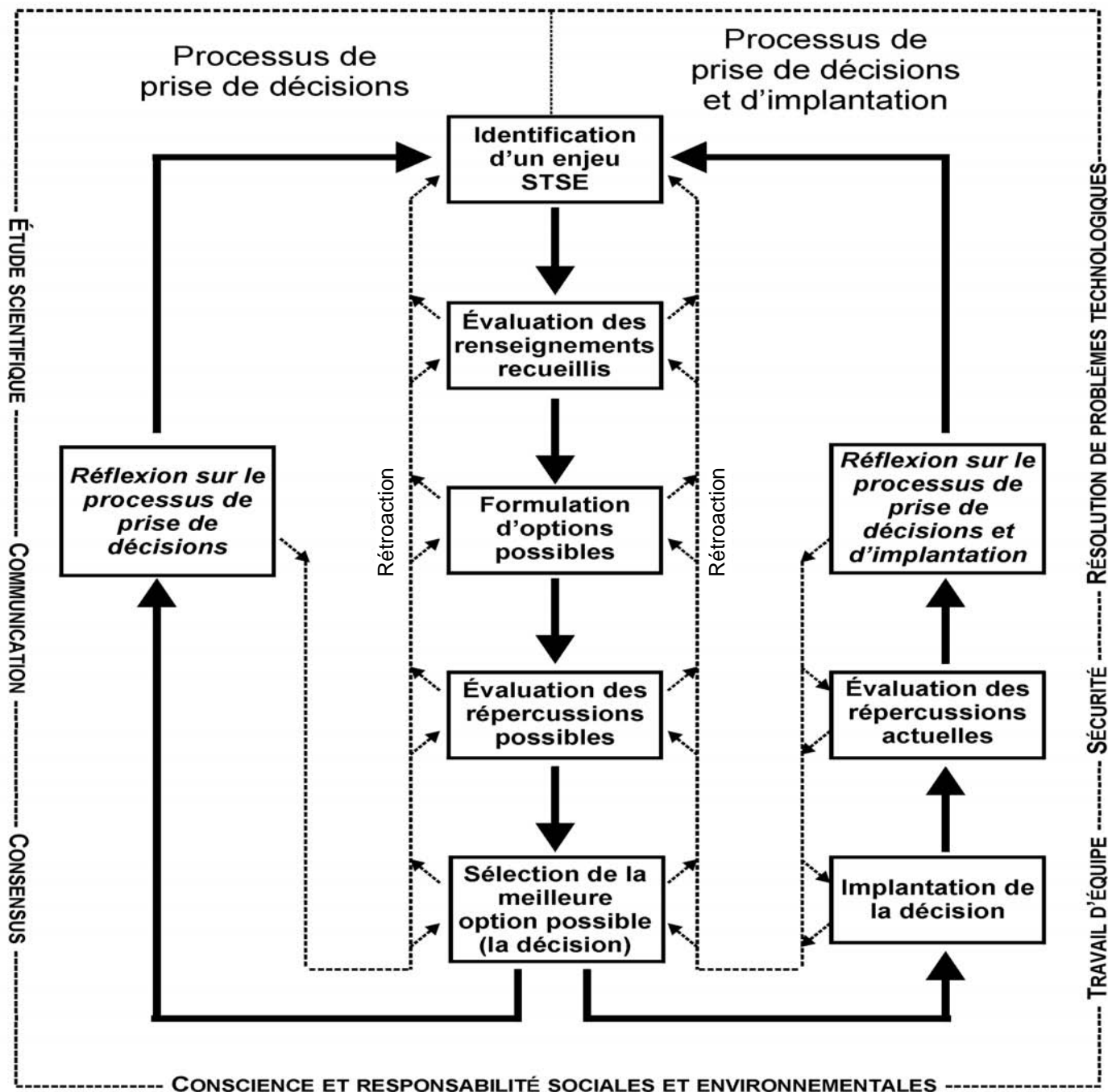


ANNEXE 30 : Processus de prise de décisions

Nom : _____

Date : _____

COMMENT ABORDER UN ENJEU STSE



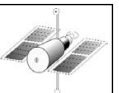
ANNEXE 31: Exemples d'enjeux canadiens liés à l'exploration spatiale

Nom : _____

Date : _____

Voici une liste d'enjeux qui peuvent servir de point de départ pour le travail de groupe.

- Le Canada devrait-il participer à des projets d'exploration spatiale de concert avec des pays non démocratiques ou des pays qui pourraient s'avérer des ennemis militaires?
- Devrait-on limiter la durée de temps que peut passer une ou un astronaute canadien(ne) dans une station spatiale? Quels risques et conséquences pour la santé sont acceptables?
- Le Canada devrait-il appuyer les missions spatiales auxquelles participent des entreprises spécialisées dans la fabrication de technologies militaires?
- Devrait-on utiliser des animaux autres que des humains pour des voyages interplanétaires comportant des risques élevés?
- Le Canada devrait-il concentrer son industrie aérospatiale dans quelques villes très spécialisées?
- Le Canada devrait-il continuer à financer le développement du Télémanipulateur? Le Canada est-il suffisamment reconnu ou récompensé pour cette technologie cruciale?
- Quels devraient être les critères de sélection pour les futurs astronautes canadiens appelés à voyager dans l'espace?
- Le Canada doit-il privilégier ses propres scientifiques et ingénieurs s'il participe à une nouvelle mission?
- Le Canada doit-il permettre aux sociétés énergétiques de se débarrasser de leurs déchets nucléaires dans l'espace?
- Le Canada est-il responsable si l'un de ses satellites percute la Terre et fait des victimes?
- Le gouvernement canadien aurait-il dû dédommager les câblodistributeurs et les télédiffuseurs lorsque le satellite de communication qu'ils employaient a fait défaut?
- Les missions spatiales canadiennes devraient-elles permettre à un couple de faire un séjour dans l'espace en même temps?
- Une personne handicapée pourrait-elle faire partie d'une mission spatiale canadienne?
- Le Canada devrait-il participer à une mission à sens unique dans laquelle des humains vont tenter un très long voyage et la colonisation d'un nouveau monde?
- La participation canadienne à une mission spatiale devrait-elle être premièrement justifiable au niveau des retombées commerciales ou des découvertes scientifiques?
- Avec qui le Canada devrait-il travailler davantage dans l'espace? les Européens, les Japonais ou les Américains?



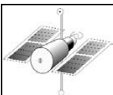
ANNEXE 32 : Grille d'accompagnement – Prise de décisions sur un enjeu STSE

Nom : _____

Date : _____

Membres du groupe :

Quel est l'enjeu STSE?	Quels sont les intervenants?
Quels sont les renseignements dont il faut tenir compte si on veut prendre une décision?	
Quels critères seront nécessaires pour évaluer les options liées à l'enjeu STSE?	
Quelle est l'option 1 qui a été proposée?	De quelle façon a-t-on tenté de prévoir les répercussions des options liées à l'enjeu STSE?
Quelle est l'option 2 qui a été proposée?	
Quelle est l'option 3 qui a été proposée?	
Quelle a été la décision du groupe? Pourquoi?	
Le groupe a-t-il bien présenté son enjeu et sa décision?	
Quelle est mon opinion personnelle face à cet enjeu et à la solution choisie? Pourquoi?	

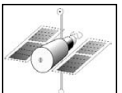


ANNEXE 33 : Liste des principales missions spatiales

Nom : _____

Date : _____

Date	Vaisseau ou mission	Description de la mission ou des résultats obtenus	Pays d'origine
1957	Sputnik 1	▪ premier satellite artificiel en orbite autour de la Terre	URSS
1957	Sputnik 2	▪ premier animal dans l'espace	URSS
1958	Explorer 1	▪ première découverte scientifique effectuée dans l'espace (les ceintures Van Allen qui entourent la Terre)	États-Unis
1959	Luna 1	▪ premier vaisseau spatial à s'échapper de la gravitation terrestre ▪ premier corps artificiel en orbite autour du Soleil	URSS
1959	Explorer 6	▪ premières images de la Terre télédiffusées à partir de l'espace	États-Unis
1959	Luna 2	▪ premier vaisseau spatial à heurter la Lune	URSS
1959	Luna 3	▪ première observation de la face cachée de la Lune	URSS
1961	Vostok 1	▪ premier humain dans l'espace ▪ premier humain à compléter une révolution autour de la Terre	URSS
1961	Venera 1	▪ premier vaisseau spatial à proximité de Vénus	URSS
1962	Mars 1	▪ premier vaisseau spatial à proximité de Mars	URSS
1962	Mariner 2	▪ première découverte scientifique dans l'espace interplanétaire (l'observation directe du vent solaire) ▪ première mission planétaire couronnée de succès au plan scientifique (Vénus)	États-Unis
1962	OSO-1	▪ premier observatoire astronomique dans l'espace	États-Unis
1962	Alouette 1	▪ premier satellite canadien dans l'espace ▪ début du réseau canadien de télécommunications et d'observations par satellites (ISIS, Anik, Hermes, etc.)	Canada
1963	Vostok 6	▪ première femme dans l'espace	URSS
1964	Voskhod 1	▪ première mission spatiale avec plus d'une personne	URSS
1965	Voskhod 2	▪ première « sortie » d'un humain dans l'espace	URSS
1966	Venera 3	▪ premier vaisseau à pénétrer l'atmosphère d'une autre planète (Vénus)	URSS
1966	Luna 10	▪ premier vaisseau à effectuer une révolution autour d'un autre corps céleste (la Lune)	URSS
1966	Luna 9	▪ premier atterrissage en douceur sur un autre corps céleste (la Lune) ▪ premières photos prises par un appareil sur la surface de la Lune	URSS
1967	Mariner 4	▪ premières photos prises à proximité de Mars	États-Unis
1967	Surveyor 6	▪ premier vaisseau à atterrir sur la Lune puis à en décoller ensuite	États-Unis
1968	Apollo 8	▪ premier vaisseau habité à effectuer une révolution autour d'un corps céleste autre que la Terre (la Lune)	États-Unis
1969	Apollo 11	▪ premier atterrissage par des humains sur un autre monde (la Lune) ▪ premier échantillon d'un autre monde (la Lune) ramené sur la Terre	États-Unis
1970	Luna 16	▪ premier échantillon d'un autre monde (la Lune) ramené par une mission robotisée	URSS
1970	Venera 7	▪ premier véhicule à atterrir sur une autre planète (Vénus)	URSS
1970	Luna 17	▪ premier véhicule à se promener sur la surface d'un autre monde (la Lune)	URSS
1971	Apollo 15	▪ premier véhicule à se promener sur la surface d'un autre monde (la Lune) en transportant des humains	États-Unis
1971	Mars 3	▪ premier atterrissage en douceur sur une autre planète (Mars)	URSS
1971	Mariner 9	▪ premières images prises à proximité de Phobos et Deimos, les lunes de Mars	États-Unis
1972	Venera 8	▪ première mission à atterrir sur une autre planète (Vénus) et à réussir son objectif scientifique	URSS
1973	Pioneer 10	▪ premier vaisseau spatial à proximité de Jupiter ▪ premier vaisseau spatial à quitter le système solaire (en 1983)	États-Unis
1973	Skylab	▪ première station spatiale, habitée à trois reprises par des équipages différentes pour une durée totale de 171 jours ▪ retombée sur la Terre en 1979	États-Unis
1974	Mariner 10	▪ première mission consacrée à deux planètes (Vénus et Mercure)	États-Unis
1975	Helios 1	▪ première sonde consacrée au Soleil	États-Unis et Allemagne

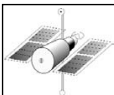


ANNEXE 33 : Liste des principales missions spatiales (suite)

Nom : _____

Date : _____

Date	Vaisseau ou mission	Description de la mission ou des résultats obtenus	Pays d'origine
1976	Viking 1	<ul style="list-style-type: none"> premier mission à atterrir sur Mars et à réussir son objectif scientifique première mission à sonder s'il y a de la vie sur une autre planète (Mars) 	États-Unis
1977	Pioneer 11	<ul style="list-style-type: none"> premier vaisseau spatial à proximité de Saturne 	États-Unis
1980	Soyuz 35	<ul style="list-style-type: none"> première mission habitée ayant une durée d'environ un an (terminée en 1981) 	URSS
1981	STS-1	<ul style="list-style-type: none"> premier vaisseau spatial réutilisable (la navette spatiale Columbia) 	États-Unis
1981	STS-2	<ul style="list-style-type: none"> première utilisation du Télémanipulateur canadien dans l'espace (sur la navette spatiale Discovery) 	États-Unis et Canada
1983	Venera 15	<ul style="list-style-type: none"> première cartographie radar orbitale d'une autre planète entière (Vénus) 	URSS
1984	STS-41 (navette spatiale)	<ul style="list-style-type: none"> premier astronaute canadien dans l'espace Marc Garneau (sur la navette spatiale Challenger) autres participations de Canadiennes et Canadiens : <ul style="list-style-type: none"> - Roberta Bondar (1992, STS-42) - Steve Maclean (1992, STS-52) - Chris Hadfield (1995, STS-74) - Marc Garneau, deuxième fois (1996, STS-77) - Bob Thirsk (1996, STS-78) - Bjarni Tryggvason (1997, STS-85) - Dave Williams (1998, STS-90) - Julie Payette (1999, STS-96) - Chris Hadfield, deuxième fois (2001, STS-100) 	États-Unis et Canada
1985	ICE	<ul style="list-style-type: none"> premier vaisseau à proximité d'une comète lointaine (Giacobini-Zimmer) 	États-Unis
1985	Vega 1	<ul style="list-style-type: none"> première sustentation d'un ballon d'observation dans l'atmosphère d'une autre planète (Vénus) premier vaisseau à proximité d'une comète au centre du système solaire (Halley, en 1986) 	URSS
1986	Voyager 2	<ul style="list-style-type: none"> premier vaisseau spatial à proximité d'Uranus premier vaisseau spatial à proximité de Neptune (en 1989) 	États-Unis
1986	Mir	<ul style="list-style-type: none"> première station spatiale habitée sans interruption par des équipages en rotation (jusqu'en 1999) retombée sur la Terre en 2001 	URSS/ Russie
1990	Magellan	<ul style="list-style-type: none"> première sonde planétaire (Vénus) envoyée à partir de la navette spatiale en orbite terrestre 	États-Unis
1990	Hubble	<ul style="list-style-type: none"> premier télescope en orbite autour de la Terre transmet des images à haute résolution 	États-Unis et Europe
1992	Voyager	<ul style="list-style-type: none"> première détection de l'héliopause 	États-Unis
1992	Galileo	<ul style="list-style-type: none"> premier vaisseau spatial à proximité d'un astéroïde appartenant à la ceinture principale (Gaspera) première détection d'une lune autour d'un astéroïde (Ida; en 1994) 	États-Unis
1994	Ulysses	<ul style="list-style-type: none"> première mission à étudier les pôles du Soleil et l'espace interstellaire hors du plan de l'écliptique 	États-Unis et Europe
1994	Clementine	<ul style="list-style-type: none"> première sonde à utiliser un laser permettant de cartographier la topographie lunaire 	États-Unis
1995	SOHO	<ul style="list-style-type: none"> mission ayant pour but l'étude de la structure interne du Soleil 	Europe et États-Unis
1996	NEAR	<ul style="list-style-type: none"> première mission ayant pour but d'entrer en révolution autour d'un astéroïde rapproché de la Terre (Eros) 	États-Unis
1997	Mars Pathfinder	<ul style="list-style-type: none"> première mission ayant un véhicule se déplaçant sur la surface d'une autre planète (Mars) 	États-Unis
1997	Cassini/Huygens	<ul style="list-style-type: none"> mission internationale ayant pour but l'exploration de Titan, lune de Saturne 	États-Unis et Europe
1998	Nozomi	<ul style="list-style-type: none"> sonde consacrée à l'étude approfondie de l'environnement martien dès 2003 	Japon
2001	Pluto Express	<ul style="list-style-type: none"> vaisseau destiné à se rendre à proximité de Pluton et de sa lune Charon en 2013 	États-Unis

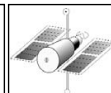


ANNEXE 34 : Grille d'évaluation critériée pour la prise de décisions

Nom : _____

Date : _____

Critères	Niveaux de rendement			
	1	2	3	4
Identification d'un enjeu STSE	<input type="checkbox"/> L'élève ne réussit pas à identifier un enjeu STSE sans aide.	<input type="checkbox"/> L'élève saisit qu'un enjeu STSE pourrait avoir des répercussions, mais il ne différencie pas les quatre dimensions S, T, S et E.	<input type="checkbox"/> L'élève comprend bien les liens qui existent entre un enjeu STSE et ses répercussions. <input type="checkbox"/> L'élève laisse entrevoir une réaction personnelle à l'enjeu.	<input type="checkbox"/> L'élève comprend en profondeur les liens qui existent entre un enjeu STSE et ses répercussions. <input type="checkbox"/> L'élève démontre un certain degré de responsabilité sociale.
Évaluation des renseignements liés à un enjeu STSE	<input type="checkbox"/> L'élève trouve quelques renseignements actuels sur l'enjeu STSE, mais il n'évalue pas ces renseignements. <input type="checkbox"/> L'élève ne passe pas en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à l'enjeu.	<input type="checkbox"/> L'élève réussit à distinguer les points de vue qui émanent des renseignements recueillis sur l'enjeu, mais il ne les évalue pas explicitement. <input type="checkbox"/> L'élève prend connaissance des répercussions de décisions déjà prises relativement à l'enjeu.	<input type="checkbox"/> L'élève recueille une gamme de renseignements qui ne sont pas exhaustifs, mais qui délimitent clairement des points de vue différents sur l'enjeu. <input type="checkbox"/> L'élève discerne les répercussions de décisions antérieures qui peuvent influencer sur l'enjeu actuel. <input type="checkbox"/> L'élève énonce des opinions personnelles sur l'enjeu, mais il n'évalue pas le point de vue des autres.	<input type="checkbox"/> L'élève recueille des renseignements actuels et pertinents qui mettent en évidence une variété de perspectives. <input type="checkbox"/> L'élève parvient à pondérer la pertinence des répercussions de décisions antérieures en rapport avec l'enjeu actuel. <input type="checkbox"/> L'élève saisit avec justesse les perspectives variées sur l'enjeu et il peut évaluer ces perspectives.
Formulation d'options possibles	<input type="checkbox"/> L'élève ne réussit pas à formuler adéquatement des options possibles liées à l'enjeu STSE. <input type="checkbox"/> L'élève formule des options qui ne sont pas clairement liées à l'enjeu.	<input type="checkbox"/> L'élève peut formuler au moins une option réalisable liée à l'enjeu. <input type="checkbox"/> Les autres options de l'élève ne sont pas clairement liées à l'enjeu.	<input type="checkbox"/> L'élève élabore au moins deux options réalisables et cohérentes qui portent sur l'enjeu. <input type="checkbox"/> L'élève reconnaît que certaines options ne seront pas retenues.	<input type="checkbox"/> L'élève présente plusieurs options réalisables et cohérentes dont la complexité dépasse les attentes du projet. <input type="checkbox"/> Les options proposées par l'élève ont chacune de fortes chances d'être adoptées.
Identification et évaluation des répercussions possibles	<input type="checkbox"/> L'élève n'est pas capable de prévoir les répercussions possibles des options liées à l'enjeu STSE. <input type="checkbox"/> L'élève ne semble avoir qu'une perception naïve des répercussions possibles de l'option.	<input type="checkbox"/> L'élève prévoit de façon vague et non fondée certaines répercussions possibles des options liées à l'enjeu STSE. <input type="checkbox"/> L'élève comprend qu'il y a des répercussions associées à chaque option.	<input type="checkbox"/> L'élève identifie de façon organisée les répercussions possibles associées à des options. <input type="checkbox"/> L'élève est conscient des répercussions pour chacune des options proposées, tant positives que négatives.	<input type="checkbox"/> L'élève réussit à élaborer une analyse des coûts, des bénéfices et des risques pour chacune des options proposées. <input type="checkbox"/> L'élève produit un rapport bien organisé qui cerne et qui analyse clairement chacune des options.

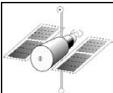


ANNEXE 34 : Grille d'évaluation critériée pour la prise de décisions (suite)

Nom : _____

Date : _____

Critères	Niveaux de rendement			
	1	2	3	4
Sélection de la meilleure option (la décision)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève ne réussit pas à prendre une décision liée directement à l'enjeu. <input type="checkbox"/> L'élève a besoin d'aide pour sélectionner une meilleure option. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève réussit à identifier une option réalisable en rapport avec l'enjeu, mais il a du mal à énoncer un plan d'action préliminaire qui soit cohérent. <input type="checkbox"/> L'élève hésite encore à prendre sa décision, il a besoin d'aide pour énoncer un plan d'action. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève réussit clairement à sélectionner une option faisable et à énoncer un plan d'action préliminaire en rapport avec l'enjeu. <input type="checkbox"/> L'élève ne réussit pas à convaincre l'ensemble de ses collègues sur le mérite de l'option qu'il a choisie. <input type="checkbox"/> L'élève reconnaît certains dangers que sa décision peut poser pour sa sécurité et celle des autres. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Une analyse exhaustive et coopérative des options possibles mène à la sélection d'une décision. <input type="checkbox"/> La décision s'appuie sur une recherche équilibrée et des explications solides et elle comprend un plan d'action préliminaire qui est cohérent et perspicace. <input type="checkbox"/> L'élève reconnaît la plupart des dangers que sa décision peut poser pour sa sécurité et celle des autres.
Réflexion sur le processus de prise de décisions	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève n'a qu'une notion élémentaire de l'importance de l'évaluation de son processus de prise de décision liée à l'enjeu STSE. <input type="checkbox"/> L'élève se montre peu disposé à évaluer de nouveau sa décision ou son plan d'action préliminaire. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève réfléchit au processus qu'il a suivi pour en arriver à sa décision et il communique bien sa réflexion. <input type="checkbox"/> L'élève reconnaît des forces et des lacunes dans sa décision ainsi que dans le processus qu'il a employé pour y arriver. <input type="checkbox"/> L'élève accepte la critique constructive de sa décision, mais n'en tient pas compte. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève réfléchit au processus qu'il a suivi pour en arriver à sa décision et il communique bien sa réflexion. <input type="checkbox"/> L'élève reconnaît des forces et des lacunes dans sa décision ainsi que dans le processus qu'il a employé pour y arriver. <input type="checkbox"/> L'élève accepte la critique constructive de sa décision et en tient compte. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> L'élève réfléchit en profondeur sur le processus qu'il a suivi pour en arriver à sa décision et il communique clairement son analyse. <input type="checkbox"/> L'élève reconnaît des forces et des faiblesses de sa décision et du processus employé pour y arriver, et il propose des améliorations pertinentes. <input type="checkbox"/> L'élève apprécie la critique constructive et l'incorpore concrètement dans son analyse. <input type="checkbox"/> L'élève manifeste un intérêt profond et continu pour l'enjeu qu'il a examiné, et il apprécie l'importance des décisions avisées.

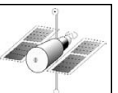


PORTFOLIO : Table des matières

Nom : _____

PIÈCE*	TYPE DE TRAVAIL	DATE	CHOISIE PAR
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

* Chaque pièce devrait être accompagnée d'une fiche d'identification.



PORTFOLIO : Fiche d'identification

Fiche d'identification

Nom de la pièce : _____

Apprentissage visé (connaissances, habiletés, attitudes) : _____

Remarques et réflexions personnelles au sujet de ce travail : _____

Ton niveau de satisfaction par rapport à ce travail :

1	2	3	4	5
pas satisfait(e) du tout				très satisfait(e)

