

Sciences de la nature Secondaire 2

Programme d'études :
document de
mise en œuvre

Manitoba
Education,
Training
and Youth

Éducation,
Formation professionnelle
et Jeunesse
Manitoba



Sciences de la nature, secondaire 2
Programme d'études :
Document de mise en œuvre

2005

Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba

DONNÉES DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION

507.12 Sciences de la nature, secondaire 2 : programme d'études – document de mise en œuvre.

ISBN 0-7711-2604-2

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

Dépôt légal – 1^{er} trimestre 2005
Bibliothèque nationale du Canada

Tous droits réservés © 2005, la Couronne du chef Manitoba représentée par le ministre de l'Éducation, de la Citoyenneté et de la Jeunesse. Division du Bureau de l'éducation française, 1181, avenue Portage, salle 509, Winnipeg (Manitoba) R3G 0T3, Canada (téléphone : (204) 945-6916 ou 1 800 282-8069 poste 6916; télécopieur : (204) 945-1625; courriel : bef@merlin.mb.ca).

Tous les efforts ont été faits pour mentionner aux lectrices et aux lecteurs les sources et pour respecter la *Loi sur le droit d'auteur*. Si, dans certains cas, des omissions ou des erreurs se sont produites, prière d'en aviser Éducation, Citoyenneté 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.

Par la présente, Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba autorise toute personne à reproduire ce document ou certains extraits à des fins éducatives et non lucratives. Cette autorisation ne s'applique pas aux pages provenant d'une autre source.



REMERCIEMENTS

Sciences de la nature, secondaire 2, Programme d'études : Document de mise en œuvre, auquel on se référera ci-après sous le nom de **Document de mise en œuvre**, appuie l'implantation du *Cadre manitobain de résultats d'apprentissage en sciences de la nature (Secondaire 2)* (2001).

Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba aimerait exprimer ses remerciements au Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) et à tous les participantes 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 œuvre manitobains en sciences de la nature.

Éducation, Citoyenneté 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 2, y compris ce *Document de mise en œuvre*.

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

Jeff Anderson	Enseignant	Collège Jeanne-Sauvé, Division scolaire Louis-Riel
Jean-Vianney Auclair	Directeur du projet	Bureau de l'éducation française, Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba
Chantal Bérard	Conseillère pédagogique en sciences de la nature	Bureau de l'éducation française, Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba
Danièle Dubois-Jacques	Conseillère pédagogique en sciences de la nature	Bureau de l'éducation française, Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba
Georges Kirouac	Enseignant	École/Collège régional Gabrielle-Roy, Division scolaire franco-manitobaine
Nicole Massé	Rédactrice de programmes d'études	Bureau de l'éducation française, Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba
Don Metz	Professeur	Faculté d'éducation, Université de Winnipeg
Richard Verrier	Enseignant	École Pointe-des-Chênes, Division scolaire franco-manitobaine



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, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba
Chantal Bérard	Conseillère pédagogique en sciences de la nature	Bureau de l'éducation française, Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba
Diane Blankenborg	Enseignante	Silver Heights Collegiate, Division scolaire de St. James-Assiniboia
George Bush	Conseiller pédagogique en sciences de la nature	Division des programmes scolaires, Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba
Danièle Dubois-Jacques	Enseignante	Collège Lorette Collegiate, Division scolaire de la Rivière Seine
Ryan Gray	Enseignant	Hapnot Collegiate, Division scolaire de Flin Flon
Georges Kirouac	Enseignant	Collège régional Gabrielle-Roy, Division scolaire franco-manitobaine
Heather Marks	Enseignante	École secondaire Sisler, Division scolaire de Winnipeg
Nicole Massé	Rédactrice de programmes d'études	Bureau de l'éducation française, Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba
Coleen McKellar	Enseignante	Crocus Plains Regional Secondary, Division scolaire de Brandon
Don Metz	Professeur	Faculté d'éducation, Université de Winnipeg
John Murray	Conseiller pédagogique en sciences de la nature	Division des programmes scolaires, Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba
Aileen Najduch	Conseillère pédagogique en sciences de la nature	Division des programmes scolaires, Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba
Paul Sherwood	Conseiller pédagogique en sciences de la nature	Bureau de l'éducation française, Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba
Donna Smith	Enseignante	Transcona Collegiate, Division scolaire River East Transcona
Richard Verrier	Enseignant	École Pointe-des-Chênes, Division scolaire franco-manitobaine



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

Nadine Gosselin	Opératrice de traitement de texte	Bureau de l'éducation française, Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba
David Lemay	Artiste (pigiste)	Saint-Boniface (Manitoba)
Pierre Lemoine	Traducteur et réviseur (pigiste)	Saint-Vital (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	0.01
1. Les finalités de l'éducation	0.02
2. La culture scientifique	0.02
3. Les principes de base de la culture scientifique	0.03
La nature des sciences et de la technologie	0.04
Les sciences, la technologie, la société et l'environnement (STSE)	0.06
Les habiletés et les attitudes scientifiques et technologiques	0.08
Les connaissances scientifiques essentielles	0.14
Les concepts unificateurs	0.15
4. Des considérations générales en sciences	0.16
La langue	0.16
Les sciences pour tous	0.16
L'éthique	0.16
La sécurité	0.17
5. L'apprentissage	0.18
Des principes découlant de la psychologie cognitive	0.18
D'autres considérations liées à l'apprentissage	0.18
6. L'enseignement	0.19
La démarche à trois temps	0.19
La promotion de la culture scientifique	0.20
7. Les résultats d'apprentissage	0.22
Les résultats d'apprentissage généraux (RAG)	0.22
Les résultats d'apprentissage spécifiques (RAS)	0.24
Les précisions qui accompagnent les RAS	0.26
La codification des RAS	0.26
Mode d'emploi pour la lecture des RAS thématiques	0.27
Mode d'emploi pour la lecture des RAS transversaux	0.27
8. L'organisation générale du document	0.28
Le contenu d'un module thématique	0.28
Les blocs d'enseignement	0.29
Les stratégies d'enseignement suggérées	0.29
Les stratégies d'évaluation suggérées	0.29
Mode d'emploi pour la lecture des stratégies suggérées	0.30
Les modalités d'évaluation	0.32
Les questions posées aux élèves	0.34
9. La planification en sciences	0.35
10. Bibliographie	0.36
MODULE THÉMATIQUE 1 : LA DYNAMIQUE D'UN ÉCOSYSTÈME	1.01
MODULE THÉMATIQUE 2 : LES RÉACTIONS CHIMIQUES	2.01
MODULE THÉMATIQUE 3 : LE MOUVEMENT ET L'AUTOMOBILE	3.01
MODULE THÉMATIQUE 4 : LA DYNAMIQUE DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES ..	4.01



INTRODUCTION GÉNÉRALE



1. LES FINALITÉS DE L'ÉDUCATION

L'éducation vise à préparer l'apprenant à devenir 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 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 Citoyenneté 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).

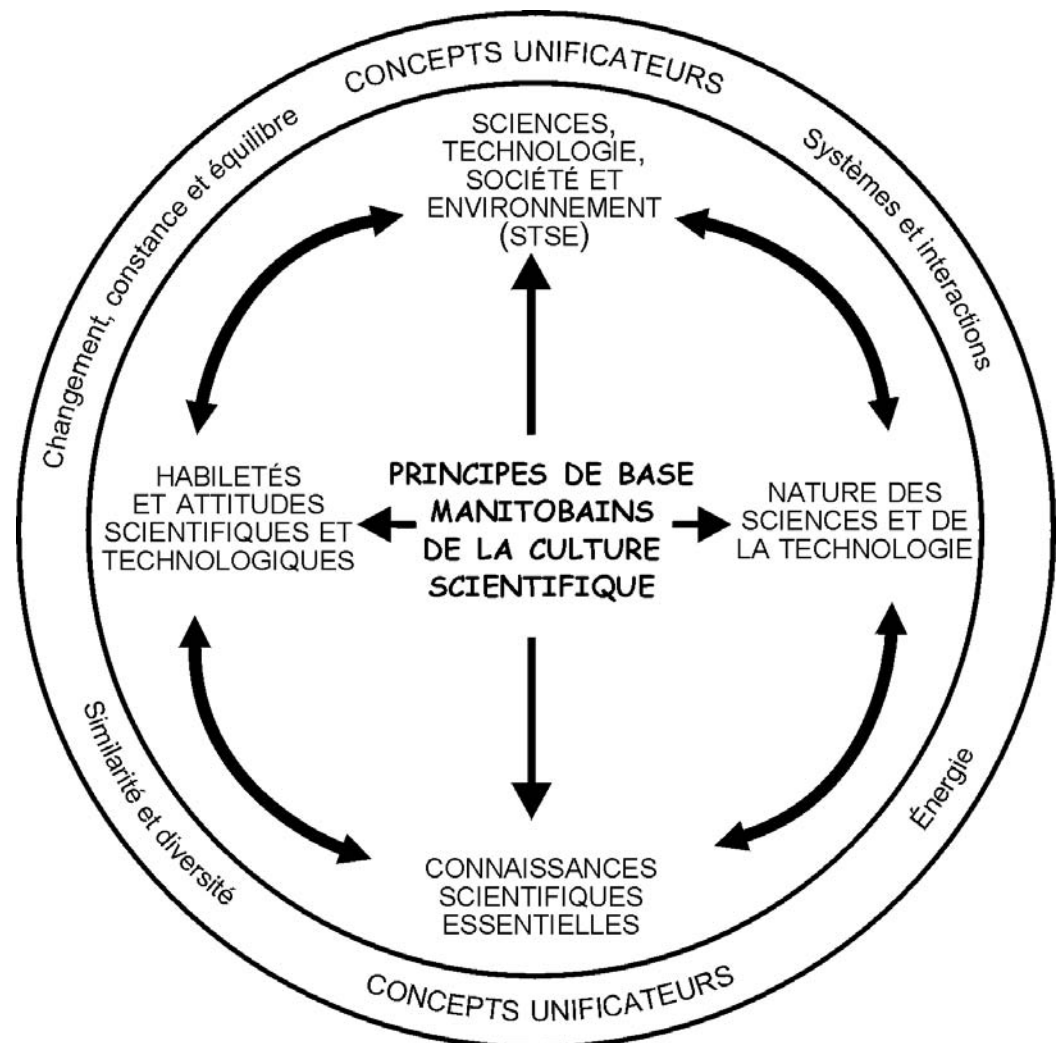


Fig. 1 – Principes de base manitobains de la culture scientifique.

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.

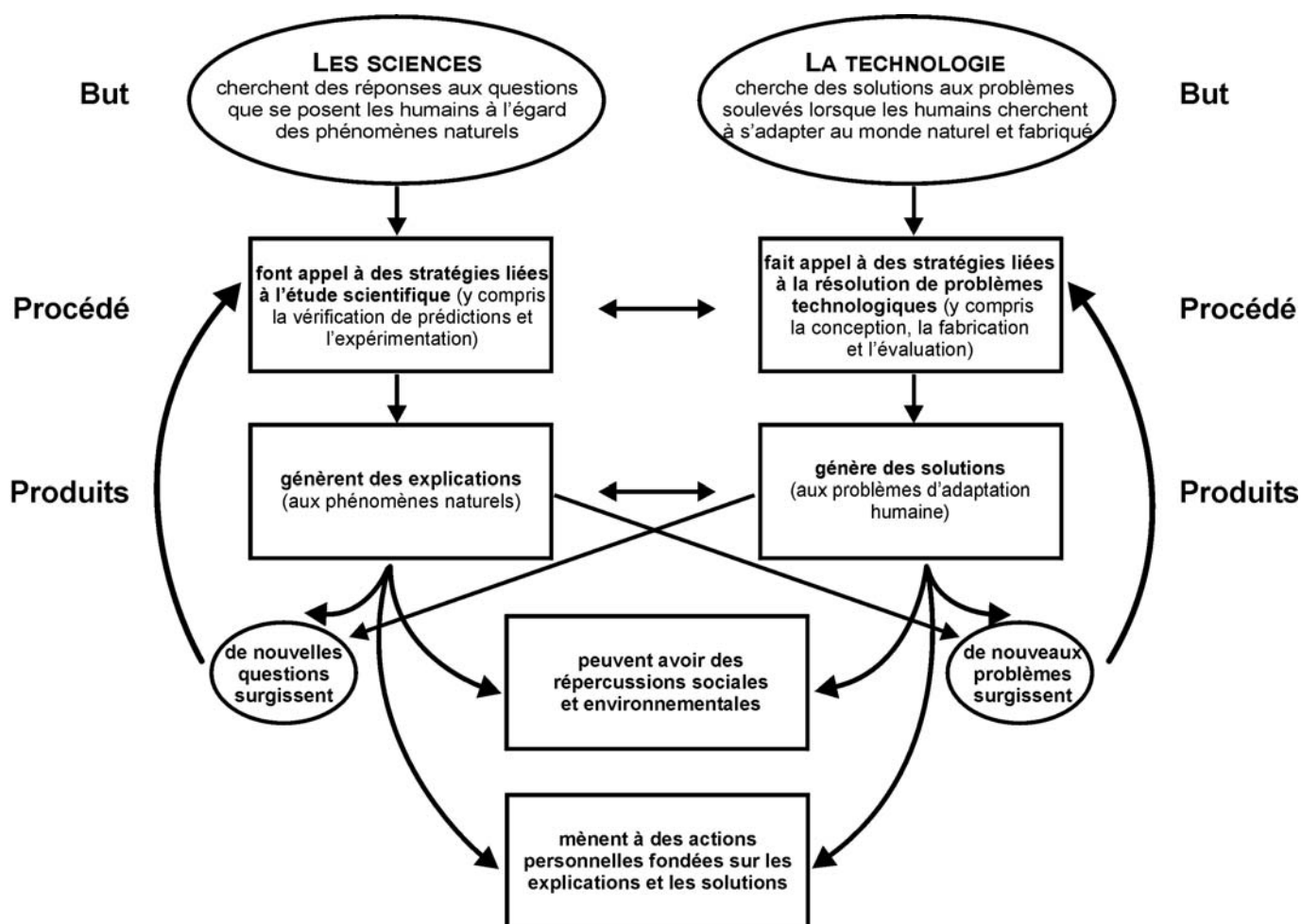


Fig. 2 – Les sciences et la technologie : Leur nature et leurs interactions.

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. »
(*Sustainability 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).

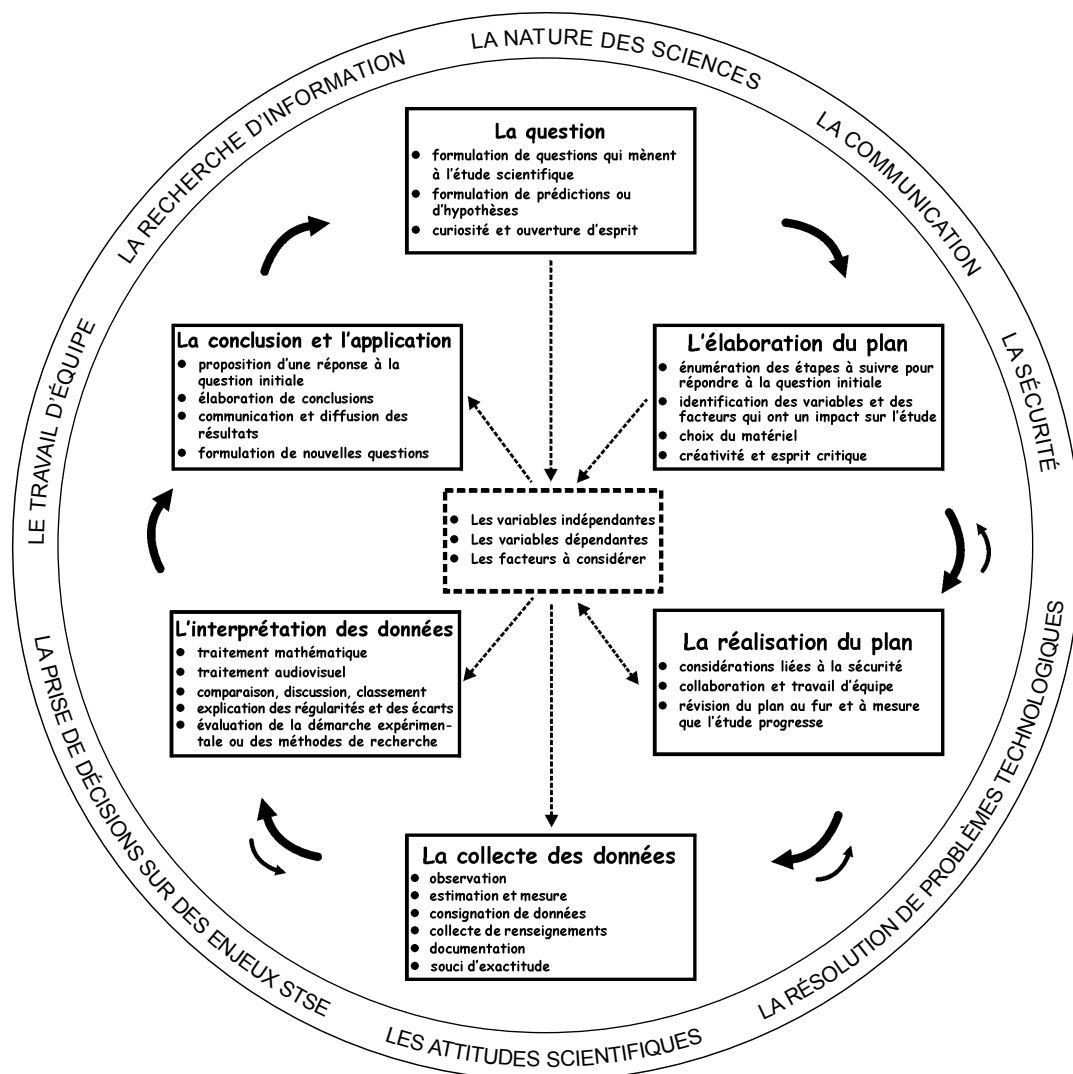


Fig. 5 – Étapes de l'étude scientifique (exploration, expérience, recherche).

- **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).

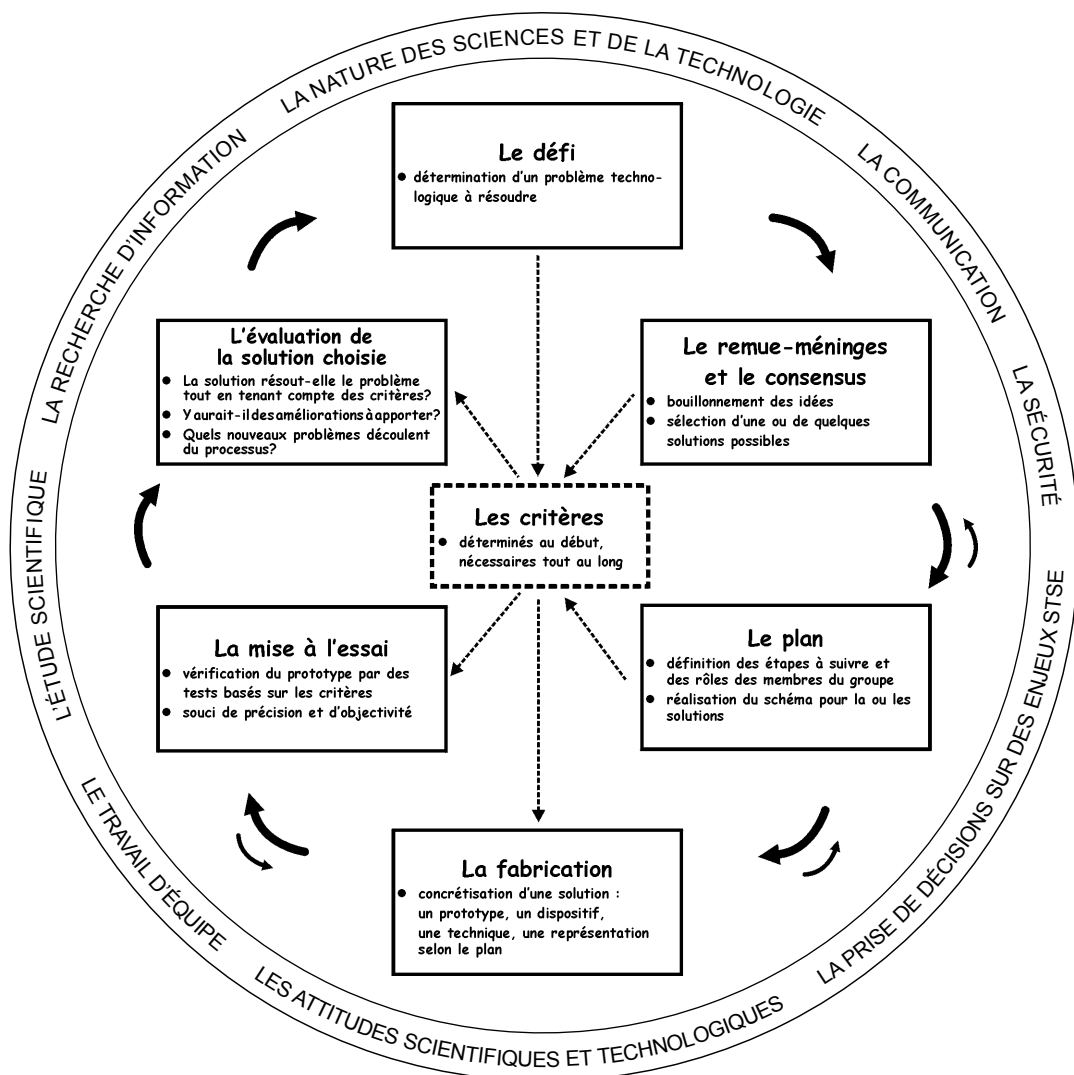


Fig. 6 – Étapes du processus de design. – Création d'un prototype.

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).

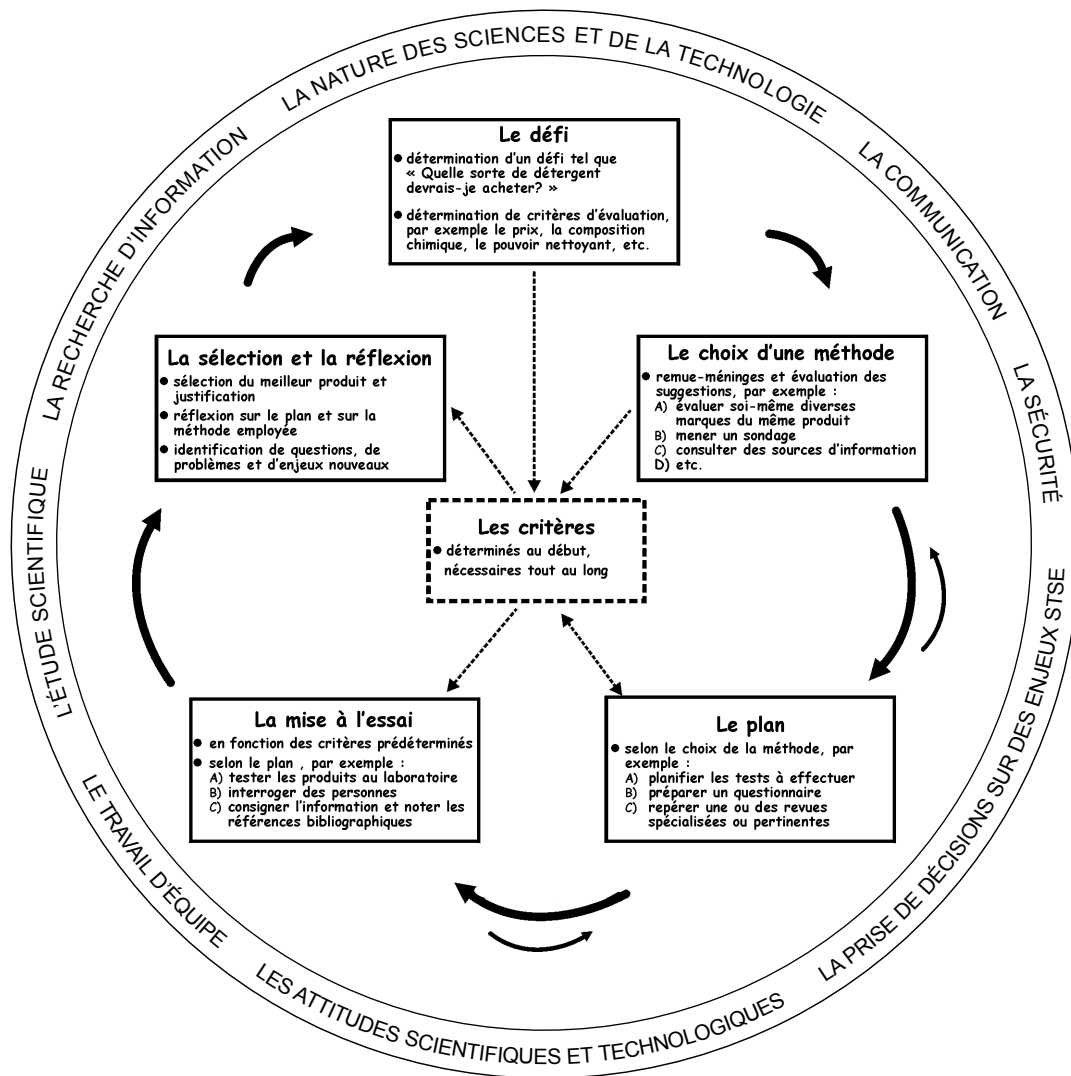


Fig. 7 – Étapes du processus de design – Évaluation d'un produit.

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.

Au 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

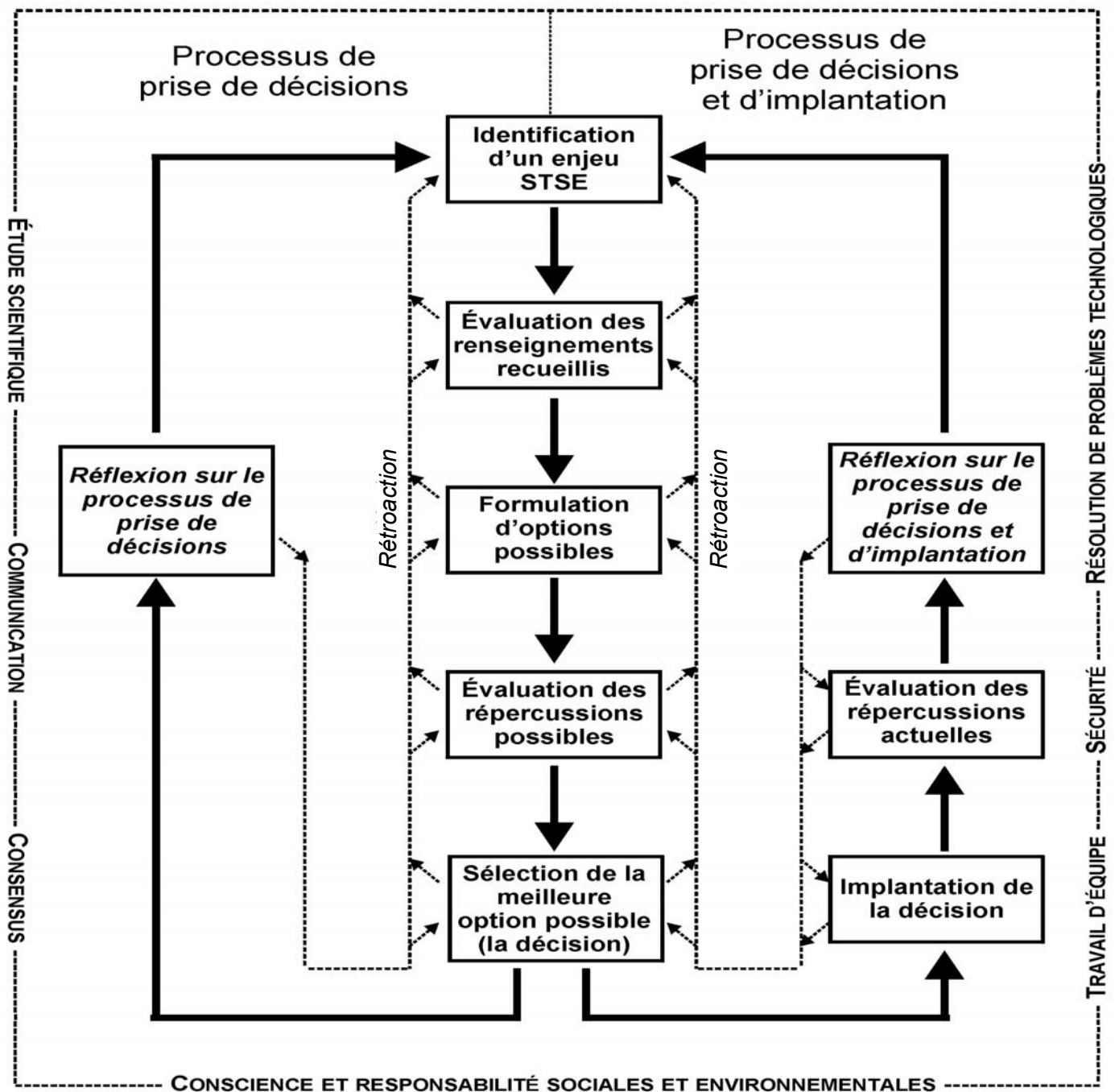


Fig. 8 – Étapes du processus de prise de décisions liées aux enjeux STSE.

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 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 leur rythme 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.
<p><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></p>		

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 :

- un pédagogue;
- un modèle en ce qui a trait aux attitudes et aux habiletés scientifiques et technologiques;
- un passionné des sciences et de 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

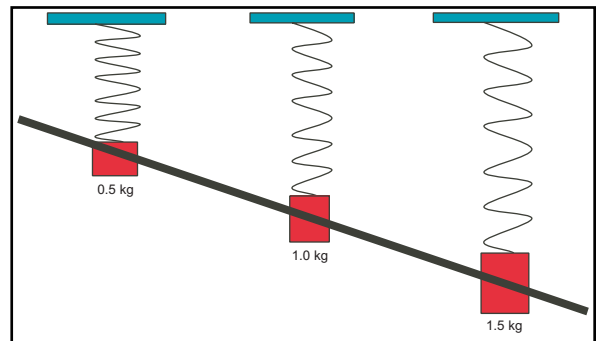
Fig. 10 – *Changement de priorités dans l'apprentissage et l'enseignement des sciences de la nature.*

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

Les modes de représentation

Le mode visuel

Prenons un exemple pour illustrer les modes de représentation. Une masse de 0,5 kg est suspendue à un ressort (voir fig. 1). Si l'on suspend des masses de 1 kg et de 1,5 kg à des ressorts identiques, on peut voir la relation entre la force agissant sur le ressort et l'étirement de celui-ci. C'est ce que l'on appelle le mode de représentation visuel d'une relation. Son fondement se trouve dans le monde réel et dans la perception que l'on a de ce monde.



La représentation visuelle consiste à établir une relation entre deux variables et à vérifier l'hypothèse par l'observation et l'expérimentation. Plus la force exercée est grande, plus le ressort s'étire. Il est même possible parfois d'établir la relation exacte. Dans le cas présent, comme les masses de la figure 1 s'alignent bien droit, l'augmentation de l'étirement doit être proportionnelle à celle de la force exercée. La représentation visuelle n'englobe pas uniquement la conjecture et l'observation; elle comprend aussi l'esprit critique et la pensée créative à mesure que l'on construit et modifie les modèles naturels à la base des observations. La conceptualisation du monde « réel » repose sur un ensemble d'hypothèses que l'on croit fondées. On peut intérioriser un modèle pour faciliter cette conceptualisation, puis effectuer différentes expériences pour en vérifier l'exactitude. Le modèle efficace est celui qui permet à la fois d'expliquer et de prévoir un phénomène. Un modèle peut entraîner des événements contradictoires qui obligent à le reconsidérer et à le modifier, ou un modèle peut être faussé et doit alors être abandonné en faveur de l'élaboration d'un autre, plus complet et plus précis. Par exemple, le modèle de la charge électrique sous-tend l'étude des phénomènes électriques. Le modèle par fluide et particules de la charge électrique a toujours été vérifié par l'observation expérimentale. Cependant, à mesure que les idées sur la structure de la matière évoluent, on constate que le modèle fondé sur les particules permet des prévisions et des explications plus fiables.

Bien que l'on puisse formuler une description générale des relations (plus la force exercée est grande, plus l'étirement du ressort est grand), on ne peut pas toujours établir une relation exacte par la représentation physique et conceptuelle. Il faut donc quantifier les caractéristiques et comparer les chiffres. C'est ce que l'on appelle le mode de représentation numérique.

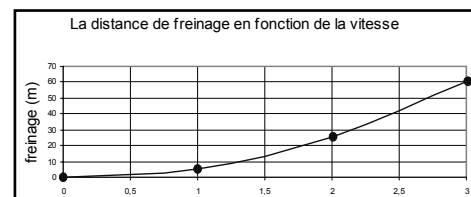
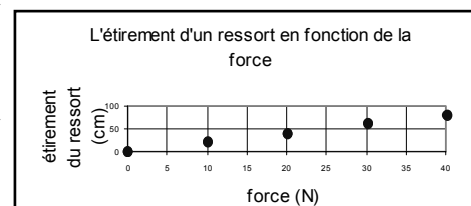
Le mode numérique

Le mode de représentation numérique consiste à formuler une définition fonctionnelle des propriétés fondamentales, et à effectuer des mesures afin de recueillir des données. On peut ensuite étudier ces données et établir une relation exacte. L'utilisation du mode numérique nécessite une bonne compréhension des rapports de proportion et des modèles numériques (par exemple si F double, x double, et si F triple, x triple; nous avons donc un rapport de proportion direct permettant d'énoncer une loi.). Dans la plupart des cas, cependant, la cueillette de données entraîne des erreurs. Il peut être très difficile d'établir la relation en étudiant uniquement les données. Par contre, une image vaut mille chiffres. La représentation graphique des données permet habituellement de mieux établir la relation.

F (N)	X (m)
5.0	0.2
10.0	0.4
15.0	0.6
20.0	0.8

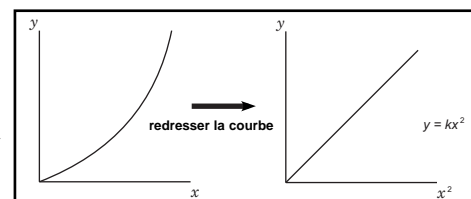
Le mode graphique

Le mode de représentation graphique constitue une image mathématique de la relation. Heureusement, il suffit de connaître un nombre limité de figures pour établir les relations. En fait, au niveau secondaire, on a besoin de connaître uniquement trois représentations graphiques, soit la ligne droite, la courbe de puissance et la courbe inversée. Au secondaire 2, seules les relations linéaires sont décrites en termes quantitatifs. Les autres relations peuvent être décrites en termes qualitatifs. En ajustant les données pour « redresser la courbe », on peut établir la relation exacte et formuler une loi que l'on peut représenter de façon symbolique. Au secondaire 2, ceci est un traitement optionnel.



Le mode symbolique

Enfin, le mode de représentation symbolique consiste à exprimer la relation par une formule algébrique pouvant s'appliquer à d'autres phénomènes physiques de nature semblable.

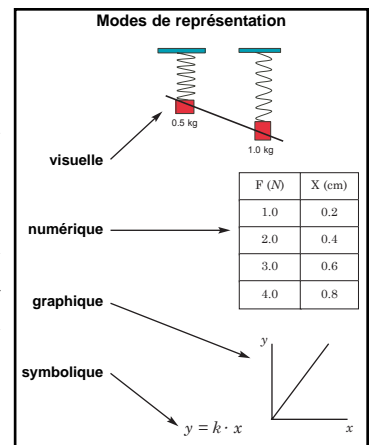


Il existe donc quatre modes de représentation des relations : physique et conceptuel, numérique, graphique et symbolique. Dans notre méthode d'enseignement de la physique, l'élève doit être en mesure d'utiliser chacun de ces modes de représentation afin de révéler sa compréhension et sa maîtrise du sujet.

Malheureusement, il est facile de se limiter à un seul mode de représentation, surtout le mode symbolique. Les élèves mémorisent consciencieusement les équations et les notations, apprennent à substituer les variables, et arrivent à des solutions numériques. Ce traitement « hors contexte » des relations entre variables physiques et conceptuelles pose des difficultés énormes pour certains élèves, y compris ceux qui semblent forts en mathématiques. Il est difficile de faire hors contexte des liens significatifs entre le mode de représentation symbolique et le mode de représentation physique et conceptuelle.

Les élèves à qui l'on a enseigné les concepts de physique uniquement par le mode de représentation symbolique sont en mesure de formuler des réponses toutes faites, mais il est rare qu'ils comprennent la physique ou qu'ils en retiennent les concepts.

Les élèves doivent acquérir une compréhension plus complète des relations et améliorer leurs compétences dans chaque mode de représentation. L'élève devrait pouvoir passer facilement d'un mode à l'autre, sans qu'il ne le fasse dans un ordre précis. Un « vrai scientifique » peut commencer ses recherches dans un mode de représentation quelconque et poursuivre en combinant ce mode à d'autres. L'élève qui démontre une compréhension complète des relations physiques et conceptuelles devrait être en mesure de passer d'un mode à l'autre, quel qu'en soit l'ordre.



Bien que l'aptitude à utiliser les différents modes de représentation constitue une base solide pour l'apprentissage des sciences de la nature, elle ne suffit pas à elle seule à décrire la nature de l'activité scientifique. Au moment de l'élaboration de sa théorie de la relativité, Einstein a conceptualisé une hypothèse puis, à partir de présomptions fondamentales sur le temps et l'espace, il en a déduit une série de lois représentées en mode symbolique. Il a laissé à d'autres le soin de faire les observations pour confirmer ou infirmer ses propositions. Le recul historique et une compréhension de l'essence même des sciences de la nature mèneront à une philosophie mieux adaptée à l'enseignement de la physique.

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 était au programme de 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.

Au secondaire 2, 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.


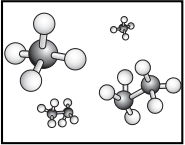
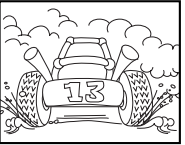
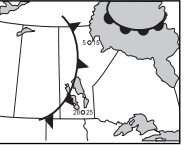
	<i>Regroupement transversal 0</i>	<i>Regroupement thématique 1</i>	<i>Regroupement thématique 2</i>	<i>Regroupement thématique 3</i>	<i>Regroupement thématique 4</i>
Maternelle	Les habiletés et les attitudes transversales de la maternelle	Les arbres	Les couleurs	Le papier	---
1 ^{re} année	Les habiletés 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
Secondaire 2	Les habiletés et les attitudes transversales du secondaire 2	La dynamique d'un écosystème	Les réactions chimiques	Le mouvement et l'automobile	La dynamique des phénomènes météorologiques
<p> Icônes utilisées dans le Document de mise en œuvre pour représenter les regroupements thématiques du secondaire 2</p>					

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 :

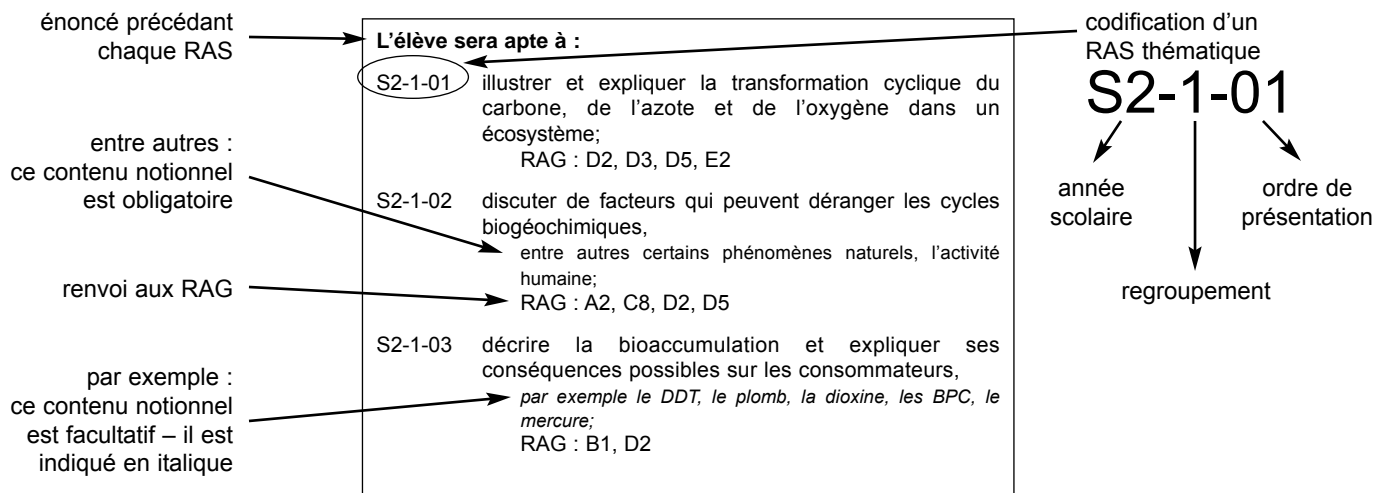
- l'année scolaire;
- le regroupement (tous les RAS transversaux appartiennent au regroupement 0);
- la catégorie;
- l'ordre de présentation du RAS.

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).

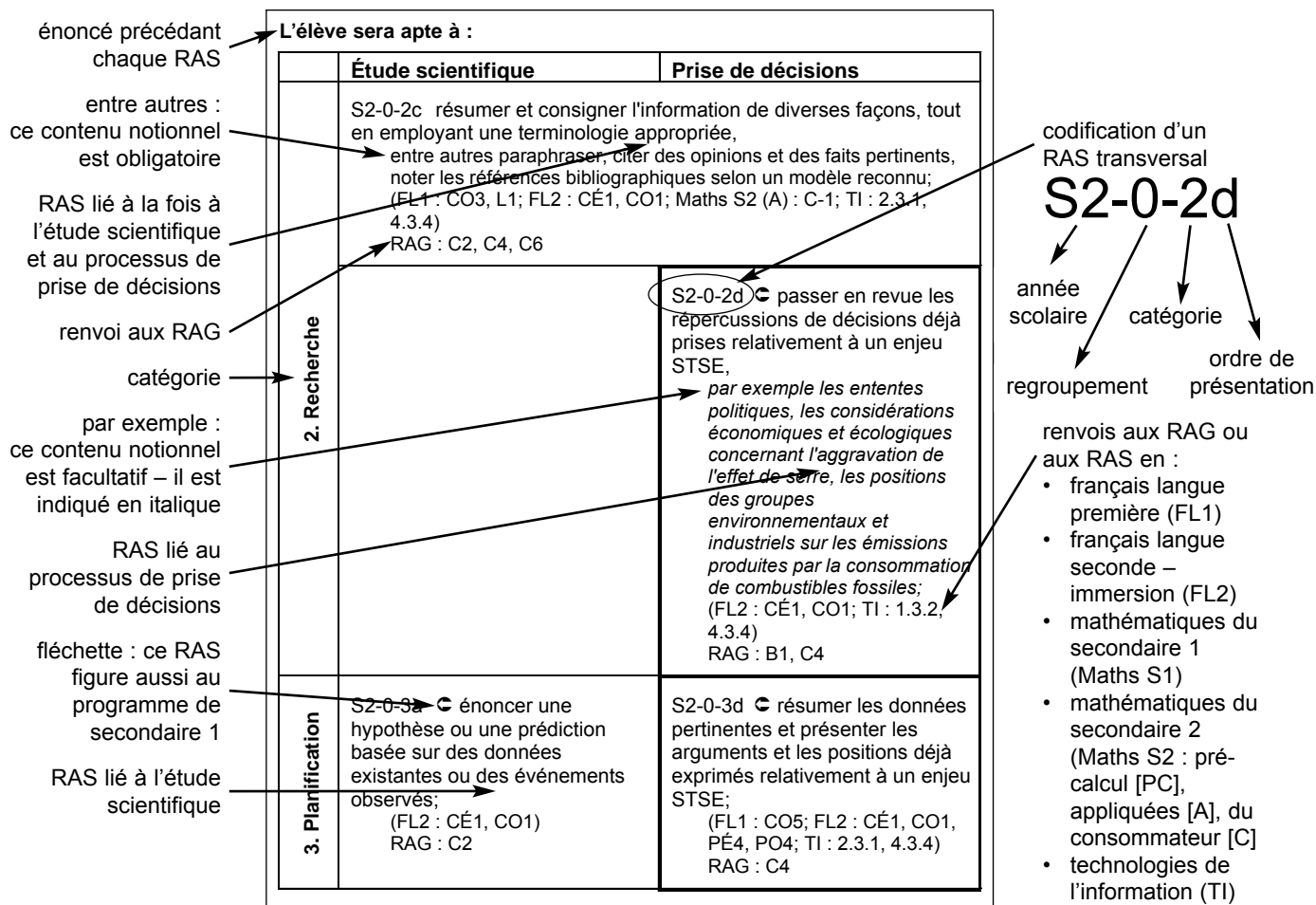
Mode d'emploi pour la lecture des RAS thématiques

Exemples de RAS thématiques



Mode d'emploi pour la lecture des RAS transversaux

Exemples de RAS transversaux



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 2 :

- **La dynamique d'un écosystème;**
- **Les réactions chimiques;**
- **Le mouvement et l'automobile;**
- **La dynamique des phénomènes météorologiques.**

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.

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 et la présence de la conjonction de coordination « ou » vient renforcer cette idée.** 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 2
Regroupement 1

LA DYNAMIQUE D'UN ÉCOSYSTÈME

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

Bloc C
La dynamique des populations

 L'élève sera apte à :

S2-1-04 décrire la capacité biotique d'un écosystème;
RAG : D2, E2, E3

S2-1-05 étudier et analyser divers facteurs limitatifs qui influent sur la dynamique des populations, entre autres des facteurs dépendants de la densité et des facteurs indépendants de la densité;
RAG : C2, D2, E2, E3

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

1 Inviter les élèves à classer divers exemples de composantes abiotiques et biotiques en se servant d'un cadre de tri et de prédiction (voir l'annexe 10) ou d'un schéma conceptuel hiérarchique (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11,16-11,17). Vérifier le travail des élèves en corrigeant les classifications au besoin.

En quête

1 A) Présenter la notion de capacité biotique (voir l'encadré ci-contre) et inviter les élèves à entreprendre une étude de cas à ce sujet (voir l'annexe 11 ou *Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles* FR 1-19).

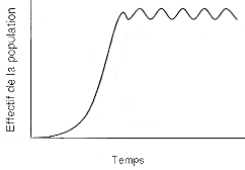
B) Inviter les élèves à choisir un organisme et à dresser une liste des facteurs qui pourraient faire varier l'effectif de la population, par exemple la sécheresse, le tassement ou une maladie. Présenter les concepts de facteurs limitatifs (voir l'encadré à ce sujet) et inviter les élèves à classer les facteurs qu'ils ont relevés en conséquence.

C) Inviter les élèves à mener une expérience pour observer la capacité biotique de même que les facteurs limitatifs (voir « Réguler la taille d'une population » dans *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 21-23). Faire une mise en commun des résultats.

En fin

1 Inviter les élèves à compléter des fiches du procédé tripartite pour le vocabulaire associé à la capacité biotique et aux facteurs limitatifs (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10,9-10,10 et 10,22).

Quand une population exploite un nouveau territoire, elle se multiplie rapidement. Éventuellement elle atteint un seuil appelé « **capacité biotique** » qui consiste en l'effectif maximal que le milieu peut supporter indéfiniment. L'effectif de la population oscille autour de ce seuil mais son taux de croissance moyen est de zéro (voir le graphique ci-dessous). Pour des informations supplémentaires, voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 18-24 ainsi que *Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles*, FR-20.



Effectif de la population

Temps

page
1.36

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 DYNAMIQUE D'UN ÉCOSYSTÈME

Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 1

<p>S2-1-06 construire et interpréter des graphiques illustrant la dynamique des populations; RAG : C2, C6, C8, D2</p>	<p>S2-0-6a reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations; (FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, H-4, (A) : J-2, (C) : II-D-5, II-F-2; TI : 1.3.1, 3.3.1) RAS : C2, C5</p>	<p>S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données; (FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-4, (A) : J-2, J-3, (C) : II-F-2) RAS : C2, C5, C8</p>
--	---	---

En plus

Inviter les élèves à réaliser le plan d'action qu'ils ont élaboré.

Suggestions de stratégies d'évaluation

- 1 Inviter les élèves à s'interroger les uns les autres au sujet du vocabulaire en se servant des fiches de procédé tripartite élaborées dans la section En fin ou à compléter un contrôle du vocabulaire (voir *Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles*, FR 1-17).
- 2 Inviter les élèves à classer une variété de facteurs limitatifs comme facteurs dépendants de la densité ou facteurs indépendants de la densité, et d'expliquer leur raisonnement (voir l'annexe 14).
- 3 Inviter les élèves à effectuer une étude de cas autre que celles complétées en classe (voir la section En quête 1-D pour une liste d'exemples).
- 4 Évaluer les connaissances des élèves au moyen d'un test écrit. Les élèves devraient être en mesure :
 - de définir population et de décrire les conditions nécessaires pour qu'une population donnée atteigne et maintienne l'équilibre;
 - de définir capacité biotique et d'expliquer l'importance de la conservation en se basant sur cette notion;
 - de prédire comment des variations de composantes abiotiques et biotiques pourraient influencer sur une population;
 - de donner des exemples de technologies agricoles qui ont augmenté la capacité biotique des êtres humains dans divers écosystèmes;

suite à la page 1.39

page 1.37

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.

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 groupe ou seul. Ces attitudes et habiletés sont difficiles, voire impossibles, 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, comprennent une échelle d'appréciation, où les critères de réussite d'une tâche sont décrits de manière détaillée et pour lesquels on assigne des valeurs numériques, d'autres encore sont de type 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 liste de vérification, la feuille de route ou encore le rapport de laboratoire, 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 destinés à l'élève lui permettent de mieux cerner son travail, d'une part, et de comprendre l'importance de la planification dans un projet d'envergure, d'autre part. Il arrive parfois que la grille d'évaluation critériée de l'enseignant tienne ce rôle et soit 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 la part 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'autoévaluation 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 questions
COMPRÉHENSION LITTÉRALE	Identification <ul style="list-style-type: none"> le rappel de l'information qui, quoi, quand, où, comment? verbes tels que décrire, nommer 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Quelles sont des ressources minérales du Manitoba? (7-4*)</i> <i>Classifiez des vertébrés selon qu'ils sont des poissons, des amphibiens, des reptiles, des oiseaux ou des mammifères? (6-1)</i>
	Compréhension <ul style="list-style-type: none"> l'organisation et la sélection des faits et des idées verbes tels que résumer, choisir 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Quelle est la fonction des interrupteurs dans les circuits électriques? (6-3)</i> <i>De quelle façon le système circulatoire participe-t-il au travail du système digestif? (8-1)</i>
COMPRÉHENSION INTERPRÉTATIVE	Application <ul style="list-style-type: none"> l'utilisation de faits, de règles et de principes verbes tels que calculer, lier 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Quel est le lien entre le sommeil et le maintien d'un corps en bonne santé? (5-1)</i> <i>Comment nos connaissances au sujet des bactéries nous permettent-elles de prévenir un empoisonnement alimentaire?</i>
	Analyse <ul style="list-style-type: none"> la séparation d'un tout en ses constituants verbes tels que classier, comparer 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Dans un béccher, on verse trois fluides qui se déposent, du bas vers le haut, dans l'ordre suivant : l'eau, l'huile et l'alcool. Expliquez, à l'aide de la masse volumique, pourquoi il en est ainsi. (8-3)</i> <i>Quelle force sera requise pour soulever une grosse boîte si on utilise un système à plusieurs poulies? (5-3)</i>
	Synthèse <ul style="list-style-type: none"> la combinaison d'idées pour en créer de nouveaux ensembles verbes tels que prédire, inférer 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Qu'arriverait-il au cycle des saisons si la Terre n'était pas inclinée sur son axe?</i> <i>Comment vous y prendriez-vous pour démontrer que la déforestation influe sur le climat de votre région? (5-4)</i>
COMPRÉHENSION CRITIQUE	Évaluation <ul style="list-style-type: none"> l'élaboration d'opinions, de jugements ou de décisions verbes tels que réagir, apprécier 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Les bienfaits liés à l'exploitation du rayonnement électromagnétique justifient-ils les risques qu'ils font courir à la société? (8-2)</i> <i>Comment pouvez-vous déterminer si le sac-repas fabriqué en classe permet de contrôler efficacement le transfert de l'énergie thermique? (7-2)</i>

* Indique l'année scolaire et le regroupement auxquels se réfère la question.

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 2 en fonction de 110 heures d'enseignement. Selon les diverses modalités scolaires, le cours s'échelonne sur cinq ou dix mois.

10. BIBLIOGRAPHIE

- ALBERTA. ALBERTA EDUCATION (1997). *Programme de sciences à l'élémentaire*, Edmonton, Alberta Education.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (1993). *Benchmarks for Science Literacy: Project 2061*, New York, Oxford University Press.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (1990). *Science for All Americans*, Washington, AAAS Publications.
- BYBEE, R. (1989). *Science and Technology Education for the Elementary Years: Frameworks for Curriculum and Instruction*. Rowley (Massachusetts), The NETWORK.
- CAMPBELL, V., J. LOFSTROM et B. JEROME. (1997). *Decisions Based on Sciences*, Arlington (Virginie), National Science Teachers Association.
- CONSEIL DES MINISTRES DE L'ÉDUCATION (CANADA) (1996). *Évaluation en sciences : Cadre de classification et critères d'évaluation*, Toronto, Conseil des ministres de l'Éducation (Canada).
- CONSEIL DES MINISTRES DE L'ÉDUCATION (CANADA) (1997). *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature (M à 12)*, Toronto, Conseil des ministres de l'Éducation (Canada).
- CONSEIL DES SCIENCES DU CANADA (1984). *À l'école des sciences : la jeunesse canadienne face à son avenir, Rapport 36*, Ottawa, Approvisionnement et Services Canada.
- CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION (1990). *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.
- CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION (1989). *L'initiation des élèves aux sciences de la nature chez les enfants au primaire*, Sainte-Foy (Québec), Conseil supérieur de l'éducation.
- CORNFIELD, R.J. et autres (1994). *Construire la réussite : L'évaluation comme outil d'intervention*, Montréal, Éditions de la Chenelière.
- DEPARTMENT FOR EDUCATION AND THE WELSH OFFICE (1990). *Technology in the National Curriculum*, Londres, HMSO.
- DE VECCHI, G. et A. GIORDAN. (1988). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche »?*, Nice (France), Z'éditions.
- LAROCHELLE, M. et J. DÉSAUTELS. (1992). *Autour de l'idée de science : itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes*, Québec, Presses de l'Université Laval.
- LEGENDRE, Renald (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation, 2^e édition*, Montréal, Éditions Guérin.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1995). *Nouvelles directions pour le renouveau de l'éducation : Les bases de l'excellence*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1996). *Politique curriculaire pour le programme d'immersion française*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1996). *Les résultats d'apprentissage manitobains en français langue première (M-S4)*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1996). *Les résultats d'apprentissage manitobains en français langue seconde – immersion (M-S4)*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1997). *Liens curriculaires : Éléments d'intégration en salle de classe*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1997). *Le succès à la portée de tous les apprenants*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1998). *Études autochtones : Document cadre à l'usage des enseignants des années intermédiaires (5-8)*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1998). *Études autochtones : Document-ressource à l'usage des années intermédiaires (5-8)*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1998). *Mathématiques, Cinquième et sixième années : Document de mise en oeuvre*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1998). *Mathématiques, Septième et huitième années : Document de mise en oeuvre*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1998). *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.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1999). *Cadre manitobain de résultats d'apprentissage en sciences de la nature (M à 4)*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (1999). *La sécurité en sciences de la nature : Un manuel ressource*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (2000). *Cadre manitobain de résultats d'apprentissage en sciences de la nature (5 à 8)*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

MANITOBA. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE (2000). *Cadre manitobain de résultats d'apprentissage en sciences de la nature (S1)*, Winnipeg, Éducation et Formation professionnelle Manitoba.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996). *National Science Education Standards*, Washington, National Academy of Sciences.

NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION (1992). *Scope, Sequences, and Coordination of Secondary School Science*, vol. 2, Arlington (Virginie), National Science Teachers Association.

NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION (1993). *The Content Core : A Guide for Curriculum Designers*, Arlington (Virginie), National Science Teachers Association.

NOUVEAU-BRUNSWICK, TERRE-NEUVE ET LABRADOR, NOUVELLE-ÉCOSSE ET ÎLE DU PRINCE-ÉDOUARD. MINISTÈRES DE L'ÉDUCATION (1995). *Foundation for the Atlantic Canada Science Curriculum*, Saint-Jean (Terre-Neuve), Newfoundland and Labrador Department of Education.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION (1998). *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.

ORPWOOD, G. et J. P. SOUQUE (1984). *Science Education in Canadian Schools, Background Study 52*, Ottawa, Approvisionnement et Services Canada.

SUSTAINABILITY MANITOBA (1994). *Sustainable Development Strategy for Manitoba*, Winnipeg, Sustainability Manitoba.

TARDIF, Jacques (1992). *Pour un enseignement stratégique : L'apport de la psychologie cognitive*, Montréal, Les Éditions Logiques.

UNESCO (1988). *Le développement durable grâce à l'éducation relative à l'environnement*, Connexion, vol. 13, n° 2.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987). *Our Common Future*, New York, Oxford University Press.

LA DYNAMIQUE D'UN ÉCOSYSTÈME



APERÇU DU REGROUPEMENT

Dans le présent regroupement les relations complexes au sein des écosystèmes sont examinées en vue d'approfondir les questions de durabilité. L'élève étudie la transformation d'éléments sur une grande échelle à l'intérieur des cycles biogéochimiques, ainsi que l'accumulation des toxines dans les chaînes alimentaires. À la lumière des facteurs limitatifs et de la capacité biotique, l'élève en vient à comprendre la dynamique des populations. Le concept de la biodiversité des espèces et ses conséquences font également l'objet d'une étude. Grâce aux connaissances acquises, l'élève est en mesure d'examiner comment l'activité humaine influe sur un écosystème particulier et d'avoir recours à un modèle de prise de décisions pour proposer une approche favorable à la durabilité.

CONSEILS D'ORDRE GÉNÉRAL

En 7^e année, les élèves ont étudié les écosystèmes; en secondaire 2, l'accent est mis sur les excursions en plein air ainsi que sur le modèle de prise de décisions. Les excursions permettent à l'enseignant de traiter de la notion du respect de l'environnement. Le modèle de prise de décisions permet aux élèves d'évaluer de façon critique les renseignements disponibles au sujet de l'influence des humains sur les écosystèmes, et de prendre une décision tout en examinant ses répercussions possibles. L'accès des élèves à Internet est fortement recommandé afin qu'ils puissent poursuivre leurs recherches.

Deux pages reproductibles pour le portfolio figurent à la fin du 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 ».

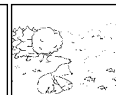


BLOCS D'ENSEIGNEMENT SUGGÉRÉS

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 2.

Outre les RAS propres à ce regroupement, plusieurs RAS transversaux du secondaire 2 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 cycles biogéochimiques	S2-1-01, S2-1-02, S2-0-4a, S2-0-5c, S2-0-8b	180 min
Bloc B	La bioaccumulation	S2-1-03, S2-0-2a, S2-0-2b, S2-0-2c, S2-0-8g	180 min
Bloc C	La dynamique des populations	S2-1-04, S2-1-05, S2-1-06, S2-0-6a, S2-0-7a	300 min
Bloc D	L'introduction et la disparition d'espèces	S2-1-07, S2-0-2d, S2-0-3a, S2-0-9e, S2-0-9f	180 min
Bloc E	La biodiversité	S2-1-08, S2-0-4b, S2-0-4f, S2-0-8f, S2-0-9d	180 min
Bloc F	La durabilité	S2-1-09, S2-0-7f, S2-0-9c, S2-0-9e	120 min
Bloc G	Un plan d'action	S2-1-10, S2-0-3e, S2-0-3f, S2-0-5d, S2-0-6d	300 min
	<i>Récapitulation et objectivation pour le regroupement en entier</i>		<i>60 à 90 min</i>
	Nombre d'heures suggéré pour ce regroupement		25 à 25,5 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).

[R] indique une ressource recommandée

LIVRES

[R] **À la découverte de votre collectivité : un processus coopératif de planification de pérennité**, Éd. Fondation Harmonie du Canada (1994). ISBN 0-929010-12-4. DREF 333.720971 F673. [comment faire un plan d'action: RAS S2-1-10]

[R] **Atlas Beauchemin**, de Vincent Coulombe et Bruno Thériault, Éd. Beauchemin (1999). ISBN 2-7616-0703-1. DREF 912 C855a. CMSM 94021. [cartes thématiques]

La chimie et l'agriculture, du Bureau de l'Éducation française, Éd. Bureau de l'Éducation française (1988). ISBN 0771107188. DREF 630.24 C538. [RAS S2-1-03]

Cycles terrestres et écosystèmes, de Beth Savan, Éd. Héritage (1992). ISBN 2-7625-7132-4. DREF 363.7 S264c. [de nombreuses expériences pour les élèves]

Des forêts et des hommes, de Philippe Leroy, collection Explora et Presses Pocket, Éd. Cité des sciences et de l'industrie (1991). ISBN 2266045725. DREF 333.75 L621d. [RAS S2-1-10]

Des habitats menacés, de Simon Noël et Jeannie Henno, collection Survie, Éd. Gamma (1988). ISBN 2-7130-0929-4. DREF 577.271 S595d.

Dictionnaire de l'écologie et de l'environnement, de Henri Friedel et autres, Éd. Larousse (1980). ISBN 2037010044. DREF 577.03 F899d.

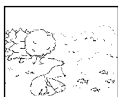
L'écologie, de Richard Spurgeon, collection Sciences et expériences, Éd. Usborne (1989). ISBN 0-7460-0560-1. DREF 577 S772e. [excellents diagrammes et suggestions de projets et d'expériences]

Écologie : à la découverte de ton milieu : cahier d'activités, de Robert Garneau, Éd. HRW (1986). ISBN 0-03-926418-1. DREF 577 G234é C. [feuilles d'exercices pertinents]

Écologie : à la découverte de ton milieu : cahier d'activités - Corrigé, de Robert Garneau, Éd. HRW (1986). ISBN 0-03-926424-6. DREF 577 G234é C-C. [feuilles d'exercices pertinents]

Écologie : un monde à découvrir : cahier de travail, 3^e édition, d'Odile Paradis et autres, Éd. HRW (1987). ISBN 0-03-926687-7. DREF 577 P222e 1987 C. [feuilles d'exercices pertinents]

Écologie : un monde à découvrir : cahier de travail : Corrigé, 3^e édition, d'Odile Paradis et autres, Éd. HRW (1987). ISBN 0-03-926688-5. DREF 577 P222e 1987 C-C. [feuilles d'exercices pertinents]



L'écologie : une science pour l'environnement, de Steve Pollock et Guilhem Lesaffre, collectoin Passion des sciences, Éd. Gallimard (1994). ISBN 2-07-058343-0. DREF 577 P777e.

Écologie et environnements, de Pascal Acot, collection La Science et les hommes, Éd. Messidor : La Farandole (1991). ISBN 2-209-06548-8. DREF 304.2 A185e. [RAS S2-1-10]

[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. 507.12 E59. CMSM 93965. [stratégies de pédagogie différenciée]

L'environnement, de David Suzuki et Barbara Hehner, Éd. Héritage (1991). ISBN 2-7625-6407-7. DREF 577 S968e.

Environnements en péril : sauvegarder les écosystèmes menacés de la terre, de Anna Maria Caldara et Nicolas Blot, Éd. Intrinsic (1991). ISBN 2-920373-17-X. DREF 363.7 C145e.

Les forêts : des arbres toujours, mais tant d'autres choses, de Jean-François Dobremez, collection Planète verte, écosystèmes, Éd. Hurtubise HMH (1992). ISBN 2-0072-119-7. DREF 577 D634f. [RAS S2-1-10]

Géographie du Canada : influences et liaisons – guide d'enseignement, de Bruce W. Clark et John K. Wallace, Éd. de la Chenelière (2000). ISBN 2893105815. DREF 917.1 C592g.

Géographie du Canada : influences et liaisons – manuel, de Bruce W. Clark et John K. Wallace, Éd. de la Chenelière (2000). ISBN 2893105440. DREF 917.1 C592g. [Cet ouvrage aidera l'élève à acquérir une compréhension écologique des événements régionaux et mondiaux, en examinant les procédés qui modèlent la Terre et qui montrent comment les humains et les autres êtres vivants interagissent avec l'environnement]

Géographie du Canada : influences et liaisons – supplément au guide, de Bruce W. Clark et John K. Wallace, Éd. de la Chenelière (2000). ISBN 2893108687. DREF 917.1 C592g.

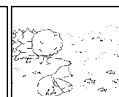
Introduction aux sciences 10, de William Albert Andrews, Éd. Lidec (1993). ISBN 2-7608-3569-3. DREF 500 I61 10.

Livres de l'environnement 1 : Le climat de notre planète, de Barbara Veit et Christine Wolfrum, collection Découverte Cadet, Éd. Gallimard (1992). ISBN 2-07-056866-0. DREF 551.6 V428L.

Livres de l'environnement 4 : Les déchets sur notre planète, de Barbara Veit et Christine Wolfrum, collection Découverte Cadet, Éd. Gallimard (1992). ISBN 2-07-056869-5. DREF 363.728 V428L.

Le livre des sciences, d'Amanda Kent et autres, Éd. Usborne (1990). DREF 500 L788.

Mieux vivre avec son environnement, Éd. Ministère de l'environnement (1990). ISBN 2-921261-03-0. DREF 363.7009714 M632. [RAS S2-1-10]



La nature aux abois : les espèces menacées de disparition au Canada, de James A. Burnett, Éd. M. Broquet (1989). ISBN 2-89000-278-0. DREF 578.68 N285. [RAS S2-1-07]

Notre environnement, nos ressources : systèmes environnementaux et gestion des ressources au Canada – manuel d'apprentissage, de Louise Grondin et autres, Éd. Lidec (1994). ISBN 2-7608-4571-0. DREF 333.70971 G876n.

Les océans : des marées noires au retour de la grande bleue, d'Henri Dupuis, collection Planète verte (Écosystèmes), Éd. Hurtubise HMH (1992). ISBN 2-7002-1121-9. DREF 577.7 D944o. [RAS S2-1-10]

[R] **Les océans, notre avenir**, de Martyn Bramwell, collection Pour comprendre et préserver notre planète, Éd. Hurtubise HMH (2000). ISBN 2-89428-457-8. DREF 577.7 B815o. [excellente ressource pour le processus de prise de décisions]

[R] **Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles**, de Gail deSouza et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-423-3. DREF 500 O55 10e. CMSM 91143. [accompagne le Guide d'enseignement]

Omnisciences 10 – Guide d'enseignement, de Jane Alexander et autres, collection Omnisciences, Ed. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-414-4. DREF 500 O55 10e. CMSM 91762.

[R] **Omnisciences 10 – Manuel de l'élève**, de Eric Grace et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2000). ISBN 2-89461-413-6. DREF 500 O55 10e. CMSM 93856.

La planète bleue : écologie, de Louise Le Page et Lucie Sauvé-Desrochers, Institut de Recherches psychologiques (1983). ISBN 2-89109-040-3. DREF 577 L591p.

Points choc vert : l'environnement dans tous ses états, d'Alain Denvers, Éd. no 1 (1990). ISBN 2-86391-332-8. DREF 363.7 D416p. [RAS S2-1-10]

Points saillants du rapport sur l'état de l'environnement du Manitoba 1997 : vers un rapport sur le développement durable, Éd. Environnement Canada (1997). DREF 333.72097127 E61r 1997. [RAS S2-1-10]

Pour un monde écologique : fiches d'apprentissage (cahier), de Robert Durocher, Éd. École nouvelle (1995). ISBN 2921652250. DREF 577 D964p 01.

Pour un monde écologique : fiches d'apprentissage (corrigé), de Robert Durocher, Éd. École nouvelle (1995). ISBN 2921652269. DREF 577 D964p 01.

Sauvez votre planète : des idées simples à mettre en pratique chaque jour, de Marjorie Lamb et Marie Perron, Éd. de l'Homme (1991). ISBN 2-7619-0936-4. DREF 363.7 L218s. [RAS S2-1-10]

Sauvons la planète, de Herbert Girardet et autres, collection Vive la nature, Éd. Hachette (1990). ISBN 2-01-015744-3. DREF 363.7 G519s. [RAS S2-1-10]



Sauvons la terre, de Jonathan Porritt, Éd. Casterman (1991). ISBN 2-203-60302-X. DREF 304.2 P838s. [regroupe un ensemble de textes dus à d'éminents scientifiques, chefs d'État, artistes, dirigeants spirituels, etc; met en scène les crises écologiques provoquées, entre autres, par la disparition des forêts ou l'effet de serre; RAS S2-1-10]

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

La terre : des ressources en creux et en bosses, de Monique Fort, collection Planète verte (Écosystèmes), Éd. Rageot (1992). ISBN 2-7002-1120-7. DREF 910.02 F736t. [RAS S2-1-10]

[R] **La Terre, notre avenir**, de David Burnie, collection Pour comprendre et préserver notre planète, Éd. Hurtubise HMH (2001). ISBN 2-89428-458-6. DREF 363.7 B966t. [excellente ressource pour le processus de prise de décisions]

La vie des rivières, lacs et marais, de Susan McMillan et François Lapoix, collection Je préserve la nature, Éd. Larousse (1992). ISBN 2-03-601302-3. DREF 577.6 M167v.

GUIDES D'IDENTIFICATION [RAS S2-1-08]

Arbres, arbustes, arbrisseaux du Québec : comment les identifier en toutes saisons, de Jean Smith et Louis Parrot, Éd. Ministère de l'énergie et des ressources (1984). ISBN 2551060095. DREF 582.1609714 S651a.

Champignons : comment identifier champignons comestibles et champignons vénéneux, de E. Garnweidner, collection Miniguide Nathan tout terrain, Éd. Nathan (1992). ISBN 2-09-278342-4. DREF 579.5 G236c.

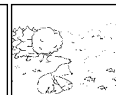
Champignons comestibles et vénéneux du Canada, de James Walton Groves, collection Agriculture Canada, Éd. Agriculture Canada, Direction générale de la recherche (1981). ISBN 0660907410. DREF 589.20971 G884c.

Champignons vénéneux et nocifs du Canada, de Joseph F. Ammirati et autres, Éd. M. Broquet (1986). ISBN 2-89000-142-3. DREF 589.20971 A519c.

Empreintes de mammifères, Éd. Carolina Biological Supply. DREF M.-M. 591.5 E55.

Encyclopédie des fleurs et plantes de jardin, de Sélection du Reader's digest, Éd. Sélection du Reader's Digest (1978). DREF 635.903 S464e.F.

Encyclopédie des papillons du monde entier, de Paul Smart et Anne-Marie Lixaerde, Éd. Bordas (1981). ISBN 2040128131. DREF 595.78903 S636e.



Fleurs sauvages du nord-est et du centre-nord de l'Amérique du Nord, de Roger Tory Peterson et Hélène Colas-Charpentier, collection Les petits guides Peterson, Éd. Broquet (1990). ISBN 2-89000-298-5. DREF 582.13097 P485f.

Flore du Parc national du mont Riding, Manitoba, de William J. Cody, Éd. Agriculture Canada (1988). ISBN 0-660-92391-2. DREF 581.971272 C671f.

Flore laurentienne, du Frère Marie-Victorin et autres, Éd. Presses de l'Université de Montréal (1964). ISBN 2-7606-0018-1. DREF 581.9714 M334f.

La forêt milieu vivant, de Luc Abbadie et Michel Baudoin, collection Écoguides, Éd. Bordas (1990). ISBN 2-04-018465-1. DREF 577.3 A123f.

Guide d'identification des arbres du Canada, de Jean Lauriault et autres, Éd. M. Broquet (1987). ISBN 2890001822. DREF 582.160971 L384g.

Guide d'identification des oiseaux de l'Amérique du Nord, de National Geographic Society, Éd. M. Broquet (1987). ISBN 0-87044-692-4. DREF 598.297 G946.

Guide d'identification des oiseaux de l'est de l'Amérique du Nord, de Donald W. Stokes et Lillian Q. Stokes, Éd. Broquet (1997). ISBN 2890004430. DREF 598.297 S874g.

Guide des arbres de l'Amérique du Nord : guide d'identification sur le terrain, de Christian Franck Brockman et autres, Éd. M. Broquet (1982). ISBN 2890000559. DREF 582.16097 B864t.Fr.

Guide des fleurs sauvages de l'Est de l'Amérique du Nord, de Lawrence Newcomb et autres, Éd. M. Broquet (1983). ISBN 2890000591. DREF 582.130974 N537n.Ft.

Guide des oiseaux de l'Amérique du Nord à l'est des Rocheuses, de Roger Tory Peterson et Philippe Blain, Éd. France-Amérique (1984). ISBN 2890011879. DREF 598.297 P485f.Fb.

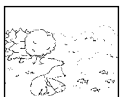
Guide des oiseaux saison par saison, d'André Dion, Éd. de l'Homme (1995). ISBN 276191516X. DREF 598.2971 D592g.

Guide des reptiles de l'Amérique du Nord, de Hobart M. Smith et Edmund D. Brodie, collection Guides d'identification, Éd. Broquet (1992). ISBN 2-89000-315-9. DREF 597.9097 S649g.

Guide pratique des principaux champignons du Québec, de René Pomerleau, Éd. La Presse (1982). ISBN 2-89043-083-9. DREF 589.209714 P785g.

Guide sonore et visuel des insectes chanteurs du Québec et de l'est de l'Amérique, de Georges Pelletier et autres, Éd. Broquet (1995). ISBN 2890003973. DREF D.C. 595.709714 P388g. [ISBN de la cassette 2890003965]

Initiation à l'observation des oiseaux, de Michel Sokolyk et Gilles Simard, Éd. de l'Homme (1998). ISBN 2761914317. DREF 598.07234 S683i.



Les insectes dans leur milieu, de Patrice Leraut, collection Écoguides, Éd. Bordas (1990). ISBN 2-04-018491-0. DREF 595.7045 L614i.

Les insectes de l'Amérique du Nord (au Nord de Mexique), de Donald Joyce Borror et autres, collection Les Guides Peterson, Éd. Broquet (1991). ISBN 2-89000-244-6. DREF 595.7097 B737i.

Introduction aux amphibiens et reptiles du Canada, de Francis R. Cook et autres, Éd. Musée national des sciences naturelles (1984). ISBN 0660902761. DREF 597.60971 C77li.

Les mammifères dans leur milieu, de François Moutou et Christian Bouchardy, collection Écoguides, Éd. Bordas (1992). ISBN 204019567X. DREF 599.05 M934m.

Les mollusques d'eau douce du Canada, d'Arthur Haddleton Clarke et Aurèle LaRocque, Éd. Musée national des sciences naturelles (1981). ISBN 0660000237. DREF 594.0971 C597m.

Le monde des fleurs sauvages, de Les Line et autres, Éd. Audubon : Larousse (1985). ISBN 2035152038. DREF 582.13 L754m.

Le monde fascinant des insectes, de Les Line et autres, Éd. Audubon : Larousse (1983). ISBN 2-03-517308-6. DREF 595.7 L754m.

Observez et identifiez les oiseaux, d'Ivan Nethercoat et Mike Langman, collection Jeunes ornithologues, Éd. Broquet (1995). ISBN 2-89000-406-6. DREF 598.072344 N469o.

Les oiseaux dans leur milieu, de Jean-François Dejonghe, collection Écoguides, Éd. Bordas (1990). ISBN 2-04-018463-5. DREF 598.25 D327.

Les oiseaux de l'est de l'Amérique du Nord, de Roger Tory Peterson et autres, collection Les guides Peterson, Éd. M. Broquet (1989). ISBN 2-89000-250-0. DREF 598.297 P485o.

Plantes sauvages des lacs, rivières et tourbières : guide d'identification Fleurbec, Éd. Fleurbec (1987). ISBN 292017410X. DREF 582.13097 P713.

Les plantes sauvages printanières, de Gisèle Lamoureux et autres, collection Connaissance du Québec Sciences naturelles, Éd. Éditeur officiel du Québec (1975). DREF 581.971 L236p.

Poissons d'eau douce du Canada, de Sir Walter Scott, collection Bulletin, Éd. Information Canada (1974). DREF 597.092971 S431f.F.

Reconnaître les plumes, les traces et les indices des oiseaux, de Roy Brown, Éd. Bordas (1989). ISBN 2-04-012966-9. DREF 598.072344 R311.

Répertoire des oiseaux chanteurs du Québec et de l'Amérique du Nord : comment les attirer et les identifier par leurs chants, de Noble Proctor et Gilbert Héту, collection Ornithologie, Éd. Quebecor (1991). ISBN 2-89089-765-6. DREF 598.8097 P964r.

S'approprier aux oiseaux, de Suzanne Brûlotte et Suzy LeBrun, collection Plume, Éd. Broquet (1989). ISBN 2-89000-252-7. DREF 598.29714 B892s.



AUTRES IMPRIMÉS

L'Actualité, Éditions Rogers Media, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 20 fois l'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]

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

Biosphère, Éditions Tribute, Don Milles (Ontario). DREF PÉRIODIQUE. [revue public; 5 fois par an; écologie]

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). [tablette hebdomadaire à l'intention des adolescents; actualités scientifiques]

Espèces en voie de disparition, collection Activités selon les aptitudes, Éd. Gifted Educational Materials (198?). DREF 591.529 E77. [RAS S2-1-07]

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]

Franc-Vert, Union québécoise pour la conservations de la nature, Québec (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée tous les deux mois; nature et environnement]

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]

Images doc, Bayard Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; documentaires divers avec activités]

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

Le naturaliste canadien, La société Provancher, Charlesbourg (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 4 fois l'an]

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

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



Pour la science, Éd. Pour la science, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [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 question des BPC, Éd. Le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (1986). DREF illustration CV. [brochure; RAS S2-2-12]

La Recherche, La Société d'éditions scientifiques, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [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]

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

MATÉRIEL DIVERS

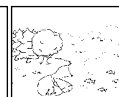
Initiation à la botanique, de Maurice Thibault, collection Foresterie. Éd. Direction générale des moyens d'enseignement (1983). DREF MULTI-MÉDIA/581/I56. [multi-média]

[R] **La présence canadienne dans le monde : engagement face à l'environnement**, de Queen's University – Groupe d'évaluation des programmes sociaux, Éd. La fondation CRB (1997). ISBN 0138572283. DREF M.-M. 354.3 Q3e. [multi-média; RAS S2-1-10]

La question des BPC, Éd. Le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (1986). DREF C.V. [brochure dans le classeur vertical; RAS S2-1-03]

VIDÉOCASSETTES

Abegweit. DREF 45887/V6604. [Conséquences sociales, économiques et environnementales du pont de la Confédération; S2-1-10]



Au rythme des marées, Robert J. Long, Prod. Waterhen Film (1991). DREF JSRY/V6279. [27 min; explore les habitats de terres humides créés par les marées géantes de la baie de Fundy, et trace les relations critiques entre leurs systèmes biologiques]

[R] **Le cerf et la gestion forestière**. DREF 42567/V4755 et 55292/V7953. [Conséquences de l'introduction du cerf de Virginie en l'Île d'Anticosti; S2-1-04, S2-1-07, S2-1-10]

Les côtes de la vie. DREF 24277/V6280, 24277/V7418, 24277/V7419. [Étude de la biodiversité des marais des Maritimes; S2-1-08]

Danger, pluies acides. DREF BLEG/V5229. [Causes, conséquences et moyens de réduire les pluies acides; S2-1-10]

Le développement durable et l'approche écosystémique, collection La flore et la faune, Éd. Office national du film (1993). DREF JYGQ/V4409. [18 min; S2-1-10. Épisodes 7, 8, 9 et 11-16 portent sur la biodiversité de divers écosystèmes; S2-1-08]

[R] **L'environnement**. DREF JGOK/V8233 + G. [Conséquences des biphényles polychlorés, des furannes et des dioxines sur la santé des êtres humains et des animaux; techniques d'élimination; comprend un livret d'information; S2-1-03]

Les estuaires du Pacifique. DREF 31355/V6574, 31355/V7416, 31355/V7417. [Étude de la biodiversité de cet écosystème; S2-1-08]

[R] **La forêt boréale et le développement durable**. DREF 43365/V8374 + G, 55426/V8868 + G. [Analyse des répercussions environnementales, économiques et sociales de l'aménagement de la forêt boréale; comprend un guide pédagogique; S2-1-09, S2-1-10]

[R] **Les forêts**. DREF JGOM/V8225 + G. [Rôle des forêts dans les cycles du carbone et de l'oxygène; causes et conséquences de la déforestation; comprend un livret d'information; S2-1-01, S2-1-10]

La grande traversée, de Jean Lemire et Thierry Piantanida, collection Mission arctique, Office national du film du Canada (2003). DREF

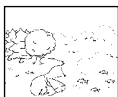
Notre avenir à tous. DREF JMML/V4285. [Effets de l'activité humaine sur l'environnement; S2-1-10]

[R] **Planète en détresse 1**. DREF 43021/V8052. [Émission 2 - Le carbone en mouvement et Émission 3 - L'oxygène et la vie; comprend un guide pédagogique; S2-1-01]

Planète en détresse 3. DREF 43027/V8807 + G, 55424/V8808 + G, 55425/V8083 + G

[R] **Rasvan Marcu : Bucarest**. DREF 45705/V4958. [Histoire d'un jeune qui établit un groupe pour vaincre la pollution industrielle en Roumanie; S2-1-10]

Les terres humides, Robert J. Long et Judith Lacroix, Prod. Waterhen Film (1987). DREF CEBO/V5574. Service de doublage VIDEO 574.526325 T325. [29 min; ce document fait connaître les terres humides de différentes régions du Canada, leurs particularités, leurs richesses, mais aussi leur précarité puisque la moitié d'entre elles ont déjà disparu de la surface de la terre]



[R] **Vert la croissance...** DREF JYHP/V8462 + G. Service de doublage VIDEO 631.58/M278v. [Mise au point sur les conséquences environnementales de l'agriculture et les techniques agricoles durables; comprend un guide pédagogique; S2-1-10]

DISQUES NUMÉRISÉS

Enjeu ma planète, de Jean-Marie Albertini et autres, Éd. Le Cinquième développement (1997). DREF CD-ROM 363.7 A334e. [jeu qui consiste à démontrer à vos futurs électeurs votre capacité à résoudre 3 missions urgentes : restaurer la qualité de l'air; organiser le ramassage et le traitement des déchets; promouvoir les énergies de demain en réduisant la consommation d'énergie; RAS S2-1-10]

Vies en danger : espèces disparues, espèces menacées, de Philippe Bouchet et autres, collection Patrimoine naturel de l'humanité, Éd. EMME (1997). DREF CD-ROM 578.68 V665. [ce multimédia interactif se penche sur les quatre grandes causes responsables de la disparition des espèces : 1. le morcellement et la destruction des habitats; 2. l'introduction d'espèces étrangères; 3. les enchaînements d'extinction et les causes multiples (dont la pollution; 4. les prélèvements excessifs)]

SITES WEB

L'ABC de l'amincissement de la couche d'ozone. <http://www.ec.gc.ca/ozone/docs/UO/Primer/FR/index.cfm> (avril 2004). [site géré par Environnement Canada]

L'ABC du changement climatique. http://adaptation.nrcan.gc.ca/posters/articles/nu_01_fr.asp?Region=nu (avril 2004). [site géré par Environnement Canada]

Agence Science-Press. <http://www.sciencepresse.qc.ca/> (avril 2004). [excellent répertoire des actualités scientifiques issues de nombreuses sources internationales; dossiers très informatifs]

Attention nature. <http://www.naturewatch.ca/francais/> (décembre 2004). [site qui donne une occasion de participer à l'observation scientifique des changements en milieux naturels]

La biodiversité. http://www.ffdp.ca/hww2_f.asp?cid=4&id=222 (avril 2004).

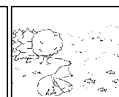
Le biomagazine. http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/magazine/index.php?id_mag=2&lang=fr (avril 2004). [revue en ligne de vulgarisation scientifique sur les actualités en biologie et en écologie]

Canards illimités Canada. <http://www.ducks.ca/fr/index.html> (avril 2004).

Centre Fort Whyte. http://www.fortwhyte.org/fwSchool_Programs.html (avril 2004).

City of Winnipeg – 2001 census. <http://www.winnipeg.ca/census/2001/> (octobre 2004). [site anglais]

[R] **Comité sur la Situation des Espèces en Péril au Canada.** <http://www.cosewic.gc.ca/index.htm> (avril 2004).



Conservation Manitoba. <http://www.gov.mb.ca/conservation/> (avril 2004). [site en anglais du gouvernement manitobain]

Déraciner les envahisseurs : les plantes non indigènes. http://www.pc.gc.ca/pn-np/ab/banff/natcul/natcul21_F.asp (avril 2004).

Le Domaine de Joly-De Lotbinière et sa biodiversité. <http://www.lesaventures.com/joly/> (avril 2004). [site web interactif portant sur la diversité d'un écosystème québécois]

École et Nature : Ressources. http://www.ecole-et-nature.org/~ressources/fiches_pedagogiques/index.htm (avril 2004). [fiches pédagogiques liées à l'écologie et l'environnement; eau, déchet, arbres et balades sensorielles]

L'éducation au service de la Terre. <http://www.schoolnet.ca/learning/content.fr.htm> (avril 2004). [site canadien portant sur l'enseignement du développement durable; de nombreuses leçons et activités associées à divers thèmes]

Éducation nature. <http://www.educationnature.org/> (avril 2004). [site géré par la Fédération canadienne de la faune]

Espèces en péril au Canada. http://www.hww.ca/hww2_f.asp?cid=4&id=232 (avril 2004).

[R] **Les espèces envahissantes et les zones humides.** http://www.ramsar.org/cop7_doc_24_f.htm (avril 2004).

Les espèces exotiques envahissantes au Canada. http://www.hww.ca/hww2_f.asp?id=220 (avril 2004).

Espèces menacées et espaces menacés. http://royalbcmuseum.bc.ca/end_species/es_franco/ind_esfr.html (avril 2004). [renseignements sur des espèces rares et menacées, animales et végétales, présentes dans la région Thompson-Okanagan de la Colombie-Britannique]

Fédération canadienne de la faune. <http://www.cwf-fcf.org/> (avril 2004).

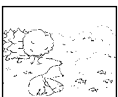
Fondation européenne de la science. <http://www.esf.org/index.php?language=1> (avril 2004). [site Web; répertoire de divers projets scientifiques et technologiques européens]

Forêt virtuelle. <http://sylva.for.ulaval.ca/foret/> (avril 2004). [biologie des arbres]

GLOBE International. <http://www.globe.gov/fsl/welcome.html> (avril 2004). [site en anglais avec certaines sections disponibles en français; organisme d'éducation environnementale]

[R] **Le grand dictionnaire terminologique.** http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index800_1.asp (avril 2004). [dictionnaire anglais-français de terminologie liée aux sciences et à la technologie; offert par l'Office de la langue française du Québec]

Index des articles des Cahiers scientifiques de l'ACFAS. <http://www.acfas.ca/cahiers/> (avril 2004). [recherches récentes réalisées par des chercheurs canadiens]



Intersciences. <http://www.membres.lycos.fr/ajdesor/> (avril 2004). [excellent répertoire de sites Web portant sur les sciences; un grand nombre de sites en français]

L'intoxication par le plomb des oiseaux aquatiques. http://www.hww.ca/hww2_f.asp?id=227 (avril 2004).

Living Prairie Museum. <http://www.winnipeg.ca/publicworks/naturalist/livingprairie> (avril 2004).

Le longicorne brun de l'épinette. <http://longicorne.tripod.com/lbe.htm> (avril 2004).

Lutte contre la salicaire au Manitoba – programme d'échange. http://www.nrcan-rncan.gc.ca/cfs-scf/science/alien/lindgren_f.html (avril 2004).

Manitoba Sustainable Resource Management Branch. <http://www.gov.mb.ca/conservation/susresmb/index.html> (avril 2004). [agence gouvernementale; site en anglais]

Les milieux naturels froids et tempérés. <http://www.univ-st-etienne.fr/crenam/donnee/cours/etli/milieunatetli.html> (avril 2004).

Nature North Zine. <http://www.naturenorth.com/> (avril 2004). [magazine en ligne en anglais qui présente la nature au Manitoba]

Oak Hammock Marsh. <http://www.ducks.ca/ohmic/> (avril 2004). [site en anglais]

Passer à l'action pour les espèces sauvages. http://www.hww.ca/hww2_f.asp?cid=4&id=234 (avril 2004).

Patrimoine naturel – Parc national du Canada Banff. http://www.pc.gc.ca/pn-np/ab/banff/natcul/natcul22b_F.asp (avril 2004). [site qui décrit une espèce en danger, le pin à écorce blanche et ce que Parcs Canada fait pour le rétablissement de cette espèce clé]

Les pesticides et les oiseaux sauvages. http://www.ffdp.ca/hww2_f.asp?cid=4&id=230 (avril 2004).

Le point scientifique sur l'effet de serre. http://www.amisdela terre.org/publications/publications_4.html (avril 2004). [site réalisé par Les Amis de la Terre]

Pour la science. <http://www.pourlascience.com/> (avril 2004). [revue française qui traite des découvertes scientifiques]

Les principaux écosystèmes. <http://www.membres.lycos.fr/barma/ecos.html> (avril 2004).

Protection et récupération des tortues. <http://mypage.bluewin.ch/PRT/cistude/cistude.html> (avril 2004).

Québec Science. <http://www.cybersciences.com/> (avril 2004). [revue canadienne qui traite de découvertes scientifiques]



- Radio-Canada : Science-technologie.** <http://radio-canada.ca/sciencetechno/> (avril 2004). [actualités, reportages]
- Le réseau canadien d'information sur la biodiversité.** http://www.cbin.ec.gc.ca/default_f.cfm (avril 2004).
- Le réseau Franco-Science.** <http://www.sciencepresse.qc.ca/franco-science/> (avril 2004). [répertoire des sciences en français géré par l'Agence Science-Pressé]
- Réseau Irving : Découverte des forêts.** <http://www.ifdn.com/french/> (avril 2004).
- [R] **Sciences en ligne.** <http://www.sciences-en-ligne.com/> (avril 2004). [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://sciences.nouvelobs.com/> (avril 2004). [revue française qui traite des actualités scientifiques]
- [R] **Service canadien de la faune.** http://www.cws-scf.ec.gc.ca/index_f.cfm (avril 2004).
- Le SIMDUT.** <http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/simdut/index.htm> (avril 2004).
- Le site internet pour l'éducation à l'environnement.** <http://membres.lycos.fr/barma/> (avril 2004).
- Statistique Canada : Ressources éducatives.** http://www.statcan.ca/francais/edu/index_f.htm (avril 2004). [banque de données statistiques sur divers aspects canadiens; très utiles pour des analyses réalisées par les élèves]
- Symboles des catégories SIMDUT et désignation des divisions.** http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/simdut/simdut_symboles.htm (avril 2004).
- Univers Nature.** <http://www.univers-nature.com/> (avril 2004). [actualités scientifiques et environnementales]
- Usines de recyclage de papier du Canada.** <http://www.cppa.org/francais/wood/guide/> (avril 2004).
- A Virtual Exhibit on Canada's Biodiversity : Focus on Amphibians.** <http://collections.ic.gc.ca/amphibians/> (avril 2004). [site en anglais qui offre de nombreuses photos et explications]
- La Voie verte.** <http://www.ec.gc.ca/fenvhome.html> (avril 2004). [site Web d'Environnement Canada]

LIEUX ET ÉVÉNEMENTS

- Centre Fort Whyte.** Winnipeg, Manitoba. [Certains programmes scolaires sont disponibles en français.]
- Living Prairie Museum.** Winnipeg, Manitoba. [Leurs programmes scolaires sont offerts seulement en anglais pour le moment (mai 2001)].



Marais Oak Hammock. Manitoba. [Tous leurs programmes scolaires sont disponibles en français.]

Musée de l'homme et de la nature. Winnipeg, Manitoba. [Certains programmes scolaires sont offerts en français.]

Parc national du Mont-Riding. Manitoba.

Parc provincial Bird's Hill. Manitoba.

Parc provincial Spruce Woods. Manitoba.

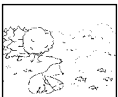
Parc provincial Whiteshell. Manitoba.



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES

L'élève sera apte à :

- S2-1-01 illustrer et expliquer la transformation cyclique du carbone, de l'azote et de l'oxygène dans un écosystème;
RAG : D2, D3, D5, E2
- S2-1-02 discuter de facteurs qui peuvent déranger les cycles biogéochimiques, entre autres certains phénomènes naturels, l'activité humaine;
RAG : A2, C8, D2, D5
- S2-1-03 décrire la bioaccumulation et expliquer ses conséquences possibles sur les consommateurs, *par exemple le DDT, le plomb, la dioxine, les BPC, le mercure*;
RAG : B1, D2
- S2-1-04 décrire la capacité biotique d'un écosystème;
RAG : D2, E2, E3
- S2-1-05 étudier et analyser divers facteurs limitatifs qui influent sur la dynamique des populations, entre autres des facteurs dépendants de la densité et des facteurs indépendants de la densité;
RAG : C2, D2, E2, E3
- S2-1-06 construire et interpréter des graphiques illustrant la dynamique des populations;
RAG : C2, C6, C8, D2
- S2-1-07 décrire des conséquences possibles sur un écosystème de l'introduction de nouvelles espèces ou de la disparition de certaines espèces;
RAG : E1, E2
- S2-1-08 consigner des observations liées à une variété d'organismes qui démontrent la biodiversité au sein d'un écosystème local ou régional;
RAG : D2, E2, E3
- S2-1-09 expliquer comment la biodiversité d'un écosystème contribue à sa durabilité;
RAG : B5, E1



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES (suite)

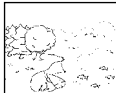
- S2-1-10 étudier comment l'activité humaine influe sur un écosystème et utiliser le processus de prise de décisions pour proposer un plan d'action qui favoriserait la durabilité de cet écosystème, entre autres les conséquences sur les cycles biogéochimiques, sur la dynamique des populations et sur la biodiversité.
RAG : B5, C4, C5, C8



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX

L'élève sera apte à :

	Étude scientifique	Prise de décisions
1. Initiation	<p>S2-0-1a proposer des questions à vérifier expérimentalement; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C2</p> <p>S2-0-1b 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>S2-0-1c relever des enjeux STSE à examiner; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p> <p>S2-0-1d amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des intervenants concernés; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p>
2. Recherche	<p>S2-0-2a 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 S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p> <p>S2-0-2b 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>S2-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, tout en employant une terminologie appropriée, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques selon un modèle reconnu; (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S2 (A) : C-1; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p>	<p>S2-0-2d passer en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à un enjeu STSE, par exemple les ententes politiques, les considérations économiques et écologiques concernant l'aggravation de l'effet de serre, les positions des groupes environnementaux et industriels sur les émissions produites par la consommation de combustibles fossiles; (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : B1, C4</p>
	<p>S2-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou des événements observés; (FL2 : CÉ1, CO1) RAG : C2</p> <p>S2-0-3b relever des relations mathématiques entre des variables, par exemple la relation entre la distance de freinage, la vitesse et le frottement; (Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, (A) : H-3) RAG : C2</p> <p>S2-0-3c planifier une expérience afin de répondre à une question scientifique 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>S2-0-3d résumer les données pertinentes et présenter 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>S2-0-3e 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; la durabilité; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : B5, C1, C3, C4</p> <p>S2-0-3f proposer et élaborer des options qui pourraient mener à une décision STSE; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : C4</p>
3. Planification		



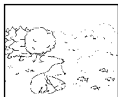
RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
4. Réalisation d'un plan	<p>S2-0-4a ● mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres le contrôle des variables, la répétition d'une expérience pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats; (Maths S2 (A) : H -1, H-2, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1) RAG : C1, C2</p> <p>S2-0-4b ● 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 de mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés; RAG : B3, B5, C1, C2</p> <p>S2-0-4c discuter des procédures de sécurité à suivre dans une situation donnée, <i>par exemple dans le cas d'un déversement d'acide ou de base en laboratoire, de l'utilisation de produits nettoyants;</i> RAG : C1, C2</p> <p>S2-0-4d ● interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques; RAG : C1, C2</p>	<p>S2-0-4e ● 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>S2-0-4f ● travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils se présentent; (FL2 : PO5) RAG : C2, C4, C7</p> <p>S2-0-4g ● 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>S2-0-5a sélectionner et employer des méthodes et des outils appropriés à l'échantillonnage ou à la collecte de données ou de renseignements; (FL2 : PÉ1, PÉ4, PO1, PO4; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; Maths S2 (PC) : H-3, (A) : H-1, J-1, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1) RAG : C2</p> <p>S2-0-5b ● estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI; (Maths S1 : 9.1; Maths S2 (A) : H-2, (C) : II-D-1) RAG : C2</p> <p>S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia; (FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A -1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2) RAG : C2, C5</p>	<p>S2-0-5d ● 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>S2-0-6a ● reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations; (FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, H-4, (A) : J-2, (C) : II-D-5, II-F-2; TI : 1.3.1, 3.3.1) RAG : C2, C5</p> <p>S2-0-6b relever des écarts entre les données et en suggérer des explications, entre autres les sources d'erreur; (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4) RAG : C2</p> <p>S2-0-6c évaluer le plan initial d'une expérience 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>S2-0-6d ● adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées; RAG : C3, C4, C5, C8</p>
	<p>S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données; (FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-4, (A) : J-2, J-3, (C) : II-F-2) RAG : C2, C5, C8</p> <p>S2-0-7b relever de nouvelles questions et de nouveaux problèmes découlant d'une étude scientifique; RAG : C4, C8</p>	<p>S2-0-7c ● 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>S2-0-7d ● implanter une décision STSE et en évaluer les effets; (FL2 : PÉ1, PO1) RAG : B5, C4, C5, C8</p> <p>S2-0-7e ● 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>
7. Conclusion et application	<p>S2-0-7f ● 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>S2-0-8a ☛ distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits, les répercussions sociales et environnementales; RAG : A3</p> <p>S2-0-8b ☛ expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : A2, A3, C2, C3</p> <p>S2-0-8c ☛ 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>S2-0-8d ☛ décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques; RAG : A5</p> <p>S2-0-8e ☛ 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>S2-0-8f ☛ 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>S2-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société, l'économie 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>S2-0-9a ☛ 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>S2-0-9b ☛ s'intéresser à un large éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences et à la technologie; RAG : B4</p> <p>S2-0-9c ☛ 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>S2-0-9d ☛ 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>S2-0-9e ☛ 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>S2-0-9f ☛ manifester un engagement personnel et proactif relativement à 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)

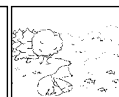
- C5. démontrer de la curiosité, du scepticisme, de la créativité, de l'ouverture d'esprit, de l'exactitude, de la précision, de l'honnêteté et de la persistance, et apprécier l'importance de ces qualités en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques;
- C6. utiliser des habiletés de communication 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 cycles** **biogéochimiques**

L'élève sera apte à :

S2-1-01 illustrer et expliquer la transformation cyclique du carbone, de l'azote et de l'oxygène dans un écosystème;
RAG : D2, D3, D5, E2

S2-1-02 discuter de facteurs qui peuvent déranger les cycles biogéochimiques, entre autres certains phénomènes naturels, l'activité humaine;
RAG : A2, C8, D2, D5

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

Note à l'enseignant

Avant d'entreprendre ce bloc, commencer l'activité de laboratoire présentée à l'annexe 1. Les observations liées à cette activité peuvent s'échelonner sur plusieurs semaines. Des renseignements pour l'enseignant figurent à l'annexe 2.

En tête

En 7^e année, les élèves ont étudié :

- le rôle des producteurs et des consommateurs dans le transfert d'énergie à travers les niveaux trophiques;
- le rôle des nécrophages et des décomposeurs dans le recyclage de la matière dans un écosystème;
- le recyclage de la matière, y compris la photosynthèse et la respiration cellulaire;
- les répercussions positives et négatives de l'activité humaine sur les écosystèmes;
- la formation et l'exploitation des combustibles fossiles.

1

A) Inviter les élèves à se remémorer leurs connaissances au sujet de la photosynthèse, de la respiration cellulaire et des relations trophiques. Afficher sur le tableau trois grandes feuilles de papier, sur chacune desquelles est inscrit un des trois sujets. (On peut afficher six feuilles de papier, deux pour le même sujet, pour une classe plus nombreuse.) Diviser la classe en trois groupes et assigner une feuille à chaque groupe. Donner aux élèves deux minutes pour faire un schéma illustrant tout ce qu'ils savent sur le sujet qui leur a été confié. Les inviter ensuite à se déplacer vers la feuille située à leur droite et leur donner une minute pour compléter le schéma devant eux. Enfin, leur donner 30 secondes pour compléter le troisième schéma. Faire référence aux feuilles pendant la leçon et valoriser les connaissances antérieures des élèves.

OU

Activer les connaissances antérieures des élèves en discutant des questions suivantes :

- *Qu'arrive-t-il à un arbre lorsqu'il meurt?*
- *D'où vient l'oxygène nécessaire aux animaux et aux êtres humains?*
- *Qu'est-ce que de l'engrais et à quoi sert-il?*
- *Comment les corps des organismes morts se décomposent-ils, comment sont-ils réutilisés et recyclés dans l'environnement?*

B) Présenter aux élèves une liste d'énoncés au sujet du bouleversement des cycles biogéochimiques. Les inviter à inscrire certains de ces énoncés dans les cases de la première colonne d'un guide d'anticipation et à compléter la section « avant » (voir l'annexe 3). Voici des énoncés possibles :

- *L'effet de serre résulte de la combustion des combustibles fossiles.*
- *Les nouvelles voitures électriques peuvent permettre de réduire l'effet de serre.*
- *L'effet de serre pourrait entraîner l'inondation de certaines régions côtières.*
- *Les engrais sont bons pour les cultures. Ils sont donc bons pour l'environnement aussi.*
- *Les précipitations acides font brunir les feuilles de certains arbres mais ne posent aucun danger véritable aux écosystèmes.*
- *Si un agriculteur met trop d'engrais une année, le surplus sera conservé dans le sol pour l'année d'après.*
- *Un excès d'azote dans un lac augmente le nombre de producteurs et de consommateurs.*
- *Un excès d'azote dans la nappe phréatique peut entraîner une forme d'anémie.*

Divers phénomènes naturels et les activités humaines peuvent déranger les cycles biogéochimiques dont les feux, les éruptions volcaniques, une mauvaise gestion des eaux usées et du purin, le déboisement, la combustion de combustibles fossiles et la surexploitation d'engrais ou de pesticides.



S2-0-4a ● mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres le contrôle des variables, la répétition d'une expérience pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats;
(Maths S2 (A) : H-1, H-2, (c) : II-F-3; TI : 1.3.1)
RAG : C1, C2

S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A-1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

S2-0-8b ● expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG : A2, A3, C2, C3

En quête

❶
A) Inviter les élèves à compléter leurs connaissances au sujet du cycle du carbone et de l'oxygène puis à se familiariser avec le cycle de l'azote. Leur proposer de prendre des notes selon la technique du cahier divisé (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.16-13.17).

Omnisciences 10 – Manuel de l'élève présente aux pages 43-51 le cycle du carbone et de l'oxygène, et aux pages 52-60 le cycle de l'azote. Les *Feuilles reproductibles* suivantes peuvent également être utiles : FR 2-2 L'équation de la respiration cellulaire, FR 2-3 L'équation de la photosynthèse, FR 2-6 Le cycle du carbone et FR 2-10 Le cycle de l'azote.

Inviter les élèves à observer les cycles du carbone et de l'oxygène au moyen d'expériences en laboratoire, par exemple l'expérience proposée à l'annexe 1 ou dans *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 44 et 45.

B) Inviter les élèves à mener une recherche structurée dans Internet afin de se renseigner davantage sur l'effet de serre (voir l'annexe 4). Ou bien présenter la vidéocassette *Planète en détresse 2* ou tout autre documentaire traitant de l'effet de serre ou du réchauffement de la planète. Inviter les élèves à relever des exemples de phénomènes naturels et de l'activité humaine qui peuvent faire accélérer l'effet de serre.

Omnisciences 10 – Manuel de l'élève traite de la perturbation du cycle du carbone aux pages 47- 51, et du cycle de l'azote aux pages 56-60. L'activité *Le climat et le cycle du carbone*, aux pages 48 et 49, peut être utile, tout comme les *Feuilles reproductibles* suivantes : FR 2-5 Les transformations du carbone et FR 2-7 L'effet de serre.

suite à la page 1.28

Stratégies d'évaluation suggérées

❶
Évaluer le rapport d'expérience des élèves en portant une attention particulière à la présentation des données et aux facteurs qui assurent la validité des résultats.

❷
Inviter les élèves à préparer un exposé sous forme de maquette, d'affiche ou de schéma conceptuel au sujet d'un des cycles biogéochimiques. Fournir une grille d'appréciation aux élèves au début de l'exercice et les inviter à s'autoévaluer (voir l'annexe 5). Inviter les élèves à préparer également des questions basées sur le contenu de leur exposé. Faire circuler ces questions au moment de la révision pour un test.

❸
Inviter les élèves à rédiger une des compositions ci-dessous (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.23-13.28, ou *Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles*, FR G-11) :

- un conte de fées, un récit d'aventure, un poème ou un rap qui décrit le trajet suivi par un atome de carbone, d'oxygène ou d'azote dans un écosystème quelconque;
- une bande dessinée qui illustre les relations au sein d'un cycle biogéochimique;
- un panneau publicitaire qui traite des causes ou des conséquences possibles de l'effet de serre ou d'un excès d'azote;
- un éditorial pour convaincre les lecteurs de consommer moins de combustibles fossiles;
- une lettre pour convaincre le président d'une entreprise privée de réduire ses émissions de CO₂ et de NO.

suite à la page 1.29



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

Bloc A **Les cycles** **biogéochimiques**

L'élève sera apte à :

S2-1-01 illustrer et expliquer la transformation cyclique du carbone, de l'azote et de l'oxygène dans un écosystème;
RAG : D2, D3, D5, E2

S2-1-02 discuter de facteurs qui peuvent déranger les cycles biogéochimiques, entre autres certains phénomènes naturels, l'activité humaine;
RAG : A2, C8, D2, D5

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

C) Diviser la classe en groupes d'experts selon la stratégie Jigsaw (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.21). Assigner à chaque groupe un article traitant des répercussions environnementales du bouleversement du cycle d'azote et des causes sous-jacentes. Voici des thèmes et des articles possibles :

Thème	Voir <i>Omnisciences 10 – Manuel de l'élève</i> :
Activité humaine et cycle de l'azote	p. 57
Les effets sur le sol	p. 57 et 58
Les effets sur l'atmosphère	p. 58 et 59
Les effets sur les écosystèmes d'eau douce	p. 59 et 60
Les effets sur les écosystèmes marins	p. 60

Inviter les élèves à lire « Un équilibre dérangé » dans *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 56, ainsi que l'article assigné, à relever les répercussions environnementales du bouleversement du cycle d'azote et à préparer un court résumé. Vérifier les résumés de chaque groupe d'experts et faire des corrections ou des ajouts s'il y a lieu. Pour s'assurer que chaque membre du groupe d'experts est en mesure d'expliquer son sujet, inviter les élèves à faire des explications à tour de rôle à l'intérieur du groupe d'experts. Former ensuite des groupes hétérogènes (« familles ») pour que les élèves partagent entre eux leurs nouvelles connaissances.

D) Inviter les élèves à observer les effets des engrais sur la croissance de plantes au moyen d'expériences en laboratoire, par exemple l'expérience proposée dans *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 53. Les élèves pourraient opter de mener des expériences supplémentaires pour tester d'autres variables expérimentales.

Inviter les élèves à faire approuver le plan expérimental avant de procéder à l'expérimentation. Inviter les élèves à préparer un rapport d'expérimentation. Les encourager à enregistrer, à organiser et à présenter leurs données dans un format approprié. Les tableurs et les logiciels de traitement de texte peuvent s'avérer utiles pour l'analyse des données et la préparation de la copie finale.

En fin

1

A) Inviter les élèves à préparer un dictionnaire sur les cycles biogéochimiques en trouvant un mot pour chaque lettre de l'alphabet puis en écrivant leur propre définition. Préciser le nombre minimal de mots. Par exemple, si on considère qu'il est difficile de trouver un mot pour certaines lettres, on peut exiger un minimum de 19 mots en tout.

A – algue, autotrophe, azote; B – bactérie; C – carbone, chloroplaste, consommateur, cycle; D – décomposeur, dénitrification; E – eau, engrais, équilibre, eutrophisation; F – fixation de l'azote; G – gaz carbonique, glucides; H – humidité; I – irresponsable; J – joules; K – symbole du potassium, un des trois principaux ingrédients des engrais commerciaux; L – lac, légumineuses; M – matière; N – nitrates, nitrification; O – oxygène, océan; P – photosynthèse, précipitations acides, producteur, prolifération d'algues; Q – qualité de vie; R – respiration cellulaire, recyclage de la matière; S – soleil, sol, système clos; T – température; U – univers; V – vie; W – ; X – 10 en chiffres romains, les producteurs transforment plus de 10% de la totalité du gaz carbonique de l'atmosphère en glucides (Omni p. 46); 10% de l'énergie est transférée d'un niveau trophique à l'autre; Y – ; Z – zoologiste, zooplancton.

Inviter les élèves à réfléchir sur l'importance d'utiliser un vocabulaire précis en sciences et en technologie. Cette réflexion pourrait être incluse à la fin de leur dictionnaire. Voici quelques pistes pour leur réflexion :



S2-0-4a ● mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres le contrôle des variables, la répétition d'une expérience pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats;
(Maths S2 (A) : H-1, H-2, (c) : II-F-3; TI : 1.3.1)
RAG : C1, C2

S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A-1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

S2-0-8b ● expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PÉ5, PO5)
RAG : A2, A3, C2, C3

- Êtes-vous surpris par le sens de certains mots?
- Est-ce que certains mots ressemblent à d'autres mots?

B) Inviter les élèves à compléter les sections « après » et « pourquoi » du guide d'anticipation (📎 voir l'annexe 3).

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

- 4 Inviter les élèves à évaluer leur participation à l'activité de groupes d'experts (📎 voir l'annexe 6).
- 5 Inviter les élèves à compléter un schéma conceptuel séquentiel qui décrit la séquence d'événements qui se déroulent lorsqu'un cycle biogéochimique est dérangé (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.14 et 11.15).



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

Bloc B **La bioaccumulation**

L'élève sera apte à :

S2-1-03 décrire la bioaccumulation et expliquer ses conséquences possibles sur les consommateurs, par exemple le DDT, le plomb, la dioxine, les BPC, le mercure;
RAG : B1, D2

S2-0-2a ☉ 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 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

En 7^e année, les élèves ont expliqué le potentiel de bioaccumulation dans un écosystème au moyen de pyramides écologiques.

La **bioaccumulation** (aussi appelée « bioamplification ») est un processus par lequel une substance toxique non biodégradable s'accumule dans les tissus gras d'un organisme. La concentration de la substance toxique devient de plus en plus forte aux niveaux trophiques supérieurs. Les concentrations élevées retrouvées chez certains consommateurs tertiaires ou quaternaires peuvent entraîner des mutations, la stérilité ou la mort.

La bioaccumulation du pesticide DDT a entraîné l'amollissement de l'échelle d'œuf du faucon, causant presque la disparition de l'espèce.

Il y a de nombreux exemples de la bioaccumulation au Manitoba et au Canada. Exploiter les exemples régionaux dans la mesure du possible, par exemple les BPC chez les bélugas, l'empoisonnement dû au mercure dans la communauté autochtone de Grassy Narrows, en Ontario.

Mettre l'accent sur le fait que les substances toxiques qui engendrent la bioaccumulation se concentrent dans certains organismes plutôt que d'être recyclés dans l'écosystème.

❶

Activer les connaissances antérieures des élèves, en ce qui concerne les chaînes, les réseaux alimentaires et les pyramides écologiques en leur proposant des stratégies telles que « Écoute, dessine, trouve un partenaire, discute » ou « LIEN » (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 9.14-9.18). Vérifier les connaissances antérieures des élèves en notant les connaissances erronées ainsi que les fausses perceptions.

En quête

❶

A) Inviter les élèves à mener une recherche au sujet d'une espèce dont l'existence est menacée par la bioaccumulation et à préparer un compte rendu sous forme de rapport technique, de présentation orale, de saynète, d'article de journal, de présentation multimédia ou de dépliant. Distribuer une grille de vérification, une grille d'évaluation de sources d'information et un modèle de bibliographie afin de faciliter le déroulement du projet (voir les annexes 7, 8 et 9).

Omnisciences 10 – Manuel de l'élève traite de la bioaccumulation aux pages 30 à 32. Les *Feuilles reproductibles* suivantes peuvent également être utiles : FR 1-1 Les chaînes alimentaires et toi, FR 1-2 Schéma des interactions, FR 1-4 Accéder au sommet, FR 1-10 Chaînes et réseaux et FR 1-21 La bioamplification.

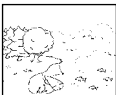
B) Inviter les élèves à effectuer une étude de cas liée à la bioaccumulation, par exemple « Le DDT dans une chaîne alimentaire » dans *Omnisciences 10 – manuel de l'élève*, p. 30-32.

Aspect historique

Il était courant aux XVIII^e et XIX^e siècles, dans la fabrication de chapeaux en vogue pour hommes, de se servir de mercure pour transformer en velours la fourrure de castor du Canada. Nous reconnaissons aujourd'hui que les personnes exposées à de hauts niveaux de vapeur de mercure risquent de subir des dommages neurologiques causant des tremblements, des perturbations de l'humeur et des distorsions de la personnalité. Comme les fabricants de chapeaux manifestaient des symptômes d'empoisonnement par le mercure, on les qualifiait de « chapeliers fous ».

OU

Inviter les élèves à participer à un jeu de simulation, par exemple « Les pesticides et leurs conséquences » dans *Atout-Faune*, p. 299-302).



S2-0-2b ● 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

S2-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, tout en employant une terminologie appropriée, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques selon un modèle reconnu;
(FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S2 (A) : C-1; TI : 2.3.1, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S2-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société, l'économie 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

En fin

❶ Inviter les élèves à concevoir un jeu ou un modèle pour illustrer la bioaccumulation.

OU

❷ Inviter les élèves à consolider leurs nouvelles connaissances à l'aide d'un cadre de sommaire de concepts (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.37).

OU

❸ Présenter la vidéocassette *Planète en détresse 3* ou tout autre documentaire traitant de la bioaccumulation.

Stratégies d'évaluation suggérées

❶ Inviter les élèves à préparer un schéma conceptuel séquentiel pour illustrer les étapes de la bioaccumulation (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.14).

❷ Évaluer le compte rendu élaboré par les élèves à la section « En quête » à l'aide d'une grille de vérification (voir l'annexe 7).

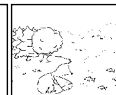
❸ Employer une grille d'observation pour noter le jeu, le modèle ou le cadre de sommaire de concept élaboré dans la section « En fin » :

L'élève reconnaît que :

- la bioaccumulation résulte de substances toxiques non biodégradables;
- les substances toxiques sont passées d'un niveau trophique à l'autre;
- la concentration de substances toxiques augmente d'un niveau trophique inférieur au niveau trophique supérieur;
- les substances toxiques peuvent entraîner des effets secondaires importants si elles atteignent des concentrations suffisamment élevées.

L'élève donne :

- des exemples d'effets secondaires;
- des exemples de substances toxiques.



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

Bloc C **La dynamique des populations**

L'élève sera apte à :

S2-1-04 décrire la capacité biotique
d'un écosystème;
RAG : D2, E2, E3

S2-1-05 étudier et analyser divers
facteurs limitatifs qui
influencent sur la dynamique
des populations,
entre autres des facteurs
dépendants de la densité et
des facteurs indépendants de
la densité;
RAG : C2, D2, E2, E3

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

En 7^e année, les élèves ont relevé des composantes abiotiques et biotiques qui permettent la survie de divers organismes ainsi que des indices de succession dans une variété d'écosystèmes. Leur étude du transfert de l'énergie à l'intérieur d'écosystèmes a compris l'analyse de pyramides écologiques.

❶

Inviter les élèves à classer divers exemples de composantes abiotiques et biotiques en se servant d'un cadre de tri et de prédiction (voir l'annexe 10) ou d'un schéma conceptuel hiérarchique (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.16 et 11.17). Vérifier le travail des élèves en corrigeant les classifications au besoin.

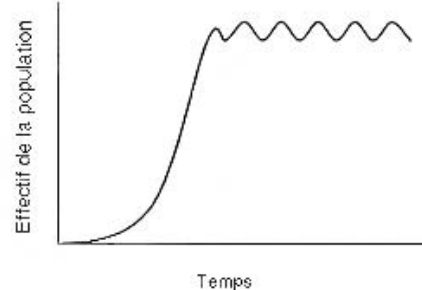
En quête

❶

A) Présenter la notion de capacité biotique (voir l'encadré ci-contre) et inviter les élèves à entreprendre une étude de cas à ce sujet (voir l'annexe 11 ou *Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles* FR 1-19).

B) Inviter les élèves à choisir un organisme et à dresser une liste des facteurs qui pourraient faire varier l'effectif de la population, par exemple la sécheresse, le tassement ou une maladie. Présenter les concepts de facteurs limitatifs (voir l'encadré à ce sujet) et inviter les élèves à classer les facteurs qu'ils ont relevés.

Quand une population exploite un nouveau territoire, elle se multiplie rapidement, jusqu'à ce qu'elle atteigne le seuil de **capacité biotique**, à la limite maximale de l'effectif que le milieu peut supporter indéfiniment. L'effectif de la population oscille autour de ce seuil mais son taux de croissance moyen sera de zéro (voir le graphique ci-dessous). Pour des informations supplémentaires, voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 18-24, ainsi que *Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles*, FR-20.



C) Inviter les élèves à mener une expérience pour observer la capacité biotique de même que les facteurs limitatifs (voir « Réguler la taille d'une population » dans *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 21-23). Faire une mise en commun des résultats.


OU

Il existe deux grandes catégories de **facteurs limitatifs** : les facteurs qui dépendent de la densité de la population comprennent la concurrence, la prédation, le tassement et le parasitisme; les facteurs qui sont indépendants de la densité comprennent la chaleur et le froid extrêmes, le feu, l'inondation, la sécheresse. *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève* traite des facteurs limitatifs aux pages 18 et 24.


Fait intéressant - Une espèce de criquet excrète une hormone. Quand la population atteint un certain nombre, la concentration de l'hormone est si élevée qu'elle provoque le déplacement en masse de la population à un nouvel habitat.



S2-1-06 construire et interpréter des graphiques illustrant la dynamique des populations;
RAG : C2, C6, C8, D2

S2-0-6a  reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations;
(FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, H-4, (A) : J-2, (C) : II-D-5, II-F-2; TI : 1.3.1, 3.3.1)
RAG : C2, C5

S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.
(FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-4, (A) : J-2, J-3, (C) : II-F-2)
RAG : C2, C5, C8

Inviter les élèves à entreprendre une étude de cas ou à participer à un jeu de simulation au sujet des facteurs limitatifs et à préparer des graphiques des résultats ( voir les annexes 12 et 13, *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 106-108, *Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles* FR 1-15, FR 1-16, FR 4-8, FR 4-9 et 4-10 ou *Atout-Faune*, p. 206-210).

D) Inviter les élèves à préparer des diagrammes à bâtons pour illustrer la répartition d'une population selon l'âge et à les analyser pour déterminer si la population est en croissance, stable ou en déclin, par exemple :

- comparer divers quartiers à partir des données démographiques présentées dans le site Web de la ville de Winnipeg.
- analyser la population de chênes d'une forêt locale en mesurant la circonférence des arbres (en présupposant que la circonférence varie selon l'âge).

Tandis que les graphiques linéaires simples servent à représenter la courbe de croissance, les diagrammes à bâtons servent à illustrer la répartition d'une population selon l'âge.


En fin

1 Inviter les élèves à compléter des fiches du procédé tripartite pour le vocabulaire associé à la capacité biotique et aux facteurs limitatifs (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.9, 10.10 et 10.22).

OU

suite à la page 1.34

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1** Inviter les élèves à s'interroger les uns les autres au sujet du vocabulaire en se servant des fiches de procédé tripartite élaborées dans la section « En fin » ou à compléter un contrôle du vocabulaire (voir *Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles*, FR 1-17).
- 2** Inviter les élèves à classer une variété de facteurs limitatifs comme facteurs dépendants de la densité ou facteurs indépendants de la densité, et d'expliquer leur raisonnement ( voir l'annexe 14).
- 3** Inviter les élèves à effectuer une étude de cas autre que celles complétées en classe (voir la section « En quête » pour une liste d'exemples).



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

Bloc C **La dynamique des populations**

L'élève sera apte à :

S2-1-04 décrire la capacité biotique
d'un écosystème;
RAG : D2, E2, E3

S2-1-05 étudier et analyser divers
facteurs limitatifs qui
influencent sur la dynamique
des populations,
entre autres des facteurs
dépendants de la densité et
des facteurs indépendants de
la densité;
RAG : C2, D2, E2, E3

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.33)

②

Inviter un expert dans le domaine de la dynamique des populations à venir adresser la parole à la classe, par exemple un agent de conservation, un aîné, un piégeur, un chasseur ou un scientifique.

OU

③

Inviter les élèves à mener une entrevue avec un expert dans le domaine de la dynamique des populations. L'entrevue pourrait se faire en personne, par téléphone ou par courrier électronique. Il serait également possible d'exiger que chaque élève mène au moins une entrevue de ce genre pendant l'année sur un des sujets abordés en classe.


En jeu

①

Inviter les élèves à dépister des enjeux sociaux, économiques ou environnementaux liés à la dynamique des populations, par exemple l'emploi de pesticides pour contrôler les populations de mauvaises herbes, de livrées des forêts (*forest tent caterpillar*), de tordeuses des bourgeons de l'épinette (*spruce budworm*) ou de moustiques. Dans la mesure du possible, traiter d'un enjeu actuel ayant des retombées locales.



S2-1-06 construire et interpréter des graphiques illustrant la dynamique des populations;
RAG : C2, C6, C8, D2

S2-0-6a  reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations;
(FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, H-4, (A) : J-2, (C) : II-D-5, II-F-2; TI : 1.3.1, 3.3.1)
RAG : C2, C5

S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.
(FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-4, (A) : J-2, J-3, (C) : II-F-2)
RAG : C2, C5, C8

Stratégies d'évaluation suggérées



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

Bloc D **L'introduction et la disparition d'espèces**

L'élève sera apte à :

S2-1-07 décrire des conséquences possibles sur un écosystème de l'introduction de nouvelles espèces ou de la disparition de certaines espèces;
RAG : E1, E2

S2-0-2d C passer en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à un enjeu STSE, par exemple les ententes politiques, les considérations économiques et écologiques concernant l'aggravation de l'effet de serre, les positions des groupes environnementaux et industriels sur les émissions produites par la consommation de combustibles fossiles;
(FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 4.3.4)
RAG : B1, C4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

En 7^e année, les élèves ont analysé les répercussions de la perte de producteurs ou de consommateurs sur le transfert de l'énergie dans un écosystème. Ils ont également étudié des interventions humaines qui influent de façon positive ou négative sur la succession écologique et sur la composition des écosystèmes. En 4^e année, ils ont fait des prédictions quant aux répercussions sur une communauté du retrait d'une population végétale ou animale.



Inviter les élèves à examiner une chaîne alimentaire d'un écosystème local et de faire un remue-méninges pour prédire les conséquences du retrait d'une des espèces de la chaîne. Approfondir la discussion en abordant les répercussions de la disparition d'une espèce d'un réseau alimentaire. S'assurer que les élèves saisissent les notions de compétition et de niche écologique avant d'aller plus loin.

En quête



A) Inviter les élèves à mener une recherche pour déterminer :

- les conséquences de l'introduction d'une espèce exotique dans un écosystème, par exemple l'introduction de la salicaire, du typha hybride ou de la carpe au Manitoba, des moules zébrées ou des lamproies aux Grands Lacs, du longicorne brun de l'épinette à Halifax, du lapin en Australie;

- les conséquences potentielles de l'introduction d'une espèce dans un écosystème, par exemple les risques associés à l'introduction des organismes génétiquement modifiés dans des écosystèmes naturels;
- les conséquences de la disparition d'une espèce, par exemple les conséquences de la disparition de prédateurs, tels que le loup, le cougar ou le grizzli, sur les populations de proie;
- les conséquences possibles de la disparition d'une espèce canadienne actuellement en péril (voir le site Web du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada).

Encourager les élèves à présenter des mesures visant à contrôler leur espèce envahissante ou à protéger leur espèce en péril.

B) Inviter les élèves à préparer un compte rendu de leur recherche et à le partager en petits groupes avec les autres membres de la classe. Le compte rendu pourrait être présenté sous forme d'affiche, de panneau publicitaire, de livre pour enfants, de rapport technique, d'article de journal, de présentation multimédia ou de dépliant. La stratégie « Jigsaw » s'appliquerait bien à ce genre de partage (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.21).

L'introduction du lapin en Australie et en Nouvelle-Zélande est une illustration très bien documentée des répercussions de la présence d'une nouvelle espèce sur un écosystème. D'abord importés pour la chasse, les lapins sauvages se sont multipliés à un taux incroyablement rapide en l'absence de prédateurs naturels. Ils sont une des causes principales de la destruction d'habitats, de la disparition de plantes et d'animaux indigènes, de la dévastation des terres et des dégâts subis par les cultures. Diverses méthodes de régulation de la population ont été mises en œuvre, y compris des méthodes chimiques et biologiques.



S2-0-3a ● énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou des événements observés;
(FL2 : CÉ1, CO1)
RAG : C2

S2-0-9e ● 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

S2-0-9f ● manifester un engagement personnel et proactif relativement à des enjeux STSE.
RAG : B5, C4

En fin

❶ Inviter les élèves à participer à un projet visant l'élimination d'une espèce envahissante, tel que le Projet de lutte contre la salicaire au Manitoba, ou à concevoir et à mettre en œuvre leur propre projet de ce genre. Inviter les élèves à décrire l'importance de leurs contributions dans leur carnet scientifique.

OU

❷ Inviter les élèves à suggérer, dans leur carnet scientifique, des raisons pour lesquelles le risque de disparition est plus élevé pour les grands carnivores, comme les ours et les aigles, que pour les petits herbivores, tels que les souris et les lapins.

OU

❸ Inviter les élèves à proposer, dans leur carnet scientifique, des mesures personnelles ou sociales visant à éliminer des espèces envahissantes ou à empêcher la disparition d'une espèce.

Stratégies d'évaluation suggérées

❶ Inviter les élèves à préparer un barème d'évaluation pour leur compte rendu, à s'autoévaluer et à demander l'évaluation d'un pair. Employer ce barème pour l'évaluation du compte rendu en faisant des modifications s'il y a lieu. Ces évaluations peuvent être placées dans le portfolio de l'élève. Cette technique s'avère particulièrement utile lorsqu'on permet aux élèves de choisir le format de leur présentation.

❷ Évaluer le carnet scientifique de l'élève à l'aide d'une feuille d'évaluation d'un journal (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.21).




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

Bloc E **La biodiversité**

L'élève sera apte à :

S2-1-08 consigner des observations liées à une variété d'organismes qui démontrent la biodiversité au sein d'un écosystème local ou régional;
RAG : D2, E2, E3

S2-0-4b  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 de mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés;
RAG : B3, B5, C1, C2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

En 6^e année, les élèves ont fait une étude approfondie de la diversité des êtres vivants. Ils ont étudié les cinq règnes généralement utilisés dans la classification et ont observé la diversité dans un milieu local, y compris des mycètes, des plantes et des animaux. Ils ont également employé des clés dichotomiques pour l'identification d'êtres vivants.



Écrire sur plusieurs grandes feuilles de papier le nom d'un écosystème local et les afficher dans la salle de classe. Inviter les élèves à nommer autant d'organismes possible pour chaque écosystème à l'aide de la stratégie coopérative « La chaîne de graffitis coopératifs » (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.16 et 3.17).

OU

Inviter les élèves à faire « J'observe et je note », p. 280-282 dans *Atout-Faune*.

En quête



Organiser une excursion pour visiter un ou plusieurs des écosystèmes étudiés dans la section « En tête ». Au préalable, discuter des risques posés par certaines plantes toxiques et des mesures de sécurité à prendre (voir *La sécurité en sciences de la nature : Un manuel ressource*, p. 9.16).

Pour amener les élèves à atteindre ces résultats d'apprentissage, il faut leur donner l'occasion d'observer la biodiversité dans un écosystème local ou régional. Dans la majorité des cas, des écosystèmes intéressants se trouvent à proximité de l'école, par exemple un parc, un étang, un ruisseau, un ravin, une forêt, un pré, la prairie, un champ agricole.

Inviter les élèves à vérifier la présence des organismes nommés en classe et à en relever d'autres en identifiant certains à l'aide de clés taxonomiques simples ou en préparant des esquisses. Encourager les élèves à observer une grande variété d'espèces, y compris des plantes, des animaux et des mycètes. Les élèves pourraient également collectionner des échantillons à examiner en laboratoire, par exemple :

- une collection de feuilles;
- un herbier de plantes pressées;
- de l'eau d'un étang ou d'un ruisseau;
- des échantillons de sol (on peut séparer les graines du sol et observer les plantules qui en naissent).


Le résultat d'apprentissage spécifique S2-1-08 met l'accent sur l'observation de la biodiversité d'un écosystème et non pas sur l'identification des espèces. Ainsi, on demande aux élèves de nommer uniquement les espèces qui sont facilement reconnaissables et de préparer une esquisse de toute autre espèce. Il n'est pas nécessaire de relever toutes les espèces de l'écosystème afin d'en apprécier la biodiversité.


Omnisciences 10 – Manuel de l'élève présente des techniques de base liées à l'utilisation du microscope et aux dessins scientifiques qui pourraient s'avérer utiles (voir p. 588-591 et 609).


S'assurer de se renseigner au préalable si la collecte de spécimens est permise.

Pour enrichir cette expérience d'apprentissage, inviter un expert à accompagner la classe et à parler de son métier, par exemple un naturaliste, un chasseur, un artiste, un photographe, un agriculteur, un ornithologiste, un botaniste ou un environnementaliste.



S2-0-4f  travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils se présentent;
(FL2 : PO5)
RAG : C2, C4, C7

S2-0-8f  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

S2-0-9d  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

Ce projet pourrait évoluer en projet d'école où des classes successives visitent le même site d'année en année. On pourrait alors établir un portrait de plus en plus exact de la biodiversité du site et observer des changements dans la composition de l'écosystème au fil des années.

La sécurité en sciences de la nature : Un manuel ressource présente des listes de vérification utiles pour la planification d'excursions scolaires (voir p. 13.24-13.26) ainsi que des tableaux de plantes toxiques cultivées et sauvages retrouvées au Manitoba (voir p. 13.43-13.47).

En fin

1
Proposer à la classe de préparer un guide collectif pour illustrer la diversité de la flore et de la faune de l'écosystème ou des écosystèmes étudiés. Le guide pourrait consister en esquisses des espèces observées et pourrait être affiché sur le site Web de l'école.

OU


2
Inviter les élèves à partager leurs découvertes avec une organisation qui vise à préserver les écosystèmes ou avec un scientifique qui fait des recherches dans ce domaine.

OU

3
Inviter les élèves à écrire des réflexions sur l'excursion dans leur carnet scientifique :

- *Comment votre compréhension de biodiversité a-t-elle évolué?*
- *À la suite de l'excursion, avez-vous de nouvelles questions liées à la biodiversité? Lesquelles?*
- *À quel point l'exactitude et la persévérance sont-elles des atouts aux scientifiques et aux naturalistes? Avez-vous fait preuve de ces qualités pendant l'excursion?*
- *Nommez et décrivez un métier lié à l'environnement qui pourrait vous intéresser.*

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1**
Employer une grille d'observation pour noter le progrès de l'élève ( voir l'annexe 15).
- 2**
Évaluer le carnet scientifique de l'élève à l'aide d'une feuille d'évaluation d'un journal (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.21).



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

Bloc F **La durabilité**

L'élève sera apte à :

S2-1-09 expliquer comment la biodiversité d'un écosystème contribue à sa durabilité;
RAG : B5, E1

S2-0-7f ● 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

En 7^e année, les élèves ont étudié la succession écologique dans une variété d'écosystèmes.



Activer les connaissances antérieures des élèves en ce qui concerne la succession en les invitant à composer des phrases par l'entremise d'un jet de mots (voir l'annexe 16) et à en discuter avec un partenaire et en grand groupe. Noter les connaissances erronées ainsi que les fausses perceptions.

Omnisciences 10 – Manuel de l'élève traite de la succession à la section 3.2.

OU

Mener une discussion pour aborder la durabilité des écosystèmes en traitant de la succession :

- *Est-ce que les feux de forêt détruisent des écosystèmes?* (Non, les feux de forêts font renaître le processus de succession. Une communauté pionnière s'établira sur le site dénué. La composition de cette communauté évoluera au fil des années donnant lieu à une communauté climacique dont la composition ressemblera à celle à la forêt originale.)
- *Différenciez succession primaire et succession secondaire, et donnez un exemple de chacune.* (La succession primaire consiste en la colonisation de roches nues telles que celles d'une île volcanique. La succession secondaire consiste en la colonisation d'une région qui a déjà supporté une communauté, par exemple le rétablissement de la prairie sur une terre agricole abandonnée.)

- *Pourquoi est-ce que les étangs deviennent de plus en plus petits au fil des années? Comment les populations varient-elles en conséquence?* (L'accumulation de matière organique au fond de l'étang le transforme graduellement en pré et en forêt. Certaines populations disparaissent alors que d'autres les remplacent.)
- *Les populations d'une communauté climacique sont stables alors que celles d'une communauté pionnière sont en croissance ou en déclin. Comment expliquer ces variations?* (La composition d'une communauté climacique reste stable car les populations ont accès aux ressources abiotiques et biotiques dont elles ont besoin. Dans une communauté pionnière, les populations transforment graduellement le milieu de sorte que certaines ressources abiotiques ou biotiques ne sont disponibles que pendant un certain temps.)

En quête



Inviter les élèves à étudier la relation entre la biodiversité et la durabilité en faisant des observations d'une communauté en cours de succession (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 88).

OU

Inviter les élèves à étudier la relation entre la biodiversité et la durabilité en faisant une recherche, par exemple :

- *Est-ce que votre gazon constitue un écosystème durable?*
- *Pourquoi les compagnies de reforestation devraient-elles se préoccuper de la diversité génétique des arbres qu'elles plantent?*
- *Comment l'agriculteur réussit-il à n'avoir qu'une seule espèce dans son champ?*
- *Quels sont les risques associés à la monoculture?*



S2-0-9c ● faire preuve de confiance dans sa capacité de mener une étude scientifique ou d'examiner un enjeu STSE; (FL2 : V)
RAG : C2, C4, C5

S2-0-9e ● 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

La succession et la durabilité

Les organismes pionniers colonisent les sites dénués, donnant lieu à une communauté pionnière. Celle-ci transforme graduellement son milieu, créant de nouveaux habitats pour abriter d'autres espèces. La communauté pionnière n'est donc pas durable car sa composition évolue constamment.

Plusieurs communautés de plus en plus complexes se succèdent jusqu'à ce qu'une communauté climacique s'établisse. Cette dernière se caractérise par une biodiversité élevée et une composition plus ou moins constante – elle est donc durable. Les nombreuses interactions en son sein la rendent très résistante aux perturbations. Cependant, si la survie d'une espèce clé (une espèce dont de nombreuses autres espèces dépendent) est menacée, la survie de la communauté entière est mise en danger. Par exemple, la survie des baleines, des manchots et des phoques des eaux antarctiques dépendent de la survie du krill qui constituent leur principale source d'alimentation.

OU

Inviter les élèves à étudier la relation entre la biodiversité et la durabilité en préparant un débat, par exemple :

- *Devrait-on abattre les forêts tropicales pour des fins agricoles?*
- *Devrait-on pratiquer la coupe à blanc ou la coupe sélective des forêts (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 128)?*
- *Devrait-on aménager la forêt du lac Happy (voir le film *La forêt boréale et le développement durable*, p. 12-16 du guide pédagogique)?*
- *Devrait-on attribuer au Canada le prix du Gardien de la Terre (voir l'ensemble multi-média *La présence canadienne dans le monde : engagement face à l'environnement*)?*

suite à la page 1.42

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Inviter les élèves à mettre en ordre les étapes de la succession écologique pour divers écosystèmes et à réviser le vocabulaire pertinent (voir *Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles*, FR 3-11, FR 3-12).

❷

Inviter les élèves à préparer un rapport de laboratoire pour décrire les résultats de leur étude d'une communauté en cours de succession (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.26-11.29, 11.38 et 11.39, 14.11 et 14.12). Les tableurs et les logiciels de traitement de texte peuvent s'avérer utiles pour l'analyse des données et la préparation de la copie finale.

❸

Inviter les élèves à préparer un compte rendu de recherche sous forme de rapport technique, de présentation orale, de saynète, d'article de journal, de présentation multimédia ou de bandes dessinées. Inviter les élèves à préparer un barème d'évaluation pour leur compte rendu, à s'autoévaluer et à demander l'évaluation d'un pair. Employer ce barème pour l'évaluation du compte rendu en faisant des modifications s'il y a lieu. Ces évaluations peuvent être placées dans le portfolio de l'élève. Cette technique s'avère particulièrement utile lorsqu'on permet aux élèves de choisir le format de leur présentation.




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

Bloc F **La durabilité**

L'élève sera apte à :

S2-1-09 expliquer comment la biodiversité d'un écosystème contribue à sa durabilité;
RAG : B5, E1

S2-0-7f  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 1.41)

En fin

❶

Inviter les élèves à concevoir des slogans portant sur la succession et la durabilité (voir *Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles*, FR 3-16).

OU

❷

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

- *Pourquoi la biodiversité est-elle essentielle?*
- *Après avoir étudié la relation entre la biodiversité et la durabilité, avez-vous de nouvelles questions? Lesquelles?*
- *Qu'est-ce que vous avez appris au sujet de vos propres capacités de mener une recherche?*



LA DYNAMIQUE D'UN ÉCOSYSTÈME

Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 1

S2-0-9c ● faire preuve de confiance dans sa capacité de mener une étude scientifique ou d'examiner un enjeu STSE;
(FL2 : V)
RAG : C2, C4, C5

S2-0-9e ● 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 G **Un plan d'action**

L'élève sera apte à :

S2-1-10 étudier comment l'activité humaine influe sur un écosystème et utiliser le processus de prise de décisions pour proposer un plan d'action qui favoriserait la durabilité de cet écosystème, entre autres les conséquences sur les cycles biogéochimiques, sur la dynamique des populations et sur la biodiversité;
RAG : B5, C4, C5, C8

S2-0-3e ☛ 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; la durabilité;
(FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4)
RAG : B5, C1, C3, C4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

Connaissances antérieures

En 7^e année, les élèves ont relevé des facteurs environnementaux, sociaux et économiques à considérer dans la gestion et la préservation des écosystèmes. Ils ont également élaboré un plan d'action afin de conserver l'habitat d'un organisme particulier dans un écosystème. Les élèves seront familiers avec le processus de prise de décisions qu'ils ont employé en secondaire 1 pour aborder une variété d'enjeux.

1

Inviter les élèves à réfléchir sur les répercussions de l'activité humaine sur l'écosystème visité par la classe (voir l'annexe 17), à partager leurs idées avec un autre membre de la classe et à dresser chacun un schéma conceptuel ou un organigramme pour mettre en relation leurs idées. Faire une mise en commun des schémas conceptuels et des organigrammes et inviter les élèves à noter les nouvelles idées.

Il serait également possible de visiter l'écosystème une deuxième fois afin d'y observer les répercussions de l'activité humaine.

En quête

1

A) Diviser la classe en groupes d'experts selon la stratégie Jigsaw (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.21). Assigner une des questions ci-dessous à chaque groupe et lui demander d'y répondre en faisant référence aux schémas conceptuels et aux organigrammes élaborés à la section « En tête » :

- *Quelles sont les conséquences de l'activité humaine sur les cycles biogéochimiques de cet écosystème?*

- *Quelles sont les conséquences de l'activité humaine sur la dynamique de la population de cet écosystème?*
- *Quelles sont les conséquences de l'activité humaine sur la biodiversité de cet écosystème?*

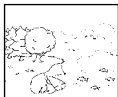
Vérifier les réponses formulées par chaque groupe d'experts, et faire des corrections ou des ajouts s'il y a lieu. Pour s'assurer que chaque membre du groupe d'experts est en mesure d'expliquer son sujet, inviter les élèves à faire des explications à tour de rôle à l'intérieur de chaque groupe d'experts. Ensuite, former des groupes hétérogènes (« familles ») pour qu'ils mettent en commun leurs nouvelles connaissances.


B) Pour activer les connaissances antérieures des élèves liées au processus de prise de décisions, les inviter à discuter des projets qu'ils ont entrepris en secondaire 1 ou à les commenter dans leur carnet scientifique.


- *Quels enjeux avez-vous abordés?*
- *Quels étaient les intervenants concernés?*
- *Combien d'options avez-vous élaborées?*
- *Quelle option avez-vous finalement adoptée? Pourquoi?*
- *Avez-vous réussi à implanter cette option? Pourquoi ou pourquoi pas?*
- *Quels sont vos meilleurs souvenirs du processus de prise de décisions?*
- *Quels ont été les moments les plus frustrants?*


Inviter les élèves à se remémorer les étapes générales du processus de prise de décisions en complétant l'annexe 18. Par la suite, repasser avec eux une liste d'actions précises associées à chaque étape (voir l'annexe 19).

C) Pour amorcer le processus de prise de décisions, proposer un scénario à la classe et inviter les élèves à relever le défi, par exemple :



S2-0-3f  proposer et élaborer des options qui pourraient mener à une décision STSE;
(FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4)
RAG : C4

S2-0-5d  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

S2-0-6d  adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées.
RAG : C3, C4, C5, C8

- *Le gouvernement fédéral cherche à dépenser son surplus budgétaire en appuyant des projets environnementaux visant la préservation ou le rétablissement d'écosystèmes. Choisissez un écosystème et préparez un plan d'action et une présentation orale qui convaincront le comité de sélection du mérite de votre projet.*
- *Une société industrielle propose la construction d'une nouvelle usine sur la parcelle de terre renfermant l'écosystème que la classe a visité. Avant d'autoriser le projet, le gouvernement exige une étude de l'impact sur l'environnement. Préparez une présentation orale pour convaincre le gouvernement de l'importance de cet écosystème ainsi qu'un plan d'action qui vise à le préserver pour des générations à venir (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 96 et 97).*
- *L'écosystème visité par la classe est en mauvaise santé. Les répercussions de l'activité humaine bouleversent ses cycles biogéochimiques et la dynamique de ses populations. De plus, elles nuisent à sa biodiversité. Préparez un plan d'action que vous pourriez implanter ainsi qu'une présentation orale pour demander l'appui de vos camarades de classe.*

D) Dans la mesure du possible, déterminer les critères du projet avec les élèves, par exemple *Est-ce que toute la classe devrait traiter du même écosystème (par exemple celui que la classe a visité)? Est-ce que chaque groupe devrait choisir parmi une liste d'écosystèmes fournie par l'enseignant? Est-ce que chaque groupe devrait proposer un écosystème à étudier?*

Dans cet exercice, les élèves proposeront comme options trois plans d'action et sélectionneront le meilleur en justifiant leur décision. Chaque plan d'action doit traiter des cycles biogéochimiques, de la dynamique des populations et de la biodiversité.

suite à la page 1.46

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1 Inviter les élèves à évaluer leur participation à l'activité de groupes d'experts (voir l'annexe 6).
- 2 Évaluer l'acquisition de nouvelles connaissances suite à l'activité de groupes d'experts à l'aide de la stratégie « Les têtes numérotées » (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.12).
- 3 Inviter les élèves à nommer un écosystème autre que celui que la classe a visité et à relever les diverses formes d'activité humaine qui le touchent ainsi que les conséquences que l'activité humaine a sur les cycles biogéochimiques, sur la dynamique des populations et sur la biodiversité.
- 4 Utiliser la grille d'accompagnement de l'annexe 20 comme tableau d'évaluation du processus de prise de décisions qu'ont effectué les élèves.
- 5 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'écosystème que nous avons visité est en santé. »

suite à la page 1.47



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

Bloc G **Un plan d'action**

L'élève sera apte à :

S2-1-10 étudier comment l'activité humaine influe sur un écosystème et utiliser le processus de prise de décisions pour proposer un plan d'action qui favoriserait la durabilité de cet écosystème, entre autres les conséquences sur les cycles biogéochimiques, sur la dynamique des populations et sur la biodiversité;
RAG : B5, C4, C5, C8

S2-0-3e ☉ 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; la durabilité;
(FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4)
RAG : B5, C1, C3, C4

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 1.45)

E) Préciser que le projet sera réalisé sur plusieurs semaines et nécessitera de la recherche indépendante de leur part. Présenter aux élèves une liste des exigences et leur fournir une grille d'accompagnement (voir l'annexe 20). Établir un échéancier à long terme et afficher les dates de tombée dans la classe. Encourager les élèves à inscrire ces dates dans leur agenda. 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 aux élèves et les élèves peuvent le consulter pour des directives et des pistes à suivre.

Un modèle de prise de décisions est présenté dans *Omnisciences 10 – Feuilles de reproduction*, p. FR G-37.

À défaut de temps, une classe peut néanmoins aborder des enjeux de façon sommaire par l'entremise de jeux de rôle, par exemple une séance publique fictive au sujet de la destruction d'un écosystème dans le cadre de la construction d'une nouvelle autoroute, avec la participation des intervenants suivants :

- le maire et le conseil municipal
- les citoyens de la région
- des groupes environnementaux
- des ingénieurs
- la chambre de commerce
- l'association des automobilistes

Pour une stratégie semblable privilégiant les jeux de rôles, voir *La forêt boréale et le développement durable*, p. 12-16.

Veiller particulièrement à ce que chaque membre au sein d'un groupe de travail contribue au plan d'action et qu'il soit respecté par les autres. Valoriser l'initiative et la créativité de chaque groupe.

F) Inviter les élèves à présenter leurs plans d'action aux autres membres de la classe.

En fin

❶

Inviter les élèves à rédiger une critique constructive de leur apprentissage de la dynamique d'un écosystème tel qu'ils l'ont vécu dans leurs cours de sciences de la nature.

- *Quelles notions vous ont particulièrement captivé? Pourquoi?*
- *Quelles notions ont été les plus difficiles à maîtriser? Pourquoi?*
- *Quelles notions auraient pu être apprises autrement? Fournissez des suggestions à l'appui.*
- *Les notions apprises se sont-elles avérées intéressantes? pertinentes? utiles? Expliquez votre raisonnement.*
- *Pensez-vous que vous êtes mieux outillés pour comprendre un texte informatif ou publicitaire sur les écosystèmes?*
- *L'étude d'enjeux particuliers vous incitera-t-elle à changer certaines de vos habitudes de vie?*

OU

❷

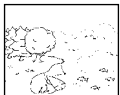
Inviter les élèves à réfléchir sur les répercussions de l'activité humaine sur l'écosystème visité par la classe en répondant aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :


- *Est-ce que cet écosystème est en santé? Pourquoi ou pourquoi pas?*
- *De quoi aura l'air cet écosystème d'ici vingt ans si rien ne change?*
- *Vaut-il la peine de préserver ou de rétablir cet écosystème? Pourquoi ou pourquoi pas?*


OU


❸

Inviter les élèves à présenter de façon plus formelle leur projet, par exemple lors d'une soirée portes ouvertes.



S2-0-3f  proposer et élaborer des options qui pourraient mener à une décision STSE;
(FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4)
RAG : C4

S2-0-5d  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

S2-0-6d  adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées.
RAG : C3, C4, C5, C8

En plus

1
Inviter les élèves à réaliser le plan d'action qu'ils ont élaboré.

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 1.45)

6
Inviter les élèves à analyser un article traitant d'un enjeu actuel lié à la durabilité des écosystèmes. Un cadre d'analyse d'articles de nature factuelle ou un cadre d'analyse d'articles qui prêtent à discussion peut faciliter ce travail (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.40 et 11.41).

7
Évaluer le processus de prise de décisions des élèves par l'entremise d'une grille d'évaluation (voir l'annexe 21).

Remarque : La grille d'évaluation de l'annexe 21 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.

8
Évaluer le carnet scientifique de l'élève à l'aide d'une feuille d'évaluation d'un journal (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.21).

9
Inviter les élèves à sélectionner divers travaux réalisés au cours de ce regroupement pour les inclure dans leur portfolio. Chaque travail devrait être accompagné d'une fiche d'identification (voir les annexes 22 et 23). Évaluer le portfolio par l'entremise d'une entrevue ou d'une rubrique (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 15.13 à 15.15).



LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 :	Feuille de route – La création d'un écosystème fermé	1.49
Annexe 2 :	La création d'un écosystème fermé – Renseignements pour l'enseignant	1.51
Annexe 3 :	Guide d'anticipation – La succession écologique	1.53
Annexe 4 :	L'effet de serre	1.54
Annexe 5 :	Grille d'appréciation – Exposé au sujet d'un cycle biogéochimique	1.55
Annexe 6 :	Autoévaluation de l'apprentissage par groupes d'experts	1.56
Annexe 7 :	Grille de vérification – Rédaction d'un compte rendu	1.57
Annexe 8 :	Évaluation de sources d'information	1.58
Annexe 9 :	Références bibliographiques	1.59
Annexe 10 :	Cadre de tri et de prédiction	1.61
Annexe 11 :	Exercice – La capacité biotique	1.62
Annexe 12 :	Exercice – Facteurs écologiques et population	1.63
Annexe 13 :	Exercice – Interaction prédateur-proie	1.65
Annexe 14 :	Exercice – Les facteurs limitatifs	1.67
Annexe 15 :	Grille d'observation	1.69
Annexe 16 :	Jet de mots – La succession	1.70
Annexe 17 :	Les répercussions de l'activité humaine sur un écosystème	1.71
Annexe 18 :	Les étapes du processus de prise de décisions – Survol schématique	1.73
Annexe 19 :	Les étapes du processus de prise de décisions – Liste d'actions	1.75
Annexe 20 :	Grille d'accompagnement – La durabilité d'un écosystème	1.76
Annexe 21 :	Grille d'évaluation pour la prise de décisions	1.77



ANNEXE 1 : Feuille de route – La création d'un écosystème fermé

Nom : _____

Date : _____

But

Créer un écosystème fermé et l'observer pour étudier les concepts relatifs au cycle de la matière et au flux d'énergie.

Introduction

Un écosystème fermé peut très bien servir à étudier les interactions entre les composantes abiotiques et les composantes biotiques du milieu. Dans un système pareil, le matériel est renfermé dans un bocal et l'énergie provient de l'extérieur sous forme de lumière. Le modèle présente des similitudes avec la Terre qui fournit le matériel et reçoit son énergie du Soleil.

Des êtres vivants sont transplantés dans l'écosystème. Premièrement, on introduit des organismes essentiels au milieu aquatique, comme des bactéries et des algues, en ajoutant de l'eau et une petite quantité de gravier provenant d'un étang ou d'un aquarium fertile. Puis on ajoute des plantes et des animaux. Enfin, le bocal est scellé pour permettre l'étude des interactions dans l'écosystème.

Matériel

Pour chaque groupe d'élèves :

Jour 1

- bocal de 5 à 10 litres avec couvercle, en verre transparent, ou autre récipient approprié
- gravier
- eau du robinet (laisser reposer 24 heures)
- source lumineuse (lampe ordinaire, lampe de serre)

Jour 2

- 50 ml ou le creux de la main d'eau d'étang ou d'aquarium

Jour 3

- quelques pousses d'élodée ou d'une autre plante aquatique

Jours 7 à 14

- deux escargots (Ajoutez les escargots seulement au moment où les algues sont visibles sur la paroi du bocal. Ce moment variera d'un milieu à l'autre.)



ANNEXE 1 : Feuille de route – La création d'un écosystème fermé (suite)

Méthode

1. Rincez le bocal, le gravier et le couvercle dans de l'eau propre, sans savon.
2. Mettez le gravier au fond du bocal, ajoutez de l'eau de robinet jusqu'à 10 cm du haut du bocal; ne mettez pas le couvercle.
3. Laissez reposer le contenu du bocal pendant la nuit pour permettre au gravier de se tasser et au chlore de s'évaporer.
4. Ajoutez 50 ml d'eau ou une poignée de gravier provenant d'un étang ou d'un aquarium; scellez le bocal et mettez-le sous la lampe. Gardez la lampe toujours allumée pour favoriser un milieu à conditions constantes.
5. Le troisième jour, ajoutez quelques pousses d'élodée ou d'une autre plante aquatique, refermez le bocal et remettez-le sous la lampe.
6. Au moment où les algues sont visibles sur la paroi du bocal, ajoutez deux escargots, refermez le bocal et remettez-le sous la lampe.
7. Observez l'écosystème chaque jour.

Observations

1. Faites un compte rendu quotidien de vos observations dans votre cahier.
 - a) Datez chaque donnée.
 - b) Énumérez les éléments en place, les procédures et les observations effectuées chaque jour.
- Note : Faites vos observations attentivement, en notant tout changement ou toute absence de changement.

Analyse

Répondez à ces questions dans votre cahier.

1. Quel est le rôle des plantes aquatiques et des algues dans l'écosystème?
2. Quel est le rôle des escargots dans l'écosystème?
3. Pourquoi est-il nécessaire d'attendre que les algues soient visibles sur la paroi du bocal avant d'introduire les escargots dans le bocal?
4. Pourquoi l'écosystème a-t-il besoin de lumière?
5. Représentez l'écosystème au moyen d'un diagramme en tenant compte des cycles du carbone et de l'oxygène et de l'endroit où le gaz carbonique et l'oxygène sont formés et consommés.
6. Suggérez deux façons de perturber les cycles du carbone et de l'oxygène dans l'écosystème. Faites des prédictions concernant les effets de chaque perturbation sur les organismes.

(Adapté de Grade 10 *Catholic Locally Developed Science*, Ontario, 2000, annexe 2.1.1)



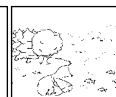
ANNEXE 2 : La création d'un écosystème fermé – Renseignements pour l'enseignant

Consignes générales

- Rappeler aux élèves les précautions à prendre relativement au danger de travailler près de l'eau avec du matériel électrique.
- La source lumineuse doit être adaptée à la culture des plantes. Par mesure de sécurité, veiller à ce que les bocal ne soient pas mis trop près de la lampe.
- Rappeler aux élèves de se laver les mains avec de l'eau et du savon après avoir touché à tout organisme vivant.
- Un gros bocal de cornichons peut servir de contenant pour l'écosystème fermé.
- Des plantes aquatiques flottantes, comme la cornifle nageante (hornwort) ou le myriophylle brésilien (parrot feather), peuvent être substituées à l'élodée.
- Un poisson mangeur d'algues peut être ajouté aux écosystèmes plus importants (10 litres).
- Pour éliminer les écosystèmes, verser l'eau dans l'égout, mettre les plantes, le gravier et les escargots dans un sac en plastique, sceller le sac et le ranger avec les ordures. Avant de réutiliser les bocal, il faut les laver avec du savon et les rincer plusieurs fois.
- Le chlore dans l'eau de robinet peut nuire aux escargots. Rappeler aux élèves de laisser reposer l'eau au moins 24 heures avant de la verser dans le bocal.
- On peut se procurer des escargots chez les distributeurs de matériel scientifique. Comme ces escargots ne seront pas nécessairement natifs de la région, il est déconseillé de les libérer dans un écosystème local.
- Les escargots peuvent être placés dans un aquarium et conservés pour le prochain cours de *Sciences de la nature secondaire 2*.

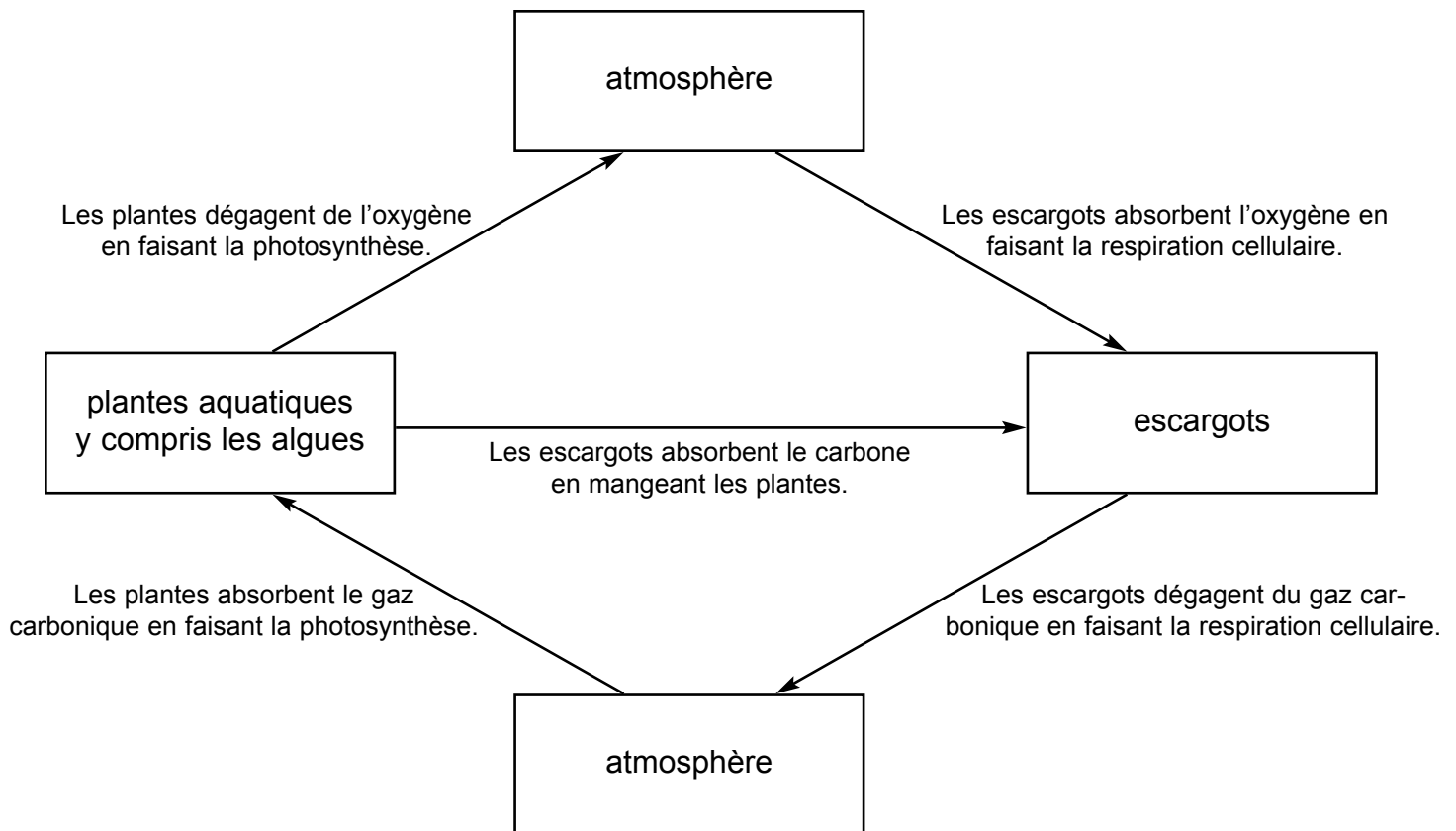
Analyse - réponses

1. Quel est le rôle des plantes aquatiques dans l'écosystème? *Les plantes aquatiques sont les producteurs. En faisant la photosynthèse, elles transforment l'énergie lumineuse en énergie chimique, absorbent du gaz carbonique et dégagent de l'oxygène. Les consommateurs dépendent de l'énergie et de l'oxygène ainsi fournis.*
2. Quel est le rôle des escargots dans l'écosystème? *Les escargots sont les consommateurs. Ils obtiennent de l'énergie en mangeant des algues et en faisant la respiration cellulaire. Ce processus absorbe de l'oxygène et dégage du gaz carbonique. Les algues dépendent du gaz carbonique ainsi produit.*
3. Pourquoi est-il nécessaire d'attendre que les algues soient visibles sur la paroi du bocal avant d'introduire les escargots dans le bocal? *Si l'on introduit les escargots trop tôt, ils mangeront toutes les algues. En attendant que les algues soient visibles sur la paroi du bocal, on sait que la population sera suffisamment importante pour faire vivre les escargots.*
4. Pourquoi l'écosystème a-t-il besoin de lumière? *La photosynthèse transforme l'énergie lumineuse en énergie chimique, la rendant disponible aux consommateurs.*



ANNEXE 2 : La création d'un écosystème fermé – Renseignements pour l'enseignant (suite)

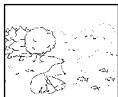
5. Représentez l'écosystème au moyen d'un diagramme en tenant compte des cycles du carbone et de l'oxygène, et de l'endroit où le dioxyde de carbone et l'oxygène sont formés et consommés.



6. Suggérez deux façons de perturber les cycles du carbone et de l'oxygène dans l'écosystème. Faites des prédictions concernant les effets de chaque perturbation sur les organismes.

Pour perturber les cycles du carbone et de l'oxygène dans l'écosystème, on pourrait :

- *Dévisser le couvercle du bocal. Les organismes auront accès à une quantité illimitée de gaz carbonique et d'oxygène. D'autres facteurs deviendront limitatifs.*
- *Diminuer la quantité de lumière, par exemple en éteignant la lumière la nuit. Sans lumière, les plantes ne pourront pas faire la photosynthèse. La concentration d'oxygène diminuera alors que la concentration de gaz carbonique augmentera.*
- *Ajouter du bicarbonate de sodium à l'eau. En se dissolvant dans l'eau, le bicarbonate de sodium formera du gaz carbonique. Les plantes auront accès à plus de gaz carbonique et augmenteront leur taux de photosynthèse.*



ANNEXE 3 : Guide d'anticipation – La succession écologique

Nom : _____

Date : _____

Remplis les sections « avant » pour chaque énoncé. Plus tard, tu devras remplir le reste du tableau.

Énoncé	Ton opinion
	Avant :
	Après :
	Pourquoi :
	Avant :
	Après :
	Pourquoi :
	Avant :
	Après :
	Pourquoi :
	Avant :
	Après :
	Pourquoi :



ANNEXE 4 : L'effet de serre

Nom : _____

Date : _____

Accède au site *Changements climatiques* (http://www.environment.fgov.be/Root/tasks/atmosphere/klim/set_fr.htm) pour répondre aux questions 1 et 2 et aux sites *Les changements climatiques et la science* (http://www.ec.gc.ca/climate/overview_science-f.html) et *Votre guide pour relever le défi d'une tonne* (<http://climatechange.gc.ca/onetonne/francais/OTCTipsGuide-f.pdf>) pour répondre aux questions 3 à 8.

1. Qu'est-ce qui cause l'effet de serre?

La Terre est chauffée par le _____ (1). La chaleur que celui-ci transmet est en partie absorbée par la _____ (2), et en grande partie réverbérée dans _____ (3). La chaleur absorbée par la Terre est renvoyée sous forme de _____ (4). Ces rayons infrarouges sont absorbés par les gaz à _____ (5). Ainsi, une partie importante de la chaleur provenant du Soleil est maintenue à l'intérieur de _____.

2. Donne quatre exemples de gaz à effet de serre.

3. L'effet de serre est un processus normal et nécessaire.

Quelle serait la température moyenne de la Terre si l'effet de serre n'existait pas?

Quelle est la température moyenne actuelle de la Terre?

4. Le « réchauffement de la planète » dont on parle souvent à l'heure actuelle résulte d'un excès de certains gaz à effet de serre. Par quel pourcentage les gaz suivants ont-ils augmenté au cours des 200 dernières années?

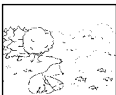
- a) CO₂
- b) CH₄
- c) N₂O

5. Quelle activité humaine contribue le plus à la présence de gaz à effet de serre dans l'atmosphère?

6. Par combien de degrés Celsius la température moyenne sur la Terre a-t-elle augmenté au cours des cent dernières années?

7. Nomme trois conséquences possibles du réchauffement de la planète.

8. Nomme 3 moyens de réduire la production de gaz à effet de serre à la maison.



ANNEXE 5 : Grille d'appréciation – Exposé au sujet d'un cycle biogéochimique

Nom : _____

Date : _____

1. Lis la grille d'appréciation ci-dessous avant d'entreprendre ton exposé.
2. Quelle note t'accorderas-tu? Pourquoi?

Appréciation	Description
Excellent (4)	L'exposé présente toutes les composantes du cycle biogéochimique choisi. Les rapports entre les composantes sont exacts et le vocabulaire scientifique est précis. L'exposé est original et visuellement attrayant. Les questions relèvent directement de l'exposé et sont de style varié. Elles comprennent des réponses exactes et démontrent une maîtrise des concepts étudiés.
Satisfaisant (3)	L'exposé présente la plupart des composantes du cycle biogéochimique choisi. Les rapports entre les composantes sont généralement exacts et le vocabulaire scientifique est développé mais parfois imprécis. L'exposé est original et visuellement attrayant. Les questions relèvent directement de l'exposé et comprennent des réponses généralement exactes. Elles représentent une connaissance approfondie des concepts étudiés.
Peu satisfaisant (2)	L'exposé manque certaines composantes clé du cycle biogéochimique choisi. Les rapports illustrés, le vocabulaire scientifique et les questions ne démontrent qu'une compréhension partielle des concepts étudiés OU L'exposé présente la plupart des composantes du cycle biogéochimique choisi. Les rapports illustrés, le vocabulaire scientifique et les questions sont adéquates. Cependant, l'exposé est une reproduction des notes de classe ou du manuel. Il ne démontre aucune preuve de maîtrise des concepts.
Rudimentaire (1)	L'exposé ne présente que certaines des composantes du cycle biogéochimique choisi. Les rapports entre les composantes et les questions sont l'objet d'erreurs de compréhension et de raisonnement. Le vocabulaire scientifique est imprécis.



ANNEXE 6 : Autoévaluation de l'apprentissage par groupes d'experts

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 et je n'ai pas interrompu inutilement les membres de mon groupe.			
	J'ai encouragé la participation des autres experts par mon attitude positive et respectueuse.			
	J'ai moi-même contribué positivement à la discussion, par l'entremise de nouvelles idées, de suggestions, de clarifications, etc.			
	J'ai bien saisi et pris en notes 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 rapporté fidèlement et efficacement les renseignements clés recueillis au sein de mon groupe d'experts.			
en plénière	J'ai écouté attentivement aux renseignements clés ressortis 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 à bien apprendre les concepts clés. _____
 b) ne m'a pas aidé à bien apprendre les concepts clés. _____

Explique ta réponse. _____

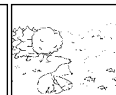


ANNEXE 7 : Grille de vérification – Rédaction d'un compte rendu

Nom : _____

Date : _____

	élève	enseignant
J'ai choisi un sujet.		
J'ai rédigé une liste de questions auxquelles je voulais répondre.		
J'ai repéré diverses sources d'information.		
J'ai sélectionné les ressources les plus pertinentes et les ai évaluées quant à leur objectivité.		
J'ai relevé les renseignements nécessaires et les ai résumés dans mes propres mots en employant une terminologie appropriée.		
J'ai cité les opinions et les faits pertinents.		
J'ai noté les références bibliographiques selon un modèle reconnu.		
J'ai préparé un premier brouillon.		
J'ai répondu à mes questions initiales : - de façon claire, en expliquant les termes scientifiques et techniques et en employant des diagrammes appropriés; - de façon cohérente, en respectant un ordre d'idées logique et en évitant les erreurs de grammaire et de ponctuation.		
J'ai relevé des changements nécessaires et les ai apportés en préparant une copie révisée.		
J'ai demandé à un ami de relire ma copie révisée et l'ai remercié des observations qu'il m'a faites.		
J'ai demandé à l'enseignant de relire ma copie révisée et l'ai remercié des observations qu'il m'a faites.		
J'ai préparé la version finale du rapport.		



ANNEXE 8 : 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 9 : Références bibliographiques

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.

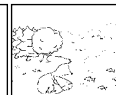
AGNUS, Christophe, et Sylvie O'DY. « La planète Océan », L'Express, n° 2403, 24 novembre 1997, p. 24-39.

« 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 9 : Références bibliographiques (suite)

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 10 : Cadre de tri et de prédiction

Nom : _____

Date : _____

Lis la liste de mots dans la colonne de gauche et trie les mots en deux catégories en les plaçant dans les colonnes 1 ou 2. Donne un titre à chaque catégorie et ajoute d'autres exemples.

<ul style="list-style-type: none"> - sol - Soleil - vers de terre - tunnels dans le sol - arbres - une tanière parmi les roches - souris - graines - vent - herbe - lapins - merle - ruisseau - bactéries - algues - pluie - corbeau - renard - chaleur - insectes 	<p>1. _____</p>	<p>2. _____</p>
<p>Exemples supplémentaires :</p>		

1. Y a-t-il certains termes qui pourraient être classés dans les deux catégories? Si oui, donnes-en des exemples. Si non, explique pourquoi.

2. Propose des sous-catégories.

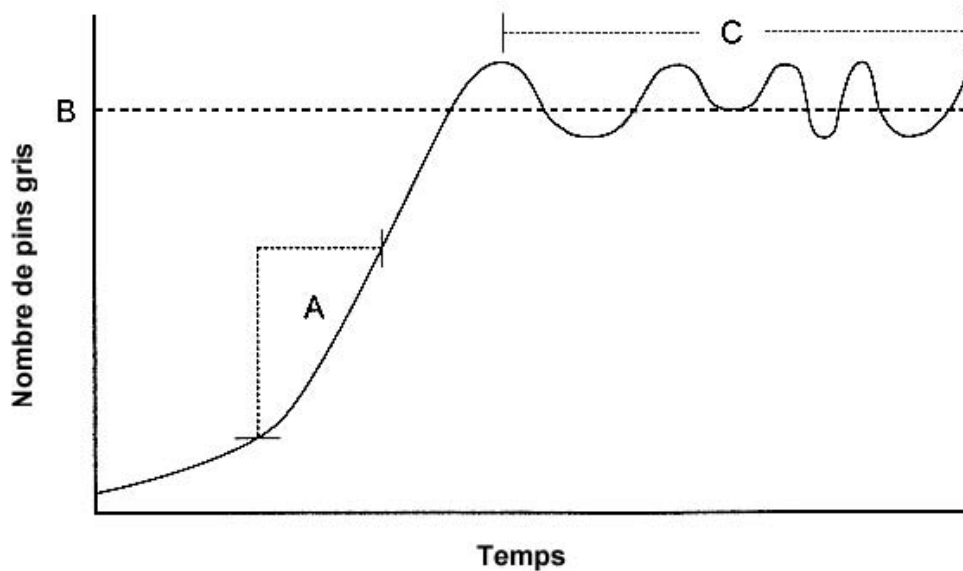


ANNEXE 11 : Exercice – La capacité biotique

Nom : _____

Date : _____

Il y a plusieurs années, un feu a ravagé la forêt boréale d'une partie du nord du Manitoba, détruisant arbres, arbustes et autres plantes sur son chemin. Une équipe de biologistes de la faune a décidé d'étudier la reconstitution de la forêt au cours des années suivantes. Ils ont choisi d'étudier la population de pins gris, étant donné que cette espèce est l'une des premières à repousser après un feu. Un graphique des résultats de leur étude figure ci-dessous.



Questions :

1. Pourquoi le nombre de pins gris augmente-t-il si rapidement dans la partie A du graphique?
2. Comment expliques-tu les fluctuations dans la partie C du graphique?
3. Que représente B?
4. Quel est le taux de croissance moyen dans la partie C?
5. Décris, en tes propres mots, l'évolution de la population de pins gris telle qu'elle est représentée dans le graphique.
6. Quels seraient les changements à apporter au graphique si un autre feu de forêt devait ravager la région.
7. Quels seraient les changements à apporter au graphique si une entreprise forestière commençait à abattre les arbres dans la région.

ANNEXE 12 : Exercice – Facteurs écologiques et population

Nom : _____

Date : _____

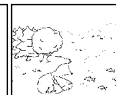
Un jour, en décembre, vous remarquez un couple de mouches bien au chaud dans votre foyer. Si elles sont de sexes différents, elles se reproduiront. Une seule mouche pondra jusqu'à 900 œufs à la fois et, à environ 20 °C, les œufs éclorement dans à peu près un jour, produisant autant de larves (étape de développement embryonnaire pendant laquelle l'insecte ressemble à un petit ver). Au cours du mois prochain, les larves passeront par plusieurs étapes de développement avant de se transformer en mouches adultes. En janvier donc, si elles restent au chaud, qu'elles puissent disposer de suffisamment de nourriture et qu'elles survivent toutes, il pourrait y avoir autour de 900 mouches dans la maison. Dans les conditions les plus favorables, des centaines s'accoupleront et chaque couple produira des centaines d'œufs. En février, la maison hébergerait environ 400 000 mouches. Et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'il y ait 180 millions de mouches de plus à la fin du mois de mars, au moment d'aérer un peu la maison en ouvrant les fenêtres. (Peut être quelques mouches en profiteront pour s'échapper.)

Le nombre de mouches s'accroît lentement au commencement (de deux, il passe à 900 le premier mois), puis beaucoup plus vite (de 900 à 400 000 le deuxième mois, et à 180 millions le troisième). Bien qu'il ne soit pas rare de trouver un couple de mouches reproducteur dans la maison en décembre, il est très peu probable qu'il y en ait des centaines de millions au mois de mars. Comment se fait-il?

Quels sont les facteurs écologiques qui empêchent un couple d'organismes de se reproduire en des milliards d'individus dans une période relativement courte? L'un des facteurs principaux est sans doute les ressources limitées. Une maison ordinaire pourrait être assez bien approvisionnée pour alimenter quelques douzaines de mouches mais ne pourrait pas suffire pour en alimenter des milliers. D'autres insectes dans la maison concurrencent les mouches relativement aux quelques miettes laissées par les humains, si bien que beaucoup de mouches et de larves meurent de faim. Quelques-unes se font manger par d'autres insectes, appelés prédateurs, tandis que d'autres meurent de causes naturelles, comme de maladies. Que le chauffage vienne à faire défaut, et que la température dans la maison baisse au point de congélation, nombreuses seront-elles à périr. Comme c'est à l'extérieur que la plupart vivent, c'est surtout le froid qui entraîne la mort de beaucoup d'entre elles. Tous ces facteurs écologiques aident à limiter la population d'un organisme particulier.

Les facteurs écologiques qui influent sur la population d'un organisme sont nombreux, tant dans un système fermé, une maison, que dans un système ouvert, au grand air. Il est possible de classer les facteurs selon qu'ils dépendent de la densité ou qu'ils en sont indépendants. Les premiers sont opérationnels si la population est grande et tassée, les seconds sont opérationnels même si la population est petite et s'il n'y a aucun tassement. Les facteurs limitatifs sont, entre autres :

- l'approvisionnement en nourriture et en eau
- l'espace vital
- les extrêmes de température
- les prédateurs
- la maladie
- le tassement et le stress



ANNEXE 12 : Exercice – Facteurs écologiques et population (suite)

Questions

1. Combien y avait-il de mouches dans la maison en décembre?
2. Combien y avait-il de mouches additionnelles en janvier?
3. Combien y avait-il de mouches additionnelles en février?
4. Combien y avait-il de mouches additionnelles en mars?
5. Pourquoi la population grandit-elle lentement en décembre et en janvier, et beaucoup plus rapidement en février et en mars?
6. Nomme deux autres organismes qui concurrencent les mouches dans la maison relativement à la nourriture.
7. Quels facteurs ont changé lorsqu'on a ouvert les fenêtres au mois de mars?
8. Parmi les facteurs limitatifs, énumère les facteurs qui dépendent de la densité.
9. Parmi les facteurs limitatifs, énumère les facteurs qui ne dépendent pas de la densité.
10. La sécheresse est-elle un facteur limitatif qui dépend de la densité? Explique ta réponse.
11. Considérerais-tu la concurrence comme un facteur limitatif qui dépend de la densité? Explique ta réponse.

(Adapté de *Catholic Locally Developed Science*, Ontario, 2000, annexe 2.5.9 – deuxième secondaire.)



ANNEXE 13 : Exercice – Interaction prédateur-proie

Nom : _____

Date : _____

Au cours des années 1980, les gens ont commencé à s'inquiéter des changements qui se produisaient parmi les populations de loups et de chevreuils dans l'un des parcs provinciaux du Manitoba. Une équipe de biologistes de la faune a alors été engagée pour suivre l'évolution de ces populations sur une période de dix ans. Les résultats de leur étude figurent au tableau 1.

Année	Population de loups	Population de chevreuils
1991	20	4000
1992	24	4600
1993	33	5000
1994	44	4800
1995	56	4500
1996	48	4200
1997	42	3900
1998	36	3850
1999	38	3900
2000	38	3950

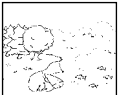
Questions :

1. Sur une feuille de papier quadrillé, indique les fluctuations des populations de chevreuils et de loups au cours de la période étudiée. Inscris l'année sur l'axe horizontal. Trace un axe vertical à chacune des extrémités de l'axe horizontal. Inscris des grandeurs numériques sur l'axe vertical de gauche de façon à pouvoir reporter sur le graphique le nombre de chevreuils relevés. En te servant d'une échelle différente, inscric des grandeurs numériques sur l'axe vertical de droite de façon à pouvoir reporter sur le graphique le nombre de loups relevés.
2. Étudie le graphique lorsque tu auras terminé. Quels facteurs pourraient rendre compte de l'augmentation importante du nombre de chevreuils entre 1991 et 1992?
3. Qu'est-ce qui pourrait expliquer la diminution du nombre de chevreuils entre 1993 et 1997?
4. Pourquoi le nombre de loups était-il si élevé en 1995?
5. Comment décriverais-tu la relation qui existe entre le nombre de loups et le nombre de chevreuils?
6. Selon toi, quelle sera la taille de la population de chaque espèce en l'an 2005?
7. Devrait-on se soucier des changements qui se produisent parmi les populations de loups et de chevreuils dans la région étudiée? Explique ta réponse.



ANNEXE 13 : Exercice – Interaction prédateur-proie (suite)

8. Quel sera l'effet sur la population de chevreuils si :
- a) un feu de forêt a lieu;
 - b) la population de loups est atteinte de gale;
 - c) un hiver rigoureux se prolonge;
 - d) il y a augmentation des quotas de chasse au chevreuil;
 - e) il y a augmentation des quotas de piégeage au loup.
9. Comment la compréhension des fluctuations naturelles des populations de loups et de chevreuils peut-elle aider les agents de conservation à établir des quotas de chasse et de piégeage?



ANNEXE 14 : Exercice – Les facteurs limitatifs

Nom : _____

Date : _____

1. Explique la différence entre les facteurs limitatifs qui dépendent de la densité de la population et ceux qui en sont indépendants.

2. Chacun des énoncés ci-dessous décrit une situation qui influera sur la croissance d'une population. Classe chacune des situations selon qu'il s'agit de facteurs DD (dépendant de la densité) ou ID (indépendant de la densité) et donne la raison de ton choix.

- a. Un lion et un guépard tentent d'occuper la même niche. Le lion, animal plus agressif, survit; le guépard ne survit pas.

- b. Des coyotes traversent sur les banquises en hiver et pénètrent à Terre-Neuve. La population d'orignaux se met à diminuer.

- c. Un gel intense élimine 50 % de la récolte du café du Brésil.

- d. Un feu de forêt détruit la plupart de la faune dans une région du nord du Manitoba.

- e. En raison de la grave surpopulation dans un village asiatique, de nombreux enfants meurent en bas âge.

- f. Étant donné que le lynx est le prédateur du lièvre, une augmentation du nombre de lièvres entraîne une augmentation du nombre de lynx.



ANNEXE 14 : Exercice – Les facteurs limitatifs (suite)

g. Une grave inondation dans la vallée de la rivière Rouge entraîne une diminution du nombre de chevreuils.

h. À cause du stress, un nombre élevé de lemmings femelles avortent spontanément et, par conséquent, ne se reproduisent pas.

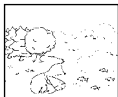
i. Des voyageurs qui visitent un village africain surpeuplé contractent une maladie causée par des parasites.

j. De nombreux poissons meurent en raison de changements dans les vents et la naissance du courant océanique El Niño au large des côtes du Pérou et du Chili.

k. Étant donné que les lapins n'ont pas d'ennemis naturels en Australie, leur population augmente rapidement.

l. Des poissons habitant un récif de corail délimitent leur territoire et chassent tout poisson plus jeune qui tente de s'y établir.

m. Une sécheresse étendue dans la plaine du Serengeti menace la survie des populations de gnous, de girafes, de zèbres et de springboks.



ANNEXE 15 : Grille d'observation

Observer les élèves pendant l'excursion et pendant le travail d'analyse au laboratoire. Indiquer leur progrès à l'aide de la légende ci-dessous. Ajouter des coches au cours de l'évolution de l'habileté chez l'élève.

- ✓✓✓ : L'élève manifeste cette habileté sans hésitation et avec confiance.
✓✓ : L'élève manifeste cette habileté la plupart du temps.
✓ : L'élève manifeste cette habileté parfois ou si l'on la lui demande.
X : L'élève ne réussit pas cette habileté.

Nom de l'élève	S2-0-4b L'élève manifeste des habitudes de travail sécuritaires et un respect pour l'environnement.	S2-0-5c / S2-0-9d L'élève prépare des esquisses soignées et exactes.	S2-0-4f L'élève travaille en coopération et résout les problèmes qui surgissent.	S2-0-9c / S2-0-9d L'élève manifeste de la confiance et de la persévérance.



ANNEXE 16 : Jet de mots – La succession

Nom : _____

Date : _____

site perturbé

roche nue

populations plus ou moins stables

communauté pionnière

feu de forêt

certaines populations augmentent et d'autres diminuent

succession primaire

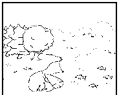
succession secondaire

communauté climacique

coupe à blanc

colonisation

éruption volcanique



ANNEXE 17 : Les répercussions de l'activité humaine sur un écosystème

Nom : _____

Date : _____

1. En réfléchissant sur l'écosystème visité plus tôt cette année, réponds aux questions ci-dessous en écrivant tout ce qui te vient à l'esprit :

Nom de l'écosystème :

Quelles sortes d'activité humaine influent sur cet écosystème?

Quel usage fait-on de cet écosystème? Qui est-ce qui s'en sert? Quel usage fait-on des terres avoisinantes?
Y a-t-il des sources de pollution? Y a-t-il d'autres activités qui nuisent à cet écosystème?

--

Quelles sont les conséquences de l'activité humaine :

sur les plantes?	sur les animaux?	sur l'habitat?

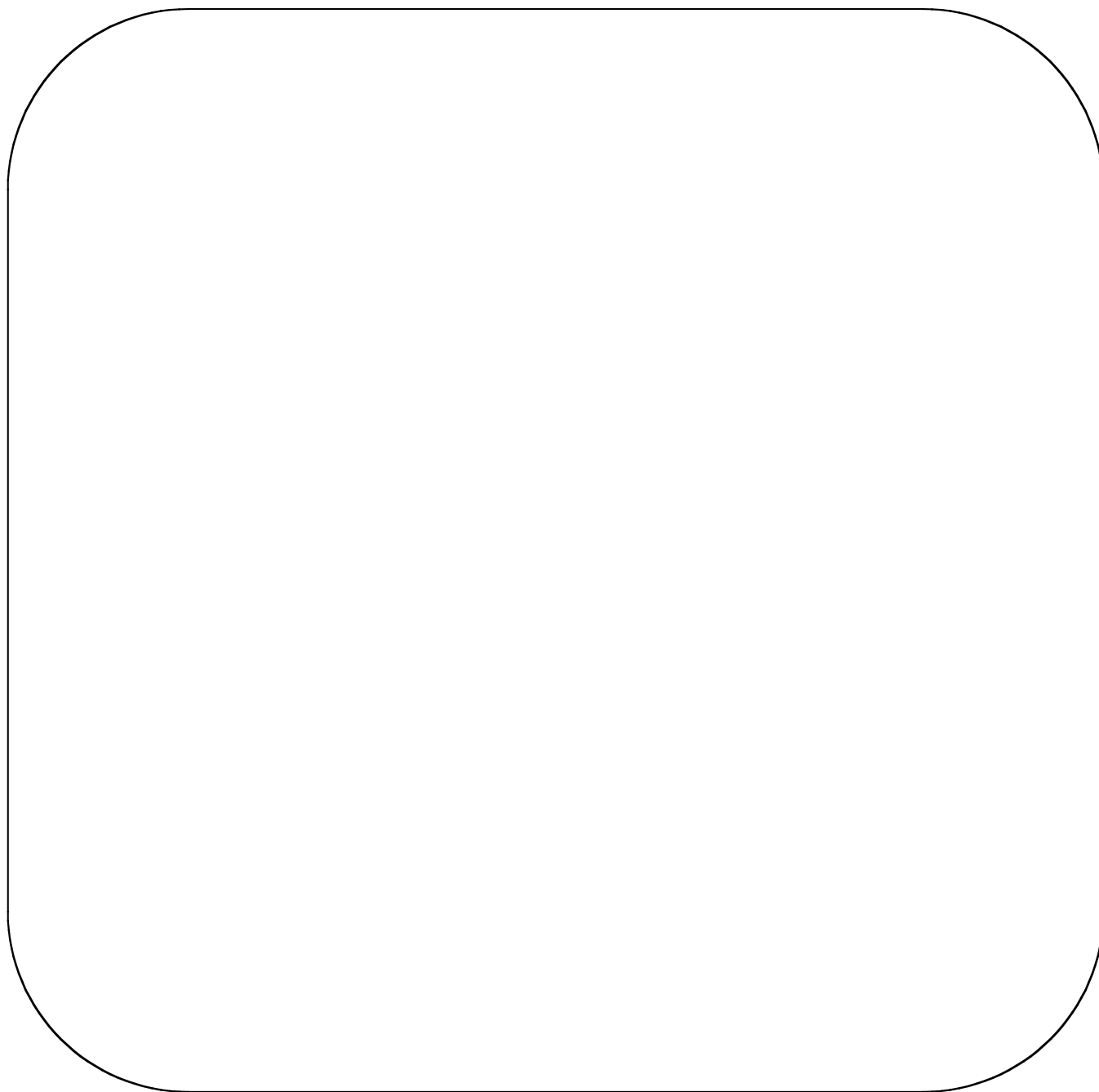
Quelles nouvelles questions cette réflexion suscite-t-elle chez toi?

--



ANNEXE 17 : Les répercussions de l'activité humaine sur un écosystème (suite)

2. Partage tes idées avec un autre membre de la classe. Ajoute ses idées aux tiennes en les inscrivant dans une autre couleur. Ensemble, dressez **chacun** un schéma conceptuel ou un organigramme pour mettre en relation vos idées.



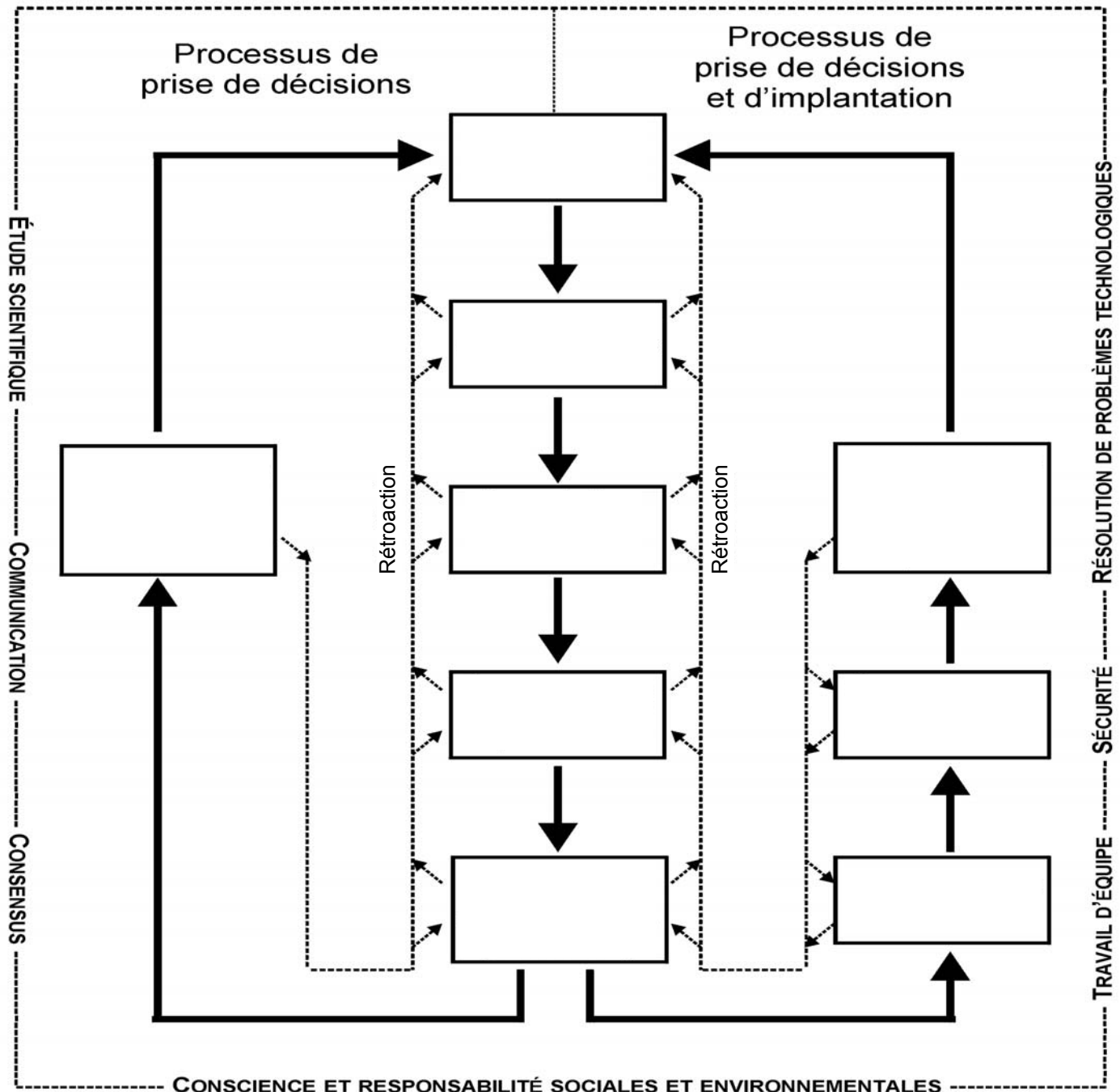
ANNEXE 18 : Les étapes du processus de prise de décisions – Survol schématique

Nom : _____

Date : _____

Inscris les étapes du processus de prise de décisions dans les cases ci-dessous en faisant référence à la liste fournie.

COMMENT ABORDER UN ENJEU STSE



ANNEXE 18 : Les étapes du processus de prise de décisions – Survol schématique (suite)

Réflexion sur le processus de prise de décisions

Identification d'un enjeu STSE

Évaluation des renseignements recueillis

Formulation d'options possibles

Évaluation des répercussions possibles

Sélection de la meilleure option possible (la décision)

Réflexion sur le processus de prise de décisions et d'implantation

Réflexion sur le processus de prise de décisions

Réflexion sur le processus de prise de décisions



ANNEXE 19 : Les étapes du processus de prise de décisions – Liste d'actions

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	Relever des enjeux STSE que l'on pourrait examiner.
ÉVALUATION DES RENSEIGNEMENTS RECUEILLIS	<ul style="list-style-type: none"> • Amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des divers intervenants concernés. • 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.
RÉFLEXION SUR LE PROCESSUS DE PRISE DE DÉCISION ET COMMUNICATION	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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 20 : Grille d'accompagnement – La durabilité d'un écosystème

Membres du groupe : _____ Date : _____

- Nous avons décrit l'écosystème, y compris :
 - son emplacement;
 - les espèces qui s'y trouvent;
 - les sortes d'activité humaine qui influent sur l'écosystème;
 - les répercussions sur les cycles biogéochimiques;
 - les répercussions sur la dynamique des populations;
 - les répercussions sur la biodiversité.

- Nous avons énoncé clairement des intervenants ou des groupes d'intérêt liés à notre enjeu.

- Nous avons déterminé des critères pour l'évaluation du plan d'action.

- Nous avons proposé trois options (plans d'action) possibles pour arriver à une décision.

- Nous avons tenté de prédire les conséquences possibles pour chacune des options, y compris les conséquences :
 - sur les cycles biogéochimiques;
 - sur la dynamique des populations;
 - sur la biodiversité.

- Nous avons évalué les options, compte tenu des critères prédéterminés.

- Nous avons adapté les options à la lumière des répercussions anticipées.

- Nous avons sélectionné parmi les options la meilleure décision possible.

- Nous avons justifié notre décision.

- Nous avons préparé un travail bien soigné comportant :
 - une page titre;
 - une table des matières;
 - des titres et des sous-titres;
 - des graphiques, des tableaux et des illustrations;
 - une qualité de langue acceptable;
 - une bibliographie.

- Notre présentation orale :
 - saura stimuler l'intérêt des autres élèves de la classe;
 - comprendra un élément visuel;
 - fera intervenir tous les membres du groupe.



ANNEXE 21 : Grille d'évaluation 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 21 : Grille d'évaluation pour la prise de décisions (suite)

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.

LA DYNAMIQUE D'UN ÉCOSYSTÈME

Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 1

Portfolio – Table des matières

Nom : _____

Date : _____

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

Nom : _____

Date : _____

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) très satisfait(e)
du tout

Fiche d'identification

Nom de la pièce : _____

Apprentissage visé (connaissances, habiletés, attitudes) : _____

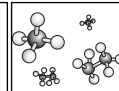
Remarques et réflexions personnelles au sujet de ce travail : _____

Ton niveau de satisfaction par rapport à ce travail :

1 2 3 4 5
pas satisfait(e) très satisfait(e)
du tout



LES RÉACTIONS CHIMIQUES



APERÇU DU REGROUPEMENT

Dans le présent regroupement est examinée l'interaction des éléments dans la formation de composés au cours de réactions chimiques. L'élève se familiarise avec les formules et la dénomination des composés binaires et étudie la loi de la conservation de la masse. En découvrant que la masse demeure inchangée au cours de réactions chimiques, l'élève peut transcrire les équations à la fois avec des symboles et des mots, ainsi que les classer. Les propriétés des acides et des bases sont examinées et élargies aux interactions environnementales à grande échelle. L'élève étudie l'usage que l'on fait de la chimie dans des systèmes biologiques, des processus industriels et des applications domestiques et prend conscience de l'utilisation répandue de la chimie dans la société moderne.

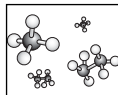
CONSEILS D'ORDRE GÉNÉRAL

Parmi les outils d'enseignement et d'apprentissage essentiels à l'étude des atomes et des éléments, signalons le tableau périodique sous forme de version murale. Plusieurs fournisseurs de matériel scientifique vendent le tableau périodique en version française; de plus, en règle générale, il y en a un dans les agendas scolaires. Des trousseaux 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 nécessaire, soit des béchers, des flacons, des thermomètres, des balances, 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 que tout produit chimique utilisé en sciences soit accompagné d'une fiche signalétique à jour.

L'accès des élèves à Internet est fortement recommandé afin qu'ils puissent y poursuivre leurs recherches. En outre, des objets tels qu'une bouteille d'ammoniaque et un sac d'engrais chimique peuvent servir à 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 ».

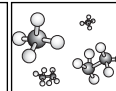


BLOCS D'ENSEIGNEMENT SUGGÉRÉS

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 2.

Outre les RAS propres à ce regroupement, plusieurs RAS transversaux du secondaire 2 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 formation de composés	S2-2-01, S2-2-02, S2-0-6a, S2-0-7f	180 min
Bloc B	Les noms et les formules de composés chimiques	S2-2-03, S2-2-04, S2-0-8b	240 min
Bloc C	La conservation de la masse	S2-2-05, S2-2-06, S2-0-1a, S2-0-5b, S2-0-6b	300 min
Bloc D	La classification des réactions chimiques	S2-2-07, S2-0-4b, S2-0-4d	180 min
Bloc E	Les acides et les bases	S2-2-08, S2-2-09, S2-2-10, S2-0-4c, S2-0-7a	300 min
Bloc F	Les polluants atmosphériques	S2-2-11, S2-2-12, S2-0-1c, S2-0-2b, S2-0-9b	300 min
	<i>Récapitulation et objectivation pour le regroupement en entier</i>		60 à 90 min
	Nombre d'heures suggéré pour ce regroupement		26 à 26,5 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).

[R] indique une ressource recommandée

LIVRES

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 : atomes et molécules en mouvement, d'Ann Newmark, collection Passion des sciences, Éd. Gallimard (1993). ISBN 2-07-058129-2. DREF 540 N556c. [RAS S2-2-09]

La chimie au coeur de la matière : science, technologie et société, de Guy Lapointe et autres, Éd. de la Chenelière (1998). ISBN 2893101143. DREF 540 C538L.

La chimie au coeur de la matière : science, technologie et société – guide, de Guy Lapointe et autres, Éd. de la Chenelière (1998). ISBN 289310116X. DREF 540 C538L.

Chimie cinétique, équilibre et énergie, de Réjean Robitaille et autres, collection Le groupe SO₂, Éd. du Renouveau pédagogique (1976). DREF 540.76 R666 v.1. [avec corrigé]

La chimie de la métallurgie, de Graham Worthington, collection La chimie en action, Éd. La Société canadienne du livre (1981). DREF 669.9 W933c.Fd. [RAS S2-2-09]

La chimie de la photo, de Ken Ashcroft et autres, collection La chimie en action, La société canadienne du livre (1981). ISBN 0-7725-5552-4. DREF 771.5 A823c.

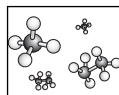
La chimie en perspectives : sciences, technologie et société, de Frank Jenkins et autres, Éd. de la Chenelière (1996). ISBN 2-89310-326-X. DREF 540 J52c.

La chimie en perspectives : sciences, technologie et société – recueil de solutions, de Frank Jenkins et autres, Éd. de la Chenelière (1997). ISBN 2-89310-333-2. DREF 540 J52c.

La chimie et l'agriculture, du Bureau de l'éducation française, Éd. Bureau de l'éducation française (1988). ISBN 0771107188. DREF 630.24 C538. [RAS S2-2-09]

Diversité et périodicité : un fascicule modulaire de chimie inorganique, de James Huheey, Éd. Études vivantes (1980). ISBN 2-7607-0019-4. DREF 546 H898d.F. [avec guide du maître]

En quête des phénomènes ioniques : sciences physiques 416-436, module 3, de Claude Rhéaume et autres, Éd. HRW (1991). DREF 530 G827e 03.



En quête des phénomènes ioniques – guide d’enseignement, de Claude Rhéaume, Éd. HRW (1992). ISBN 0039267601. DREF 530 G827e 03.

[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. 507.12 E59. CMSM 93965. [stratégies de pédagogie différenciée]

[R] **Introduction à la pollution atmosphérique**, de Michel Bisson, Éd. Publications du Québec (1986?). ISBN 2-551-08762-7. DREF 363.7392 B623i. [RAS S2-2-11 et S2-2-12]

Introduction aux sciences 10, de William Albert Andrews, Éd. Lidec (1993). ISBN 2-7608-3569-3. DREF 500 I61 10.

Liaisons : chimie, de Robert Laurie, Éd. du Renouveau pédagogique (1993). ISBN 2761307135. DREF 540 L385L. [RAS S2-2-11]

Liaisons : chimie – guide d’enseignement, de Robert Laurie, Éd. du Renouveau pédagogique (1995). ISBN 2761307135. DREF 540 L385L.

Le livre des sciences, d’Amanda Kent et autres, Éd. Usborne (1990). DREF 500 L788.

Lois fondamentales et théorie atomique, de Réjean Robitaille et autres, collection Le groupe SO2, Éd. du renouveau pédagogique (1976). DREF 540.76 R666 v.3. [avec corrigé]

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.

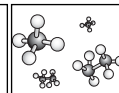
Notre environnement, nos ressources : systèmes environnementaux et gestion des ressources au Canada – manuel d’apprentissage, de Louise Grondin et autres, Éd. Lidec (1994). ISBN 2-7608-4571-0. DREF 333.70971 G876n.

[R] **Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles**, de Gail DeSouza et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2894614233. DREF 500 O55 10e. CMSM 91143. [accompagne le Guide d’enseignement]

Omnisciences 10 – Guide d’enseignement, de Jane Alexander et autres, collection Omnisciences, Ed. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-414-4. DREF 500 O55 10e. CMSM 91762.

[R] **Omnisciences 10 – Manuel de l’élève**, de Eric Grace et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2000). ISBN 2-89461-413-6. DREF 500 O55 10e. CMSM 93856.

Pluies acides, de Ross Howard et autres, collections Dossiers documents, Éd. Québec-Amérique (1982). ISBN 2890370860. DREF 363.73920971 H851a.Fb. [RAS S2-2-11]



Les pluies acides : exercices pédagogiques à l'intention des professeurs de sciences, Éd. Bureau de l'éducation française (1984). DREF 363.739076 P733. [RAS S2-2-11]

Les précipitations acides, ou, quand la pluie chasse les grenouilles, de Robert Ménard, Éd. Publications du Québec (1987). ISBN 2-551-14577-5. DREF 363.7386 M535p. [RAS S2-2-11]

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

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]

Vers un réchauffement global, de Claude Villeneuve et Léon Rodier, Éd. Multimondes : Enjeu et environnement jeunesse (1990). ISBN 2-921146-07-X. DREF 551.6 V738v. [RAS S2-2-11 et S2-2-12]

AUTRES IMPRIMÉS

L'Actualité, Éditions Rogers Media, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 20 fois l'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]

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

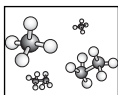
Biosphère, Éditions Tribute, Don Milles (Ontario). DREF PÉRIODIQUE. [revue public; 5 fois par an; écologie]

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

Cahier pédagogique de Vidéo-Pressé, de Julien Lévesque et autres, Éd. SMAC (déc. 1994). DREF 440.76/V652/XXIV/04. [RAS S2-2-11]

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

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]



Images doc, Bayard Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; documentaires divers avec activités]

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

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

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

Pour la science, Éd. Pour la science, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [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 question des BPC, Éd. Le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement. DREF illustration CV. [RAS S2-2-12]

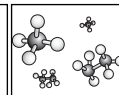
La Recherche, La Société d'éditions scientifiques, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle française; traite de divers sujets scientifiques]

[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]

Sciences et avenir, La Revue Sciences et avenir, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles détaillés] www.sciences-et-avenir.com

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



MATÉRIEL DIVERS

Pluies acides [ou] Vaincre les cheminées, de la Fédération des associations pour la protection de l'environnement des lacs, Éd. Paule Carignan (1985). DREF MULTI-MÉDIA/363.7392/P733.

VIDÉOCASSETTES

A.S.S., collection Chimie organique 2, Prod. TV Ontario (1988). DREF 43676/V8209, 55427/V8805, 55428/V8806. [vidéocassette; 10 min; guide; historique du médicament retrouvé dans l'aspirine; bien; développement de l'acide, acétylsalicylique/aspirine, échange de radicaux]

Les acides, les bases et les sels, collection Chimie, Prod. Coronet (1983). DREF JHCL/V7576. [vidéocassette; 20 min; théorie de Bronsted-Lowry, théorie de Louis, notions de pH, neutralisation; identifie différents exemples d'acides, bases, sels; sec – pas d'animations. Définition d'acide, de base, d'électrolyte, de pH; théories de Bronsted-Lowry et de Lewis; neutralisation, tampons, pluies acides; S2-2-08, S2-2-10]

C'est notre avenir (1991). DREF JQCX/V5005, service de reproduction VIDEO 629.251C 212c. [développement durable; effet de serre; moyens de réduire la pollution atmosphérique notamment les carburants de remplacement; S2-2-12]

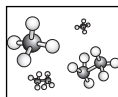
La chimie dans la cuisine, de Louis-Roland Leduc, collection Science-friction, Prod. Téléféric (1996). DREF 42987/V7308, 55393/V7309, 55395/V4169. [vidéocassette; 25 min; cuisson et changements chimiques – gâteau et fromage; contrôle de qualité – technicienne]

La chimie dans la nature, collection Chimie, Prod. Coronet (1974). DREF JHCW/V7578. [vidéocassette; 16 min; gaz volcaniques; étude d'un lac « acide » au Japon / critère d'un volcan inactif; un peut monotone lors des tests de réactions; acidification d'un lac par un volcan; pollution atmosphérique entraînée par un volcan; S2-2-09, S2-2-11]

[R] **Chimie organique 2**. DREF 43676/V8209, 55428/V8805, 55428/V8806. [Émission 1 – Les fibres; Émission 2 – Les savons : L'emploi d'acides et de bases dans la fabrication du rayon, du nylon et du savon; Émission 4 – A.A.S. : Structure, origine et mode d'action de l'aspirine; Émission 6 – Vivre avec la chimie : Pollution atmosphérique entraînée par les chlorophénols; comprend un guide pédagogique; S2-2-09, S2-2-11]

Chimie organique (1/1), de Vladimir Goetzelman, collection Chimie organique 1, TV Ontario (1988). DREF 42970/V8146. [vidéocassette; 3 x 10 min; le carbone, l'atome à tout faire; la forme du carbone; les liaisons chimiques du carbone; guide pédagogique] [niveau propice pour le S2, 2^e segment, pas directement lié au programme]

La classification périodique. DREF 2323/V7761, 55114/V7762, 55115/V7577. [périodicité; S2-2-01]



Les colles, collection Chimie organique 2, Prod. TV Ontario (1988). 43676/V8209, 55427/V8805, 55428/V8806. [vidéocassette; 10 min; guide; réactions de polymérisation et de verrouillage mécanique; bien; polymères, répond à la question Comment la colle durcit]

[R] **Comment manipuler les acides**, Prod. Coronet (1983). DREF JHCV/V7566. [vidéocassette; 9 min; dangers et précautions; mentionne différents exemples d'acides et comment manipuler et entreposer; conseils de sécurité; S2-0-4b, S2-0-4c, S2-2-08]

[R] **Comment manipuler les bases**, Prod. Coronet (1983). DREF JHDS/V7567. [vidéocassette; 9 min; dangers et précautions; mentionne différents exemples de bases et comment manipuler; réactions; S2-0-4b, S2-0-4c, S2-2-08]

Danger, pluies acides. DREF BLEG/V5229. [causes, conséquences et moyens de réduire les pluies acides; S2-2-11, S2-2-12]

L'énergie atomique, Prod. Encyclopaedia Britannica (1985). DREF BLQX/V5613. [vidéocassette; 14 min; structure de l'atome; radioactivité, fission, fusion]

[R] **L'environnement** (1989). DREF JGOK/V8233 + G. [conséquences environnementales des biphényles polychlorés, des pluies acides, des gaz à effet de serre et des chlorofluorocarbones; comprend un livret d'information; S2-2-11, S2-2-12]

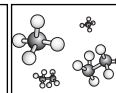
Équilibre chimique, collection Équilibre chimique, TV Ontario (1985). DREF BSYE/V8017 + G, service de reproduction VIDEO 541.392 E64. [vidéocassette; 6 x 10 min; stabilité instable, équilibre dynamique, réaction cinétique, tendances des réactions, constante d'équilibre, procédé Haber; bande dessinée avec cahier]

Les fibres, collection Chimie organique 2, Prod. TV Ontario (1988). DREF 43676/V8209, 55427/V8805, 55428/V8806. [vidéocassette; 10 min; guide; fibres synthétiques; je le vois plus pour le S3 que S2; a/c du vocabulaire pas vu en S1]

Forts en sciences 1, collection Forts en sciences, Prod. TV Ontario (1995). DREF 43011/V8099 + G, 55419/V8876 + G. [vidéocassette; 60 min; les états de la matière – le modèle atomique – les réactions chimiques – les appareils optiques; très bonnes explications]

Le grand test sur l'environnement. DREF JQGG/V6263. [télésondage portant sur la pollution atmosphérique, la gestion des déchets et le rôle que le Canada devrait jouer à l'échelle planétaire en vue d'améliorer l'environnement; S2-2-11, S2-2-12]

Liaisons chimiques et structure atomique, Prod. Coronet (1983). DREF JHCN/V7574. [vidéocassette; 24 min; conduction, électricité; Liaisons métalliques, ioniques et covalentes; S2-2-02]



Omni science 15 : pharmacologie; toxicomanie; chimie, collection Omni science, Éd. Périodica Vidéo (1993). DREF JXVM/V4441. [vidéocassette; 90 min; la 3^e émission traite d'éléments, de composés et de liaisons chimiques; bonne partie sur l'atome (NaCl-sol), structure p+ / e- / n et tableau périodique; éléments, composés, molécules; stabilité / loi de l'octet chimiques, partage d'électrons; production de la bière; catalyseur et synthèse chimique; Émission 1 – La pharmacologie : mode d'action, bénéfices et effets secondaires de l'aspirine; S2-2-09]

[R] **Planète en détresse 2**, Prod. TV Ontario (1992). DREF 43024/V8047 + G, 55422/V8875 + G. [Émission 5 – L'effet de serre et Émission 6 – L'ozone; comprend un guide pédagogique; S2-2-11]

[R] **Planète en détresse 3**, Prod. TV Ontario (1992). DREF 43027/V8807 + G, 55424/V8808 + G, 55425/V8083 + G. [Émission 8 – L'acide passe à l'attaque; comprend un guide pédagogique; S2-2-11]

Poussière de vie, collection Les dimensions de la science, Prod. TV Ontario (1978). DREF BLUS/V6714. [vidéocassette; 30 min; composés du carbone et chimie organique; le carbone sous divers formes, les plastiques]

Produits de beauté, collection Chimie organique 2, Prod. TV Ontario (1988). DREF 43676/V8209, 55427/V8805, 55428/V8806. [vidéocassette; 10 min; guide; industrie des cosmétiques, physiologie de la peau; bien; explication du processus de fabrication du rouge à lèvres]

[R] **Respirer, c'est vivre**, collection La santé, c'est payant (1985). DREF BMLC/V6336. [Section 3 – Maison, coffre-fort : Pollution atmosphérique au foyer; S2-2-11]

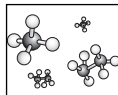
Les savons, collection Chimie organique 2, Prod. TV Ontario (1988). DREF 43676/V8209, 55427/V8805, 55428/V8806. [vidéocassette; 10 min; guide; savons et détergents à base d'huile et graisses; polarité de l'eau – dissolution; liens – ponts hydrogènes; attractions de charges; micelle]

La science du changement, Énergie, Mines et Ressources Canada (1990). DREF JKCM/V4271, service de reproduction VIDEO 557.1 S416. [efforts entrepris par la Commission géologique du Canada à comprendre les effets du réchauffement de la planète; S2-2-11]

Les secrets de l'atome, collection Science friction, Prod. Téléféric (1996). DREF 42981/V4191. [vidéocassette; 25 min; applications nucléaires, entrevue avec l'astronaute Julie Payette; très bien fait – irradiation; première partie un peu vague; Centre d'irradiation du Canada; médecine nucléaire; radiographie; hôpital]

Solutions ioniques et moléculaires, Prod. Coronet (1983). DREF JHQD/V7573. [vidéocassette; 23 min; océans, solutions, forces électrostatiques, mouvement brownien, concentration, saturation, polarité; molarité, mole]

Vitesse et équilibre des réactions chimiques, collection Chimie, Prod. Coronet (1983). DREF JHCM/V7575. [vidéocassette; 21 min; facteurs qui influent – force des liaisons, concentration, température, catalyseurs; bien pour S2-S3; décrit les réactions chimiques]



Vivre avec la chimie, collection Chimie organique 2, Prod. TV Ontario (1988). DREF 43676/V8209, 55427/V8805, 55428/V8806. [vidéocassette; 10 min; guide; problèmes causés par la stabilité chimique des pesticides]

DISQUES NUMÉRISÉS ET LOGICIELS

Des atomes crochus pour la chimie, collection La science en un clin d'œil, Prod. Micro-Intel (1999). DREF CD-ROM 540 A881. [éléments, transformations de la matière]

CD-Chimie, d'Attica Cybernetics, collection CD Encyclopaedia, Éd. Edusoft (1995). DREF CD-ROM 546 C386. [articulée autour du tableau de classification périodique des éléments, cette base de données offre des informations détaillées sur chacun des 108 éléments fondamentaux de l'univers; RAS S2-2-01 et S2-2-02]

Enjeu ma planète, de Jean-Marie Albertini et Christophe Sibieude, Éd. Le Cinquième développement (1997). DREF CD-ROM 363.7 A334e. [jeu qui consiste à démontrer à vos futurs électeurs votre capacité à résoudre 3 missions urgentes : restaurer la qualité de l'air; organiser le ramassage et le traitement des déchets; promouvoir les énergies de demain en réduisant la consommation d'énergie; RAS S2-2-11]

SITES WEB

Agence Science-Press. <http://www.sciencepresse.qc.ca/> (mai 2004). [excellent répertoire des actualités scientifiques issues de nombreuses sources internationales; dossiers très informatifs]

Babillard Techo-Sciences. http://www.nrc.cnrc.gc.ca/education/main_f.html (novembre 2004). [tableau périodique interactif]

Chimie.Net. <http://chimie.net.free.fr/> (mai 2004).

Chimisterie. <http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/chimisterie/accueil.html> (mai 2004). [plusieurs recherches réalisées par des élèves]

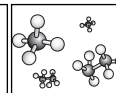
Les documents pédagogiques en chimie. <http://www.ac-nice.fr/physique/chimie.htm> (mai 2004).

Documents pour enseigner les sciences physiques. http://pedagogie.ac-toulouse.fr/sc_phy/document.html (mai 2004). [diverses feuilles de travail]

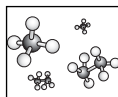
Environnement Canada : Bulletin science et environnement. <http://www.ec.gc.ca/science/fsplash.htm> (mai 2004).

Environnement Canada : EnviroZine. http://www.ec.gc.ca/EnviroZine/french/home_f.cfm (mai 2004).

Environnement Canada : Thèmes. http://www.ec.gc.ca/environnement_f.html (mai 2004).



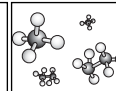
- Fabrique ton propre savon.** <http://collections.ic.gc.ca/science/francais/chem/savon.html> (mai 2004).
- Les feux d'artifice : la chimie pour le plaisir des sens.** <http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/theorie/pyrotechnie.html> (mai 2004).
- Fondation européenne de la science.** <http://www.esf.org/index.php?language=1> (mai 2004). [site Web; répertoire de divers projets scientifiques et technologiques européens]
- [R] **Le grand dictionnaire terminologique.** http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp (mai 2004). [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'automobile et l'environnement.** http://www.cybersciences.com/cyber/1.0/1_333_Menu.asp (mai 2004).
- Intersciences.** <http://membres.lycos.fr/ajdesor/> (mai 2004). [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> (mai 2004).
- Le phosphore et les allumettes : la chimie de la flamme.** <http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/theorie/allumettes.html> (mai 2004).
- Pour la science.** <http://www.pourlascience.com/> (mai 2004). [revue française qui traite des découvertes scientifiques]
- Québec Science.** <http://www.cybersciences.com/> (mai 2004). [revue canadienne qui traite de découvertes scientifiques]
- Radio-Canada : Science-technologie.** <http://radio-canada.ca/url.asp/?nouvelles/sante.asp> (mai 2004). [actualités, reportages]
- Le réseau Franco-Science.** <http://www.sciencepresse.qc.ca/franco-science/> (mai 2004). [répertoire des sciences en français géré par l'Agence Science-Pressé]
- [R] **Sciences en ligne.** <http://www.sciences-en-ligne.com/> (mai 2004). [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://sciences.nouvelobs.com/> (mai 2004). [revue française qui traite des actualités scientifiques]
- Le SIMDUT.** <http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/simdut/> (mai 2004).



Solutions environnementales canadiennes. <http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/incs-sec.nsf/fr/Home> (novembre 2004).

Symboles des catégories SIMDUT et désignation des divisions. http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/simdut/simdut_symboles.htm (mai 2004).

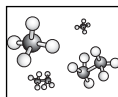
WebElements Periodic Table. <http://www.webelements.com/> (mai 2004). [site en anglais; contenu encyclopédique; origine des noms des éléments]



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES

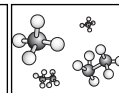
L'élève sera apte à :

- S2-2-01 expliquer la correspondance entre la position d'un élément dans le tableau périodique et sa capacité de combinaison (valence),
entre autres les métaux alcalins, les alcalinoterreux, les chalcogènes, les halogènes, les gaz rares;
RAG : D3, D4, E1
- S2-2-02 expliquer, au moyen du tableau périodique, comment et pourquoi les éléments se combinent les uns avec les autres dans des proportions particulières,
entre autres les liaisons ioniques et les liaisons covalentes, la formation de composés;
RAG : D3, E2
- S2-2-03 écrire la formule et le nom de composés ioniques binaires,
entre autres respecter les lignes directrices de l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) et justifier leur utilisation;
RAG : A2, C2, D3, E1
- S2-2-04 écrire, en utilisant des préfixes, la formule et le nom de composés covalents (moléculaires),
entre autres mono-, di-, tri-, tétra-;
RAG : C2, D3, E1
- S2-2-05 étudier la loi de la conservation de la masse et reconnaître que la masse se conserve au cours des réactions chimiques;
RAG : A2, D3, D4, E3
- S2-2-06 équilibrer des équations chimiques,
entre autres traduire en mots des équations chimiques équilibrées, et traduire en équations chimiques équilibrées des équations exprimées en mots;
RAG : D3
- S2-2-07 étudier des réactions chimiques et les classer selon qu'il s'agit d'une synthèse, d'une décomposition, d'un déplacement simple, d'un déplacement double ou d'une combustion;
RAG : B1, D4, E4
- S2-2-08 mener des expériences pour classer des acides et des bases selon leurs propriétés particulières,
entre autres le pH, les indicateurs, la réactivité en présence de métaux;
RAG : D3, E1



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES (suite)

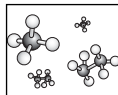
- S2-2-09 discuter de la manifestation d'acides et de bases dans des systèmes biologiques, des processus industriels et des applications domestiques, entre autres tenir compte des effets sur l'environnement, la sécurité et la santé;
RAG : B2, B3, C1, C8
- S2-2-10 expliquer comment un acide et une base interagissent pour former un sel et de l'eau au cours du processus de neutralisation;
RAG : D3, E2
- S2-2-11 décrire la formation de divers types de pollution atmosphérique et leurs répercussions sur l'environnement,
par exemple les pluies acides, l'ozone troposphérique, les particules en suspension dans l'air, le smog; l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique, les problèmes respiratoires, les lacs acidifiés;
RAG : B5, C6, D2, D5
- S2-2-12 étudier des technologies et des initiatives qui visent à réduire les émissions de polluants atmosphériques,
par exemple les convertisseurs catalytiques dans les véhicules automobiles, les épurateurs de cheminées industrielles, la réglementation des émissions produites par les véhicules automobiles, la décontamination des huiles de transformateurs contenant des BPC, l'élimination des CFC dans la fabrication des frigorigènes et des propulseurs d'aérosol.
RAG : A5, B5, C8, E2



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX

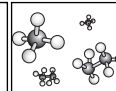
L'élève sera apte à :

	Étude scientifique	Prise de décisions
1. Initiation	<p>S2-0-1a proposer des questions à vérifier expérimentalement; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C2</p> <p>S2-0-1b 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>S2-0-1c relever des enjeux STSE à examiner; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p> <p>S2-0-1d amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des intervenants concernés; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p>
2. Recherche	<p>S2-0-2a 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 S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p> <p>S2-0-2b 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>S2-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, tout en employant une terminologie appropriée, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques selon un modèle reconnu; (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S2 (A) : C-1; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p>	<p>S2-0-2d passer en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à un enjeu STSE, par exemple les ententes politiques, les considérations économiques et écologiques concernant l'aggravation de l'effet de serre, les positions des groupes environnementaux et industriels sur les émissions produites par la consommation de combustibles fossiles; (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : B1, C4</p>
	<p>S2-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou des événements observés; (FL2 : CÉ1, CO1) RAG : C2</p> <p>S2-0-3b relever des relations mathématiques entre des variables, par exemple la relation entre la distance de freinage, la vitesse et le frottement; (Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, (A) : H-3) RAG : C2</p> <p>S2-0-3c planifier une expérience afin de répondre à une question scientifique 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>S2-0-3d résumer les données pertinentes et présenter 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>S2-0-3e 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; la durabilité; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : B5, C1, C3, C4</p> <p>S2-0-3f proposer et élaborer des options qui pourraient mener à une décision STSE; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : C4</p>
3. Planification		



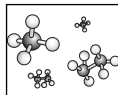
RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
4. Réalisation d'un plan	<p>S2-0-4a ☛ mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres le contrôle des variables, la répétition d'une expérience pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats; (Maths S2 (A) : H -1, H-2, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1) RAG : C1, C2</p> <p>S2-0-4b ☛ 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 de mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés; RAG : B3, B5, C1, C2</p> <p>S2-0-4c discuter des procédures de sécurité à suivre dans une situation donnée, <i>par exemple dans le cas d'un déversement d'acide ou de base en laboratoire, de l'utilisation de produits nettoyants;</i> RAG : C1, C2</p> <p>S2-0-4d ☛ interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques; RAG : C1, C2</p>	<p>S2-0-4e ☛ 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>S2-0-4f ☛ travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils se présentent; (FL2 : PO5) RAG : C2, C4, C7</p> <p>S2-0-4g ☛ 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>S2-0-5a sélectionner et employer des méthodes et des outils appropriés à l'échantillonnage ou à la collecte de données ou de renseignements; (FL2 : PÉ1, PÉ4, PO1, PO4; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; Maths S2 (PC) : H-3, (A) : H-1, J-1, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1) RAG : C2</p> <p>S2-0-5b ☛ estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI; (Maths S1 : 9.1; Maths S2 (A) : H-2, (C) : II-D-1) RAG : C2</p> <p>S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia; (FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A -1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2) RAG : C2, C5</p>	<p>S2-0-5d ☛ 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>



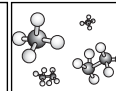
RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
6. Analyse et interprétation	<p>S2-0-6a ● reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations; (FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, H-4, (A) : J-2, (C) : II-D-5, II-F-2; TI : 1.3.1, 3.3.1) RAG : C2, C5</p> <p>S2-0-6b relever des écarts entre les données et en suggérer des explications, entre autres les sources d'erreur; (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4) RAG : C2</p> <p>S2-0-6c évaluer le plan initial d'une expérience 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>S2-0-6d ● adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées; RAG : C3, C4, C5, C8</p>
	<p>S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données; (FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-4, (A) : J-2, J-3, (C) : II-F-2) RAG : C2, C5, C8</p> <p>S2-0-7b relever de nouvelles questions et de nouveaux problèmes découlant d'une étude scientifique; RAG : C4, C8</p>	<p>S2-0-7c ● 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>S2-0-7d ● implanter une décision STSE et en évaluer les effets; (FL2 : PÉ1, PO1) RAG : B5, C4, C5, C8</p> <p>S2-0-7e ● 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>
7. Conclusion et application	<p>S2-0-7f ● 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>S2-0-8a ☛ distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits, les répercussions sociales et environnementales; RAG : A3</p> <p>S2-0-8b ☛ expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : A2, A3, C2, C3</p> <p>S2-0-8c ☛ 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>S2-0-8d ☛ décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques; RAG : A5</p> <p>S2-0-8e ☛ 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>S2-0-8f ☛ 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>S2-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société, l'économie 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>S2-0-9a ☛ 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>S2-0-9b ☛ s'intéresser à un large éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences et à la technologie; RAG : B4</p> <p>S2-0-9c ☛ 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>S2-0-9d ☛ 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>S2-0-9e ☛ 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>S2-0-9f ☛ manifester un engagement personnel et proactif relativement à 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

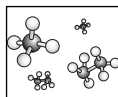
- A1. reconnaître à la fois les capacités et les limites des sciences comme moyen de répondre à des questions sur notre monde et d'expliquer des phénomènes naturels;
- A2. reconnaître que les connaissances scientifiques se fondent sur des données, des modèles et des explications, et évoluent à la lumière 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)

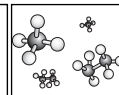
- C5. démontrer de la curiosité, du scepticisme, de la créativité, de l'ouverture d'esprit, de l'exactitude, de la précision, de l'honnêteté et de la persistance, et apprécier l'importance de ces qualités en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques;
- C6. utiliser des habiletés de communication 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 formation de composés

L'élève sera apte à :

S2-2-01 expliquer la correspondance entre la position d'un élément dans le tableau périodique et sa capacité de combinaison (valence), entre autres les métaux alcalins, les alcalinoterreux, les chalcogènes, les halogènes, les gaz rares;
RAG : D3, D4, E1

S2-2-02 expliquer, au moyen du tableau périodique, comment et pourquoi les éléments se combinent les uns avec les autres dans des proportions particulières, entre autres les liaisons ioniques et les liaisons covalentes, la formation de composés;
RAG : D3, E2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Inviter les élèves à remplir les deux premières parties d'un tableau SVA au sujet du tableau périodique et des modèles atomiques de Bohr (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 9.8-9.11, et p. 9.23). Les questions suivantes pourraient aider à guider les élèves :

Les élèves ont étudié en secondaire 1 les périodes et les familles chimiques, ainsi que les modèles atomiques de Bohr et le concept d'électrons de valence.

- *Qu'est-ce que la période dans un tableau périodique? qu'est-ce que la famille?*
- *Pourquoi regroupe-t-on les éléments dans des familles chimiques?*
- *Qu'est-ce qu'un électron de valence?*
- *Quels sont les noms des familles du tableau périodique?*
- *Qu'est-ce qu'un modèle atomique de Bohr?*

En quête

❶

A) Inviter les élèves à construire des modèles atomiques de Bohr pour les trois premiers éléments de la famille des alcalins, des alcalino-terreux, des chalcogènes, des halogènes et des gaz rares. Conserver ces modèles pour l'étape B de ce bloc.

B) Présenter aux élèves le concept de schémas de configuration électronique ou structure de Lewis. Inviter les élèves à dessiner les schémas de configuration électronique pour les vingt premiers éléments du tableau périodique.

On peut afficher les modèles de Bohr ainsi que les schémas de configuration électronique sur les murs de

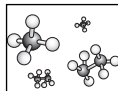
Le schéma de configuration électronique est présenté à l'annexe 1.

la classe afin de permettre aux élèves de reconnaître des régularités et des tendances dans leurs données. Les élèves devraient remarquer que le nombre d'électrons de valence est pareil pour les éléments d'une même famille. Inviter les élèves à réfléchir sur cette tendance en répondant à la question suivante dans leur carnet scientifique :

- *Donnez une raison pour laquelle les éléments d'une même famille chimie auraient des propriétés semblables.* (Les éléments d'une même famille chimie ont des propriétés analogues parce que la couche électronique externe de leurs atomes comporte le même nombre d'électrons. C'est dans la couche externe, appelée aussi couche de valence, que se situent les électrons susceptibles d'intervenir dans les liaisons. La disposition des électrons de valence est déterminante dans la formation des composés. Une liaison chimique a lieu entre les atomes lorsque les électrons de valence sont mis en commun ou transférés d'un atome à un autre pour remplir les couches externes.)

Faire une mise en commun des réponses.

Le modèle de Bohr explique bien le comportement des électrons pour les vingt premiers éléments du tableau périodique, mais explique moins bien le comportement électronique des autres éléments. On dit que les éléments d'une même famille ont des propriétés semblables parce qu'ils ont le même nombre d'électrons de valence. Cependant, selon le modèle de Bohr, le brome aurait 17 électrons de valence et non 8 comme le fluor et le chlore. Le modèle de Bohr n'est pas une juste représentation de la configuration des électrons. Les niveaux énergétiques (couches d'électrons) se subdivisent en sous-niveaux, mais ceci dépasse les attentes du cours de secondaire 2. Expliquer aux élèves que le modèle qui comprend des sous-niveaux (le modèle quantique) démontre que les éléments d'une même famille ont effectivement le même nombre d'électrons de valence. Tous les halogènes ont donc 7 électrons de valence, même si le modèle de Bohr ne peut pas le représenter.



S2-0-6a ● reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations;
(FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, H-4, (A) : J-2, (C) : II-D-5, II-F-2; TI : 1.3.1, 3.3.1)
RAG : C2, C5

S2-0-7f ● réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension.
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

C) Expliquer aux élèves que seuls les électrons participent aux liaisons chimiques, car les protons sont des constituants du noyau de l'atome. Les gaz rares ne forment généralement pas de liaisons chimiques avec les autres éléments, leur couche électronique externe étant saturée. Leurs atomes sont chimiquement stables. Il y a trois façons dont l'atome obtient une couche externe semblable à celle du gaz rare au numéro atomique le plus près : l'acquisition, la perte ou la mise en commun d'électrons. Quand un atome métallique neutre perd un électron, il devient ion électropositif (cation). Quand un atome non métallique neutre acquiert un électron, il devient ion électro-négatif (anion). Les liaisons ioniques sont le résultat de l'attraction de cations et d'anions. Les liaisons de covalence sont le résultat de la mise en commun d'électrons de deux atomes non métalliques. C'est ainsi que les molécules sont constituées (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 140-146). Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

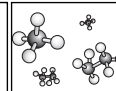
Les **métaux** ont tendance à perdre des électrons pour devenir stables (acquérir une couche de valence saturée). Cette perte d'électrons leur donne une charge positive. Les **non-métaux** et les métalloïdes ont tendance à gagner des électrons pour devenir stables. Ce gain d'électrons leur donne une charge négative. Les non-métaux et les métalloïdes peuvent aussi se partager des électrons pour acquérir une stabilité chimique.

- Répondez aux questions suivantes pour chaque élément qui suit : sodium, chlore, calcium, oxygène, hélium.
 - a) Combien d'électrons de valence cet élément a-t-il?
 - b) Doit-il gagner ou perdre des électrons pour devenir stable?
 - c) Quelle sera la charge de l'ion stable formé par cet élément?

suite à la page 2.24

Stratégies d'évaluation suggérées

- ❶ Inviter les élèves à compléter le test de l'annexe 5. Le corrigé figure à l'annexe 6. Fournir aux élèves un tableau périodique pour faire ce travail.
- ❷ Ramasser le tableau SVA des élèves afin d'évaluer leur capacité à réfléchir sur leurs connaissances antérieures.
- ❸ Ramasser les modèles de composés afin d'évaluer la compréhension des élèves au sujet de la formation de liaisons ioniques et des liaisons covalentes.



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

Bloc A La formation de composés

L'élève sera apte à :

S2-2-01 expliquer la correspondance entre la position d'un élément dans le tableau périodique et sa capacité de combinaison (valence), entre autres les métaux alcalins, les alcalinoterreux, les chalcogènes, les halogènes, les gaz rares;
RAG : D3, D4, E1

S2-2-02 expliquer, au moyen du tableau périodique, comment et pourquoi les éléments se combinent les uns avec les autres dans des proportions particulières, entre autres les liaisons ioniques et les liaisons covalentes, la formation de composés;
RAG : D3, E2

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 2.23)

Réponses :

- a) sodium : 1; chlore : 7; calcium : 2; oxygène : 6; hélium : 2
- b) sodium : perdre; chlore : gagner; calcium : perdre; oxygène : gagner; hélium : ni perdre ni gagner
- c) sodium : +1; chlore : -1; calcium : +2; oxygène : -2; hélium : aucune charge (ne forme pas d'ions)

D) Distribuer l'exercice de composés ioniques et de composés covalents (voir l'annexe 2). Le corrigé figure à l'annexe 3. Encourager les élèves à compléter l'annexe sans consulter leur manuel. Inviter ensuite les élèves à se renseigner sur les liaisons ioniques et les liaisons covalentes dans leur manuel scolaire (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 147-154, ou l'annexe 4) et à compléter un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.16-10.18, et p. 10.24). En plénière, corriger l'annexe 2 et faire la mise en commun des réponses du cadre de comparaison. S'assurer que les élèves ont retenu les points essentiels suivants :

Similarités

- Les liaisons ioniques et les liaisons covalentes sont formées à partir des électrons de valence.
- Les liaisons ioniques et les liaisons covalentes forment des composés.
- Les atomes impliqués dans les liaisons ioniques ainsi que dans les liaisons covalentes acquièrent une couche de valence saturée et deviennent stables.

Différences

- Les liaisons ioniques sont formées à partir d'un métal et d'un non-métal tandis que les liaisons covalentes sont formées à partir de deux métalloïdes ou deux non-métaux.

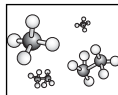
- Les liaisons ioniques sont formées à partir d'un échange d'électrons tandis que les liaisons covalentes sont formées à partir d'un partage d'électrons.
- Les liaisons ioniques forment des composés ioniques (ions attirés par leur charge contraire) tandis que les liaisons covalentes forment des composés covalents (moléculaires).
- Deux atomes d'un même élément peuvent former une molécule diatomique avec une liaison covalente. Deux métaux identiques ne forment pas de molécules diatomiques.

E) Inviter les élèves à dessiner des modèles atomiques de Bohr ou des schémas de configuration électronique pour une variété de composés ioniques et de composés covalents. Voici certains composés que les élèves pourraient dessiner : NH_3 (ammoniaque), CH_4 (méthane), H_2O (eau), NaCl (chlorure de sodium), CaF_2 (fluorure de calcium), MgS (sulfure de magnésium), Li_2O (oxyde de lithium). Les élèves pourraient aussi dessiner des molécules diatomiques telles que F_2 , H_2 et Cl_2 .

En fin

Inviter les élèves à compléter le tableau SVA qu'ils ont reçu dans la section « En tête » et à y apporter des corrections s'il y a lieu. Leur demander de répondre aux questions suivantes :

- Décrivez la structure du tableau périodique. Comment son organisation peut-elle aider à comprendre le comportement des éléments?
- Comment les modèles de Bohr et les schémas de configuration électronique peuvent-ils aider à comprendre la formation de liaisons chimiques?
- Pourquoi le tableau périodique est-il un outil indispensable pour l'étude de la chimie?
- Qu'est-ce que vous avez appris au sujet des liaisons chimiques?
- Avez-vous de nouvelles questions par rapport à la formation des composés?



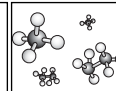
LES RÉACTIONS CHIMIQUES

Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 2

S2-0-6a ● reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations;
(FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, H-4, (A) : J-2, (C) : II-D-5, II-F-2; TI : 1.3.1, 3.3.1)
RAG : C2, C5

S2-0-7f ● 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 B **Les noms et les formules de composés chimiques**

L'élève sera apte à :

S2-2-03 écrire la formule et le nom de composés ioniques binaires, entre autres respecter les lignes directrices de l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) et justifier leur utilisation;
RAG : A2, C2, D3, E1

S2-2-04 écrire, en utilisant des préfixes, la formule et le nom de composés covalents (moléculaires), entre autres mono-, di-, tri-, tétra-;
RAG : C2, D3, E1

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

1

Diviser la classe en petits groupes. Présenter aux élèves les noms suivants : eau et dioxyde de carbone. Inviter les élèves à discuter des différences entre ces deux noms. Les questions suivantes peuvent servir de piste :

- *Lequel des deux noms vous donne plus d'information au sujet de la composition de la substance?*
- *Quels sont les noms anglais de ces deux substances?*
- *Est-ce qu'ils ressemblent aux noms français?*

Inviter les groupes d'élèves à partager leurs réponses afin d'amorcer une discussion au sujet de l'importance d'établir un système de nomenclature universel.

En quête

1

A) Expliquer aux élèves ce qu'est l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) et les amener à comprendre les règles de nomenclature pour les composés ioniques à l'aide de l'annexe 7 ou de *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 155-158.

En secondaire 2, l'étude des formules chimiques et de la nomenclature porte seulement sur les composés binaires. L'étude des composés polyatomiques n'est pas au programme mais pourrait faire partie d'un « En plus ».

Distribuer un exercice portant sur la nomenclature et les formules chimiques des composés ioniques binaires (voir l'annexe 8). Le corrigé figure à l'annexe 9.

L'IUPAC est un organisme mondial qui est responsable d'établir des normes en chimie. C'est elle qui détermine les règles de nomenclature pour les substances chimiques. Ces règles sont appliquées dans le monde entier.

B) Expliquer aux élèves les règles de nomenclature pour les composés covalents (voir l'annexe 10 ou *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 162). Vérifier leur compréhension à l'aide d'un exercice portant sur la nomenclature et les formules chimiques des composés covalents (voir l'annexe 11). Le corrigé figure à l'annexe 12.

C) Inviter les élèves à préparer un schéma conceptuel séquentiel (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.14 et 11.15) qui énumère les étapes requises pour nommer et déterminer les formules des composés ioniques ainsi que des composés covalents.

En fin

1

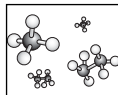
Demander aux élèves de réfléchir sur les questions suivantes en groupe de discussion ou individuellement dans leur carnet scientifique :


- *Quelle est l'importance du système IUPAC pour la nomenclature des composés?*
- *Qu'arriverait-il si ce système n'existait pas?*

En plus

1

Présenter les noms et les formules des composés polyatomiques et inviter les élèves à nommer des composés polyatomiques et à déterminer la formule de composés polyatomiques à partir de leur nom (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 159 et p. 166).



S2-0-8b  expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie.
(FL2 : PE5, PO5)
RAG : A2, A3, C2, C3

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Modifier les exercices des  annexes 8 et 11 afin de préparer un test.

❷

Distribuer un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.16-10.18 et p. 10.24). Inviter les élèves à comparer la nomenclature des composés ioniques et celle des composés covalents.

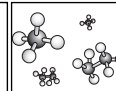
❸

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

- *Pourquoi utilise-t-on des préfixes lorsqu'on nomme les composés moléculaires, mais pas quand on nomme les composés ioniques?*
- *Pourquoi utilise-t-on la notation de Stock (chiffres romains) avec certains composés ioniques?*

❹

Ramasser le schéma conceptuel séquentiel des élèves afin d'évaluer leur compréhension des règles de nomenclature.



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

Bloc C **La conservation de la masse**

L'élève sera apte à :

S2-2-05 étudier la loi de la conservation de la masse et reconnaître que la masse se conserve au cours des réactions chimiques;
RAG : A2, D3, D4, E3

S2-2-06 équilibrer des équations chimiques, entre autres traduire en mots des équations chimiques équilibrées, et traduire en équations chimiques équilibrées des équations exprimées en mots;
RAG : D3

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête





Activer les connaissances antérieures des élèves en leur posant les questions suivantes :

- *En quoi une réaction chimique est-elle différente d'un changement physique?*
- *Vous avez appris en secondaire 1 qu'une réaction chimique se déroule quand une ou plusieurs substances réagissent pour former une ou plusieurs nouvelles substances. Qu'est-ce qui arrive aux substances qui réagissent? Est-ce qu'elles disparaissent? Y a-t-il de nouveaux atomes à la suite d'une réaction?*
- *Est-ce que la matière peut être créée? Est-ce qu'elle peut disparaître?*

Les élèves ont étudié le concept de réaction chimique en secondaire 1, 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). Les élèves ont aussi étudié les 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.

En quête



A) Proposer aux élèves de mener une expérience illustrant la loi de la conservation de la masse. Afin de guider leur travail, distribuer  l'annexe 13. Des renseignements pour l'enseignant figurent à  l'annexe 14.

Une fois qu'ils auront lu la méthode, inviter les élèves à formuler une question à vérifier expérimentalement et une hypothèse visant à prédire et à expliquer les résultats de la partie A et de la partie B de l'expérience. S'assurer que les élèves ont écrit leur hypothèse dans leur carnet scientifique avant de commencer les manipulations.

B) Expliquer aux élèves qu'il s'agira, au cours de l'expérience, de mesurer la masse des substances avant et après la réaction chimique. Pour ce faire, il faut savoir mesurer avec précision et connaître les unités du Système international (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 585 et 586).

Noter que la masse du gaz libéré lors de l'expérience est très petite, donc des mesures de masse précises sont nécessaires pour que les élèves aient des résultats valables.

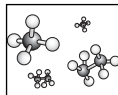
En 7^e année, les élèves ont appris à convertir les unités les plus courantes du Système international, à estimer et à mesurer avec exactitude.

Inviter les élèves à noter les résultats (la masse) dans leur carnet scientifique.


La **précision** d'une mesure dépend des limites de l'instrument utilisé. Elle dépend également de l'utilisateur de l'instrument, ainsi que d'autres facteurs et c'est pour cela qu'on devrait répéter une mesure plusieurs fois. L'**exactitude** d'une mesure indique que celle-ci est conforme à la réalité. Un élève qui note que le volume d'eau est de 15,2 ml donne une mesure précise, mais cette mesure n'est pas exacte si en réalité le volume d'eau est de 10,2 ml.

C) Afficher au tableau les mesures obtenues par les élèves. À l'aide de ces résultats, amorcer une discussion au sujet de l'importance de la répétition des expériences et des outils étalonnés. Les questions suivantes peuvent servir de guide :

- *Est-ce que tous les résultats sont identiques? Si non, qu'est-ce qui peut expliquer ces différences?*



S2-0-1a proposer des questions à vérifier expérimentalement; (FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C2

S2-0-5b  estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI; (Maths S1 : 9.1, Maths S2 (A) : H-2, (C) : II-D-1)
RAG : C2

S2-0-6b relever des écarts entre les données et en suggérer des explications, entre autres les sources d'erreur. (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4)
RAG : C2

- *Y a-t-il des résultats qui diffèrent beaucoup des autres? Si oui, pouvez-vous suggérer des explications pour ces variations?*
- *Comment pourriez-vous réduire les sources d'erreur lors d'une expérience?*

Au lieu de demander aux élèves de répéter l'expérience plusieurs fois, on demande à la classe de faire une mise en commun des résultats. Cela permet aux élèves de comprendre l'importance de la répétition pour augmenter la fiabilité des résultats, sans toutefois passer beaucoup de temps à faire l'expérience.

D) Inviter les élèves à faire l'analyse de leur expérience et à noter leurs propres conclusions dans leur carnet scientifique.

Une fois la partie D terminée, il serait bien de ramasser les carnets scientifiques des élèves afin d'évaluer l'habileté à formuler des hypothèses, des observations et des conclusions. Une fois les carnets remis, amorcer une discussion au sujet de l'expérience. S'assurer que les élèves arrivent aux conclusions suivantes :

- Durant une réaction chimique, la masse totale des réactifs est toujours égale à la masse totale des produits. C'est la **loi de la conservation de la masse**.
- Dans le système ouvert (partie A), la masse diminue, non parce qu'il y a de la matière qui disparaît, mais plutôt parce qu'un gaz parvient à s'échapper. Le gaz qui s'échappe possède une masse, ce qui explique pourquoi la masse mesurée après la réaction est moindre que la masse mesurée avant la réaction.
- Dans le système fermé (partie B), un ballon obstruant l'ouverture de la fiole capte le gaz qui est produit lors de la réaction chimique. La masse après la réaction est donc identique à la masse avant la réaction.

E) Inviter les élèves à construire des modèles de composés participant à une réaction chimique. (Ce type d'activité peut être accompli à l'aide de papier ou de bonbons de différentes couleurs qui représentent différents types d'atomes.


suite à la page 2.30

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Ramasser les carnets scientifiques des élèves afin d'évaluer l'habileté à formuler des questions à vérifier expérimentalement, des hypothèses, des observations et des conclusions.


❷

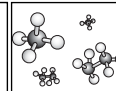
Modifier l'exercice de  l'annexe 15 pour préparer un test.

❸

De temps à autre, circuler pour évaluer les habiletés de mesure des élèves. Répéter cette observation plusieurs fois au long de l'expérience.

❹

Inviter les élèves à compléter les exercices portant sur la précision et les erreurs figurant à  l'annexe 16.



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

Bloc C **La conservation de la masse**

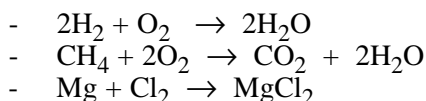
L'élève sera apte à :

S2-2-05 étudier la loi de la conservation de la masse et reconnaître que la masse se conserve au cours des réactions chimiques;
RAG : A2, D3, D4, E3

S2-2-06 équilibrer des équations chimiques, entre autres traduire en mots des équations chimiques équilibrées, et traduire en équations chimiques équilibrées des équations exprimées en mots;
RAG : D3

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 2.29)

Si l'école dispose de trousse de modèles atomiques, les élèves peuvent s'en servir pour construire leurs molécules.) Les élèves peuvent ensuite disposer les modèles pour représenter les réactifs et les produits, et ajouter des molécules jusqu'à ce que le nombre d'atomes de réactifs et de produits soient équilibrés. Voici des exemples de réactions que les élèves pourraient représenter :



Conserver ces modèles pour la prochaine étape.

F) Inviter les élèves à se renseigner au sujet des réactions chimiques équilibrées dans leur manuel scolaire (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 170-174). Au besoin, clarifier les termes : réactif, produit, indice et coefficient. Distribuer aux élèves une feuille d'exercices (voir l'annexe 15) au sujet des réactions chimiques équilibrées et les inviter à la compléter. Ensuite, inviter les élèves à écrire les équations chimiques équilibrées à partir des modèles construits à l'étape précédente.

En fin



Revoir les questions de la section « En tête » et inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- Vos réponses aux questions de la section « En tête » ont-elles changées?
- Quelles nouvelles questions avez-vous au sujet des réactions chimiques?
- Pourquoi les équations chimiques doivent-elles être équilibrées?

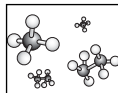
En plus



Aborder une discussion au sujet des implications de la loi de la conservation de la masse. Utiliser l'exemple suivant : Quand une voiture brûle de l'essence, de l'énergie est libérée. Cependant, puisque la masse lors d'une réaction chimique doit être conservée, toute la masse du combustible est présente sous une forme quelconque après la réaction de combustion. Inviter les élèves à effectuer une recherche afin de s'informer à propos des stratégies visant à réduire le montant de polluants dans les gaz d'échappement de véhicules.

Réponses de l'annexe 15 :

- a) $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl}$
b) $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
c) $2\text{KI} + \text{CaS} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{CaI}_2$
d) $2\text{Li}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Li} + \text{O}_2$
e) $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- a) Le fer à l'état solide entre en réaction avec le sulfure de cuivre (II) pour produire une solution de sulfure de fer (II) et du cuivre solide.
b) Le fer à l'état solide se combine avec l'oxygène à l'état gazeux pour produire de l'oxyde de fer (III)
c) Le fluorure de baryum entre en réaction avec le bromure de lithium pour produire du bromure de baryum et du fluorure de lithium.
d) Le tétrahydrure de carbone entre en réaction avec de l'oxygène à l'état gazeux pour produire du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau.
e) L'oxyde de magnésium se décompose en magnésium et en oxygène à l'état gazeux.



LES RÉACTIONS CHIMIQUES

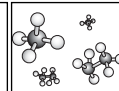
Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 2

S2-0-1a proposer des questions à vérifier expérimentalement;
(FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C2

S2-0-5b ● estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI;
(Maths S1 : 9.1, Maths S2 (A) : H-2, (C) : II-D-1)
RAG : C2

S2-0-6b relever des écarts entre les données et en suggérer des explications, entre autres les sources d'erreur.
(FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4)
RAG : C2

Stratégies d'évaluation suggérées



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

Bloc D **La classification des réactions chimiques**

L'élève sera apte à :

S2-2-07 étudier des réactions chimiques et les classer selon qu'il s'agit d'une synthèse, d'une décomposition, d'un déplacement simple, d'un déplacement double ou d'une combustion;
RAG : B1, D4, E4

S2-0-4b ● 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 de mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés;
RAG : B3, B5, C1, C2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

1 Activer les connaissances antérieures des élèves en discutant des indicateurs d'une réaction chimique. Diviser la classe en petits groupes et inviter les groupes à discuter des questions suivantes :

En secondaire 1, les élèves ont étudié les **indicateurs de réactions chimiques**, par exemple le changement de couleur, la production de chaleur ou de lumière, la production d'un gaz, d'un précipité, d'une nouvelle substance.

- Les réactions chimiques se déroulent-elles toujours de la même façon (pensez aux différents indicateurs)?
- Lors d'une réaction chimique, y a-t-il toujours seulement un donneur d'électrons? un receveur?

En quête

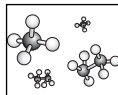
1 A) Proposer aux élèves de mener des expériences illustrant les 5 types de réactions chimiques. Sensibiliser les élèves aux conventions de sécurité essentielles à toute manipulation de produits dangereux (voir *La sécurité en sciences de la nature*, p.5.3-5.7) ainsi qu'aux règlements du SIMDUT (voir *La sécurité en sciences de la nature*, chap. 7, ou les sites Internet intitulés *Le SIMDUT* et *Symboles des catégories SIMDUT*).


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.

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 mènent leurs expériences. S'assurer que les élèves saisissent l'importance de ces mesures. Former des groupes et leur remettre l'annexe 17. Des renseignements pour l'enseignant figurent à l'annexe 18. Inviter les élèves à noter dans leur carnet scientifique leurs observations, leurs conclusions et leurs réponses aux questions sur l'expérimentation. Écrire au tableau les équations équilibrées de chaque réaction chimique pour permettre aux élèves de tirer des conclusions d'après leurs observations.

B) Inviter les élèves à compléter la feuille de travail (voir l'annexe 19) qui porte sur la classification des 5 types de réactions chimiques. Encourager les élèves à consulter leur manuel (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 186-206). S'assurer que les élèves ont retenu les points essentiels suivants :

- Les 5 types de réactions chimiques se nomment : la synthèse, la décomposition, le déplacement simple, le déplacement double et la combustion.
- Il y a synthèse lorsque deux ou plusieurs éléments ou composés se combinent pour former un nouveau produit : $A + B \rightarrow AB$
- Il y a décomposition lorsqu'un composé se sépare pour former deux ou plusieurs éléments ou composés : $AB \rightarrow A + B$
- Il y a déplacement simple lorsqu'un élément remplace un autre élément d'un composé : $A + BC \rightarrow B + AC$
- Il y a déplacement double quand les cations de deux composés différents s'échangent leur place pour former deux nouveaux composés : $AB + CD \rightarrow AD + CB$
- Il y a combustion lorsqu'un hydrocarbure réagit avec de l'oxygène pour former du dioxyde de carbone et de l'eau : hydrocarbure + oxygène \rightarrow dioxyde de carbone + eau



S2-0-4d  interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques.
RAG : C1, C2

Dans une réaction de combustion, une substance brûle en présence d'oxygène. Des substances autres que les hydrocarbures peuvent réagir avec l'oxygène et subir la combustion. Le magnésium, par exemple, réagit avec l'oxygène pour former de l'oxyde de magnésium : $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$. Cette réaction est aussi une réaction de synthèse. En secondaire 2, les élèves étudient seulement la combustion des hydrocarbures.

En fin

❶

Inviter les élèves à mettre en commun les consignes de sécurité qu'ils ont notées dans leur carnet scientifique. Aborder une discussion au sujet de l'importance des comportements de sécurité dans le laboratoire.

OU

❷


Inviter les élèves à mener une courte recherche au sujet d'exemples courants illustrant les 5 types de réactions chimiques étudiées. Le manuel de l'élève *Omnisciences 10* (chapitre 6) est une bonne source d'information.

Réponses de l'annexe 19 :


- déplacement simple
 - synthèse
 - déplacement double
 - combustion
 - décomposition
- $2\text{C}_8\text{H}_{18} + 25\text{O}_2 \rightarrow 16\text{CO}_2 + 18\text{H}_2\text{O}$
 - $2\text{Al} + 3\text{I}_2 \rightarrow 2\text{AlI}_3$
 - $\text{BeF}_2 + \text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{BeO} + 2\text{KF}$
 - $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$
 - $2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na} + \text{Cl}_2$

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Modifier l'exercice de  l'annexe 19 pour préparer un test.

❷

Évaluer les habitudes de travail des élèves à l'aide de la grille d'observation proposée à  l'annexe 20.


❸

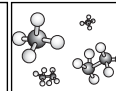
Ramasser les carnets scientifiques des élèves et évaluer les observations, les conclusions ainsi que les réponses aux questions sur l'expérimentation.

❹

Préparer une autoévaluation 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.

❺

Distribuer un test au sujet de l'étiquetage des produits chimiques, des symboles du SIMDUT et des fiches signalétiques ( voir l'annexe 21).



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

Bloc E **Les acides et les bases**

L'élève sera apte à :

S2-2-08 mener des expériences pour classer des acides et des bases selon leurs propriétés particulières, entre autres le pH, les indicateurs, la réactivité en présence de métaux;
RAG : D3, E1

S2-2-09 discuter de la manifestation d'acides et de bases dans des systèmes biologiques, des processus industriels et des applications domestiques, entre autres tenir compte des effets sur l'environnement, la sécurité et la santé;
RAG : B2, B3, C1, C8

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête



Inviter les élèves à répondre, au meilleur de leurs connaissances, aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- Pouvez-vous nommer un acide? Une base?
- Quelle est la différence entre un acide et une base?
- Quelles seraient des précautions à prendre avec des acides et des bases?
- Les acides et les bases sont-ils toujours des substances dangereuses?
- Qu'arriverait-il si on mélangeait un acide avec une base?
- Avez-vous déjà vu le terme pH?
- Si oui, dans quelles circonstances?

En quête



A) Expliquer aux élèves que les acides et les bases sont des substances qui jouent un rôle important dans notre vie. Ils sont présents dans les êtres vivants et on s'en sert dans de nombreuses industries, ainsi qu'à la maison. Proposer aux élèves de mener une recherche afin d'explorer les applications de différents types d'acides et de bases. Former des petits groupes. Inviter les élèves à se renseigner au sujet de la manifestation d'acides et de bases dans des systèmes biologiques, des processus industriels et des applications domestiques. Leur donner accès à diverses ressources portant sur les acides et les bases. Le manuel *Omnisciences 10* est une bonne source d'information (voir les chapitres 7 et 8), ainsi que *La sécurité en sciences de la nature*.

Les vidéos intitulées *Comment manipuler les acides et Comment manipuler les bases* présentent de l'information générale au sujet des dangers et de la manipulation des acides et des bases. Inviter chacun des groupes à choisir un acide ou une base et à poursuivre une brève recherche au sujet de leur substance. Cette recherche peut prendre la forme d'une affiche au sujet de l'acide ou de la base en question qui aura comme but de communiquer aux autres élèves les éléments suivants :

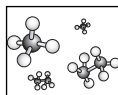
- ✓ usages de la substance;
- ✓ illustration démontrant au moins une des applications;
- ✓ consignes de sécurité pour la manipulation de l'acide ou la base;
- ✓ effets positifs ou négatifs de l'acide ou de la base sur l'environnement et la santé.

Voici des exemples d'acides et de bases qui pourraient faire l'objet d'une recherche.

Acides : acide chlorhydrique, acide nitrique, acide sulfurique, acide phosphorique, acide acétique, acide carbonique, acide borique, acide formique, acide citrique, acide acétylsalicylique (aspirine), acide ascorbique, acide lactique
Bases : hydroxyde de sodium, hydroxyde de calcium, hydroxyde de potassium, hydroxyde de magnésium, bicarbonate de soude

B) Une fois que tous les groupes auront terminé leur affiche, faire circuler les travaux de groupes en groupes. S'assurer que les élèves prennent des notes en leur proposant un cadre de prise de notes portant sur les acides et les bases (voir l'annexe 22). Demander ensuite aux groupes d'afficher un à la fois leur affiche sur le mur. Les élèves peuvent, à ce moment, poser des questions au groupe qui a conçu l'affiche afin de clarifier toute information qui n'a pas été comprise.

C) Proposer aux élèves d'effectuer une expérience qui étudie les propriétés des acides et des bases. Indiquer aux élèves qu'une des propriétés à étudier est le pH. L'échelle du pH sert à mesurer la force d'un acide ou d'une base.



S2-2-10 expliquer comment un acide et une base interagissent pour former un sel et de l'eau au cours du processus de neutralisation;
RAG : D3, E2

S2-0-4c discuter des procédures de sécurité à suivre dans une situation donnée, *par exemple dans le cas d'un déversement d'acide ou de base en laboratoire, de l'utilisation de produits nettoyants*;
RAG : C1, C2

S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.
(FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-4, (A) : J-2, J-3, (C) : II-F-2)
RAG : C2, C5, C8

Elle s'étend de 0 à 14. Le pH des acides est inférieur à 7 et celui des bases est supérieur à 7. Le pH d'une solution neutre est de 7. Plus l'acide est fort, plus le pH est bas, et plus la base est forte, plus il est élevé (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 219-220).

L'échelle de pH est une mesure de la concentration d'ions hydrogène (H^+) dans une solution, donc de la *puissance* des ions H^+ . Ces concentrations sont très petites et peu commodes dans les calculs, donc nous exprimons la concentration d'ions H^+ en calculant leur logarithme négatif. Cela nous donne une étendue de valeurs allant de 0 à 14. Le pH d'une solution neutre est de 7, ce qui indique une concentration égale d'ions H^+ et OH^- . Une solution qui a un pH de 6 contient 10 fois plus d'ions H^+ qu'une solution neutre. Une solution qui a un pH de 8 contient 10 fois moins d'ions H^+ qu'une solution neutre.

Distribuer l'annexe 23 qui décrit le déroulement de l'expérience. Présenter aux élèves les acides et les bases à utiliser lors de l'expérience et expliquer les consignes de sécurité qui s'appliquent particulièrement à la manipulation. Des renseignements pour l'enseignant figurent à l'annexe 24.

OU

Proposer aux élèves d'effectuer des expériences dans leur manuel (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 215-230).

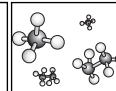
D) Inviter les élèves à remplir les tableaux d'observation et d'analyse de données, puis de répondre aux questions et de noter une conclusion dans leur carnet scientifique.

suite à la page 2.36

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1 Distribuer l'évaluation par les paires de l'annexe 25. Chaque élève peut évaluer une, deux ou toutes les affiches, selon le temps disponible.
- 2 Évaluer les habitudes de travail des élèves à l'aide de la grille d'observation proposée à l'annexe 20.
- 3 Ramasser les carnets scientifiques des élèves afin d'évaluer l'habileté à tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.
- 4 Distribuer un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.16-10.18 et p. 10.24). Inviter les élèves à comparer les propriétés des acides à celles des bases selon les critères suivants : pH, indicateurs, réactivité en présence de métaux.
- 5 Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :
 - *Quels sont les produits formés lors d'une réaction de neutralisation?*
 - *De quel type de réaction chimique la neutralisation est-elle un exemple?*
 - *Écrivez l'équation équilibrée pour la réaction de neutralisation entre l'acide chlorhydrique et l'hydroxyde de calcium.*

suite à la page 2.37



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

Bloc E **Les acides et les bases**

L'élève sera apte à :

S2-2-08 mener des expériences pour classer des acides et des bases selon leurs propriétés particulières, entre autres le pH, les indicateurs, la réactivité en présence de métaux;
RAG : D3, E1

S2-2-09 discuter de la manifestation d'acides et de bases dans des systèmes biologiques, des processus industriels et des applications domestiques, entre autres tenir compte des effets sur l'environnement, la sécurité et la santé;
RAG : B2, B3, C1, C8

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 2.35)

E) Expliquer aux élèves le concept de neutralisation. La neutralisation est une réaction de déplacement double qui produit un sel et de l'eau. Par exemple : $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 231-236).

Lorsqu'on utilise le terme **sel**, on pense souvent au sel de table ou chlorure de sodium (NaCl). En termes chimiques, cependant, un sel est considéré comme un solide ionique composé d'un ion positif autre que l'azote et d'un ion négatif autre que l'hydroxyde (OH^{-1}).

F) Proposer aux élèves de mener une courte expérience qui démontre la réaction de neutralisation (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 232 et 233).

En fin



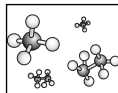
Revoir les questions de la section « En tête » et inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- *Est-ce que votre compréhension des propriétés des acides et des bases a changé?*
- *Quels renseignements vous ont le plus surpris?*
- *Est-ce que vous avez de nouvelles questions par rapport aux acides et aux bases?*

En plus



Effectuer une expérience qui étudie l'efficacité des antiacides (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 254 et 255).



S2-2-10 expliquer comment un acide et une base interagissent pour former un sel et de l'eau au cours du processus de neutralisation;
RAG : D3, E2

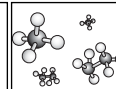
S2-0-4c discuter des procédures de sécurité à suivre dans une situation donnée,
par exemple dans le cas d'un déversement d'acide ou de base en laboratoire, de l'utilisation de produits nettoyants;
RAG : C1, C2

S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.
(FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-4, (A) : J-2, J-3, (C) : II-F-2)
RAG : C2, C5, C8

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 2.35)

⑥

Demander aux élèves de faire le test de  l'annexe 26.



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

Bloc F **Les polluants** **atmosphériques**

L'élève sera apte à :

S2-2-11 décrire la formation de divers types de pollution atmosphérique et leurs répercussions sur l'environnement, par exemple les pluies acides, l'ozone troposphérique, les particules en suspension dans l'air, le smog; l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique, les problèmes respiratoires, les lacs acidifiés;
RAG : B5, C6, D2, D5

S2-2-12 étudier des technologies et des initiatives qui visent à réduire les émissions de polluants atmosphériques, par exemple les convertisseurs catalytiques dans les véhicules automobiles, les épurateurs de cheminées industrielles, la réglementation des émissions produites par les véhicules automobiles, la décontamination de huiles de transformateurs contenant des BPC, l'élimination des CFC dans la fabrication des frigorigènes et des propulseurs d'aérosol;
RAG : A5, B5, C8, E2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Inviter les élèves à faire un remue-méninges au sujet d'un monde dans lequel l'atmosphère serait si polluée qu'on ne pourrait pas respirer l'air. Poser les questions suivantes :

- *Quel effet cela aurait-il sur notre qualité de vie?*
- *Qu'est-ce qui pourrait être la cause d'une telle situation?*
- *Y a-t-il certains endroits au monde où la qualité de l'air pose certains risques?*
- *Si non, est-ce que ce scénario est réaliste? Est-ce que cela pourrait arriver au Canada?*

OU

❷

Poser aux élèves les questions suivantes :

- *Connaissez-vous des gens qui souffrent d'allergies?*
- *Connaissez-vous des gens qui souffrent d'asthme?*
- *Quels sont leurs symptômes?*
- *La qualité de l'air qu'on respire pourrait-elle avoir un effet sur ces conditions?*

En quête

❶

A) Diviser la classe en petits groupes. Inviter chaque groupe à faire une recherche au sujet de la formation et de l'impact d'un type de polluant atmosphérique, ainsi que des technologies et des initiatives qui visent à réduire les émissions de ce type de polluant. Voici des exemples de sujets qui pourraient intéresser les élèves : l'effet des pluies acides sur les monuments et les bâtiments de pierre, l'effet de particules en suspension dans l'air (poussière, pollen, fumée, émissions de gaz d'échappement ou d'activités industrielles) sur le système respiratoire, l'effet de l'ozone troposphérique sur les plantes, l'effet des CFC sur l'ozone stratosphérique, l'effet des pluies acides sur les lacs et les forêts, les effets du smog en régions urbaines.

La recherche peut prendre la forme d'une chronique scientifique présentée aux nouvelles à la télévision. Cette chronique pourrait contenir des faits et des opinions. Distribuer une liste de vérification pour orienter le travail des élèves (voir l'annexe 27). Voici une liste de renseignements que chaque groupe doit recenser :

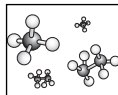
- ✓ *Nom du polluant atmosphérique;*
- ✓ *Formation du polluant;*
- ✓ *Effets du polluant sur l'environnement;*
- ✓ *Technologies ou initiatives (lois, accords) visant à réduire la quantité de ce polluant.*

Les centrales électriques au charbon rejettent dans l'atmosphère d'importantes quantités d'oxydes de soufre qui se mélangent à l'eau pour former de l'acide sulfurique et de l'acide sulfureux. Les gaz d'échappement produits par les moteurs d'automobiles constituent d'importantes quantités d'oxydes d'azote qui se mélangent à l'eau pour former de l'acide nitrique et de l'acide nitreux.

Le smog est formé lorsque des oxydes d'azote et des hydrocarbures qui n'ont pas subi une combustion complète (venant surtout des moteurs d'auto-mobiles) réagissent en présence de rayons UV pour former de l'ozone ainsi que des composés organiques toxiques. Ce brouillard brunâtre peut causer des irritations aux yeux et aux voies respiratoires, endommager ou tuer des plantes ou même causer la détérioration de matériaux tels que le caoutchouc, la peinture et le Nylon.

Une bibliographie (voir l'annexe 28), ainsi qu'une évaluation des sources d'information consultées (voir l'annexe 29) doivent être présentées à l'enseignant. Distribuer la grille d'évaluation de la présentation des élèves pour leur donner une idée de ce qui est attendu.


B) Encourager les élèves à exploiter Internet (voir *Bulletin science et environnement* d'Environnement Canada, *Thèmes* d'Environnement Canada, *EnviroZine* d'Environnement Canada ou *Solutions environnementales canadiennes* d'Industrie Canada) ainsi que des ressources imprimées (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 248, 264-267, 548-550).



S2-0-1c ● relever des enjeux STSE à examiner;
(FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C4

S2-0-2b ● 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

S2-0-9b s'intéresser à un large éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences et à la technologie.
RAG : B4

Indiquer aux élèves qu'ils peuvent aussi mener des entrevues pour recueillir de l'information. Ces entrevues doivent aussi faire partie d'une bibliographie.  L'annexe 28 démontre comment noter des références bibliographiques venant de personnes-ressources.

C) Inviter les élèves à présenter leur chronique sous forme vidéo ou orale à la classe. La présentation doit inclure un support visuel qui illustre la formation du polluant atmosphérique. Informer les élèves à l'avance du nombre ou des types de polluants atmosphériques qu'ils devront être en mesure de décrire lors d'une évaluation.

En fin

❶ Inviter les élèves à mettre en commun les nouvelles connaissances qu'ils ont acquises au sujet de la pollution atmosphérique.

OU

❷ Inviter les élèves à faire une rédaction PPPST (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.23-13.28). Voici deux sujets possibles pour leur rédaction :


En assumant le rôle d'un poisson, écrivez un éditorial à un journal pour vous plaindre au sujet des lacs acidifiés.

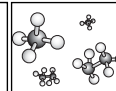
En assumant le rôle d'un arbre, écrivez une lettre au ministre de l'Environnement pour vous plaindre au sujet de la qualité de l'air.

En plus

❶ Inviter les élèves à se renseigner sur un sujet d'actualité tel que le protocole de Kyoto, et à discuter des enjeux d'un tel accord.

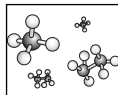
Stratégies d'évaluation suggérées

- ❶ Évaluer le projet de recherche selon les critères établis dans  l'annexe 30.
- ❷ Inviter les élèves à décrire dans leur carnet scientifique au moins deux types de pollution atmosphérique, les effets qu'ont ces types de pollution sur l'environnement et des technologies ou initiatives visant à réduire ces types de pollution.



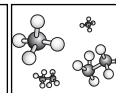
LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Le schéma de configuration électronique (ou structure de Lewis) – Renseignements pour l'élève	2.42
Annexe 2 : Exercice – Les composés ioniques et les composés covalents	2.43
Annexe 3 : Les composés ioniques et les composés covalents – Corrigé	2.44
Annexe 4 : Liaisons chimiques et schémas de configuration électronique – Renseignements pour l'élève	2.45
Annexe 5 : Test – La formation de composés	2.46
Annexe 6 : La formation de composés – Corrigé	2.48
Annexe 7 : Composés à liaisons ioniques – Renseignements pour l'élève	2.50
Annexe 8 : Exercice – Les composés binaires à liaisons ioniques	2.52
Annexe 9 : Les composés binaires à liaisons ioniques – Corrigé	2.53
Annexe 10 : Les composés covalents – Renseignements pour l'élève	2.54
Annexe 11 : Exercice – Les composés covalents	2.55
Annexe 12 : Les composés covalents – Corrigé	2.56
Annexe 13 : Expérience – La conservation de la masse	2.57
Annexe 14 : La conservation de la masse – Renseignements pour l'enseignant	2.59
Annexe 15 : Exercice – Équilibrer des réactions chimiques.....	2.60
Annexe 16 : Exercice – La précision et les erreurs	2.61
Annexe 17 : Expérience – Les types de réactions	2.63
Annexe 18 : Les types de réactions – Renseignements pour l'enseignant	2.66
Annexe 19 : Exercice – La classification des réactions chimiques	2.68
Annexe 20 : Grille d'observation – Les habitudes de travail	2.69
Annexe 21 : Test – Le SIMDUT	2.70



LISTE DES ANNEXES (SUITE)

Annexe 22 : Cadre de prise de notes	2.73
Annexe 23 : Expérience – Les acides et les bases	2.74
Annexe 24 : Les acides et les bases – Renseignements pour l’enseignant	2.78
Annexe 25 : Évaluation par les pairs	2.82
Annexe 26 : Test – La manipulation des acides et des bases	2.83
Annexe 27 : Liste de vérification – Recherche	2.84
Annexe 28 : Références bibliographiques	2.85
Annexe 29 : Évaluation des sources d’information	2.87
Annexe 30 : Grille d’évaluation – Présentation audiovisuelle.....	2.88



ANNEXE 1 : Le schéma de configuration électronique (ou structure de Lewis) – Renseignements pour l'élève

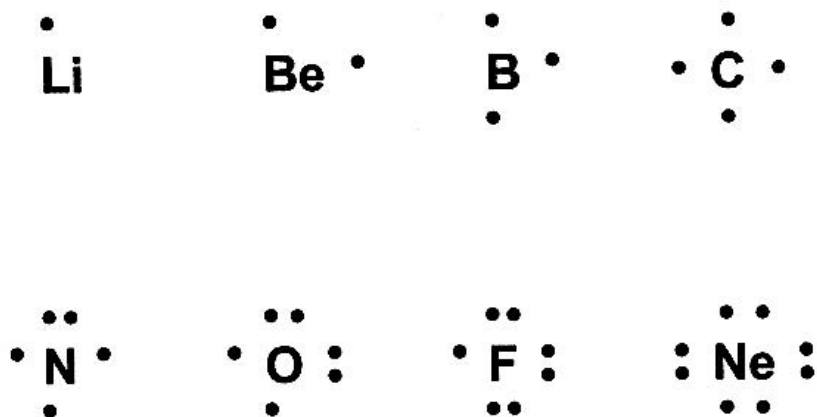
La disposition même des éléments dans la classification périodique renseigne déjà sur la structure électronique des atomes, et aide à prédire les propriétés chimiques de nombreux éléments. Mais pour comprendre le comportement des atomes au cours d'une réaction, il faut connaître la disposition des électrons de valence. Le schéma de configuration électronique permet de représenter de façon pratique et abrégée les électrons de la couche de valence des éléments.

Les schémas de configuration électronique, au moyen de points ou d'autres petits signes entourant le symbole chimique d'un élément, servent à illustrer les électrons de valence.

Remarque :

- i. Chaque point représente un électron de valence.
- ii. Le symbole de l'élément représente le centre de l'atome, c'est-à-dire le noyau et les électrons des orbitales intérieures.
- iii. À l'exception du diagramme de l'hélium, qui n'a que deux électrons de valence, les diagrammes de Lewis qui représentent des éléments de même famille (dans une même colonne de la classification périodique) se ressemblent.

Voici les schémas de configuration électronique représentant les éléments de la deuxième période :



ANNEXE 2 : Exercice – Les composés ioniques et les composés covalents

Nom : _____

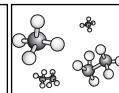
Date : _____

Dessine le schéma de configuration électronique pour le sodium et pour le chlore et réponds aux questions suivantes dans ton carnet scientifique.

1. Le sodium doit-il gagner ou perdre des électrons pour devenir stable?
2. Le chlore doit-il gagner ou perdre des électrons pour devenir stable?
3. Comment ces deux éléments peuvent-ils réagir ensemble pour que chacun devienne stable?
4. Quelle sera la formule du composé formé?

Dessine le schéma de configuration électronique pour l'oxygène et le fluor et réponds aux questions suivantes dans ton carnet scientifique.

1. L'oxygène doit-il gagner ou perdre des électrons pour devenir stable?
2. Le fluor doit-il gagner ou perdre des électrons pour devenir stable?
3. Comment ces deux éléments peuvent-ils réagir ensemble pour que chacun devienne stable?
4. Quelle sera la formule du composé formé?

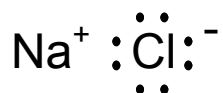


ANNEXE 3 : Les composés ioniques et les composés covalents – Corrigé

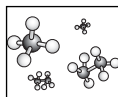
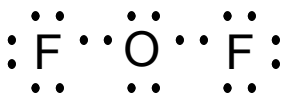
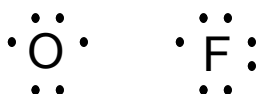
Nom : _____

Date : _____

1. Le sodium doit perdre un électron pour devenir stable.
2. Le chlore doit gagner un électron pour devenir stable.
3. L'atome de chlore acquiert l'électron du sodium et devient ion électronégatif (anion). L'atome de sodium perd un électron donc devient ion électropositif (cation). Une liaison ionique est formée entre le sodium et le chlore à cause de l'attraction entre l'anion et le cation. Chaque ion est stable car sa couche de valence est maintenant saturée.
4. La formule du composé sera NaCl.



1. L'oxygène doit gagner deux électrons pour devenir stable.
2. Le fluor doit gagner un électron pour devenir stable.
3. L'oxygène va mettre en commun ses électrons de valence avec deux atomes de fluor pour former une molécule. Chaque élément acquiert une stabilité chimique avec ce partage d'électrons.
4. La formule du composé sera OF₂.



ANNEXE 4 : Liaisons chimiques et schémas de configuration électronique – Renseignements pour l'élève

Les atomes gagnent, perdent ou se partagent entre eux des électrons pour remplir leur couche de valence et devenir chimiquement stables. Lorsqu'un composé est formé, même si le nombre d'électrons dans les atomes qui constituent les éléments entrant en composition reste identique, la disposition des électrons est modifiée. Tandis que les atomes métalliques perdent habituellement des électrons, les atomes non métalliques en gagnent ou se les partagent. Quant aux éléments de la famille des gaz rares, chimiquement inertes, ils n'entrent pas en réaction.

Liaisons ioniques

Il y a liaison ionique s'il y a transfert d'électrons d'un atome métallique à un atome non métallique. L'atome métallique qui perd un électron acquiert une charge positive (ion positif ou cation) tandis que l'atome non métallique qui gagne un électron acquiert une charge négative (ion négatif ou anion). Comme les charges opposées s'attirent, ce sont les ions qui forment les liens entre les éléments du composé.

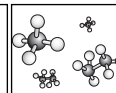
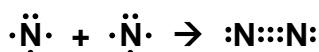


Liaisons covalentes

Il y a liaison covalente s'il y a partage d'électrons entre atomes non métalliques. En croisant leur couche de valence, les atomes se partagent une paire d'électrons (un doublet) et augmentent ainsi le nombre d'électrons dans leur couche respective. Ils se comportent donc comme des atomes dont la couche externe est remplie.



Les atomes formant une liaison covalente partagent parfois deux ou trois paires d'électrons. On appelle ces liaisons des liaisons doubles ou triples.



ANNEXE 5 : Test – La formation de composés

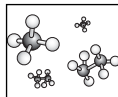
Nom : _____

Date : _____

- Identifie les familles suivantes dans le tableau périodique fourni par l'enseignant :
 - les métaux alcalins
 - les alcalinoterreux
 - les chalcogènes
 - les halogènes
 - les gaz rares
- Pour chaque élément qui suit, indique s'il doit gagner ou perdre des électrons pour acquérir une stabilité chimique. Indique aussi la charge de l'ion stable que chaque élément devrait former.
 - Lithium gagner perdre charge : _____
 - Soufre gagner perdre charge : _____
 - Argon gagner perdre charge : _____
 - Magnésium gagner perdre charge : _____
 - Aluminium gagner perdre charge : _____
 - Fluor gagner perdre charge : _____
 - Azote gagner perdre charge : _____
- Pourquoi les atomes se combinent-ils pour former des composés? _____

- Pourquoi les gaz rares ne forment-ils pas de composés? _____

- En quoi les composés ioniques et covalents sont-ils semblables? En quoi sont-ils différents? _____



ANNEXE 5 : Test – La formation de composés (suite)

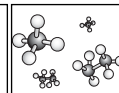
6. Représente une liaison ionique de ton choix à l'aide de modèles atomiques de Bohr ou de schémas de configuration électronique.

7. Représente une liaison covalente de ton choix à l'aide de modèles atomiques de Bohr ou de schémas de configuration électronique.

8. Qu'est-ce qu'une molécule diatomique? _____

9. a) En quoi les éléments d'une même famille chimique se ressemblent-ils? _____

b) Quel effet cela a-t-il sur la façon dont les éléments d'une même famille forment des liaisons?



ANNEXE 6 : La formation de composés – Corrigé

Nom : _____

Date : _____

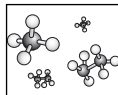
1. Identifie les familles suivantes dans le tableau périodique fourni par l'enseignant :
 - a) *les métaux alcalins – première colonne du tableau périodique.*
 - b) *Les alcalinoterreux – deuxième colonne du tableau périodique.*
 - c) *Les chalcogènes – troisième colonne de la droite du tableau périodique.*
 - d) *Les halogènes – avant-dernière colonne du tableau périodique.*
 - e) *Les gaz rares – dernière colonne du tableau périodique.*
2. Pour chaque élément qui suit, indique s'il doit gagner ou perdre des électrons pour acquérir une stabilité chimique. Indique aussi la charge de l'ion stable que chaque élément devrait former.
 - a) *Lithium – perdre – charge : +1*
 - b) *Soufre – gagner – charge : -2*
 - c) *Argon – ni perdre ni gagner – charge : 0 (L'argon ne forme pas d'ion car cet élément est déjà chimiquement stable.)*
 - d) *Magnésium – perdre – charge : +2*
 - e) *Aluminium – perdre – charge : +3*
 - f) *Fluor – gagner – charge : -1*
 - g) *Azote – gagner – charge : -3*
3. Pourquoi les atomes se combinent-ils pour former des composés?

Les éléments dont la couche de valence n'est pas remplie ne sont pas chimiquement stables. Ils peuvent acquérir cette stabilité en gagnant, en perdant ou en partageant des électrons pour former des composés.
4. Pourquoi les gaz rares ne forment-ils pas de composés?

La couche de valence des gaz rares est remplie d'électrons. Ils sont donc chimiquement stables et ne forment pas de composés.
5. En quoi les composés ioniques et covalents sont-ils semblables? En quoi sont-ils différents?

Similarités

 - *Les liaisons ioniques et les liaisons covalentes sont formées à partir des électrons de valence.*
 - *Les liaisons ioniques et les liaisons covalentes forment des composés.*
 - *Les atomes impliqués dans les liaisons ioniques ainsi que dans les liaisons covalentes acquièrent une couche de valence saturée et deviennent stables.*



ANNEXE 6 : La formation de composés – Corrigé (suite)

Différences

- Les liaisons ioniques sont formées à partir d'un métal et d'un non-métal tandis que les liaisons covalentes sont formées à partir de deux métalloïdes ou deux non-métaux.
- Les liaisons ioniques sont formées à partir d'un échange d'électrons tandis que les liaisons covalentes sont formées à partir d'un partage d'électrons.
- Les liaisons ioniques forment des composés ioniques (ions attirés par leur charge contraire) tandis que les liaisons covalentes forment des composés covalents.
- Deux atomes d'un même élément peuvent former une molécule diatomique avec une liaison covalente. Deux métaux identiques ne forment pas de molécules diatomiques.

6. Représente une liaison ionique de ton choix à l'aide de modèles atomiques de Bohr ou de schémas de configuration électronique.

Les réponses vont varier.

7. Représente une liaison covalente de ton choix à l'aide de modèles atomiques de Bohr ou de schémas de configuration électronique.

Les réponses vont varier.

8. Qu'est-ce qu'une molécule diatomique?

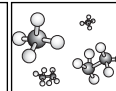
Une molécule diatomique est le résultat d'une liaison covalente entre deux atomes d'un même élément.

9. a) En quoi les éléments d'une même famille chimique se ressemblent-ils?

Les éléments d'une même famille chimique possèdent le même nombre d'électrons de valence.

- b) Quel effet cela a-t-il sur la façon dont les éléments d'une même famille forment des liaisons?

Puisque les éléments d'une même famille chimique ont le même nombre d'électrons de valence, ils vont gagner perdre ou partager le même nombre d'électrons pour devenir chimiquement stables.



ANNEXE 7 : Composés à liaisons ioniques – Renseignements pour l'élève

Le transfert d'électrons d'atomes métalliques vers des atomes non métalliques produit des composés à liaisons ioniques. La stabilité de la structure électronique d'un composé à liaisons ioniques ressemble à celle du gaz rare au numéro atomique le plus près dans la classification périodique.

RÈGLES générales de désignation des composés binaires à liaisons ioniques

1. Nomme d'abord l'élément non métallique (ion négatif) en ajoutant une terminaison « ure ».
Exceptions : soufre → sulfure, azote → nitrure, hydrogène → hydruure, carbone → carbure, oxygène → oxyde
2. Nomme ensuite l'élément métallique (ion positif) en lui donnant la fonction de déterminant de l'élément non métallique.
Exemple : une réaction entre le chlore et le sodium produit du chlorure de sodium (NaCl); la formule chimique SrS se lit sulfure de strontium.

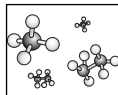
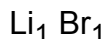
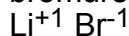
RÈGLES d'écriture des formules chimiques des composés binaires à liaisons ioniques

1. À partir du nom du composé binaire, écris le symbole des éléments et la charge des ions, celle-ci en exposant.
Exemple : la formule chimique de l'oxyde d'aluminium s'écrit $\text{Al}^{3+} \text{O}^{2-}$
2. Détermine quels indices inférieurs donneront une charge nette égale à zéro.
Exemple : $\text{Al}_2^{3+} \text{O}_3^{2-}$
3. Pour vérifier la conformité de la formule, multiplie la charge de chaque ion par l'indice inférieur du même ion. La charge positive devrait égaler la charge négative et la charge nette de chaque formule chimique devrait être zéro.
Exemple :
 $\text{Al}^{3+} \times 2 = +6$
 $\text{O}^{2-} \times 3 = -6$
 $6+ (-6) = 0$ (charge nette égale à zéro)
4. Écris la formule chimique définitive sans les charges.
Exemple : Al_2O_3

Remarque

Le chiffre « 1 » n'est pas utilisé en indice.

Exemple : bromure de lithium



ANNEXE 7 : Composés à liaisons ioniques – Renseignements pour l'élève (suite)

La notation de Stock

La notation de Stock n'est employée que si la charge de l'élément métallique d'un composé est multiple. Les ions de fer, par exemple, peuvent avoir une charge positive de 2 ou de 3. C'est pourquoi nous les différencions au moyen d'un chiffre romain inscrit après le nom de l'élément et marquant ainsi le nombre de charge (ou valence).

Par exemple le fer (II) a une valence positive de 2 et le fer (III), de 3.

Si la valence de l'élément non métallique est connue, l'élève peut déterminer celle de l'élément métallique en sachant que la charge nette d'un composé égale zéro. Néanmoins, la notation de Stock peut sembler difficile à exploiter.

Voici quelques éléments qui peuvent avoir plus d'une charge : le cuivre, le mercure, le plomb, le chrome, le nickel, l'étain, le cobalt, l'or.

Exemple : Fe_2O_3

1. L'oxygène (O^{2-}), élément non métallique, a une valence négative de 2. Comme trois ions d'oxygène (O_3) sont représentés dans la formule chimique, la charge négative du composé égale 6, soit -2×3 .
2. Pour que la charge nette du composé égale zéro, la charge positive doit égaler la charge négative.
3. Comme deux ions de fer (Fe_2) sont représentés dans la formule chimique, le fer a une valence positive de 3, car $3 \times 2 = 6$. Le composé s'écrit oxyde de fer (III).

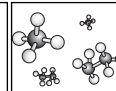
Exemple : PbS_2

Somme des ions négatifs = $-2 \times 2 = -4$.

Somme des ions positifs pour obtenir une charge nette de zéro = 4.

Comme il n'y a qu'un seul ion de plomb, sa valence est de 4.

Le composé s'écrit sulfure de plomb (IV).



ANNEXE 8 : Exercice – Les composés binaires à liaisons ioniques

Nom : _____

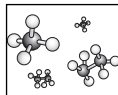
Date : _____

PARTIE A : Donne la formule chimique des composés binaires à liaisons ioniques suivants.

1. chlorure de sodium _____
2. oxyde de magnésium _____
3. sulfure de potassium _____
4. iodure de lithium _____
5. oxyde de cuivre (I) _____
6. fluorure de calcium _____
7. chlorure de plomb (IV) _____
8. nitrure de titane (III) _____
9. sulfure de cuivre (II) _____
10. bromure de mercure (I) _____

PARTIE B : Nomme les composés binaires à liaisons ioniques suivants.

1. CaCl_2 _____
2. Fe_2O_3 _____
3. AgI _____
4. Li_2Se _____
5. NaF _____
6. PbS _____
7. CaO _____
8. BeBr_2 _____
9. Cr_3N_2 _____
10. K_3As _____



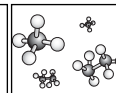
ANNEXE 9 : Les composés binaires à liaisons ioniques – Corrigé

PARTIE A : Donne la formule chimique des composés binaires à liaisons ioniques suivants.

1. chlorure de sodium __*NaCl*
2. oxyde de magnésium __*MgO*
3. sulfure de potassium __*K₂S*
4. iodure de lithium __*LiI*
5. oxyde de cuivre (I) __*Cu₂O*
6. fluorure de calcium __*CaF₂*
7. chlorure de plomb (IV) __*PbCl₄*
8. nitrure de titane (III) __*TiN*
9. sulfure de cuivre (II) __*CuS*
10. bromure de mercure (I) __*HgBr*

PARTIE B : Nomme les composés binaires à liaisons ioniques suivants.

1. CaCl_2 __*chlorure de calcium*
2. Fe_2O_3 __*oxyde de fer (III)*
3. AgI __*iodure d'argent*
4. Li_2Se __*sélénure de lithium*
5. NaF __*fluorure de sodium*
6. PbS __*sulfure de plomb (II)*
7. CaO __*oxyde de calcium*
8. BeBr_2 __*bromure de béryllium*
9. Cr_3N_2 __*nitrure de chrome (II)*
10. K_3As __*arséniure de potassium*



ANNEXE 10 : Les composés covalents – Renseignements pour l'élève

Les composés covalents binaires sont constitués d'atomes de deux éléments non métalliques qui se partagent des électrons en liaisons de covalence. Conformément à l'approche de la nomenclature systématique UICPA (*Union Internationale de la Chimie Pure et Appliquée*), on emploie des préfixes multiplicatifs pour représenter les composés moléculaires, qui servent à déterminer le nombre d'atomes de chaque élément dans la molécule. D'origine grecque, ces préfixes sont :

mono- (1), di- (2), tri- (3), tétra- (4), penta- (5) et hexa- (6).

RÈGLES générales de désignation des composés moléculaires binaires

1. Nomme d'abord le second élément non métallique figurant dans la formule chimique en remplaçant la dernière syllabe du nom de l'élément par le suffixe « ure » (voir l'annexe 7 pour les exceptions).
2. Nomme ensuite le premier élément non métallique figurant dans la formule chimique en lui donnant la fonction de déterminant du second.
3. Attribue un préfixe à chaque élément selon le nombre d'atomes de cet élément dans la molécule. N'attribue le préfixe « mono- » qu'au second élément, le « o » de la dernière syllabe tombant devant « oxyde », par exemple écris « monoxyde » plutôt que « monooxyde ». C'est aussi le cas du « a » de la dernière syllabe des préfixes « tétra- », « penta- » et « hexa- ».

Exemple : CO_2 s'écrit dioxyde de carbone

N_2O_5 s'écrit pentoxyde de diazote

RÈGLES d'écriture des formules chimiques des composés moléculaires binaires

1. Le symbole de chacun des deux éléments est suivi d'un chiffre en indice représentant le nombre d'atomes de chaque élément dans la molécule. Le chiffre 1 n'est pas inscrit car il est sous-entendu.

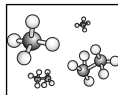
Exemple : tétrachlorure de carbone = CCl_4

hexafluorure de silicium = SiF_6

2. Le premier élément à paraître pendant la lecture de gauche à droite de la classification périodique est généralement le premier énoncé de la formule chimique des composés. Mais il y a des exceptions.

Exemple : CH_4 = tétrahydure de carbone

PH_3 = trihydure de phosphore



ANNEXE 11 : Exercice – Les composés covalents

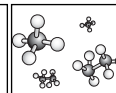
Nom : _____

Date : _____

1. Qu'est-ce qu'un composé covalent? Quels sont les éléments du composé? _____

2. Combien de doublets d'électrons sont mis en commun dans une liaison covalente? Illustre ta réponse par des exemples. _____

3. Écris la formule chimique de chacun des composés covalents suivants.
 - a) monoxyde de carbone _____
 - b) trifluorure d'azote _____
 - c) tétrafluorure de carbone _____
 - d) oxyde de dihydrogène _____
 - e) dioxyde de soufre _____
 - f) trisulfure de diphosphore _____
4. Nomme les composés covalents suivants.
 - a) CCl_4 _____
 - b) NO_3 _____
 - c) CS_2 _____
 - d) NO _____
 - e) CO_2 _____
 - f) PCl_3 _____



ANNEXE 12 : Les composés covalents – Corrigé

1. Qu'est-ce qu'un composé covalent? Quels en sont les éléments du composé?

Un composé covalent est constitué de deux non-métaux (ou métalloïdes) qui se partagent des électrons.

2. Combien de doublets d'électrons sont mis en commun dans une liaison covalente? Illustre ta réponse par des exemples.

Certains atomes se partagent un, deux ou trois doublets d'électrons afin de disposer de huit électrons dans leur couche externe et de remplir ainsi leur couche électronique insaturée.

Une liaison covalente est soit :

simple (un seul doublet formé d'un électron de chaque atome, p. ex. H_2);

double (deux doublets formés de quatre électrons, p. ex. O_2);

triple (trois doublets formés de six électrons, p. ex. N_2).

3. Écris la formule chimique de chacun des composés covalents suivants.

a) monoxyde de carbone CO

b) trifluorure d'azote NF_3

c) tétrafluorure de carbone CF_4

d) oxyde de dihydrogène H_2O

e) dioxyde de soufre SO_2

f) trisulfure de diphosphore P_2S_3

4. Nomme les composés covalents suivants.

a) CCl_4 tétrachlorure de carbone

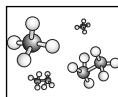
b) NO_3 trioxyde d'azote

c) CS_2 disulfure de carbone

d) NO monoxyde d'azote

e) CO_2 dioxyde de carbone

f) PCl_3 trichlorure de phosphore



ANNEXE 13 : Expérience – La conservation de la masse

Nom : _____

Date : _____

But

Déterminer s'il y a conservation de la masse pendant une réaction chimique.

Hypothèse

Y a-t-il conservation de la masse pendant une réaction chimique? Explique ta réponse en prédisant les résultats de la partie A et de la partie B de l'expérience.

Matériel

- balance
- fiole d'Erlenmeyer (125 ml)
- comprimé d'Alka-Seltzer
- ballon
- eau tiède (25 ml)

Démarche

PARTIE A : Système ouvert

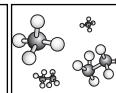
1. Avant la réaction chimique, établis la masse de la fiole d'Erlenmeyer et de l'eau (25 ml), ainsi que d'un comprimé d'Alka-Seltzer en entier. Note les résultats.
2. Laisse tomber le comprimé d'Alka-Seltzer dans l'eau et agite doucement le tout jusqu'à la fin de la réaction.
3. Après la réaction, établis de nouveau la masse de l'ensemble (fiole d'Erlenmeyer, eau et comprimé). Note les résultats.

PARTIE B : Système fermé

1. Avant la réaction chimique, établis la masse de la fiole d'Erlenmeyer et de l'eau (25 ml), ainsi que d'un comprimé d'Alka-Seltzer entier et du ballon. Note les résultats.
2. Laisse tomber le comprimé d'Alka-Seltzer dans l'eau et enfile rapidement le ballon sur l'ouverture de la fiole. Agite doucement le tout jusqu'à ce que le ballon soit gonflé et que la réaction soit terminée.
3. Après la réaction, établis de nouveau la masse de l'ensemble (fiole d'Erlenmeyer, eau, comprimé et ballon fixé à la fiole). Note les résultats.

Observations

	Masse avant la réaction	Masse après la réaction
Système ouvert		
Système fermé		



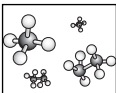
ANNEXE 13 : Expérience – La conservation de la masse (suite)

Analyse des résultats

1. Compare la masse des réactifs et de la fiole avant la réaction avec la masse des produits et de la fiole après la réaction, dans le système ouvert (partie A). Explique tes résultats.
2. Compare la masse des réactifs et de la fiole avant la réaction avec la masse des produits et de la fiole après la réaction, dans le système fermé (partie B). Explique tes résultats.
3. Tes résultats viennent-ils confirmer le principe de la conservation de la masse? Explique ta réponse. Si tes résultats ne le confirment pas, quelles seraient les sources d'erreur possibles?
4. Des substances qui entrent en réaction produisent de nouvelles substances. Qu'est-il arrivé aux réactifs? Ont-ils disparu? De nouveaux atomes ont-ils été créés lorsque les nouvelles substances ont été produites?
5. La matière peut-elle être créée? détruite? modifiée? Les gaz ont-ils une masse? Si oui, comment la mesurer?

Conclusion

Y a-t-il conservation de la masse pendant une réaction chimique? Explique ta réponse.



ANNEXE 14 : La conservation de la masse – Renseignements pour l'enseignant

Nom : _____

Date : _____

Conseils d'ordre général

1. Il faut prendre certaines précautions car la quantité de gaz produite pendant la réaction pourrait propulser le ballon de la fiole d'Erlenmeyer.
2. Ne pas employer de l'eau chaude, ce qui accélérerait la réaction. Les élèves n'auront pas le temps de fixer le ballon sur l'ouverture de la fiole.
3. Afin d'être en mesure de prévoir les résultats, mettre la méthode à l'épreuve avant de demander aux élèves d'exécuter l'expérience. L'enseignant pourra ainsi juger de la quantité d'eau et de la taille du comprimé.
4. Les mesures que prennent les élèves sont parfois inexactes, d'une part, et il se peut que l'équipement ne soit pas bien étalonné, d'autre part. Par conséquent, l'enseignant devrait expliquer aux élèves les sources d'erreur possibles afin qu'ils ne se fassent pas une idée fautive de la conservation de la masse ni ne tirent des conclusions erronées.

Observations

Les données varieront selon la quantité d'eau, la taille du comprimé, du ballon et de la fiole. Toutefois, tandis que, dans un système ouvert, la masse avant la réaction devrait être plus élevée que la masse après la réaction, dans un système fermé, les deux masses devraient être sensiblement les mêmes.

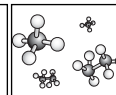
Analyse des données

Amener les élèves à conclure que les masses étaient différentes dans un système ouvert en raison de la perte de gaz, mais qu'elles étaient les mêmes dans un système fermé, car le gaz ne pouvait pas s'échapper. Quoi qu'il en soit, les élèves devraient reconnaître que, dans toute réaction chimique, la masse des réactifs est toujours égale à la masse des produits. La masse est donc conservée.

En secondaire 1, les élèves ont appris à tirer une conclusion qui explique les résultats d'une étude scientifique. Ils devraient être en mesure d'interpréter leurs observations et d'appuyer ou de rejeter leur hypothèse. C'est aussi lors de l'analyse que les élèves examinent les sources d'erreurs possibles. La conclusion est un bref résumé de la discussion, indiquant si les buts ont été atteints (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 14.11 et 14.12). Si les élèves ont de la difficulté à faire l'analyse et la conclusion par eux-mêmes, les questions qui suivent peuvent leur servir de guide. Il serait cependant souhaitable que les élèves parviennent à faire des analyses et des conclusions par eux-mêmes.

Réponses

1. Dans le système ouvert, la masse avant la réaction était supérieure à la masse après la réaction parce que le gaz s'est échappé de la fiole d'Erlenmeyer.
2. Dans le système fermé, la masse avant la réaction était égale à la masse après la réaction parce que le ballon fixé à la fiole d'Erlenmeyer empêchait le gaz de s'échapper.
3. Les résultats varieront peut-être. Parmi les sources d'erreur, il pourrait y avoir la balance qui n'aurait pas été bien étalonnée ou bien lue, le ballon mal scellé sur l'ouverture de la fiole, le temps trop long à fixer le ballon sur la fiole ou le ballon qui se serait dégagé de la fiole.
4. Les réactifs se sont transformés en produits. Ils n'ont pas disparu. Les atomes qui les constituaient se sont disposés autrement pour former de nouvelles substances.
5. Selon le principe de la conservation de la masse, la matière ne peut être ni créée ni détruite, seulement modifiée. De nouvelles substances se sont formées à partir des atomes des anciennes.



ANNEXE 15 : Exercice – Équilibrer des réactions chimiques

Nom : _____

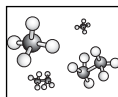
Date : _____

1. Traduis les réactions chimiques suivantes sous forme d'équations balancées.

- Le sodium, métal alcalin, se combine avec le chlore, un gaz, pour produire des cristaux de chlorure de sodium.
- Le magnésium à l'état solide entre en réaction avec le chlorure d'hydrogène pour produire une solution de chlorure de magnésium et de l'hydrogène à l'état gazeux.
- L'iodure de potassium entre en réaction avec le sulfure de calcium pour produire du sulfure de potassium et de l'iodure de calcium.
- L'oxyde de lithium se décompose en lithium et en oxygène à l'état gazeux.
- De l'hexahydrure de dicarbone (éthane) entre en réaction avec de l'oxygène à l'état gazeux pour produire du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau.

2. Exprime verbalement les équations suivantes.

- $\text{Fe}_{(s)} + \text{CuS}_{(aq)} \rightarrow \text{FeS}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$
- $4\text{Fe}_{(s)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$
- $\text{BaF}_{2(aq)} + 2\text{LiBr}_{(aq)} \rightarrow \text{BaBr}_{2(aq)} + 2\text{LiF}_{(aq)}$
- $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
- $2\text{MgO}_{(s)} \rightarrow 2\text{Mg}_{(s)} + \text{O}_{2(g)}$



ANNEXE 16 : Exercice – La précision et les erreurs

Nom : _____

Date : _____

1. Voici les résultats obtenus par une élève lors d'une expérience.

ESSAI	MASSE (g)
1	101,43
2	112,87
3	80,75

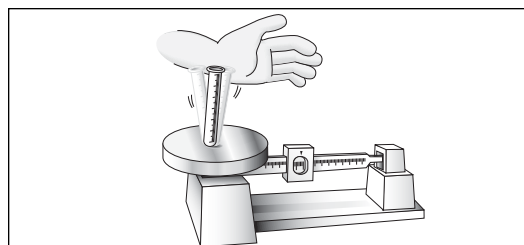
a) Selon toi, ces résultats sont-ils valables? Explique ta réponse. _____

b) Décris deux raisons possibles pour expliquer les écarts entre les données. _____

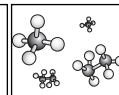
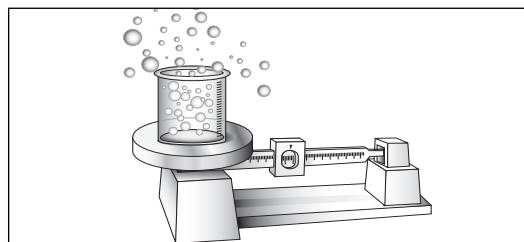
c) Que pourrais-tu faire pour que ces résultats soient plus précis? _____

2. Propose des éléments de solution pour chacune des situations suivantes.

a) Téo veut mesurer la masse du contenu d'une éprouvette. Elle doit tenir l'éprouvette sur le plateau de la balance sinon le contenu risque de s'écouler.

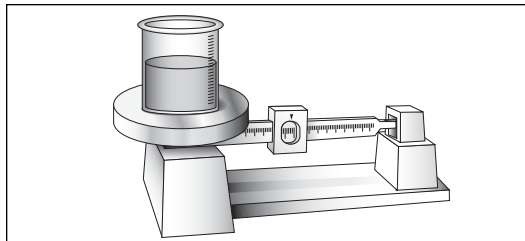


b) Normand veut mesurer la masse d'un gaz. Il verse donc un gaz dans un béccher et place ce dernier sur la balance.

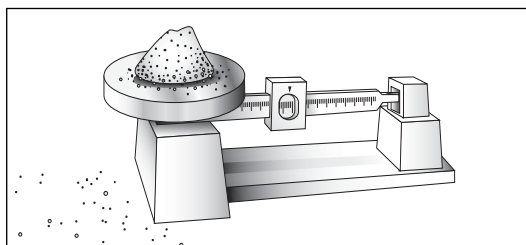


ANNEXE 16 : Exercice – La précision et les erreurs (suite)

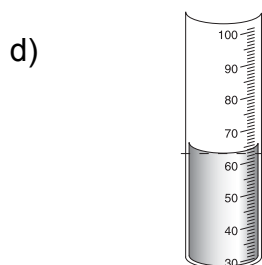
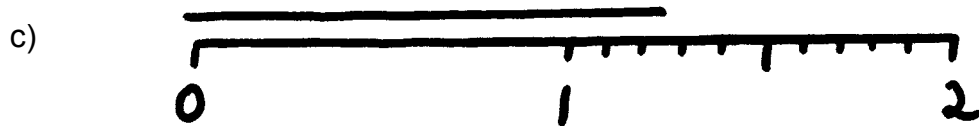
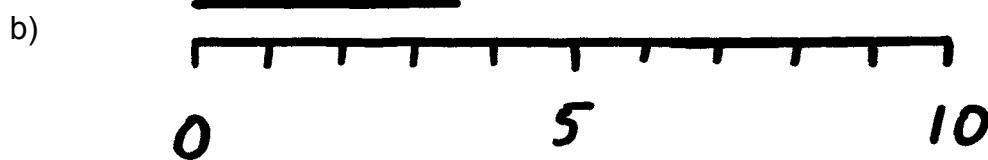
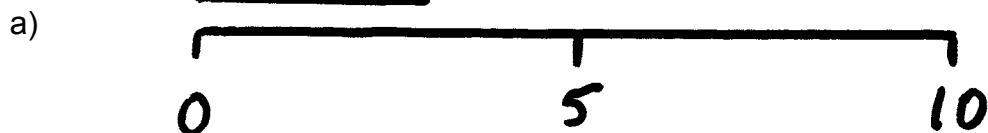
c) Michèle veut mesurer la masse d'un liquide. Elle verse le liquide dans un bécher puis place ce dernier sur la balance. Elle note ensuite la masse de l'ensemble.



d) Isabelle veut mesurer la masse d'une certaine quantité de sel. Elle verse le sel sur le plateau de la balance.



3. Note la valeur de chaque mesure qui suit. N'oublie pas de tenir compte de la précision des instruments.



ANNEXE 17 : Expérience – Les types de réactions

Nom : _____

Date : _____

But

- Faire une recherche sur cinq types de réactions chimiques.
- Équilibrer des réactions chimiques.

Matériel

brûleur Bunsen	ruban de magnésium
pince à creuset	acide chlorhydrique (6 M)
éprouvettes	zinc spongieux
pince à éprouvette	fil de cuivre
support à éprouvettes	nitrate d'argent (0,5 M)
tiges de bois	papier de chlorure cobalteux
lunettes de sécurité	solution d'eau de chaux
bougie	iodure de potassium (0,1 M)
fioles d'Erlenmeyer	nitrate de plomb (II) (0,1 M)
bécher 500 ml	hydroxyde de sodium (0,1 M)
plat d'évaporation	sulfate de cuivre (II) (0,1 M)/chlorure de cuivre (II) (0,1 M)
stylo ou crayon	carbonate de cuivre (II)
pince à bécher	

Sécurité

- **La présente expérience se déroulera en présence de flammes nues. Tu manipuleras des acides, chaufferas des substances chimiques et produiras des gaz.**
- **Il faut étudier les consignes de sécurité et porter des lunettes de sécurité avant de commencer.**
- **Ne fixe pas la flamme émanant du ruban de magnésium. Tiens le magnésium brûlant par-dessus le plat d'évaporation et non près de toi.**
- **Manipule l'acide chlorhydrique avec précaution, car il est très corrosif et peut te brûler sévèrement. N'inhale pas ses émanations.**

Démarche

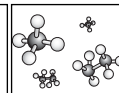
Partie A : Synthèse

1. Avant de chauffer le ruban de magnésium, examine ses propriétés.
2. En te servant de la pince à creuset, tiens le ruban de magnésium dans le bleu de la flamme du brûleur Bunsen jusqu'à ce que le magnésium commence à brûler, soit une ou deux minutes.
3. Lorsque le ruban s'éteint, mets ce qui en reste dans le plat d'évaporation.
4. Examine le magnésium et note tout changement causé par le chauffage.

Partie B : Déplacement simple

1. Mets environ 5 ml d'une solution d'acide chlorhydrique (6 M) dans une éprouvette. Ajoutes-y un petit morceau de zinc spongieux. Observe et note la réaction.
2. En te servant d'une pince à éprouvette, renverse une seconde éprouvette et pose son ouverture par-dessus celle de la première. Après 30 secondes insère rapidement dans la seconde éprouvette une tige de bois en feu. Note l'apparence de la substance dans l'éprouvette.

OU



ANNEXE 17 : Expérience – Les types de réactions (suite)

1. Enroule une longueur de fil de cuivre de 10 cm autour d'un stylo ou d'un crayon, sans trop le serrer. Enlève ensuite la bobine de fil du crayon.
2. Mets la bobine de fil dans une éprouvette remplie au deux tiers d'une solution de nitrate d'argent (0,5 M), et laisse reposer pendant la nuit.
3. Observe et note les changements dans le fil de cuivre et la solution de nitrate d'argent.

Partie C : Combustion

1. Examine une lisière de papier de chlorure cobalteux, d'une part, et une solution d'eau de chaux, d'autre part, et note l'apparence des deux.
2. En te servant d'une pince à bécber, renverse un gros bécber (500 ml) par-dessus une bougie allumée et tiens-le ainsi jusqu'à l'extinction de la bougie.
3. Lorsque la flamme s'éteint, remets le bécber à l'endroit, examine son contenu et note toute observation.
4. Fais un contrôle de la teneur en eau au moyen de la lisière de papier de chlorure cobalteux. Note tout changement.
5. Rallume la bougie et renverse une fiole d'Erlenmeyer par-dessus la bougie. Tiens-la ainsi jusqu'à l'extinction de la bougie.
6. Remets rapidement la fiole à l'endroit et ajoutes-y 25 ml d'eau de chaux. Note tout changement.

Partie D : Déplacement double

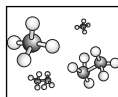
1. Mets 5 ml d'une solution d'iodure de potassium (0,1 M) dans une éprouvette. Ajoutes-y 5 ml d'une solution de nitrate de plomb (II) (0,1 M). Observe la réaction et note tout changement dans le mélange.

OU

1. Mets 5 ml d'une solution d'hydroxyde de sodium (0,1 M) dans une éprouvette. Ajoutes-y 5 ml d'une solution de sulfate de cuivre (0,1 M) ou d'une solution de chlorure de cuivre (0,1 M). Observe la réaction et note tout changement dans le mélange.

Partie E : Décomposition

1. Mets 2 g de carbonate de cuivre (II) dans une éprouvette propre et sèche. Observe l'apparence de l'échantillon.
2. En te servant d'une pince à éprouvette, chauffe le carbonate de cuivre (II) pendant deux minutes sur une flamme haute.
3. Éteins le brûleur et insère une tige de bois en feu dans l'éprouvette.
Remarque : En présence de dioxyde de carbone, le feu s'éteindra.
4. Observe et note tout changement d'apparence de la substance dans l'éprouvette.



ANNEXE 17 : Expérience – Les types de réactions (suite)

Nom : _____

Date : _____

Observations/résultats

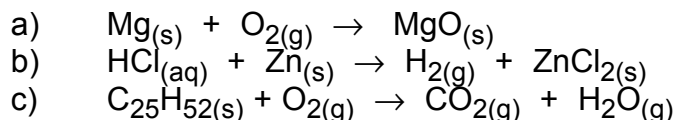
Échantillon	Avant la réaction	Après la réaction
A. Synthèse		
B. Déplacement simple		
C. Combustion		
D. Déplacement double		
E. Décomposition		

Analyse

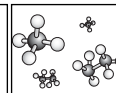
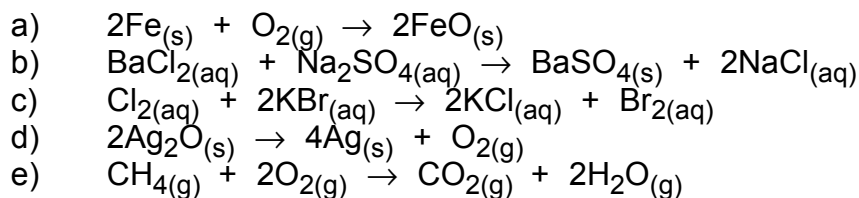
Interprète tes observations et, à partir des produits de la réaction, indique le type de réaction qui a eu lieu. Formule une équation chimique pour chacune des réactions. La combustion, par exemple, produit toujours du dioxyde de carbone et de l'eau.

Questions

- Dans cette expérience, quelle méthode a été exploitée pour vérifier la présence de dioxyde de carbone? la présence d'hydrogène? la présence d'eau?
- Équilibre les équations suivantes en insérant les coefficients nécessaires.



- Classe chacune des réactions suivantes suivant le type de réaction.



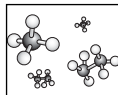
ANNEXE 18 : Les types de réactions – Renseignements pour l'enseignant

Consignes d'ordre général

- Revoir les mesures de sécurité qui s'appliquent.
- Comme seuls les composés binaires ont été discutés en classe, fournir les formules des réactifs ou des produits constitués d'ions polyatomiques.

Observations

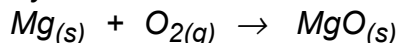
Échantillon	Avant la réaction	Après la réaction
A. Synthèse	<i>Le magnésium est brillant et malléable.</i>	<i>Le produit est une poudre blanche.</i>
B. Déplacement simple	<i>L'acide chlorhydrique est une solution transparente, incolore et à température ambiante. Le zinc est un solide malléable et gris foncé.</i> <i>Le fil de cuivre est brillant et rougeâtre. La solution de nitrate d'argent est incolore.</i>	<i>Un gaz inflammable est produit. La solution est toujours transparente mais sa température a augmenté.</i> <i>Un solide brillant gris blanc est formé sur le fil. La solution incolore devient bleuâtre.</i>
C. Combustion	<i>La bougie est un solide opaque fait en cire de paraffine.</i>	<i>La bougie entre en réaction avec l'oxygène et produit un gaz incolore qui éteint le feu de la tige en bois.</i> <i>Le papier de chlorure cobalteux devient rose au contact du résidu dans l'éprouvette.</i>
D. Déplacement double	<i>Les deux réactifs, soit l'iodure de potassium et le nitrate de plomb (II), sont des solutions inodores et incolores.</i> <i>La solution d'hydroxyde de sodium est incolore. La solution de chlorure de cuivre est bleu pâle.</i>	<i>Un précipité jaune est produit, lequel forme un dépôt dans la solution incolore.</i> <i>Un précipité gélatineux bleuâtre est produit, lequel forme un dépôt dans la solution incolore.</i>
E. Décomposition	<i>Le carbonate de cuivre est une poudre bleu-vert granuleuse.</i>	<i>Après le chauffage, la poudre devient noire. Il y a émanation d'un gaz incolore qui éteindra le feu de la tige en bois.</i>



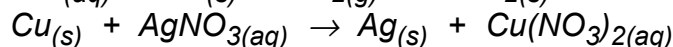
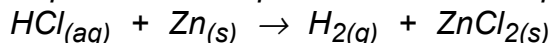
ANNEXE 18 : Les types de réactions – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Analyse des données

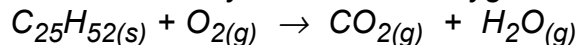
Synthèse : élément + élément → composé



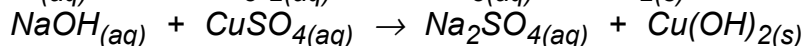
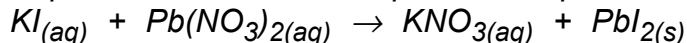
Déplacement simple : élément + composé → élément + composé



Combustion : hydrocarbure + oxygène → dioxyde de carbone + vapeur d'eau



Déplacement double : composé + composé → composé + composé



Décomposition : composé → composé + composé



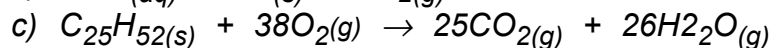
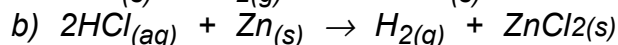
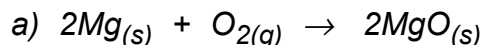
Remarque : Une réaction de type décomposition peut produire des éléments ou des composés.

Questions

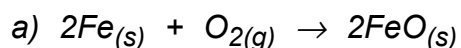
1. Dans cette expérience, quelle méthode a été exploitée pour vérifier la présence de dioxyde de carbone? la présence d'hydrogène? la présence d'eau?

S'il y a du dioxyde de carbone, le feu de la tige en bois s'éteindra et la solution d'eau de chaux deviendra laiteuse. S'il y a de l'hydrogène, un craquement se fera entendre à son explosion. S'il y a de l'eau, le papier de chlorure cobalteux passera du bleu au rose.

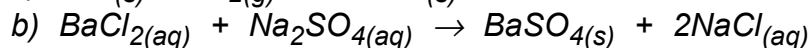
2. Équilibre les équations suivantes en insérant les coefficients nécessaires.



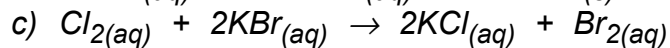
3. Classe chacune des réactions suivantes suivant le type de réaction.



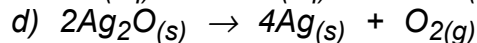
(synthèse)



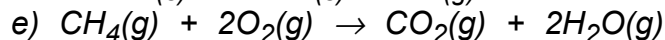
(déplacement double)



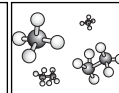
(déplacement simple)



(décomposition)



(combustion)

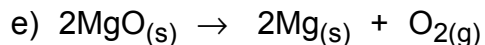
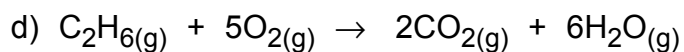
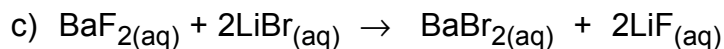
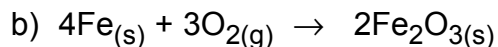
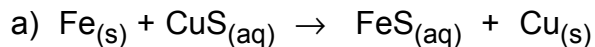


ANNEXE 19 : Exercice – La classification des réactions chimiques

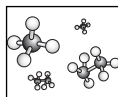
Nom : _____

Date : _____

1. Classe chacune des réactions suivantes selon le type de réaction :



2. Complète et équilibre les réactions chimiques suivantes :



LES RÉACTIONS CHIMIQUES

Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 2

ANNEXE 20 : Grille d'observation – Les habitudes de travail

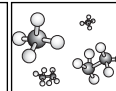
Nom : _____

Date : _____

Nom des élèves dates										
Habiletés et attitudes										
L'élève mène des expériences en respectant les directives.										
L'élève répète les manipulations pour augmenter l'exactitude et la fiabilité.										
L'élève manipule les outils et les matériaux prudemment.										
L'élève respecte les consignes de sécurité.										
L'élève range l'équipement après usage.										
L'élève fait preuve de confiance dans sa capacité de mener une étude scientifique.										
Commentaires :										

Clé :

1	L'élève maîtrise l'habileté ou manifeste l'attitude spontanément.
2	L'élève exploite très bien l'habileté ou manifeste l'attitude spontanément la majeure partie du temps.
3	L'élève met en pratique l'habileté ou manifeste l'attitude quand il se fait aider par un autre élève ou par l'enseignant.
4	L'élève ne met pas en pratique l'habileté ou ne manifeste pas l'attitude, même quand on l'aide.



ANNEXE 21 : Test – Le SIMDUT

Nom : _____

Date : _____

1. Quelle est la signification de chacun des symboles de mise en garde suivants?















ANNEXE 21 : Test – Le SIMDUT (suite)

2. En te référant au document Échantillon de fiche signalétique tiré de *La sécurité en sciences de la nature* (pages 7.11 et 7.12), réponds aux questions suivantes.
- a) Quel est le nom du produit? _____
 - b) Qui est le fournisseur du produit? _____
 - c) Quel est le numéro de téléphone d'urgence du fabricant? _____
 - d) Quel est l'ingrédient principal du produit? _____
 - e) Pourquoi y aurait-il d'autres ingrédients? _____

 - f) Quelle est l'apparence du produit? _____
 - g) Que signifie S/O? _____
 - h) Quelle est l'odeur du produit? _____
 - i) Le produit est-il inflammable? _____
 - j) Le produit est-il compatible avec d'autres produits? Lesquels? _____

 - k) Quelle substance le produit forme-t-il en réagissant lentement avec l'humidité (H_2O) et le CO_2 ? _____
 - l) Que veut dire « absorption dermique »? _____

 - m) Que veut dire « contact oculaire »? _____

 - n) Que veut dire « ingestion »? _____

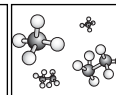
 - o) Quelle est la différence entre l'exposition aiguë et l'exposition chronique? _____

 - p) Que signifient la cancérogénicité, la tératogénicité et la mutagénicité? _____

 - q) Quels types de gants doit-on utiliser avec ce produit? _____
 - r) Quel type d'appareil respiratoire est de rigueur si l'on utilise ce produit? _____

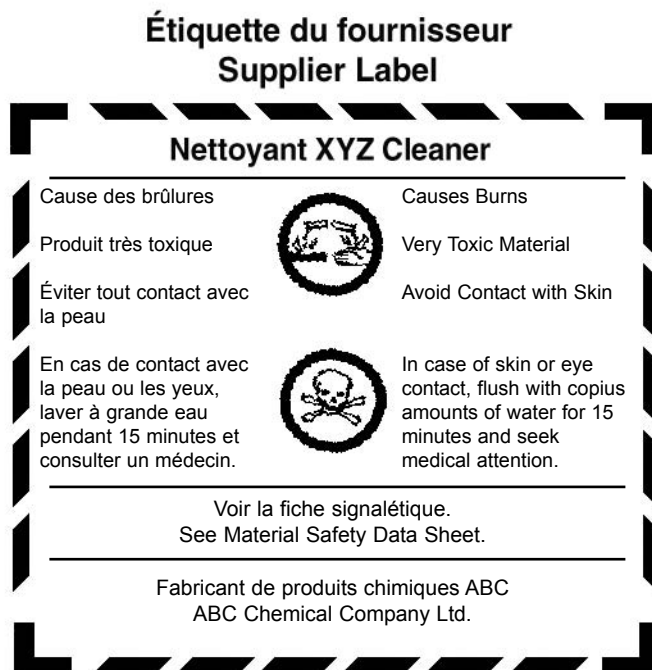
 - s) Si l'on déverse de ce produit, on peut le ramasser avec une pelle et ensuite laver le plancher. Quelle substance sert à le neutraliser? _____
 - t) Si le produit est inhalé, quels sont les premiers soins à administrer? _____

 - u) Où cette fiche signalétique devrait-elle toujours se trouver? _____
Qui est responsable de son utilisation? _____



ANNEXE 21 : Test – Le SIMDUT (suite)

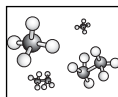
3. En te référant à l'étiquette qui suit (modifié de *La Sécurité en sciences de la nature* (page 7.3)), réponds aux questions suivantes.



a) Quel est le nom du produit? _____

b) Quelles sont les mesures de sécurité à prendre avec ce produit? _____

c) Que peut-on consulter pour chercher plus d'information au sujet de ce produit? _____



LES RÉACTIONS CHIMIQUES

Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 2

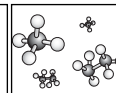
ANNEXE 22 : Cadre de prise de notes

Nom : _____

Date : _____

Remplis le tableau avec les idées principales des présentations.

NOM DE L'ACIDE OU DE LA BASE	APPLICATIONS DE L'ACIDE OU DE LA BASE	CONSIGNES DE SÉCURITÉ	EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ
	Êtres vivants :		
	Industrie :		
	Maison :		
	Êtres vivants :		
	Industrie :		
	Maison :		



ANNEXE 23 : Expérience – Les acides et les bases

Nom : _____

Date : _____

But

- Au moyen des propriétés qui les caractérisent, classer des substances selon qu'elles sont acides ou bases.
- Déterminer les valeurs de pH d'acides et de bases.
- Examiner la réactivité des métaux aux acides.

Matériel

- lunettes de sécurité
- papier de tournesol rouge et papier de tournesol bleu
- éprouvettes et support à éprouvettes
- indicateurs (indicateurs universels, phénolphthaléine, bleu de bromothymol)
- papier indicateur de pH ou pH-mètre
- compte-gouttes
- micro-plaquette
- échantillons d'acides et de bases (lait de magnésie, nettoie-vitre à ammoniacque, vinaigre, jus de citron, jus de tomate, nettoyeur de tuyaux d'écoulement, boisson gazeuse, shampooing, café nature, détergent à lessive, lait, eau salée, eau de robinet, bicarbonate de sodium, pommes)
- échantillons de métaux (cuivre, zinc, fer, magnésium)
- acide chlorhydrique (6 M), acide acétique (6 M), hydroxyde de sodium (0,5 M), hydroxyde de calcium (0,5 M)

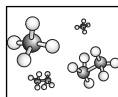
Démarche

Partie A : Constater l'effet des acides et des bases sur les indicateurs

1. Mets cinq gouttes d'acide chlorhydrique dans une cupule de la micro-plaquette. Fais de même avec l'acide acétique, l'hydroxyde de sodium et l'hydroxyde de calcium, chacune des substances dans une cupule respective.
2. Immerge le bout d'une bande de papier de tournesol rouge propre dans chacune des solutions. Inscris tes observations dans le tableau de données (Partie A).
3. Répète l'étape 2 mais en utilisant des bouts de papier de tournesol bleu. Inscris tes observations dans le tableau.

Partie B : Déterminer la gamme pH d'une solution

1. Mesure le pH des solutions en te servant du bleu de bromothymol, de la phénolphthaléine et des indicateurs universels.
2. Ajoute 2 gouttes de bleu de bromothymol à chacune des solutions de la partie A. Inscris tes observations dans le tableau de données (Partie B). Dispose des solutions, lave la micro-plaquette et répète l'étape avec la phénolphthaléine et les indicateurs universels.
3. Confirme tes résultats en déterminant le pH de chaque solution au moyen du papier indicateur de pH ou du pH-mètre.



ANNEXE 23 : Expérience – Les acides et les bases (suite)

Partie C : Déterminer la réactivité des métaux aux acides

1. Mets un échantillon de cuivre dans une cupule de la micro-plaquette propre. Fais de même avec le fer, le zinc et le magnésium, chacun des échantillons dans une cupule respective.
2. Au moyen du compte-gouttes, ajoute 5 gouttes d'acide chlorhydrique à chaque échantillon de métal. Observe tout changement chimique et inscris tes observations dans le tableau de données (Partie C). Fais de même avec l'acide acétique.

Partie D : Déterminer l'acidité et la basicité de produits ménagers

1. Mets 5 gouttes de 6 des produits suivants dans une cupule de la micro-plaquette : vinaigre, jus de citron, jus de tomate, lait, ammoniac, boisson gazeuse, lait de magnésie, nettoie-vitre, nettoyeur de tuyaux d'écoulement, shampooing, eau salée, eau de robinet, etc., chaque produit dans une cupule respective.
2. Immerge le bout d'une bande de papier de tournesol rouge et le bout d'une bande de papier de tournesol bleu dans chacun des produits, comme dans la partie A.
3. Mesure le pH des solutions en te servant du bleu de bromothymol, de la phénolphthaléine et des indicateurs universels, comme dans la partie B. Confirme tes résultats au moyen du papier indicateur de pH.
4. Inscris tes observations dans le tableau de données (Partie D).

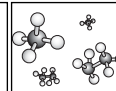
SÉCURITÉ

L'acide chlorhydrique ainsi que de nombreux nettoyants ménagers sont corrosifs. Il faut laver immédiatement à l'eau froide la peau, les yeux ou les vêtements après tout contact. Informe l'enseignant de tout déversement.

Observations

Partie A

Échantillon	Réaction avec le papier de tournesol rouge	Réaction avec le papier de tournesol bleu
Acide chlorhydrique		
Acide acétique		
Hydroxyde de sodium		
Hydroxyde de calcium		



LES RÉACTIONS CHIMIQUES

ANNEXE 23 : Expérience – Les acides et les bases (suite)

Partie B

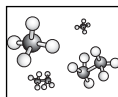
Échantillon	Bleu de bromothymol	Phénolphtaléine	Indicateur universel
Acide chlorhydrique			
Acide acétique			
Hydroxyde de sodium			
Hydroxyde de calcium			

Partie C

Métal	Réaction avec l'acide chlorhydrique	Réaction avec l'acide acétique
Zinc		
Magnésium		
Fer		
Cuivre		

Partie D

Produits ménagers	Papier de tournesol rouge	Papier de tournesol bleu	papier pH	Bleu de bromothymol	Phénolphtaléine	Indicateur universel



ANNEXE 23 : Expérience – Les acides et les bases (suite)

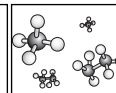
Analyse des données

Test	Propriétés d'acidité	Propriétés de basicité
Papier de tournesol rouge		
Papier de tournesol bleu		
Papier indicateur de pH		
Bleu de bromothymol		
Phénolphtaléine		
Indicateur universel		
Réaction avec le métal		

Produit ménager	Valeur pH	Acide ou Base

Questions

1. Peut-on utiliser indifféremment le papier de tournesol rouge ou le papier de tournesol bleu pour reconnaître les acides? Explique ta réponse.
2. Quelle précision les indicateurs offrent-ils dans la mesure du pH?
3. Quels signes de changement chimique as-tu observé au moment de mettre les acides en contact avec les métaux?
4. Les métaux ont-ils tous réagi pareillement? Explique ta réponse.
5. Liste les propriétés d'acides et de bases qu'a permis de déceler la présente expérience.
6. Quels produits ménagers sont acidiques? Quels sont presque neutres? Quels sont basiques?



ANNEXE 24 : Les acides et les bases – Renseignements pour l'enseignant

Consignes d'ordre général

- Passer en revue les mesures de sécurité.
- Étant donné que seuls les acides binaires ont été étudiés en classe, les élèves ne sont pas tenus de savoir écrire la formule chimique des acides et des bases complexes. Un grand nombre d'acides et de bases peuvent être utilisés, comme H_2SO_4 , HNO_3 , CH_3COOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NH_3 et $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Par mesure de sécurité, les échantillons pourraient être mis dans des flacons compte-gouttes.
- La molarité des acides pourrait être de 3 mol/L plutôt que de 6 mol/L.
- Parmi les indicateurs, choisir la phénolphtaléine, le bleu de bromothymol et le méthylorange. Les indicateurs à valeurs de pH définies donnent de meilleurs résultats.
- Parmi les métaux, choisir Cu, Zn, Fe, Ca, Al et Mg. Des parcelles ou des lisières propres donnent de meilleurs résultats.

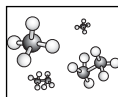
Observations

Partie A

Échantillon	Réaction avec le papier de tournesol rouge	Réaction avec le papier de tournesol bleu
Acide chlorhydrique	Pas de changement	Vire au rouge
Acide acétique	Pas de changement	Vire au rouge
Hydroxyde de sodium	Vire au bleu	Pas de changement
Hydroxyde de calcium	Vire au bleu	Pas de changement

Partie B

Échantillon	Bleu de bromothymol	Phénolphtaléine	Indicateur universel
Acide chlorhydrique	Vire au jaune	Pas de changement	Vire au rouge
Acide acétique	Vire au jaune	Pas de changement	Vire au rouge orangé
Hydroxyde de sodium	Pas de changement	Vire au rose	Vire au violet
Hydroxyde de calcium	Pas de changement	Vire au rose	Vire au bleu indigo



ANNEXE 24 : Les acides et les bases – Renseignements pour l'enseignant (suite)

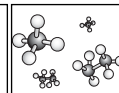
Partie C

Métal	Réaction avec l'acide chlorhydrique	Réaction avec l'acide acétique
Zinc	<i>Forte</i>	<i>Plus faible</i>
Magnésium	<i>Forte</i>	<i>Plus faible</i>
Fer	<i>Faible</i>	<i>Très faible ou aucune</i>
Cuivre	<i>Aucune</i>	<i>Aucune</i>

Partie D

Produits ménagers	Papier de tournesol rouge	Papier de tournesol bleu	papier pH	Bleu de bromothymol	Phénolphtaléine	Indicateur universel
Jus de citron			<i>rouge</i>			
Pomme			<i>rouge orangé</i>			
Vinaigre			<i>rouge orangé</i>			
Boisson gazeuse			<i>orange</i>			
Jus de tomate			<i>orange</i>			
Café nature			<i>orange</i>			
Lait			<i>vert jaune</i>			
Eau			<i>vert</i>			
Eau salée			<i>vert bleu</i>			
Bicarbonate de sodium			<i>vert bleu</i>			
Détergent à lessive			<i>turquoise</i>			
Lait de magnésie			<i>bleu</i>			
Ammoniaque			<i>bleu</i>			
Agent de blanchiment			<i>bleu</i>			
Nettoyeur de tuyaux d'écoulement			<i>bleu foncé</i>			

Remarque : Les couleurs obtenues du papier indicateur de pH peuvent ne pas correspondre exactement aux couleurs figurant dans le tableau, le papier étant plus ou moins acide ou plus ou moins basique selon les fournisseurs. C'est pourquoi il est préférable de faire une vérification au préalable.



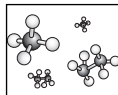
ANNEXE 24 : Les acides et les bases – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Analyse des données

Test	Propriétés d'acidité	Propriétés de basicité
Papier de tournesol rouge	<i>Aucun changement</i>	<i>Vire au bleu</i>
Papier de tournesol bleu	<i>Vire au rouge</i>	<i>Aucun changement</i>
Papier indicateur de pH	<i>Rouge – Orange</i>	<i>Vert – Bleu foncé</i>
Bleu de bromothymol	<i>Vire au jaune</i>	<i>Aucun changement</i>
Phénolphtaléine	<i>Aucun changement</i>	<i>Vire au rose</i>
Indicateur universel	<i>Rouge orangé</i>	<i>Bleu indigo</i>
Réaction avec le métal	<i>Réaction</i>	<i>Aucune réaction</i>

Produits ménagers	Valeur pH	Acide ou Base
Jus de citron	2	
Pomme	3	
Vinaigre	2,5 – 3,5	
Boisson gazeuse	4	
Jus de tomate	4	
Café nature	5	
Lait	6,5	
Eau	7	
Eau salée	8	
Bicarbonate de sodium	8	
Détergent à lessive	9	
Lait de magnésie	10	
Ammoniaque	11 – 12	
Agent de blanchiment	12,5	
Nettoyeur de tuyaux d'écoulement	13 – 14	

Remarque : Les couleurs obtenues du papier indicateur de pH peuvent ne pas correspondre exactement aux couleurs figurant dans le tableau, le papier étant plus ou moins acide ou plus ou moins basique selon les fournisseurs. C'est pourquoi il est préférable de faire une vérification au préalable.



ANNEXE 24 : Les acides et les bases – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Réponse aux questions

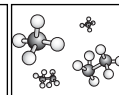
- 1. Il est possible d'utiliser indifféremment le papier de tournesol rouge ou le papier de tournesol bleu pour reconnaître les acides. Tandis que le papier bleu vire au rouge, le papier rouge ne change pas de couleur.*
- 2. Sans donner de valeurs précises, les indicateurs permettent habituellement de situer le pH dans une gamme de valeurs.*
- 3. Au contact des acides et de la plupart des métaux, il y a eu réaction chimique qui a produit un gaz et de la chaleur. Le métal a disparu.*
- 4. Les métaux n'ont pas tous réagi pareillement. Le fer a réagi moins que le magnésium ou le zinc, et le cuivre n'a pas réagi du tout.*
- 5. Les acides ont un pH inférieur à 7. Ils réagissent avec les métaux. À leur contact, le papier de tournesol vire au rouge, le bromothymol vire au jaune et les solutions d'indicateur universel virent du rouge au vert. Les acides n'ont aucun effet sur la solution de phénolphthaléine. Plus une substance est acide, plus son pH est bas.*

Les bases ont un pH supérieur à 7. Elles ne réagissent pas avec les métaux. À leur contact, le papier de tournesol vire au bleu, les solutions d'indicateur universel virent du vert au violet, et la solution de phénolphthaléine vire au rose. Les bases n'ont aucun effet sur le bleu de bromothymol. Plus une substance est basique, plus son pH est élevé.

- 6. Voir le tableau d'analyse des données.*

Les élèves devraient arriver aux conclusions suivantes :

- 1. Le pH des acides est inférieur à 7.*
- 2. Le pH des bases est supérieur à 7.*
- 3. Les métaux réagissent aux acides, mais les réactions ne sont pas de même intensité, l'importance des réactions variant selon l'acide et le métal.*



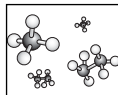
ANNEXE 25 : Évaluation par les pairs

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 applications de leur acide ou leur base.	1	2	3	4	5
Les explications sont intéressantes et claires.	1	2	3	4	5
L'image est pertinente.	1	2	3	4	5
L'équipe a expliqué clairement les consignes de sécurité.	1	2	3	4	5
L'équipe a expliqué clairement des effets positifs ou négatifs sur la santé ou l'environnement.	1	2	3	4	5
Équipe _____					
L'équipe a illustré diverses applications de leur acide ou leur base.	1	2	3	4	5
Les explications sont intéressantes et claires.	1	2	3	4	5
L'image est pertinente.	1	2	3	4	5
L'équipe a expliqué clairement les consignes de sécurité.	1	2	3	4	5
L'équipe a expliqué clairement des effets positifs ou négatifs sur la santé ou l'environnement.	1	2	3	4	5
Équipe _____					
L'équipe a illustré diverses applications de leur acide ou leur base.	1	2	3	4	5
Les explications sont intéressantes et claires.	1	2	3	4	5
L'image est pertinente.	1	2	3	4	5
L'équipe a expliqué clairement les consignes de sécurité.	1	2	3	4	5
L'équipe a expliqué clairement des effets positifs ou négatifs sur la santé ou l'environnement.	1	2	3	4	5
Équipe _____					
L'équipe a illustré diverses applications de leur acide ou leur base.	1	2	3	4	5
Les explications sont intéressantes et claires.	1	2	3	4	5
L'image est pertinente.	1	2	3	4	5
L'équipe a expliqué clairement les consignes de sécurité.	1	2	3	4	5
L'équipe a expliqué clairement des effets positifs ou négatifs sur la santé ou l'environnement.	1	2	3	4	5



ANNEXE 26 : Test – La manipulation des acides et des bases

Nom : _____

Date : _____

1. Décris les mesures de sécurité à suivre dans les situations suivantes :

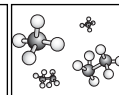
a) Tu renverses un nettoyeur pour tuyaux d'écoulement.

b) Tu renverses de l'acide acétique lors d'une expérience.

c) Tu renverses de l'acide chlorhydrique concentré sur le sol.

2. Tu termines une expérience au sujet des propriétés des acides et des bases. Que dois-tu faire avec les acides et les bases de surplus?

3. Lors d'une expérience, tu dois manipuler de l'hydroxyde de sodium concentré. Quelles mesures de sécurité dois-tu suivre avec cette base?



ANNEXE 27 : Liste de vérification – Recherche

Nom : _____

Date : _____

Nom des membres du groupe _____, _____, _____.

1^{re} étape, brouillon à remettre le _____.

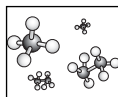
	le groupe	l'enseignant(e)
Nous avons choisi un polluant atmosphérique.		
Nous avons pris en note l'information nécessaire pour notre recherche.		
Nous avons trouvé une illustration ou dessiné un croquis qui représente la formation du polluant atmosphérique choisi.		
Nous avons noté les références bibliographiques.		

2^e étape, brouillon à remettre le _____.

	le groupe	l'enseignant(e)
Nous avons rédigé un scénario pour notre présentation.		
Nous avons joint notre évaluation des sources d'information.		
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.		
Nous avons préparé des cartes où figure l'information suivante : formation du polluant, effets du polluant, technologies ou initiatives visant à réduire les émissions de ce polluant.		
Nous avons préparé un support visuel qui illustre la formation de notre polluant atmosphérique.		



ANNEXE 28 : Références bibliographiques

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.
quatre 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.

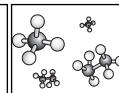
AGNUS, Christophe, et Sylvie O'DY. « La planète Océan », L'Express, n° 2403, 24 novembre 1997, p. 24-39.

« 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 28 : Références bibliographiques (suite)

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.

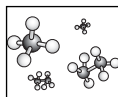
PERSONNES-RESSOURCES

- **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.

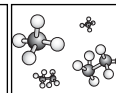


ANNEXE 29 : Évaluation des sources d'information

Nom : _____

Date : _____

RESSOURCES IMPRIMÉES	RESSOURCES INTERNET
<p>Références bibliographiques des ressources les plus utiles</p> <p>1. _____ _____</p> <p>2. _____ _____</p>	<p>Références bibliographiques des ressources les plus utiles</p> <p>1. _____ _____</p> <p>2. _____ _____</p>
<p>Pour chacune des ressources ci-dessus, évalue sa pertinence et sa convivialité. Indique un chiffre entre 5 (excellente) et 1 (faible).</p> <p>1. pertinence _____ convivialité _____</p> <p>2. pertinence _____ convivialité _____</p>	<p>Pour chacune des ressources ci-dessus, évalue sa pertinence et sa convivialité. Indique un chiffre entre 5 (excellente) et 1 (faible).</p> <p>1. pertinence _____ convivialité _____</p> <p>2. pertinence _____ convivialité _____</p>
<p>Quelles étaient les avantages des ressources imprimées par rapport aux sources dans Internet?</p>	<p>Quelles étaient les avantages des ressources dans Internet par rapport aux sources imprimées?</p>
<p>Quels étaient des inconvénients des ressources imprimées par rapport aux sources dans Internet?</p>	<p>Quelles étaient des inconvénients des ressources dans Internet par rapport aux sources imprimées?</p>
<p>Considères-tu que les ressources imprimées sont fiables? Justifie ta réponse.</p>	<p>Considères-tu que les ressources dans Internet sont fiables? Justifie ta réponse.</p>
<p>Résume de façon globale tes impressions face à l'utilité des ressources imprimées et dans Internet.</p>	

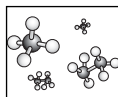


ANNEXE 30 : Grille d'évaluation – Présentation audiovisuelle

Nom : _____

Date : _____

PRÉSENTATION	1 faible	2 moyen	3 bon	4 super
• Déroulement de la présentation				
• Originalité de la présentation				
• Clarté de la narration				
• Qualité de la conception audiovisuelle				
• Qualité du support visuel				
• Respect des consignes concernant la durée de la présentation				



LES RÉACTIONS CHIMIQUES

Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 2

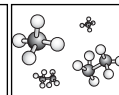
PORTFOLIO : Table des matières

Nom : _____

Date : _____

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.



LES RÉACTIONS CHIMIQUES

PORTFOLIO : Fiche d'identification

Nom : _____

Date : _____

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 :

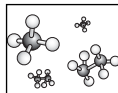
1
pas satisfait(e)
du tout

2

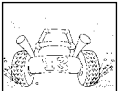
3

4

5
très satisfait(e)



LE MOUVEMENT ET L'AUTOMOBILE



APERÇU DU REGROUPEMENT

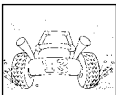
Le présent regroupement porte sur les principes physiques du mouvement et prend comme point de référence l'automobile. L'élève analyse les relations entre le déplacement, la vitesse, l'accélération et le temps, et illustre ses résultats au moyen de représentations visuelle, numérique, graphique et symbolique. Elle ou il étudie les effets, en termes qualitatifs, de l'inertie, de la force, de l'impulsion et de la quantité de mouvement en ce qui a trait à la sécurité automobile. L'élève explore également la conservation de l'énergie dans des collisions impliquant une automobile et la distance de freinage. Grâce aux connaissances que l'élève a acquises, elle ou il a recours au processus de prise de décisions pour traiter d'une question de STSE liée à la sécurité routière.

CONSEILS D'ORDRE GÉNÉRAL

En secondaire 2, l'accent est mis sur les représentations visuelle, numérique et graphique du mouvement. La représentation symbolique est étudiée, mais n'est pas l'aspect le plus important de ce regroupement.

L'enseignement et l'apprentissage du mouvement peuvent se faire à l'aide de nombreux matériaux peu dispendieux tels que des pistes pour petites voitures de type « Hot Wheels^{MD} », des petites voitures et de la pâte à modeler. La collecte de données lors des activités peut se faire à l'aide de minuteur-enregistreur, de caméra vidéo ou de sonde de mouvement.

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 ».

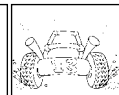


BLOCS D'ENSEIGNEMENT SUGGÉRÉS

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. Quoiqu'il en soit, les élèves doivent réussir les RAS prescrits par le Ministère pour le secondaire 2.

Outre les RAS propres à ce regroupement, plusieurs RAS transversaux du secondaire 2 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	Le déplacement, le temps et la vitesse vectorielle	S2-3-01, S2-0-3a, S2-0-3b, S2-0-4a, S2-0-5b	180 min
Bloc B	La vitesse vectorielle et l'accélération	S2-3-02, S2-3-03, S2-0-3a, S2-0-4a, S2-0-5c	180 min
Bloc C	Volet historique du mouvement	S2-3-04, S2-0-8c, S2-0-8e, S2-0-9a	60 min
Bloc D	La 1 ^{re} loi du mouvement (loi d'inertie)	S2-3-05, S2-0-3a, S2-0-3b, S2-0-5c, S2-0-6a	180 min
Bloc E	La 2 ^e loi du mouvement de Newton	S2-3-06, S2-0-4a, S2-0-6a, S2-0-7a	180 min
Bloc F	La 3 ^e loi du mouvement de Newton	S2-3-07, S2-0-1b, S2-0-6c, S2-0-7b, S2-0-9c	120 min
Bloc G	La quantité de mouvement et l'impulsion	S2-3-08, S2-0-8a, S2-0-8d, S2-0-8g	180 min
Bloc H	La conservation de l'énergie	S2-3-09, S2-0-7f	60 min
Bloc I	Le mouvement et le frottement	S2-3-10, S2-0-2a, S2-0-2c, S2-0-8g	180 min
Bloc J	La distance de freinage	S2-3-11, S2-3-12, S2-0-1a, S2-0-3c, S2-0-5a	180 min
Bloc K	La sécurité routière	S2-3-13, S2-0-4e, S2-0-7c, S2-0-7d, S2-0-7e	240 min
	<i>Récapitulation du regroupement et objectivation</i>		60 à 90 min
	Nombre d'heures suggéré pour ce regroupement		30 à 30,5 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).

[R] indique une ressource recommandée

LIVRES

Le cahier d'exercices d'aujourd'hui, de Charles D. Torreiro, Éd. Sciences et Culture (1993). ISBN 2-89092-140-9. DREF 629.283 T689e.

La cinématique, de Gérald Côté et Jean-Willie Larochelle, collection La physique et vous, Éd. Lidec (1986). ISBN 2760835138. DREF 531.112 C843p.

La construction automobile, de Deborah Fox, collection Le monde au travail, Éd. Hurtubise HMH (1998). ISBN 2-89428-313-X. DREF 629.23 F791c. [métiers]

[R] **En mouvement : guide d'apprentissage de l'élève**, de Don Metz, Société d'assurance publique du Manitoba et le ministère de l'Éducation et de la Jeunesse du Manitoba (2003).

Encyclopédie des jeunes : L'énergie et la matière, Éd. Larousse (1996). ISBN 2036524095. DREF 530 E56.

[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 507.12 E59. CMSM 93965. [stratégies de pédagogie différenciée]

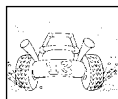
Force et mouvement : le principe fondamental de la dynamique, de Peter Lafferty et Marc de Haut, collection Passion des sciences, Éd. Gallimard (1993). ISBN 2-07-056856-3. DREF 531 L163f.

Le guide d'aujourd'hui : le guide pour le conducteur d'aujourd'hui, de Charles D. Torreiro, Éd. Sciences et Culture (1994). ISBN 2-89092-164-6. DREF 629.283 T689g.

Le guide pratique d'aujourd'hui, de Charles D. Torreiro, Éd. Propulsion international (1994). ISBN 2-89092-151-4. DREF 629.283 T689g.

Jeux de vélos, de Marie-Claude Dion et autres, Éd. Multi-Mondes (1998). ISBN 2-921146-57-6. DREF 372.35044 J58. [physique de la bicyclette]

Matière et énergie, de Jean Rosmorduc, collection La science et les hommes, Éd. La Farandole (1991). ISBN 2-209-06477-5. DREF 530 R821m. [RAS S2-3-04]



[R] **Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles**, de Gail de Souza et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-423-3. DREF 500 O55 10e. CMSM 91143. [accompagne le Guide d'enseignement]

Omnisciences 10 – Guide d'enseignement, de Jane Alexander et autres, collection Omnisciences, Ed. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-414-4. DREF 500 O55 10e. CMSM 91762

[R] **Omnisciences 10 – Manuel de l'élève**, de Eric Grace et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2000). ISBN 2-89461-413-6. DREF 500 O55 10e. CMSM 93856.

Physique 534 : mécanique – Cahier d'activités, de Sylvain Vachon, Éd. Guérin (1994). ISBN 2760134822. DREF 531 V119p.

Physique 534, module 3 : mécanique – Cahier d'apprentissage 2, de Camille Boisvert et Paul Boisvert, Éd. HRW (1992). ISBN 003927375X. DREF 531 B684p.

Protection des occupants d'un véhicule automobile, Bureau de l'éducation française (1983). DREF 363.125 P967.

Les sciences apprivoisées 7, Éd. Guérin (1990). ISBN 2-7601-2376-6. DREF 502.02 S416 07.

Les sciences apprivoisées 7 : guide pédagogique, Éd. Guérin (1990). ISBN 2-7601-2377-4. DREF 502.02 S416 07.

AUTRES IMPRIMÉS

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

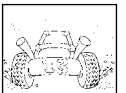
Bibliothèque de travail (BT), Publications de l'École moderne française, Mouans-Sartoux (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 10 fois par an; dossiers divers]

Bibliothèque de travail junior (BTj), 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]

Ceintures de sécurité. DREF CV.

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



Découvrir : la revue de la recherche, Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue bimestrielle de vulgarisation scientifique; recherches canadiennes]

Images doc, Bayard Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; documentaires divers avec activités]

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

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

Pour la science, Éd. Pour la science, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [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). DREF PÉRIODIQUE. [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]

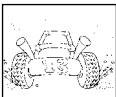
Sciences et avenir, La Revue Sciences et avenir, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles détaillés] www.sciences-et-avenir.com

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

MATÉRIEL DIVERS

Planche à surfaces diverses et blocs pour étudier le frottement. DREF M.-M. 531.4 P699. [S2-3-10]

Mécanique de Newton, Prod. Carolina Biological Supply. DREF M.-M. 531 M486. [RAS S2-3-07]



VIDÉOCASSETTES

Distances d'arrêt et ceintures de sécurité, Prod. Le groupe propulsion (1991). DREF JYWD / V4492. [18 min; RAS S2-3-11]

L'inertie – La masse, collection Eurêka, Prod. TVOntario (1980). DREF CDLF / V8334 + G, V8335 + G. Service de doublage VIDEO 530.07 E89 01. [10 min; RAS S2-3-05]

Parechoc : trousse pour contrer la conduite avec facultés affaiblies, Société d'assurance publique du Manitoba (2002). DREF 56587/V9048, 60086/V9049. [15 min + 1 cartable d'activités, de ressources et de statistiques]

Une question de conduite : Les lois de la physique, Prod. Le groupe propulsion (1990). DREF JYWC / V4493. [23 min; RAS S2-3-10]

Le transport, de Laurier Bonin, collection Omni science, Prod. Radio-Québec (1989). DREF JGNG / V8252 + G. [26 min; RAS S2-3-08 et 09]

La vitesse – L'accélération, collection Eurêka, Prod. TVOntario (1980). DREF CDLG / V8336 + G, V8337 + G. Service de doublage VIDEO 530.07 E89 02. [15 min; RAS S2-3-06]

DISQUES NUMÉRISÉS ET LOGICIELS

Evalutel Sciences physiques : Compléments mathématiques-physiques, de Charles Chahine et autres, Prod. Evalutel Multimédia (1997). ISBN 2912291038. DREF CD-ROM 510 E92.

Galilée : et pourtant elle tourne, de Guy Casaril, Prod. Arborescence (1995). DREF CD-ROM 520.92 G158.

La physique par l'expérience : simulations, Prod. Sciensoft (1998). DREF CD-ROM 530 S416.

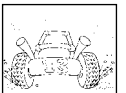
SITES WEB

Agence Science-Presses. <http://www.sciencepresse.qc.ca/> (juin 2004). [excellent répertoire des actualités scientifiques issues de nombreuses sources internationales; dossiers très informatifs]

[R] **L'assurance publique au Manitoba**. <http://www.mpi.mb.ca/francais/french.html> (juin 2004).

[R] **Automobile et sécurité**. <http://www.ccfa.fr/dossiers/securete.pdf> (juin 2004). [site du Comité des constructeurs français d'automobiles]

[R] **Des progrès pour la sécurité**. <http://www.ccfa.fr/dossiers/securete2.pdf> (juin 2004). [site du Comité des constructeurs français d'automobiles]



Franco-Science. <http://www.sciencepresse.qc.ca/franco-science/> (juin 2004). [répertoire des sciences en français géré par l'Agence Science-Presses]

[R] **Le grand dictionnaire terminologique.** http://w3.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index800_1.asp (juin 2004). [dictionnaire anglais-français de terminologie liée aux sciences et à la technologie; offert par l'Office de la langue française du Québec]

Intersciences. <http://membres.lycos.fr/ajdesor/> (juin 2004). [excellent répertoire de sites Web portant sur les sciences; un grand nombre de sites en français]

Les lois de Newton. <http://www.ac-nice.fr/physique/Newton/intro.htm> (juin 2004).

Les lois de Newton. <http://villemin.gerard.free.fr/Scienmod/NewtLois.htm> (juin 2004).

Le maglev. <http://membres.lycos.fr/maglev/> (juin 2004). [explication du train à lévitation magnétique]

Le Newtonium. <http://www3.sympatico.ca/fnabki/> (juin 2004). [lois de Newton : exemples, expériences, applications]

Pour la science. <http://www.pourlascience.com/> (juin 2004). [revue française qui traite des découvertes scientifiques]

Québec Science. <http://www.cybersciences.com/> (juin 2004). [revue canadienne qui traite de découvertes scientifiques]

Quiz sur la sécurité passive. <http://www.auto-innovations.com/site/quiz/qsecuritepassivec.html> (novembre 2004). [revue canadienne qui traite de découvertes scientifiques]

Radio-Canada : Science-technologie. <http://www.radio-canada.ca/url.asp?nouvelles/sante.asp> (juin 2004). [actualités, reportages]

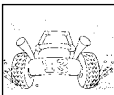
[R] **Sciences en ligne.** <http://www.sciences-en-ligne.com/> (juin 2004). [excellent magazine en ligne sur les actualités scientifiques; comprend un dictionnaire interactif pour les sciences, à l'intention du grand public]

Sciences et avenir quotidien. <http://sciences.nouvelobs.com/> (juin 2004). [revue française qui traite des actualités scientifiques]

Sécurité passive. <http://www.crash-test.org/techno/passive.htm> (novembre 2004).

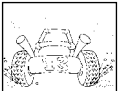
La sécurité passive. http://www.renault.com/fr/decouverte/securite_p3.htm (juin 2004). [dispositifs de sécurité pour les voitures]

Sécurité automobile. <http://www.cvma.ca/Enjeux/Securite.html> (juin 2004).



Troisième loi de Newton. <http://www-istp.gsfc.nasa.gov/stargaze/Fnewton3.htm> (juin 2004).

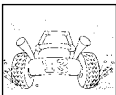
Un siècle d'automobile. <http://perso.wanadoo.fr/didier.desnouveaux/automobilestory.htm> (juin 2004).
[aperçu historique du développement de l'automobile]



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES

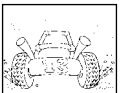
L'élève sera apte à :

- S2-3-01 analyser la relation qui existe entre le déplacement, le temps et la vitesse vectorielle pour un objet en mouvement uniforme,
entre autres les représentations visuelles, numériques, graphiques, symboliques ($\mathbf{v} = \Delta\mathbf{d}/\Delta t$);
RAG : C5, C8, D4, E3
- S2-3-02 recueillir des données sur un objet en accélération constante et construire un graphique illustrant la vitesse vectorielle en fonction du temps;
RAG : C5, C8, D4, E3
- S2-3-03 analyser la relation qui existe entre la vitesse vectorielle, le temps et l'accélération pour un objet en accélération constante,
entre autres les représentations visuelles, numériques, graphiques, symboliques ($\mathbf{a} = \Delta\mathbf{v}/\Delta t$);
RAG : C5, C8, D4, E3
- S2-3-04 retracer dans les grandes lignes le développement historique des concepts de force et de mouvement naturel,
entre autres l'apport d'Aristote, de Galilée, de la loi de l'inertie (la première loi de Newton);
RAG : A2, A4, B1
- S2-3-05 mener des expériences illustrant les effets de l'inertie dans les collisions impliquant un véhicule automobile,
entre autres la distance parcourue par un passager non attaché, est proportionnelle à la vitesse au carré ($d \propto v^2$);
RAG : C2, C6, C7, E3
- S2-3-06 décrire en termes qualitatifs la relation entre la masse, la force, le mouvement et l'accélération (la deuxième loi de Newton),
entre autres dans des situations où il y a absence de force ou présence d'une force constante;
RAG : D4, E3
- S2-3-07 étudier et décrire en termes qualitatifs la loi de l'action et de la réaction (la troisième loi de Newton),
par exemple lors de la propulsion d'un chariot à l'aide d'un ballon gonflé d'air, du lancement d'une fusée, d'une collision frontale;
RAG : C2, C6, C7, E3



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES (suite)

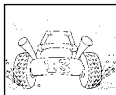
- S2-3-08 décrire la relation qualitative entre l'impulsion et le changement dans la quantité de mouvement, entre autres tenir compte de la taille et du type de véhicule, des dispositifs de sécurité tels que les pare-chocs, les ceintures, les coussins gonflables;
RAG : A5, B1, B2, D4
- S2-3-09 étudier la conservation de l'énergie dans une collision impliquant un véhicule automobile, entre autres l'énergie cinétique, thermique, sonore;
RAG : B2, D4, E4
- S2-3-10 étudier les variables qui influent sur le frottement lors du mouvement, entre autres les conditions météorologiques, différentes surfaces;
RAG : C2, C5, D4, E2
- S2-3-11 étudier des facteurs impliqués dans la distance de freinage, entre autres le temps de réaction, le frottement, l'état du conducteur, la vitesse;
RAG : C2, C3, C6, D4
- S2-3-12 calculer la distance de freinage d'un véhicule automobile en tenant compte de la relation entre le déplacement, la vitesse et le frottement ($d = kv^2$);
RAG : C2, C3, C5, C8
- S2-3-13 utiliser le processus de prise de décisions pour examiner un enjeu STSE lié à la sécurité routière, *par exemple des conditions routières défavorables; l'influence des narcotiques, tels que le taux d'alcoolémie sur le temps de réaction; la vitesse excessive.*
RAG : B3, C4, C5, C8



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX

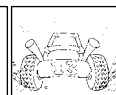
L'élève sera apte à :

	Étude scientifique	Prise de décisions
1. Initiation	<p>S2-0-1a proposer des questions à vérifier expérimentalement; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C2</p> <p>S2-0-1b 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>S2-0-1c relever des enjeux STSE à examiner; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p> <p>S2-0-1d amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des intervenants concernés; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p>
2. Recherche	<p>S2-0-2a 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 S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p> <p>S2-0-2b 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>S2-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, tout en employant une terminologie appropriée, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques selon un modèle reconnu; (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S2 (A) : C-1; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p>	<p>S2-0-2d passer en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à un enjeu STSE, par exemple les ententes politiques, les considérations économiques et écologiques concernant l'aggravation de l'effet de serre, les positions des groupes environnementaux et industriels sur les émissions produites par la consommation de combustibles fossiles; (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : B1, C4</p>
	<p>S2-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou des événements observés; (FL2 : CÉ1, CO1) RAG : C2</p> <p>S2-0-3b relever des relations mathématiques entre des variables, par exemple la relation entre la distance de freinage, la vitesse et le frottement; (Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, (A) : H-3) RAG : C2</p> <p>S2-0-3c planifier une expérience afin de répondre à une question scientifique 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>S2-0-3d résumer les données pertinentes et présenter 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>S2-0-3e 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; la durabilité; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : B5, C1, C3, C4</p> <p>S2-0-3f proposer et élaborer des options qui pourraient mener à une décision STSE; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : C4</p>
3. Planification		



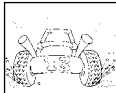
RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
4. Réalisation d'un plan	<p>S2-0-4a ☛ mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres le contrôle des variables, la répétition d'une expérience pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats; (Maths S2 (A) : H-1, H-2, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1) RAG : C1, C2</p> <p>S2-0-4b ☛ 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 de mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés; RAG : B3, B5, C1, C2</p> <p>S2-0-4c discuter des procédures de sécurité à suivre dans une situation donnée, <i>par exemple dans le cas d'un déversement d'acide ou de base en laboratoire, de l'utilisation de produits nettoyants;</i> RAG : C1, C2</p> <p>S2-0-4d ☛ interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques; RAG : C1, C2</p>	<p>S2-0-4e ☛ 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>S2-0-4f ☛ travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils se présentent; (FL2 : PO5) RAG : C2, C4, C7</p> <p>S2-0-4g ☛ 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>S2-0-5a sélectionner et employer des méthodes et des outils appropriés à l'échantillonnage ou à la collecte de données ou de renseignements; (FL2 : PÉ1, PÉ4, PO1, PO4; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; Maths S2 (PC) : H-3, (A) : H-1, J-1, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1) RAG : C2</p> <p>S2-0-5b ☛ estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI; (Maths S1 : 9.1; Maths S2 (A) : H-2, (C) : II-D-1) RAG : C2</p> <p>S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia; (FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A-1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2) RAG : C2, C5</p>	<p>S2-0-5d ☛ 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>



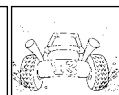
RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

	Étude scientifique	Prise de décisions
6. Analyse et interprétation	<p>S2-0-6a ● reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations; (FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, H-4, (A) : J-2, (C) : II-D-5, II-F-2; TI : 1.3.1, 3.3.1) RAG : C2, C5</p> <p>S2-0-6b relever des écarts entre les données et en suggérer des explications, entre autres les sources d'erreur; (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4) RAG : C2</p> <p>S2-0-6c évaluer le plan initial d'une expérience 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>S2-0-6d ● adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées; RAG : C3, C4, C5, C8</p>
7. Conclusion et application	<p>S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données; (FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-4, (A) : J-2, J-3, (C) : II-F-2) RAG : C2, C5, C8</p> <p>S2-0-7b relever de nouvelles questions et de nouveaux problèmes découlant d'une étude scientifique; RAG : C4, C8</p>	<p>S2-0-7c ● 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>S2-0-7d ● implanter une décision STSE et en évaluer les effets; (FL2 : PÉ1, PO1) RAG : B5, C4, C5, C8</p> <p>S2-0-7e ● 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>S2-0-7f ● 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>S2-0-8a ☛ distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits, les répercussions sociales et environnementales; RAG : A3</p> <p>S2-0-8b ☛ expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : A2, A3, C2, C3</p> <p>S2-0-8c ☛ 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>S2-0-8d ☛ décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques; RAG : A5</p> <p>S2-0-8e ☛ 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>S2-0-8f ☛ 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>S2-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société, l'économie 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>S2-0-9a ☛ 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>S2-0-9b ☛ s'intéresser à un large éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences et à la technologie; RAG : B4</p> <p>S2-0-9c ☛ 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>S2-0-9d ☛ 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>S2-0-9e ☛ 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>S2-0-9f ☛ manifester un engagement personnel et proactif relativement à 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

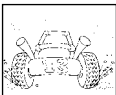
- A1. reconnaître à la fois les capacités et les limites des sciences comme moyen de répondre à des questions sur notre monde et d'expliquer des phénomènes naturels;
- A2. reconnaître que les connaissances scientifiques se fondent sur des données, des modèles et des explications, et évoluent à la lumière 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)

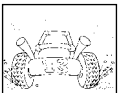
- C5. démontrer de la curiosité, du scepticisme, de la créativité, de l'ouverture d'esprit, de l'exactitude, de la précision, de l'honnêteté et de la persistance, et apprécier l'importance de ces qualités en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques;
- C6. utiliser des habiletés de communication 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 Le déplacement, le temps et la vitesse vectorielle

L'élève sera apte à :

S2-3-01 analyser la relation qui existe entre le déplacement, le temps et la vitesse vectorielle pour un objet en mouvement uniforme, entre autres les représentations visuelles, numériques, graphiques, symboliques ($v = \Delta d / \Delta t$);
RAG : C5, C8, D4, E3

S2-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou des événements observés;
(FL2 : CÉ1, CO1)
RAG : C2

Stratégies d'enseignement suggérées

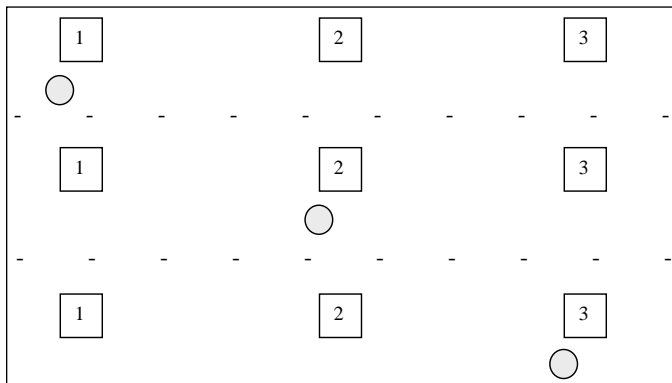
STRATÉGIE N° 1

En secondaire 2, l'étude du mouvement uniforme porte seulement sur le mouvement en ligne droite. Les élèves doivent être en mesure d'analyser les relations de façon visuelle, numérique (en mesurant et en faisant la collecte de données), graphique et symbolique (formule mathématique). Quoique le présent bloc d'enseignement n'exige pas une approche mathématique rigoureuse, beaucoup d'occasions se présenteront pour faire des rapprochements avec des concepts déjà couverts par les élèves dans le cours de mathématiques en secondaire 1 et de mathématiques appliquées en secondaire 2. Leurs connaissances pourraient toutefois être limitées en ce qui a trait aux interprétations graphiques et les équations qui en découlent devraient être déduites en fonction de la proportionnalité directe, inverse ou exponentielle observée.

En tête

❶

Montrer aux élèves les images suivantes et leur demander si elles représentent un mouvement quelconque de la balle.



Poser les questions suivantes aux élèves :

- L'illustration ci-contre peut-elle représenter une balle en mouvement? (oui)
- Si la balle est en mouvement, est-ce qu'elle se déplace à une vitesse constante? Est-ce qu'elle accélère? Est-ce qu'elle ralentit? (Elle se déplace à une vitesse constante.)

Ensuite, inviter les élèves à compléter en petits groupes la phrase suivante : *Nous savons que la balle est en mouvement parce que . . .*

Inviter les élèves à démontrer (physiquement) la vitesse à laquelle ils croient que la balle se déplace. (Impossible à déterminer puisqu'on ne connaît pas les intervalles de temps.)

OU

Inviter les élèves à compléter les activités aux pages 4 à 6 du document *En mouvement*.

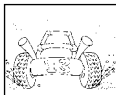
En quête


❶


A) Amener les élèves à prendre connaissance des termes *position*, *déplacement*, *instant* et *intervalle de temps* (voir *En mouvement*, p. 7-10). La **position** à la fin de chaque intervalle de temps correspond à la distance et à la direction parcourue par le corps en fonction de l'origine. Le **déplacement** signifie le changement ou la variation dans la position du corps.

Toute quantité qui comprend une grandeur et une direction est une valeur vectorielle. Les valeurs vectorielles sont transcrites en gras dans le présent document.

B) Proposer aux élèves de mener une expérience illustrant un mouvement uniforme (voir l'annexe 1). Des renseignements pour l'enseignant figurent à l'annexe 2.



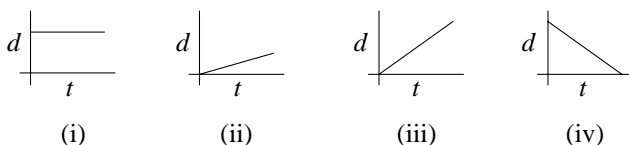
S2-0-3b  relever des relations mathématiques entre des variables, par exemple la relation entre la distance de freinage, la vitesse et le frottement; (Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, (A) : H-3 RAG : C2; C4

S2-0-4a  mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres le contrôle des variables, la répétition d'une expérience pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats; (Maths S2 (A) : H-1, H-2, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1) RAG : C1, C2



S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia. (FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A-1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2) RAG : C2, C5

Inviter les élèves à formuler une hypothèse visant à démontrer une conception visuelle d'un mouvement uniforme. Inviter les élèves à noter leur hypothèse dans leur carnet scientifique. S'assurer qu'ils ont accompli cette étape avant de procéder aux manipulations. Conserver les résultats de l'expérience pour le bloc B.


Le **mouvement uniforme** est un mouvement dans lequel un objet se déplace à vitesse constante, en ligne droite. Voici une série de graphiques qui démontrent des exemples de mouvement uniforme.



- i) l'objet est immobile (aucun mouvement);
- ii) l'objet voyage à une vitesse constante;
- iii) l'objet voyage à une vitesse constante plus élevée que dans l'exemple précédent;
- iv) l'objet voyage à une vitesse constante, mais en direction opposée.







C) Inviter les élèves à faire la résolution de problèmes au sujet du déplacement, du temps et de la vitesse vectorielle pour un corps en mouvement uniforme ( voir l'annexe 3 ou *En mouvement*, p. 12-15). Le corrigé de l'annexe 3 figure à  l'annexe 4. Indiquer aux élèves que la formule pour la vitesse vectorielle est $v = \Delta d / \Delta t$. Corriger ces problèmes en classe pour s'assurer que les élèves saisissent bien les concepts.

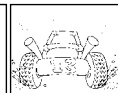
En fin

 Utiliser une sonde de mouvement reliée à un ordinateur ou à une calculatrice graphique et demander aux élèves de bouger de manière à générer une variété de graphiques correspondant aux mouvements illustrés à la page suivante.

suite à la page 3.20

Stratégies d'évaluation suggérées

-  **1** Ramasser les carnets scientifiques des élèves afin de mesurer l'habileté de ces derniers à formuler des hypothèses, à relever des relations mathématiques entre des variables et à tenir compte des facteurs qui assurent la validité des résultats.
-  **2** Ramasser les tableaux et les graphiques afin d'évaluer l'habileté des élèves à enregistrer, à organiser et à présenter des données dans un format approprié. Utiliser la grille d'évaluation de  l'annexe 5 pour évaluer les graphiques.
-  **3** Inviter les élèves à compléter un test semblable à celui de  l'annexe 3.
-  **4** Inviter les élèves à compléter un cadre de concept afin de définir les concepts de *déplacement* et de *vitesse vectorielle* (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.23-11.25).



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

Bloc A

Le déplacement, le temps et la vitesse vectorielle

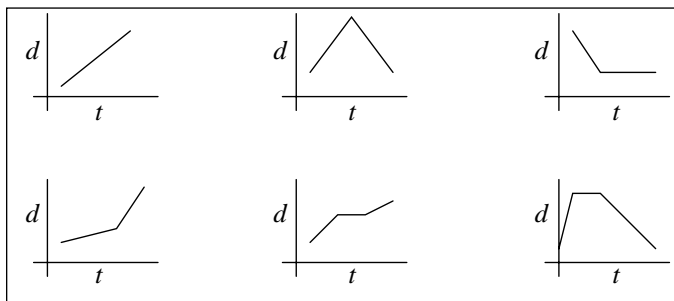
L'élève sera apte à :

S2-3-01 analyser la relation qui existe entre le déplacement, le temps et la vitesse vectorielle pour un objet en mouvement uniforme, entre autres les représentations visuelles, numériques, graphiques, symboliques ($v = \Delta \vec{d} / \Delta t$);
RAG : C5, C8, D4, E3

S2-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou des événements observés;
(FL2 : CÉ1, CO1)
RAG : C2

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.19)

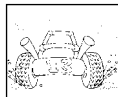
Cette activité est excellente pour développer une compréhension conceptuelle du mouvement, puisque les élèves produisent des graphiques en temps réel. Encourager les élèves à décrire leur mouvement en termes de position et de vitesse.



OU

2

Inviter les élèves à raconter une « histoire de mouvement » dans leur carnet scientifique. À titre d'exemple, décrire le mouvement d'une voiture tout en incluant des données fictives (*représentation numérique*) accompagnées d'une *représentation graphique*. Comme variante, les élèves racontent une histoire de mouvement qui se prête au monde réel, à partir de graphiques de position en fonction du temps tels qu'illustrés ci-dessus. Ils peuvent ensuite s'échanger les histoires aux fins de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.23).

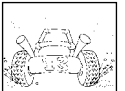


S2-0-3b ● relever des relations mathématiques entre des variables,
par exemple la relation entre la distance de freinage, la vitesse et le frottement;
(Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, (A) : H-3
RAG : C2; C4

S2-0-4a ● mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres le contrôle des variables, la répétition d'une expérience pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats;
(Maths S2 (A) : H-1, H-2, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1)
RAG : C1, C2

S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia.
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A-1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; 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 vitesse vectorielle et l'accélération

L'élève sera apte à :

S2-3-02 recueillir des données sur un objet en accélération constante et construire un graphique illustrant la vitesse vectorielle en fonction du temps;
RAG : C5, C8, D4, E3

S2-3-03 analyser la relation qui existe entre la vitesse vectorielle, le temps et l'accélération pour un objet en accélération constante, entre autres les représentations visuelles, numériques, graphiques, symboliques ($\mathbf{a} = \Delta\mathbf{v}/\Delta t$);
RAG : C5, C8, D4, E3

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶ Inviter les élèves à faire une représentation visuelle d'un objet qui accélère ou qui ralentit. Discuter de la question suivante avec les élèves :

- Est-ce que la représentation sera pareille à celle d'un objet qui se déplace à vitesse constante? S'il y a une différence, quelle sera-t-elle? (À mesure qu'un objet accélère, la distance entre chaque image augmente. Si l'objet ralentit, la distance entre chaque image diminue.)

OU

Inviter les élèves à réaliser l'expérience à la page 11 du document *En mouvement*.

En quête

❶ A) Inviter les élèves à consulter les données recueillies lors de l'expérience du bloc A. Pour chaque intervalle de temps, les élèves doivent noter la position de l'objet ainsi que son déplacement durant cet intervalle de temps. La vitesse vectorielle moyenne de l'objet peut ensuite être calculée pour chaque intervalle de temps.

Inviter les élèves à remplir un tableau tel que celui qui suit et à tracer un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps à partir des données du tableau.

Intervalle (s)	Position (m)	Déplacement Δd (m)	Vitesse vectorielle = $\Delta d/\Delta t$ (m/s)

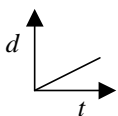
B) Proposer aux élèves de mener une expérience afin d'étudier l'accélération constante (voir l'annexe 6, *En mouvement*, p. 18-20 ou *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 360 et 361). Inviter les élèves à noter leur hypothèse dans leur carnet scientifique. S'assurer que les élèves ont complété cette étape avant de procéder aux manipulations. Des renseignements pour l'enseignant figurent à l'annexe 7.

C) Inviter les élèves à résoudre des problèmes sur les corps en mouvement accéléré (voir l'annexe 8 ou *En mouvement*, p. 21). Le corrigé de l'annexe 8 figure à l'annexe 9. Revoir ces problèmes en classe pour s'assurer que les élèves saisissent bien les concepts.

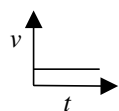
En fin

❶ Inviter les élèves à préparer un lexique de nouveaux mots de façon à pouvoir s'y référer à volonté. Encourager les élèves à employer le procédé tripartite (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.9 et 10.10, et 10.22).

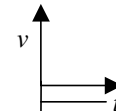
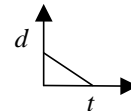
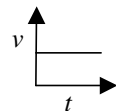
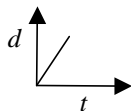
S'assurer que les élèves ne confondent pas un graphique de la position en fonction du temps avec un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps. Les exemples suivants démontrent divers graphiques pour un mouvement uniforme.



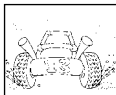
(i) vitesse constante



(ii) vitesse constante (plus grande)



(iii) vitesse constante (sens inverse)



S2-0-3a **C** énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou des événements observés;
(FL2 : CÉ1, CO1)
RAG : C2

S2-0-4a **C** mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres le contrôle des variables, la répétition d'une expérience pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats;
(Maths S2 (A) : H-1, H-2, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1)
RAG : C1, C2


S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia.
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A-1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

Stratégies d'évaluation suggérées


❶

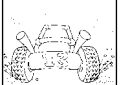
Ramasser les carnets scientifiques des élèves afin de mesurer habileté de ces derniers à formuler des hypothèses et à tenir compte des facteurs qui assurent la validité des résultats.

❷

Ramasser les tableaux et les graphiques afin d'évaluer l'habileté des élèves à enregistrer, à organiser et à présenter des données dans un format approprié. Utiliser la grille d'évaluation de  l'annexe 5 pour évaluer les graphiques.

❸

Inviter les élèves à compléter un test semblable à celui de  l'annexe 8.




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

Bloc C **Volet historique** **du mouvement**

L'élève sera apte à :

S2-3-04 retracer dans les grandes lignes le développement historique des concepts de force et de mouvement naturel, entre autres l'apport d'Aristote, de Galilée, de la loi de l'inertie (la première loi de Newton);
RAG : A2, A4, B1

S2-0-8c  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 remplir les deux premières parties d'un cadre SVA (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 9.8-9.11 et p. 9.23). Les questions qui suivent peuvent servir de guide :

- *Que savez-vous au sujet de Newton et de la pomme?*
- *Que savez-vous au sujet de Galilée et de la tour de Pise?*

Les élèves devraient avoir certaines connaissances des travaux d'Aristote, de Galilée et de Newton, traités en 5^e année et en S1. Ils ont probablement entendu parler de l'histoire de la pomme et de Newton ou celle de l'expérience de Galilée, du haut de la tour de Pise.


Être attentif aux conceptions erronées que pourraient avoir les élèves, telles que celle d'un objet lourd qui tombe plus vite qu'un corps léger.


OU

Inviter les élèves à compléter les activités de  l'annexe 10 pour susciter une réflexion au sujet du mouvement. Des renseignements pour l'enseignant figurent à  l'annexe 11.

En quête

❶

A) Présenter aux élèves les théories d'Aristote et de Galilée au sujet du mouvement, ainsi que la première loi de Newton ( voir l'annexe 12 ou *En mouvement*, p. 23, 24 et 26). Discuter de la façon dont les philosophes de l'Antiquité grecque développaient des théories et comparer cette méthode avec celles de Galilée et de Newton.

B) Reproduire le modèle de Galilée ( voir l'annexe 12) avec une piste et des voitures miniatures de type « Hot Wheels^{MD} » ou une bille, et procéder à la démarche suivante. Commencer avec le même angle pour les deux rampes et laisser rouler la voiture ou la bille d'un côté à l'autre. Mesurer la hauteur (verticale) h de laquelle est relâché le corps, puis la hauteur h' à laquelle le corps s'élève de l'autre côté. Poser la question suivante aux élèves :

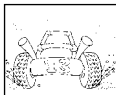
- *Comment se comparent ces hauteurs? (Le corps devrait s'élever à tout près de la même hauteur sur la deuxième rampe que la hauteur de laquelle il a été relâché sur la première.)*

Inviter les élèves à mesurer la distance parcourue en descendant la première rampe, puis la distance parcourue en montant la deuxième rampe. Leur poser les questions suivantes :

- *Comment ces distances se comparent-elles? (Les distances devraient avoir environ la même valeur.)*
- *Qu'est-ce qui pourrait expliquer le fait que les valeurs ne soient pas identiques? (La friction va ralentir la voiture, donc elle n'atteint pas exactement le même point sur la deuxième rampe.)*

Graduellement diminuer l'angle de la deuxième rampe jusqu'à la valeur zéro et faire, à chaque fois, les essais avec la voiture ou la bille. Donner la chance aux élèves de relater ce qu'il se passe pour qu'ils arrivent à des conclusions relatives à la hauteur atteinte ou à la distance parcourue. Leur poser les questions suivantes :

- *À mesure que l'angle diminue, qu'advient-il de la distance parcourue par le corps le long de la rampe ascendante? Expliquez vos observations. (La distance devrait augmenter car la valeur de la force qui arrête le corps diminue.)*



S2-0-8e ● 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

S2-0-9a ● 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 fois que l'angle d'inclinaison est réduit à zéro, quelle distance devrait parcourir le corps, abstraction faite du frottement? (Une fois que l'angle d'inclinaison est réduit à zéro, le corps devrait continuer à se déplacer à vitesse constante, sans accélérer ou ralentir, pour une distance infinie.)*

OU

Inviter les élèves à compléter l'activité à la page 25 du document *En mouvement*.

En fin

❶ Inviter les élèves à compléter le tableau SVA qu'ils ont reçu dans la section « En tête » et à y apporter des corrections s'il y a lieu.

OU

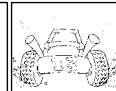
❷ Repasser avec les élèves les explications des activités de l'annexe 10, en y apportant des corrections s'il y a lieu.

Stratégies d'évaluation suggérées

❶ Inviter les élèves à ordonner les grands jalons du développement historique des concepts de force et de mouvement naturel en précisant de quelle façon chaque jalon a fait progresser ces concepts.

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

- *Imagine un endroit dans l'espace loin de toute force gravitationnelle et où il n'y a pas de friction. Suppose qu'un astronaute lance un objet. Qu'arrivera-t-il à cet objet ?*
- *Explique la première loi de Newton dans tes propres mots.*



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

Bloc D

La 1^{re} loi du mouvement (loi de l'inertie)

L'élève sera apte à :

S2-3-05 mener des expériences illustrant les effets de l'inertie dans les collisions impliquant un véhicule automobile, entre autres la distance parcourue par un passager non attaché, est proportionnelle à la vitesse au carré ($d \propto v^2$);
RAG : C2, C6, C7, E3

S2-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou des événements observés;
(FL2 : CÉ1, CO1)
RAG : C2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

1

Discuter avec les élèves de leurs expériences en ce qui a trait à l'inertie dans le contexte des collisions d'automobile. Leur poser les questions suivantes :

- *Qu'est-ce qu'il arrive à un passager non attaché lors d'une collision de véhicule? (Le passager est projeté.)*
- *Quels seraient des facteurs qui influenceraient la façon qu'un passager non attaché est éjecté d'un véhicule? (La vitesse de la collision, l'endroit où le véhicule se fait frapper.)*

En 5^e année, les élèves ont abordé les forces, équilibrées ou non, ainsi que les lois du mouvement de Newton. De plus, ils ont certainement des expériences personnelles avec l'inertie dans le cas de l'accélération ou la décélération d'automobiles, d'avions, d'autobus, de bicyclettes, de planches à roulettes, etc.

En quête

1

A) Proposer aux élèves de mener une expérience qui permettrait d'établir la relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule, lors d'une collision quelconque (voir l'annexe 13 ou *En mouvement*, p. 27-32). Des renseignements pour l'enseignant figurent à l'annexe 14.

Pour réaliser l'expérience du passager non attaché, il est nécessaire de régler la vitesse d'une voiture miniature sur un plan incliné. Les élèves peuvent faire ce calibrage eux-mêmes, ou l'enseignant peut le faire avant la classe (voir *En mouvement*, p. 27-30 ou l'annexe 14).

Amener les élèves à discuter des variables à contrôler et de leur hypothèse puis les inviter à noter ces informations dans leur carnet scientifique. S'assurer que les élèves complètent cette étape avant de commencer l'expérience.

La **1^{re} loi du mouvement** s'applique à tous les corps en mouvement ainsi qu'à ceux qui ne bougent pas. Les véhicules motorisés sont des corps en mouvement qui obéissent toujours à la loi de Newton. D'après la 1^{re} loi, une voiture en mouvement va demeurer en mouvement, maintenir la même vitesse et la même direction, à moins qu'une force non équilibrée agisse sur le véhicule. Quand ce dernier est soudainement immobilisé lors d'une collision, tout passager non attaché dans la voiture va continuer à se déplacer, à la même vitesse et dans la même direction qu'auparavant, jusqu'à ce qu'il subisse une force. Cette force représente la seconde collision. Quoiqu'on dise qu'un passager a été éjecté ou projeté du véhicule, il continuait vraiment à se déplacer avec la même inertie jusqu'au moment où une force a agi sur lui et a mis fin à son déplacement.

En fin

1

Inviter les élèves à débattre d'un des énoncés suivants :

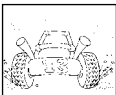
- *Il vaut mieux être projeté hors d'un véhicule, loin de la collision, que de rester attaché à l'intérieur du véhicule.*
- *Il devrait y avoir des ceintures de sécurité dans les autobus scolaires.*

En plus

1

Encourager une réflexion sur les éléments soulevés lors de la discussion de la section « En fin ». Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- *Quels points surprenants ont été soulevés durant le débat?*
- *Quelle est votre opinion suite aux arguments qui sont ressortis lors du débat?*




S2-0-3b **C** relever des relations mathématiques entre des variables,
par exemple la relation entre la distance de freinage, la vitesse et le frottement;
(Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, (A) : H-3
RAG : C2

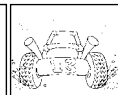
S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A-1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

S2-0-6a **C** reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations.
(FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, H-4, (A) : J-2, (C) : II-D-5, II-F-2; TI : 1.3.1, 3.3.1)
RAG : C2, C5

Stratégies d'évaluation suggérées

- ❶ Ramasser les carnets scientifiques des élèves afin d'évaluer l'habileté de ces derniers à formuler des hypothèses, à reconnaître des tendances dans les données et à relever des relations mathématiques entre les variables.
- ❷ Ramasser les tableaux et les graphiques afin d'évaluer l'habileté des élèves à enregistrer, à organiser et à présenter des données dans un format approprié. Utiliser la grille d'évaluation de  l'annexe 5 pour évaluer les graphiques.
- ❸ Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :
 - *Un passager est debout dans un autobus. L'autobus démarre soudainement. Qu'arrivera-t-il au passager? Justifie ta réponse à l'aide de la première loi de Newton.* (Le passager tombera vers l'arrière de l'autobus. Une force s'exerce sur l'autobus pour le faire démarrer, mais aucune force n'agit sur le passager. Il demeurera donc immobile, mais puisque l'autobus avance, il se sentira poussé vers l'arrière.)
 - *Explique pourquoi un camion lourd (camion à grain, par exemple) a souvent un mur rigide derrière la cabine du chauffeur.* (Les camions lourds ont souvent un mur rigide derrière la cabine du chauffeur afin d'empêcher la charge à l'arrière du camion d'être projetée dans la cabine. Si le chauffeur freine, la force de freinage s'exerce sur le camion mais non sur la charge transportée à l'arrière du camion.

suite à la page 3.29



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

Bloc D

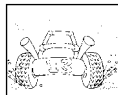
La 1^{re} loi du mouvement (loi de l'inertie)

L'élève sera apte à :

S2-3-05 mener des expériences illustrant les effets de l'inertie dans les collisions impliquant un véhicule automobile, entre autres la distance parcourue par un passager non attaché, est proportionnelle à la vitesse au carré ($d \propto v^2$);
RAG : C2, C6, C7, E3

S2-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou des événements observés;
(FL2 : CÉ1, CO1)
RAG : C2

Stratégies d'enseignement suggérées



S2-0-3b **C** relever des relations mathématiques entre des variables,
par exemple la relation entre la distance de freinage, la vitesse et le frottement;
(Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, (A) : H-3
RAG : C2

S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A-1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

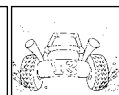
S2-0-6a **C** reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations.
(FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, H-4, (A) : J-2, (C) : II-D-5, II-F-2; TI : 1.3.1, 3.3.1)
RAG : C2, C5

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 3.27)

Cette charge demeure donc en mouvement et pourrait blesser le chauffeur s'il n'y avait pas de mur rigide pour arrêter son déplacement.)

- *Pourquoi les voitures ont-elles des appuie-tête? (Si une voiture subit une percussion de l'arrière, une force s'exerce sur elle et la fait avancer. Cependant, les passagers ont tendance à demeurer au même endroit car aucune force ne s'exerce sur eux. Comme la voiture avance, ils pourraient subir un coup de fouet en l'absence de l'appuie-tête.)*
- *Comment une ceinture de sécurité vous protège-t-elle lors d'une collision? (Lors d'une collision, une force s'exerce sur la voiture, mais non sur les passagers. Ces derniers demeurent donc en mouvement et risqueraient d'être projetés si la ceinture de sécurité ne les tenait pas en place.)*
- *Un passager non retenu est projeté de 5 m lors d'une collision. Quelle serait la distance de projection du passager si :*
 - a) *... la voiture allait 2 fois plus vite? (La distance de projection sera de 20 m. La distance de projection est proportionnelle au carré de la vitesse, donc si la vitesse double, la distance sera 4 fois plus grande.)*
 - b) *... la voiture allait 3 fois plus vite? (La distance de projection sera de 45 m. La distance de projection est proportionnelle au carré de la vitesse, donc si la vitesse triple, la distance sera 9 fois plus grande.)*

Justifiez vos réponses.



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

Bloc E

La 2^e loi du mouvement de Newton

L'élève sera apte à :

S2-3-06 décrire en termes qualitatifs la relation entre la masse, la force, le mouvement et l'accélération (la deuxième loi de Newton), entre autres dans des situations où il y a absence de force ou présence d'une force constante;
RAG : D4, E3

S2-0-4a **C** mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres le contrôle des variables, la répétition d'une expérience pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats;
(Maths S2 (A) : H-1, H-2, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1)
RAG : C1, C2

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶
Fixer un dynamomètre à un élastique. Fixer l'autre bout de l'élastique à un chariot. Inviter un élève à tirer le dynamomètre de façon à faire avancer le chariot. Indiquer à l'élève que la force sur le dynamomètre doit rester constante. Inviter les autres élèves à décrire ce qu'il arrive à la vitesse du chariot. Discuter avec la classe des questions suivantes :

En 5^e année les élèves ont abordé les forces, équilibrées ou non, ainsi que les lois du mouvement de Newton.

- Selon vos observations, qu'est-ce qu'il arrive à la vitesse d'un objet lorsqu'on y applique une force constante? (Quand on applique une force constante, l'objet devrait accélérer, donc la vitesse va augmenter.)
- Faudrait-il appliquer une force différente si la masse de l'objet était plus grande? (Si la masse de l'objet était plus grande, il faudrait appliquer plus de force.)

En quête

❶
A) Proposer aux élèves de mener des expériences afin d'analyser la relation entre la force, la masse et le mouvement (voir l'annexe 15, l'annexe 16 ou *En mouvement*, p. 34-36). Inviter les élèves à noter une hypothèse dans leur carnet scientifique ainsi qu'une description des variables qui devraient être contrôlées afin d'assurer la validité de l'expérience. S'assurer que les élèves ont complété cette étape avant de procéder aux manipulations.

La 2^e loi de Newton stipule que $F = ma$, c'est-à-dire que la force est égale au produit de la masse multipliée par l'accélération. Il n'est pas nécessaire de dériver cette relation expérimentalement ou de l'utiliser dans la résolution de problèmes. Toutefois, pour examiner les collisions d'automobiles, les élèves doivent se familiariser avec les principes fondamentaux de la loi. Ces principes incluent :

1. L'accélération est proportionnelle à la force. Avec l'application d'une plus grande force (positive ou négative), il y aura une plus grande accélération (positive ou négative).
2. La force est proportionnelle à la masse. Les corps les plus lourds nécessitent une plus grande force pour accélérer (changer de vitesse).

B) Inviter les élèves à compléter un cycle de mots (voir l'annexe 17).

OU

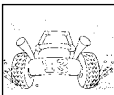
Inviter les élèves à répondre aux questions au haut de la page 38 du document *En mouvement*.

En fin

❶
Inviter les élèves à décrire dans leur carnet scientifique la 2^e loi de Newton dans leurs propres mots.

OU

❷
Inviter les élèves à rédiger un rapport pour le scénario d'un accident (voir *En mouvement*, p. 38).

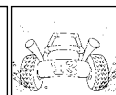


S2-0-6a **C** reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations;
(FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, H-4, (A) : J-2, (C) : II-D-5, II-F-2; TI : 1.3.1, 3.3.1)
RAG : C2, C5

S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.
(FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-4, (A) : J-2, J-3, (C) : II-F-2)
RAG : C2, C5, C8

Stratégies d'évaluation suggérées

- ❶
Ramasser les carnets scientifiques des élèves afin d'évaluer l'habileté de ces derniers à tenir compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, à reconnaître des régularités et des tendances dans les données, et à tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.
- ❷
Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes :
 - *Explique pourquoi une personne qui a une jambe dans le plâtre est plus fatiguée à la fin de sa journée. (Le plâtre ajoute de la masse à la jambe. La personne doit donc appliquer plus de force afin de bouger cette jambe et finit par se fatiguer.)*
 - *Suggère une raison pour laquelle les grosses voitures, telles que les fourgonnettes et les utilitaires sport, ont habituellement un plus gros moteur, accompagné d'une plus grande consommation d'essence, que les voitures compactes et sous-compactes. (Les grosses voitures ont une masse plus élevée, donc nécessitent une force plus grande pour les faire accélérer. Il leur faut donc un plus gros moteur.)*
 - *Dans quelle situation le risque de blessures sérieuses pourrait-il se présenter : une voiture frappe un gros arbre ou une voiture frappe une clôture de bois. (Lorsqu'une voiture frappe un gros arbre. L'arbre a une plus grande masse qu'une clôture, donc applique davantage de force à la voiture.)*
 - *Pourquoi de petites gazelles, avec leur fuite en zigzag, réussissent-elles souvent à échapper à des prédateurs plus grands et plus rapides? (Les prédateurs ont une masse plus élevée et voyagent à une vitesse plus grande. Ils doivent donc appliquer beaucoup plus de force pour changer de direction aussi rapidement que le font les gazelles, qui ont moins de masse et courent moins rapidement. Les prédateurs n'ont pas assez de force pour changer de direction aussi rapidement, donc les gazelles leur échappent souvent.)*



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

Bloc F La 3^e loi du mouvement de Newton

L'élève sera apte à :

S2-3-07 étudier et décrire en termes qualitatifs la loi de l'action et de la réaction (la troisième loi de Newton), par exemple lors de la propulsion d'un chariot à l'aide d'un ballon gonflé d'air, du lancement d'une fusée, d'une collision frontale;
RAG : C2, C6, C7, E3

S2-0-1b 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

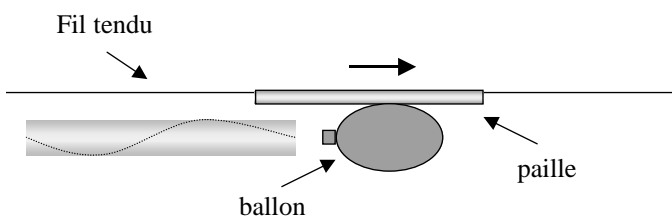
En tête

❶

A) Inviter deux élèves à se placer sur des planches à roulettes, face à face, et à se repousser brusquement.

B) Coller un ballon à une paille ou à des anneaux, pouvant glisser le long d'un fil horizontal une fois relâché.

En 5^e année, les élèves ont abordé les forces, équilibrées ou non, ainsi que les lois du mouvement de Newton. Des termes tels que gravité, poussée, traînée, portance et l'usage de forces non équilibrées dans le pilotage d'aéronefs et d'astronefs ont été traités en 6^e année.



Inviter les élèves à discuter des questions suivantes :

- *Qu'est-ce que vous avez observé lorsque les élèves sur des planches à roulettes se sont repoussés?*
- *Qu'arriverait-il dans la même situation si une des personnes avait une masse beaucoup plus élevée que l'autre?*
- *Qu'est-ce qu'il est arrivé au ballon quand on l'a libéré? Qu'est-ce qui a causé le mouvement du ballon quand on l'a libéré?*
- *Qu'est-ce qui a poussé l'air hors du ballon?*
- *Comparez la situation du ballon à celle des planches à roulettes.*

En quête

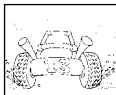
❶

A) Présenter aux élèves la 3^e loi du mouvement de Newton. Discuter avec eux d'exemples courants qui illustrent cette loi. En voici quelques-uns :

- Un athlète fait un saut en hauteur en appliquant une force au sol qui, à son tour, pousse l'athlète dans les airs.
- Une fusée est propulsée dans l'espace par la combustion des gaz. La fusée pousse ces gaz vers l'arrière et les gaz appliquent à la fusée une force de réaction qui la fait avancer.
- Une personne qui nage avance en appliquant une force à l'eau qui, à son tour, pousse la personne vers l'avant.
- Un livre qui repose sur une table applique une force vers le bas (causée par l'attraction gravitationnelle). La table, à son tour, applique une force égale et opposée vers le haut.

La **3^e loi du mouvement de Newton** est souvent appelée la loi de l'action et de la réaction. Elle stipule que pour chaque force appliquée par un corps à un autre, il y a une force égale et opposée appliquée par le deuxième corps au premier. Il est souvent mal compris que les forces travaillent en paires. On a habituellement l'impression qu'un grand véhicule applique une plus grande force lors d'une collision avec une petite voiture. Mais, la 3^e loi du mouvement de Newton indique que les deux véhicules subissent une force égale, même si le plus petit des deux reçoit le plus de dommages.

Inviter les élèves à répondre aux questions à la page 40 du document *En mouvement*. Revoir les réponses en classe pour s'assurer que les élèves saisissent bien les concepts.



S2-0-6c évaluer le plan initial d'une expérience 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

S2-0-7b relever de nouvelles questions et de nouveaux problèmes découlant d'une étude scientifique;
RAG : C4, C8


S2-0-9d 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

B) Proposer aux élèves un défi technologique qui illustre la 3^e loi du mouvement de Newton, par exemple :

- *Construisez une voiture propulsée par un ballon qui voyage une distance de 10 mètres. Tout, à l'exception des roues, des axes et des ballons doit être fabriqué.*
- *Construisez une voiture propulsée par un piège à souris qui atteint une vitesse d'au moins 0,5 m/s. Tout, à l'exception des roues, des axes et du piège à souris doit être fabriqué.*
- *Construisez une voiture propulsée par un ballon pouvant porter une masse de 100 g sur distance de 5 m. Tout, à l'exception des roues, des axes et des ballons doit être fabriqué.*

Si les élèves construisent des voitures propulsées par un ballon, s'assurer que tous les ballons sont de dimensions identiques.

Donner aux élèves environ une semaine pour se procurer le matériel dont ils auront besoin pour construire leur voiture. Indiquer aux élèves que c'est une occasion par excellence d'être originaux et créateurs.




 L'annexe 18 fournit un outil pour l'organisation et la présentation des étapes du projet de construction et de son évaluation ultérieure.

Les inviter à construire leur voiture en classe, à faire des essais avec un ballon puis à apporter toute modification à leur modèle si nécessaire. Encourager les élèves à décrire l'élaboration de leur plan, ainsi que toutes modifications qu'ils y apportent.

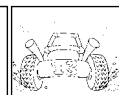
Mesurer la masse de chaque voiture avant de faire les essais. Concéder trois essais à chaque équipe. Noter la distance ou la vitesse parcourue par chaque voiture, selon le défi choisi.

suite à la page 3.34

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1 Utiliser la grille d'observation de  l'annexe 20 pour noter le progrès de chaque élève.
- 2 Ramasser les comptes rendus ( voir l'annexe 18) et les autoévaluations ( voir l'annexe 19) des élèves.
- 3 Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :
 - *Expliquez, à l'aide de la 3^e loi de Newton, ce qu'il se passerait si une personne débarquait d'un canot avant même de l'avoir attaché au quai. (En débarquant, la personne applique une force au canot, qui est poussé vers l'arrière. Le canot applique également une force à la personne, qui se déplace donc dans la direction opposée à celle du canot. Puisque le canot se déplace vers l'arrière en même temps que la personne est poussée vers l'avant, cette dernière risque de tomber à l'eau.)*
 - *Décrivez comment la marche est un exemple d'application de la 3^e loi de Newton. (Lorsque nous marchons, nos pieds appliquent une force vers l'arrière au sol. Le sol applique une force de réaction qui nous pousse vers l'avant.)*
 - *Déterminez les forces d'action et de réaction pour les situations suivantes :*
 - a) *Une balle de tennis entre en contact avec une raquette de tennis. (Action : la balle de tennis applique une force à la raquette. Réaction : la raquette pousse la balle dans la direction opposée.)*

suite à la page 3.35



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

Bloc F

La 3^e loi du mouvement de Newton

L'élève sera apte à :

S2-3-07 étudier et décrire en termes qualitatifs la loi de l'action et de la réaction (la troisième loi de Newton), par exemple lors de la propulsion d'un chariot à l'aide d'un ballon gonflé d'air, du lancement d'une fusée, d'une collision frontale;
RAG : C2, C6, C7, E3

S2-0-1b ● 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 (suite de la page 3.33)

- Expliquez, à l'aide de la 3^e loi de Newton, comment les voitures peuvent avancer.
- Pourquoi est-il important de considérer la masse du véhicule lors de cette activité?
- Quels modèles semblent avoir bien fonctionné? Suggérez des raisons.

En fin

❶

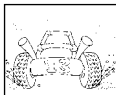
Inviter les élèves à compléter une autoévaluation de leur travail de groupe (✍ voir l'annexe 19).

OU

❷

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

- Décrivez les forces qui ont agi sur le ballon lors de l'activité de la section « En tête ».
- Comment la 3^e loi de Newton permet-elle d'expliquer ce qu'il arrive au ballon lors de l'activité de la section « En tête »?
- Décrivez les forces qui ont agi sur les élèves lors de l'activité sur les planches à roulettes.
- Comment la 3^e loi de Newton permet-elle d'expliquer ce qu'il arrive aux élèves lors de l'activité sur les planches à roulettes de la section « En tête »?



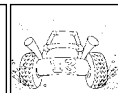
S2-0-6c évaluer le plan initial d'une expérience et proposer des améliorations,
par exemple relever les forces et les faiblesses des méthodes utilisées pour la collecte des données;
(FL1 : L3; FL2 : CÉ5, CO5, PÉ5, PO5)
RAG : C2, C5

S2-0-7b relever de nouvelles questions et de nouveaux problèmes découlant d'une étude scientifique;
RAG : C4, C8

S2-0-9d 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 3.33)

- b) *Un livre repose sur une table.* (Action : le livre applique une force vers le bas. Réaction : la table applique une poussée vers le haut sur le livre. Le livre n'est pas poussé vers le haut, car une autre force, la force gravitationnelle lui est appliquée par la Terre. Cette force est égale à la force de poussée de la table, donc le livre demeure au repos.)
- c) *Une patineuse pousse contre la bande de la patinoire.* (Action : la patineuse pousse contre la bande. Réaction : la bande pousse la patineuse dans la direction opposée.)
- *Une astronaute dans une station spatiale devrait-elle utiliser un crayon avec une mine dure ou un crayon avec une mine grasse? (L'astronaute devrait choisir une mine grasse qui absorberait mieux la force lorsqu'elle écrit. La mine dure appliquerait plus de force de réaction.)*



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

Bloc G

La quantité de mouvement et l'impulsion

L'élève sera apte à :

S2-3-08 décrire la relation qualitative entre l'impulsion et le changement dans la quantité de mouvement, entre autres tenir compte de la taille et du type de véhicule, des dispositifs de sécurité tels que les pare-chocs, les ceintures, les cousins gonflables;
RAG : A5, B1, B2, D4

S2-0-8a distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits, les répercussions sociales et environnementales;
RAG : A3

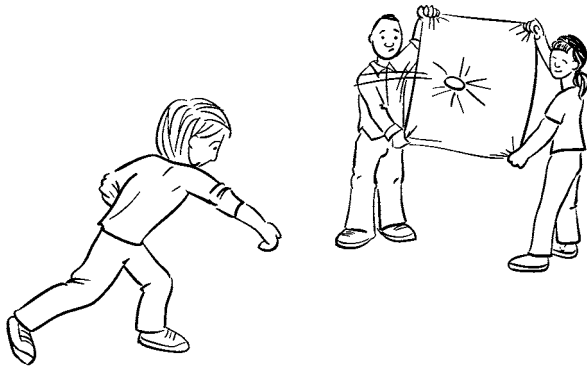
Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Lancer ou laisser tomber un œuf sur une surface dure. Il s'écrase et éclabousse sous l'impact d'une grande force (surface dure) appliquée sur une très courte période de temps. Se procurer un drap et le tenir en position verticale, à une distance raisonnable. Lancer l'œuf dans le drap avec une force comparable à celle du cas précédent pour constater que l'œuf ne casse pas. L'impulsion pour arrêter l'œuf est la même mais elle est absorbée par la couverture sur une plus grande période de temps. La force d'impact est considérablement amoindrie.



En quête

❶

A) Présenter aux élèves différents scénarios de collisions à l'aide de l'annexe 21. Inviter les élèves à prévoir ce qui devrait se produire en fait de dommages relatifs et de mouvement après la collision. Discuter du concept de la quantité de mouvement et de l'impulsion à l'aide de ces scénarios et de l'activité de la section « En tête ».

Inviter les élèves à lire p. 41-43 du document *En mouvement* et à répondre aux questions à la page 44. Revoir les réponses en classe pour s'assurer que les élèves saisissent bien les concepts.

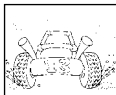
Si on avait le choix de se faire frapper par un pois ou par un bloc de ciment, on choisirait probablement le pois. Mais si le pois voyageait à une vitesse de 300 m/s, on changerait peut-être d'idée. La masse et la vitesse d'un corps vont influencer son effet lors d'une collision. Dans le domaine de la physique, cet effet potentiel d'un corps dû à sa vitesse et à sa masse se nomme la **quantité de mouvement**. La quantité de mouvement d'un corps est le produit de sa masse par la vitesse à laquelle il se déplace ($m \times v$).

Si on fait varier la vitesse d'un corps, on fait varier sa quantité de mouvement. Selon la 2^e loi du mouvement, on fait accélérer un corps en appliquant une force à ce dernier. Donc, on fait varier la quantité de mouvement d'un objet en appliquant une force à ce dernier. Newton a formulé sa 2^e loi du mouvement en fonction de la variation de vitesse :

$F = ma$ est équivalent à $F = m\Delta v / \Delta t$, puisque $a = \Delta v / \Delta t$. Si nous multiplions chaque côté de l'équation par Δt , nous obtenons $F\Delta t = m\Delta v$.

Une fois de plus, il n'est pas nécessaire d'en faire une application mathématique. Les principes de base à retenir sont les suivants :

- Le produit de la masse et de la vitesse est la quantité de mouvement. Un train de 100 000 kg se déplaçant à 5 m/s a une plus grande quantité de mouvement qu'une voiture miniature de 10 g se déplaçant à 5 m/s. Le train est donc plus difficile à arrêter.
- La variation de quantité de mouvement se nomme **l'impulsion** (impulsion = $F \Delta t$). Pour augmenter cette dernière, il faut augmenter la force qui s'applique ou la durée de temps pendant laquelle la force s'exerce. Par exemple, quand on botte un ballon, on applique une force pendant une période de temps. Pour le botter plus loin, une plus grande variation de vitesse (ou variation de la quantité de mouvement) est nécessaire. Pour y arriver, on peut augmenter la force en frappant avec plus de vigueur, c'est-à-dire augmenter sa force musculaire. On peut aussi appliquer la force plus longtemps en assurant un suivi du ballon.



S2-0-8d ● décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques;
RAG : A5

S2-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société, l'économie 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

B) Inviter les élèves à lire un article au sujet de technologies servant à protéger les occupants d'un véhicule lors d'un accident (voir l'annexe 22 ou *En mouvement*, p. 45-49). Le site Web de la Société d'assurance publique du Manitoba ainsi que celui du Comité des constructeurs français d'automobiles offrent aussi des informations sur la sécurité routière et sur d'autres sujets.

Discuter avec les élèves de la différence entre les sciences et la technologie (voir l'annexe 23) afin de les guider dans leur travail. Proposer aux élèves de remplir un cadre de prise de notes portant sur les dispositifs de sécurité (voir l'annexe 24).

C) À l'aide des questions suivantes, discuter avec les élèves des répercussions possibles de ces réalisations technologiques sur la société, l'économie et l'environnement :

- Selon vous, quels seraient des avantages liés au développement et à l'amélioration de dispositifs de sécurité pour la société? Pour l'économie? (Le développement et l'amélioration des dispositifs de sécurité ont grandement réduit les blessures graves lors de collisions. Moins de blessures est évidemment un avantage du point de vue social, mais aussi du point de vue économique. Par exemple, les frais d'hospitalisation pour le traitement des blessures et le coût des indemnités que doivent payer les compagnies d'assurance sont moindres, donc les primes d'assurances sont plus basses.)
- Pourrait-il y avoir des inconvénients liés à l'amélioration de dispositifs de sécurité? (Puisque les dispositifs de sécurité ont été beaucoup améliorés, les gens prennent plus de risques et roulent généralement plus vite sur les routes. Cela réduit le bénéfice associé à l'amélioration des dispositifs de sécurité.)

suite à la page 3.38

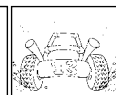
Stratégies d'évaluation suggérées

1

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

- *Décris l'avantage d'avoir des sacs gonflables dans une voiture. Sers-toi des concepts de la quantité de mouvement et de l'impulsion pour expliquer ta réponse.* (Les sacs gonflables absorbent l'impact du passager. Ils augmentent le temps que prend le passager à s'arrêter, ce qui réduit la force de collision, car la variation de quantité de mouvement [impulsion] ne change pas.)
- *Comment un joueur de football peut-il parvenir à arrêter un autre joueur ayant une masse plus élevée que la sienne lorsqu'ils entrent en collision?* (La quantité de mouvement est le produit de la masse avec la vitesse. Si le joueur a une petite masse, il peut quand même arrêter un joueur de masse plus élevée si sa vitesse est assez élevée.)
- *Pourquoi le suivi est-il important lorsqu'on frappe une balle de golf avec un bâton?* (L'impulsion que le joueur de golf donne à la balle dépend de deux facteurs : la force et le temps. Le suivi permet un contact plus prolongé avec la balle de golf, lui donnant ainsi une impulsion plus grande.)
- *Comment une cartouche de fusil pourrait-elle avoir la même quantité de mouvement qu'un gros camion?* (Une cartouche de fusil a une masse beaucoup plus petite qu'un gros camion. Cependant, si elle voyage à une vitesse assez élevée, sa quantité de mouvement peut égaler celle d'un camion qui voyage plus lentement.)

suite à la page 3.39




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

Bloc G

La quantité de mouvement et l'impulsion

L'élève sera apte à :

S2-3-08 décrire la relation qualitative entre l'impulsion et le changement dans la quantité de mouvement, entre autres tenir compte de la taille et du type de véhicule, des dispositifs de sécurité tels que les pare-chocs, les ceintures, les cousins gonflables;
RAG : A5, B1, B2, D4

S2-0-8a  distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits, les répercussions sociales et environnementales;
RAG : A3

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.37)

- *Comment les concepts scientifiques de quantité de mouvement et d'impulsion ont-ils aidé à développer les technologies de sécurité dans les véhicules? (Les concepts scientifiques d'impulsion et de quantité de mouvement permettent d'expliquer ce qu'il se passe au moment d'une collision. Vu que la variation de la quantité de mouvement dépend de la force et du temps, des technologies visant à augmenter le temps lors d'une impulsion permettent de réduire la force d'une collision.)*

En fin



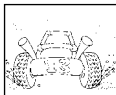
Proposer aux élèves un des défis suivants :

- Fabriquer un coussin d'atterrissage qui empêchera un œuf de casser lors d'une chute d'une certaine hauteur.
- Construire un emballage quelconque dont les dimensions sont inférieures à 1000 cm^3 et qui pourrait protéger un œuf en chute libre d'une certaine hauteur (voir *En mouvement*, p. 50).
- Construire un dispositif servant à restreindre un passager (œuf) lors d'une collision.

En plus



Inviter les élèves à rédiger un court texte qui raconte une journée de travail en tant que mannequin dans les tests de collisions. (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.23-13.28.)




S2-0-8d ● décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques;
RAG : A5

S2-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société, l'économie 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

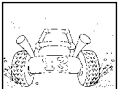
Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 3.37)

2

Ramasser les notes prises par les élèves au sujet des dispositifs de sécurité et les évaluer à l'aide de  l'annexe 25.

3

Demander aux élèves de rédiger un court texte sur les avantages et les inconvénients des dispositifs de sécurité.



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

Bloc H **La conservation de l'énergie**

L'élève sera apte à :

S2-3-09 étudier la conservation de l'énergie dans une collision impliquant un véhicule automobile, entre autres l'énergie cinétique, thermique, sonore; RAG : B2, D4, E4

S2-0-7f ● 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

Remplir à demi une bouteille en plastique ou en verre avec du sable. Insérer un thermomètre dans le sable et noter la température. Enlever le thermomètre, fermer la bouteille puis l'agiter vigoureusement.

Noter à nouveau la température du sable. Discuter des questions suivantes avec les élèves :

- *La température initiale du sable diffère-t-elle de sa température finale?* (La température du sable augmente.)
- *Pourquoi ces températures sont-elles différentes?* (La température augmente car les particules de sables se frottent les unes contre les autres et produisent de la chaleur.)
- *Décrivez la loi de la conservation de l'énergie et utilisez cette loi pour expliquer la variation de température.* (L'énergie ne peut être ni créée ni détruite mais est plutôt transformée d'une forme en une autre. L'énergie cinétique des grains de sable est transformée en énergie thermique à cause de la friction.)

En 6^e année, les élèves ont abordé la loi de la conservation de l'énergie qui stipule que l'énergie ne peut être ni créée ni détruite mais plutôt transformée d'une forme en une autre.

En quête

❶

A) Inviter les élèves à faire un remue-méninges dans le but d'énumérer le plus grand nombre de formes d'énergie.

Voici des exemples de formes d'énergie : solaire, éolienne, cinétique, électrique, mécanique, thermique, lumineuse et sonore.

Dans une collision impliquant un véhicule automobile, l'énergie est dissipée par son transfert en d'autres formes et à d'autres systèmes (route pavée, ailes renforcées, os fracturés). L'énergie cinétique (énergie du mouvement) de la voiture est transformée en énergie potentielle (énergie de position relative), en énergie thermique (énergie des molécules en mouvement) et en énergie sonore (débrayement du milieu). En même temps que l'énergie cinétique est réduite à zéro, les autres formes d'énergie prennent de l'ampleur.

Amener les élèves à comprendre que lors d'une collision impliquant un véhicule automobile, toute l'énergie cinétique du véhicule est transformée en d'autres formes d'énergie.

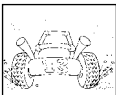
B) Inviter les élèves à répondre aux questions à la page 53 du document *En mouvement*.

En fin

❶

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

- *Qu'avez-vous appris au sujet de la conservation de l'énergie?*
- *Que saviez-vous déjà?*
- *Qu'aimeriez-vous apprendre davantage?*



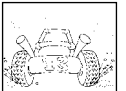
Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Inviter les élèves à décrire dans leur carnet scientifique des formes d'énergie qui sont impliquées dans une collision impliquant un véhicule automobile.

❷

Inviter les élèves à remplir un cadre sommaire de concept au sujet de la conservation de l'énergie dans une collision (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.23-11.25 et p. 11.37).




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

Bloc I **Le mouvement et le frottement**

L'élève sera apte à :

S2-3-10 étudier les variables qui influent sur le frottement lors du mouvement, entre autres les conditions météorologiques, différentes surfaces;
RAG : C2, C5, D4, E2

S2-0-2a  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 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

Proposer aux élèves le scénario suivant :

Un avis météorologique est en vigueur dans votre région car on prévoit une pluie verglaçante. Il n'est pas recommandé de voyager sur les grandes routes. Vous recevez un appel d'un membre de votre famille dont la voiture est en panne sur la route. Qu'allez-vous faire? Inviter les élèves à résoudre ce problème en tenant compte des effets des conditions météorologiques sur la circulation routière.

Les élèves ont abordé les effets du frottement en 5^e année.

OU

❷

Disposer le matériel suivant sur une table :

- rampes
- papier sablé
- divers tissus
- morceaux de tapis
- serviettes de papier
- papier aluminium
- papier ciré
- voiture
- chronomètres

Inviter les élèves à construire des rampes recouvertes de différentes surfaces, afin de déterminer quel type de surface va ralentir le plus leur voiture et quel type de surface va la ralentir le moins. Discuter des effets du frottement sur le mouvement de véhicules.

En quête

❶

A) Inviter les élèves à s'informer au sujet de variables qui influent sur le frottement lors du mouvement ou au sujet de technologies visant à réduire ou à augmenter le frottement :

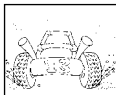
- les conditions de la route (glacée, mouillée, sèche, recouverte de neige, recouverte de gravier, recouverte de débris);
- le type de véhicule (voiture sous-compacte, utilitaire sport, camionnette);
- le type de pneus (d'hiver, cloutés, de course, 4 saisons);
- la réduction de la friction dans les sports (course, cyclisme, natation, patinage de vitesse, ski alpin, etc.).

Proposer aux élèves de présenter les résultats de leur recherche sous la forme d'une affiche publicitaire ayant comme but de sensibiliser les élèves au sujet de la sécurité sur les routes ou pour promouvoir la technologie qu'ils ont choisie. Encourager les élèves à consulter une variété de ressources et à inclure leurs références bibliographiques à l'arrière de l'affiche. Leur affiche devrait illustrer l'effet de leur condition ou de la technologie sélectionnée sur le frottement ainsi que son avantage ou ses dangers.

En fin

❶


Inviter les élèves à noter dans leur carnet scientifique des exemples de mouvement où le frottement est un avantage et des exemples où le frottement est un inconvénient.



S2-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, tout en employant une terminologie appropriée, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques selon un modèle reconnu;
(FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S2 (A) : C-1; TI : 2.3.1, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S2-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société, l'économie et l'environnement.
(FL2 : CÉ1, CO1, PÉ1, PO1)
RAG : B1

Stratégies d'évaluation suggérées

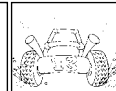
❶ Évaluer les affiches des élèves à l'aide de  l'annexe 26.

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

- Pourquoi met-on du sel sur les routes et les trottoirs en hiver?
- Pourquoi utilise-t-on des chaînes ou des pneus cloutés l'hiver?
- Pourquoi est-il prudent de ralentir en voiture lorsqu'il pleut?
- Pourquoi met-on de la cire sur les skis et les planches à neige?

❸ Inviter les élèves à réagir dans leur carnet scientifique à la situation qui suit :

Monsieur Cassecou déclare qu'il ne ralentit jamais même si les routes sont glissantes. « Je suis bon chauffeur », déclare-t-il, « et même si je subis une collision, mes dispositifs de sécurité vont me protéger. D'ailleurs, ma compagnie d'assurance va payer pour tout dommage à mon véhicule. »



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

Bloc J **La distance de freinage**

L'élève sera apte à :

S2-3-11 étudier des facteurs impliqués dans la distance de freinage, entre autres le temps de réaction, le frottement, l'état du conducteur, la vitesse;
RAG : C2, C3, C6, D4

S2-3-12 calculer la distance de freinage d'un véhicule automobile en tenant compte de la relation entre le déplacement, la vitesse et le frottement ($d = kv^2$);
RAG : C2, C3, C5, C8

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Inviter les élèves à nommer des facteurs qui peuvent influencer la distance de freinage d'un véhicule. Utiliser la technique « chaîne de graffitis coopératifs » (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.16).

Les élèves seront conscients des facteurs qui influencent la distance de freinage, à partir d'expériences personnelles de même qu'à partir d'annonces radiodiffusées ou télédiffusées.

En quête

❶

A) Proposer aux élèves de mener une expérience pour analyser la relation entre la vitesse et la distance de freinage (voir l'annexe 27 ou *En mouvement*, p. 54 et 55).

Quand une voiture freine, une force de friction est appliquée par les freins aux roues qui tournent. Cette force de frottement ralentit la voiture jusqu'à ce que la voiture s'arrête. La distance parcourue par la voiture jusqu'à son arrêt est la distance de freinage. Il n'est pas nécessaire de s'attarder trop longuement sur l'analyse graphique de diverses distances de freinage; il suffit d'illustrer une courbe d'allure exponentielle puisque $d \propto v^2$. Or, si la vitesse double, la distance de freinage devrait quadrupler. Les caractéristiques du frottement pour différentes surfaces sont représentées par un coefficient de frottement. Les élèves peuvent calculer les distances de freinage en utilisant l'équation $d = kv^2$. Plus le coefficient est grand (plus la surface est glissante), plus la distance de freinage sera grande.

B) Proposer aux élèves de planifier et de mener une expérience scientifique originale qui permettra d'étudier des facteurs impliqués dans la distance de freinage. Leur indiquer que l'expérience précédente pourrait leur servir de piste pour leur propre expérience.

C) Après avoir accordé aux élèves une période d'orientation suffisante, les inviter à se constituer en groupes de 2 à 4 pour rédiger leur plan. Distribuer un outil de planification pour aider les élèves à rédiger un plan bien organisé (voir l'annexe 28).

Revoir le plan de chaque groupe avant de lui permettre d'entreprendre son expérience. Déterminer les critères de temps, de sécurité et de matériel.

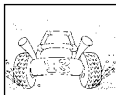
D) Discuter avec les élèves d'autres facteurs impliqués dans la distance de freinage, tels que le temps de réaction et l'état du conducteur. Amener les élèves à comprendre que dans les activités menées par eux, les freins étaient appliqués instantanément. En réalité, chaque chauffeur met un certain temps à réagir, à partir du moment où il prend connaissance d'une situation dangereuse et le moment où il applique les freins. Le temps requis pour réagir de façon appropriée est le temps de réaction. Pendant ce court intervalle, le véhicule continue à voyager à une vitesse constante.

La formule pour calculer le temps de réaction provient de la formule suivante pour le calcul de l'accélération : $d = v_1t + at^2 / 2$.

La vitesse initiale de la règle dans l'activité de l'annexe 23 est zéro, donc on peut simplifier la formule pour donner $d = at^2 / 2$.

L'accélération de la règle est causée par la force gravitationnelle, donc est d'environ 10m/s^2 . La distance sera égale à la mesure de hauteur sur la règle. Cela nous donne $d = 10t^2 / 2$, donc $d = 5t^2$.

On peut donc calculer le temps de réaction avec la formule $t = \sqrt{d / 5}$.



S2-0-1a proposer des questions à vérifier expérimentalement;
(FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C2

S2-0-3c ☑ planifier une expérience afin de répondre à une question scientifique 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

S2-0-5a sélectionner et employer des méthodes et des outils appropriés à l'échantillonnage ou à la collecte de données ou de renseignements.
(FL2 : PÉ1, PÉ4, PO1, PO4; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; Maths S2 (PC) : H-3, (A) : H-1, J-1, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1)
RAG : C2

Cette distance supplémentaire doit être ajoutée à la distance de freinage pour donner une vraie représentation de la situation. Proposer aux élèves de faire une activité pour déterminer leur temps de réaction (voir l'annexe 29 ou *En mouvement*, p. 58-60).

En fin

1 Inviter les élèves à compléter un schéma conceptuel des variables qui influent sur la distance de freinage (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.11).

OU

2 Inviter un membre de la communauté, tel qu'un agent de la police, un instructeur de conduite automobile ou un expert en sinistres de la Société d'assurance publique du Manitoba, à venir en classe. Le service de la police ou les compagnies d'assurance peuvent être de bonnes sources d'information sur la reconstitution d'accidents et sur les facteurs qui influencent la distance de freinage.

OU

3 Inviter les élèves à retourner au scénario de l'accident décrit au chapitre un du document *En mouvement* et à déterminer lequel des deux conducteurs dit la vérité (voir *En mouvement*, p. 61).

En plus

1 Inviter les élèves à faire une recherche sur des facteurs qui peuvent influencer la distance de freinage, tels que les drogues, l'alcool, l'âge ou la fatigue du chauffeur.

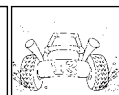
Stratégies d'évaluation suggérées

1 Évaluer le rapport de laboratoire à l'aide d'une grille d'évaluation (voir l'annexe 30).

2 Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes :

- *Quel est le rapport entre la vitesse et la distance de freinage?* (La distance de freinage est proportionnelle au carré de la vitesse d'un véhicule.)
- *Pourquoi une personne qui a bu de l'alcool ne devrait-elle pas conduire un véhicule?* (Si nous buvons de l'alcool, notre temps de réaction diminue. Dans une situation dangereuse, le véhicule voyagera sur une plus grande distance avant de s'arrêter, donc le risque de collision augmente.)
- *Une voiture roule à une vitesse de 50 km/h. Le conducteur freine soudainement et sa distance de freinage est de 20 m. Quelle serait la distance de freinage si la voiture roulait à une vitesse de 100 km/h?* (Puisque la vitesse double, la distance de freinage quadruplerait pour atteindre 80 m.)

3 Inviter les élèves à compléter l'exercice aux pages 60 et 61 du document *En mouvement*.



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

Bloc K **La sécurité routière**

L'élève sera apte à :

S2-3-13 utiliser le processus de prise de décisions pour examiner un enjeu STSE lié à la sécurité routière, par exemple des conditions routières défavorables; l'influence de narcotiques, tel que le taux d'alcoolémie sur le temps de réaction; la vitesse excessive;
RAG : B3, C4, C5, C8

S2-0-4e ☉ employer diverses méthodes permettant d'anticiper les répercussions de différentes options STSE, par exemple une mise à l'essai, une implantation partielle, une simulation, un débat;
(FL2 : PO1)
RAG : C4, C5, C6, C7

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Repasser les expressions telles que « enjeu STSE », « intervenants », « options possibles » et « décision STSE ». Revoir avec les élèves le schéma explicatif du processus de prise de décisions (voir l'annexe 31).

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 défavorisées, 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 permettant de développer et d'évaluer des **options** 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 **mise en œuvre**. 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 ministre ou à une entreprise.

En quête

❶

A) Amener les élèves à se rappeler les enjeux STSE liés à la sécurité routière qu'ils ont abordés depuis le début de ce regroupement et d'autres enjeux qui se rapportent à l'automobile. Dresser une liste de ces enjeux au tableau. Avec les élèves, cerner chacun des enjeux en formulant une question qui touche de près l'environnement, la société ou l'économie, par exemple :

- *La limite de vitesse sur les routes manitobaines devrait-elle être plus élevée?*
- *Le système de permis de conduire par étapes est-il justifiable?*
- *Les téléphones cellulaires au volant devraient-ils être interdits?*
- *Les apprentis conducteurs devraient-ils tous suivre des cours de conduite automobile?*
- *Des coussins gonflables devraient-ils être installés dans toutes les voitures?*
- *Devrait-on avoir le choix de porter des ceintures de sécurité ou non?*

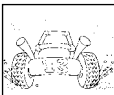
Distribuer le guide d'anticipation de l'annexe 32 en prenant soin de choisir, parmi la liste des enjeux au tableau, des énoncés qui provoqueront une réaction chez les élèves.

OU

Inviter les élèves à réagir aux énoncés à la page 63 du document *En mouvement* et à lire l'étude de cas à la page 64.

B) Former des équipes de quatre à six élèves. Chaque groupe devra prendre une décision par rapport à un enjeu. Déterminer avec les élèves de quels enjeux la classe devra traiter de l'une ou l'autre des façons suivantes :

- Toute la classe peut traiter du même enjeu;
- Il peut y avoir un choix restreint d'enjeux;
- Chaque groupe peut déterminer l'enjeu de son choix.



S2-0-7c ● 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

S2-0-7d ● implanter une décision STSE et en évaluer les effets;
(FL2 : PÉ1, PO1)
RAG : B5, C4, C5, C8

S2-0-7e ● 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

Distribuer une grille d'accompagnement (📎 voir l'annexe 33) pour orienter le travail des élèves.

C) Inviter chacun des groupes à faire une présentation orale de 10 à 15 minutes pour communiquer son enjeu à la classe, les démarches suivies pour développer et évaluer des options et l'option sélectionnée. Allouer du temps pour une période de questions.

En fin

❶
Revoir les énoncés de la section « En quête » et demander aux élèves si leur opinion a changé. Discuter au besoin de certains enjeux qui suscitent beaucoup d'intérêt auprès des élèves.

OU

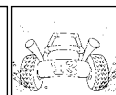
❷
Inviter un agent de la police à présenter aux élèves un enjeu STSE lié à la sécurité routière.

En plus

❶
Inviter les élèves à noter une réflexion dans leur carnet scientifique au sujet de l'effet que peuvent avoir leurs habitudes de conduite sur leur sécurité et celle des autres.

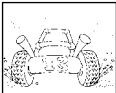
Stratégies d'évaluation suggérées

❶
Évaluer le processus de prise de décisions des élèves par l'entremise d'une grille d'évaluation (📎 voir l'annexe 34).



LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 :	Expérience – Le mouvement uniforme.....	3.49
Annexe 2 :	Le mouvement uniforme – Renseignements pour l'enseignant.....	3.51
Annexe 3 :	Exercice – Position, déplacement et vitesse vectorielle.....	3.53
Annexe 4 :	Position, déplacement et vitesse vectorielle – Corrigé.....	3.54
Annexe 5 :	Critères pour un diagramme bien réussi	3.56
Annexe 6 :	Expérience – L'accélération uniforme	3.57
Annexe 7 :	L'accélération uniforme – Renseignements pour l'enseignant.....	3.58
Annexe 8 :	Exercice – Le mouvement accéléré	3.61
Annexe 9 :	Le mouvement accéléré – Corrigé	3.62
Annexe 10 :	Le mouvement	3.64
Annexe 11 :	Le mouvement – Renseignements pour l'enseignant	3.65
Annexe 12 :	Historique du mouvement.....	3.66
Annexe 13 :	Expérience – La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule	3.68
Annexe 14 :	La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule – Renseignements pour l'enseignant.....	3.69
Annexe 15 :	Expérience – La deuxième loi de Newton	3.74
Annexe 16 :	Expérience – La deuxième loi de Newton	3.76
Annexe 17 :	Cycle de mots.....	3.78
Annexe 18 :	Compte rendu du défi technologique	3.79
Annexe 19 :	Autoévaluation – Fabrication d'un prototype	3.81
Annexe 20 :	Grille d'observation – Processus de design (fabrication d'un prototype)	3.82
Annexe 21 :	Exercice – La quantité de mouvement.....	3.83
Annexe 22 :	Les dispositifs de sécurité	3.84
Annexe 23 :	Comparaison des sciences et de la technologie	3.86
Annexe 24 :	Cadre de prise de notes.....	3.87
Annexe 25 :	Grille d'évaluation d'une prise de notes	3.89
Annexe 26 :	Grille d'appréciation de l'affiche	3.90
Annexe 27 :	Expérience – La relation entre la vitesse et la distance de freinage	3.91
Annexe 28 :	Feuille de planification pour une expérience originale	3.93
Annexe 29 :	Feuille de route – Temps de réaction	3.96
Annexe 30 :	Grille d'évaluation du rapport d'expérience	3.97
Annexe 31 :	Processus de prise de décisions	3.98
Annexe 32 :	Guide d'anticipation	3.100
Annexe 33 :	Grille d'accompagnement – Prise de décisions sur un enjeu STSE	3.101
Annexe 34 :	Grille d'évaluation critériée pour la prise de décisions.....	3.102



ANNEXE 1 : Expérience – Le mouvement uniforme

Nom : _____

Date : _____

Introduction

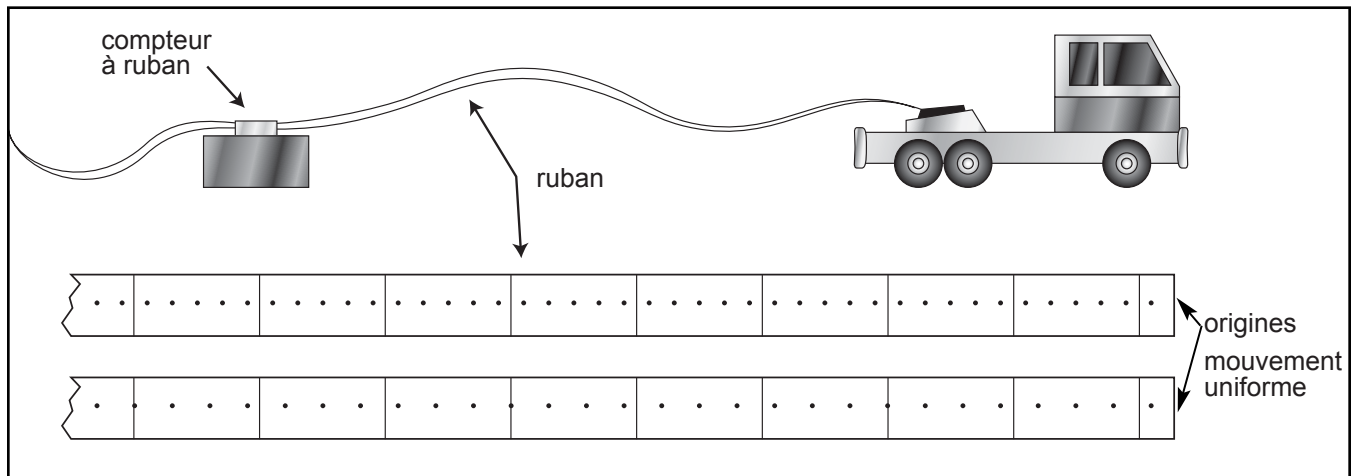
Lors de cette expérience, il faudra utiliser un minuteur-enregistreur pour étudier le déplacement d'un corps. On peut utiliser un jouet (à ressort ou électrique), un chariot dynamique, ou faire appel à un volontaire pour générer différents types de mouvements uniformes (ex. : individu qui marche, qui court, etc.). Quand le ruban est mis en marche, il enregistre des points sur un ruban de papier. Les points enregistrés sur le ruban donnent une *représentation visuelle* du mouvement. La position à la fin de chaque intervalle de temps correspond à la distance et à la direction parcourus par le corps en fonction de l'origine.

Hypothèse

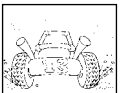
Prédise comment les points seront répartis sur le ruban si le corps se déplace à vitesse constante en ligne droite. Explique pourquoi les points seront disposés de cette façon. Note ton hypothèse dans ton carnet scientifique. Décris aussi les variables que tu dois garder constantes pour assurer la validité de l'expérience.

Démarche

1. Installe un bout du ruban dans le minuteur et attache l'autre bout sur le chariot (voir le schéma ci-dessous). Démarre le minuteur puis laisse partir le chariot. Laisse filer le chariot à vitesse constante jusqu'à ce que ton groupe ait au moins 10 intervalles de six points (ces intervalles doivent être notés lorsque le chariot voyage à vitesse constante).



2. Présente tes données sous forme d'un tableau d'observations bien étiqueté, clair et net (représentation numérique). Le tableau doit indiquer le temps et la position par rapport au point de départ. Indique les unités de mesure utilisées. À l'aide des données du tableau, construis un graphique de la position en fonction du temps pour t'aider à déterminer s'il existe une relation entre le déplacement du corps et l'intervalle de temps (représentation graphique).

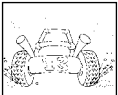


ANNEXE 1 : Expérience – Le mouvement uniforme (suite)

Analyse et conclusion

Réponds aux questions suivantes dans ton carnet scientifique.

1. Ton hypothèse correspond-elle à l'apparence des points sur le minuteur?
2. Quelle est l'apparence de la courbe du graphique?
3. Quelle est la relation entre le déplacement d'un corps et l'intervalle de temps?
4. Si le temps double, qu'arrive-t-il au déplacement?
5. De quelle façon exprime-t-on cette relation mathématique (Δd = déplacement, t = temps)?
6. Calcule la pente du graphique (n'oublie pas d'indiquer les unités).
7. Que représente la pente du graphique?
8. De quoi aurait l'air la pente d'un graphique de la position en fonction du temps pour un objet immobile?
9. De quoi aurait l'air la pente d'un graphique de la position en fonction du temps pour un objet qui se déplace à vitesse constante, mais plus rapidement que le corps en mouvement dans l'expérience?
10. Y a-t-il des erreurs expérimentales qui ont peut-être affecté tes résultats? Inscris ici tes inquiétudes par rapport à la validité de tes données. (Cette étape est très importante : les scientifiques n'hésitent pas à s'autocritiquer s'ils doutent de leurs résultats.)
11. Comment pourrais-tu augmenter la fiabilité de tes résultats?



ANNEXE 2 : Le mouvement uniforme – Renseignements pour l'enseignant

Un mouvement uniforme donne des points équidistants sur le ruban du minuteur-enregistreur, indiquant la position du corps à intervalles réguliers. La **position** à la fin de chaque intervalle de temps correspond à la distance et à la direction parcourue par le corps en fonction de l'origine. Le **déplacement** signifie le changement ou la variation dans la position du corps. Puisque la fréquence d'un minuteur-enregistreur est habituellement de 60 Hz, les intervalles de 6 points représentent donc 0,1 seconde. Il est possible également de donner une valeur arbitraire aux intervalles de points (par exemple 6 points représentent 1 seconde).

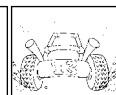
La courbe qui représente la position en fonction du temps quand un objet est en mouvement uniforme devrait être une ligne droite. Les élèves n'obtiendront peut-être pas une ligne droite en raison d'erreurs expérimentales (les élèves auraient pu choisir des points au début du ruban qui ne représentent pas une vitesse constante) ou en raison de la limite des instruments (la voiture jouet ne voyage peut-être pas à vitesse constante ou le minuteur ne vibre peut-être pas de façon constante). Ils doivent donc tracer la droite la mieux ajustée.

Le concept de pente peut être difficile à comprendre pour certains élèves quoiqu'il soit couvert en mathématiques de secondaire 2 (pré-calcul et appliqué). En secondaire 1, les élèves déterminent une relation à partir d'une droite la mieux ajustée mais ne font pas de calcul de pente. La pente d'un graphique de la position en fonction du temps, donnée par $\Delta d/\Delta t$, représente le taux de changement dans la position (déplacement) et indique la vitesse vectorielle. On peut mettre l'accent sur une analyse qualitative de la pente dans le contexte d'un graphique de la position en fonction du temps pour constater que plus la pente est aiguë, plus la vitesse est grande, et vice versa :

- i) une droite horizontale : aucun mouvement; le corps est stationnaire;
 - ii) une droite à faible pente (progression) : vitesse uniforme et relativement lente;
 - iii) une droite à pente raide (progression) : vitesse uniforme et relativement rapide;
 - iv) une droite à pente négative (régression) : vitesse uniforme en direction opposée.
- (Voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p.308, 309, 322 et 323.)

Réponses

1. Les réponses vont varier.
2. La courbe est une ligne droite.
3. Le déplacement augmente si le temps écoulé augmente.
4. Si le temps double, le déplacement double.
5. La relation mathématique entre la position et le temps écoulé est $\Delta d \propto t$ (le déplacement est proportionnel au temps).
6. Les réponses vont varier.
7. La pente du graphique représente la vitesse vectorielle de l'objet.
8. La pente d'un graphique de la position en fonction du temps pour un objet immobile serait représentée par une ligne horizontale.
9. La pente du graphique serait plus aiguë.

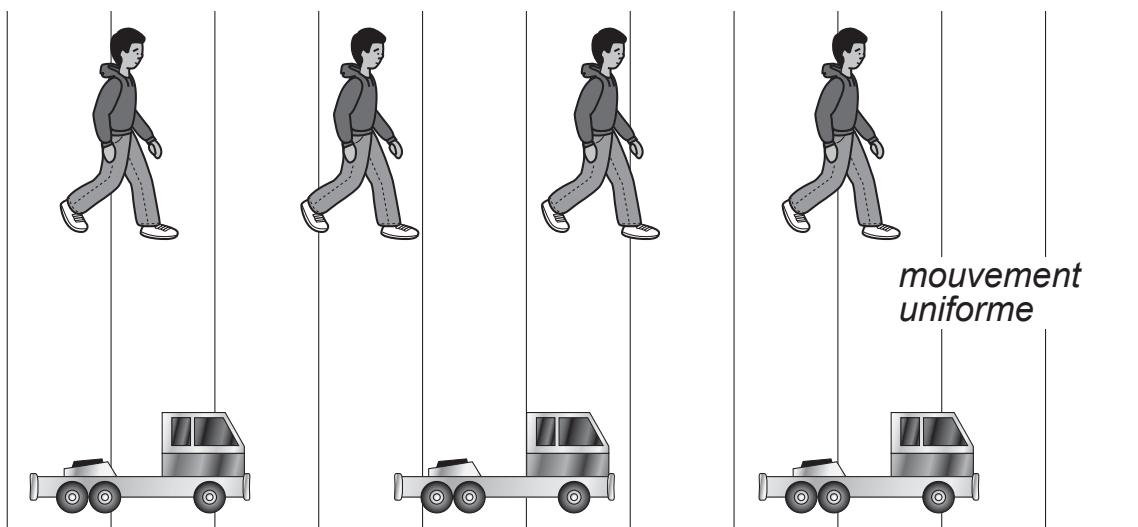


ANNEXE 2 : Le mouvement uniforme – Renseignements pour l'enseignant (suite)

10. Plusieurs facteurs peuvent affecter les résultats et faire varier les réponses.
11. La fiabilité des résultats pourrait être augmentée en répétant l'expérience plusieurs fois.

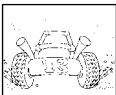
Variations

1. Il est possible également d'utiliser un caméscope pour enregistrer le déplacement d'objets. Une voiture miniature de type « Hot Wheels^{MD} » pourrait être libérée sur un plan incliné pour ensuite voyager sur une surface horizontale (voir *En mouvement*, p. 11). On pourrait aussi filmer des individus (élève à bicyclette, course de 100 m, etc.).



Par la suite, visionner la bande vidéo pour mesurer le déplacement, image par image ou quelques images à la fois, utilisant une grille transparente (ex. : acétate) devant l'écran. Il faudrait tracer un point pour indiquer la position de la voiture à chaque intervalle de temps. Habituellement, la bande vidéo défile à 30 images par seconde, ce qui permet aux élèves de noter le temps en question : un intervalle de 3 images consécutives correspond à 0,1 seconde. Il est possible également de donner une valeur arbitraire aux intervalles de points (par exemple 3 points représentent 1 seconde). Les élèves peuvent mesurer la distance entre les points, colliger les données dans un tableau, puis dessiner et analyser les représentations graphiques de la position en fonction du temps qui en découlent. Un mouvement uniforme donne donc des positions équidistantes à l'écran.

2. Les élèves peuvent aussi enregistrer ou apporter des extraits vidéo de mouvements tirés de leur environnement quotidien, de long-métrages ou de bandes animées du genre « *Roadrunner* ». Visionner la bande vidéo pour mesurer le déplacement, image par image ou quelques images à la fois, en utilisant une grille transparente devant l'écran. Reporter les données dans un tableau, puis dessiner et analyser les représentations graphiques de la position en fonction du temps qui en découlent.



ANNEXE 3 : Exercice – Position, déplacement et vitesse vectorielle

Nom : _____

Date : _____

1. Les points sur le ruban du minuteur-enregistreur ci-dessous représentent-ils un mouvement uniforme? Explique ta réponse.



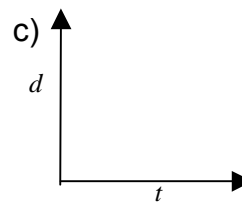
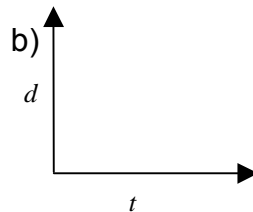
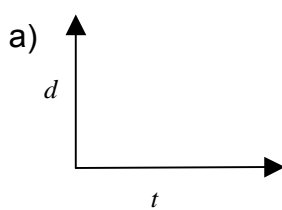
2. Natasha veut déterminer la vitesse d'Hector, qui participe à une course. Elle démarre son chronomètre lorsqu'Hector atteint le marqueur de 100 m et l'arrête lorsqu'il atteint le marqueur de 150 m. Le temps écoulé est 10 secondes.

- Quelle est la position initiale d'Hector? _____
- Quelle est la position finale d'Hector? _____
- Calcule le déplacement d'Hector. _____
- À quelle vitesse se déplace Hector? _____

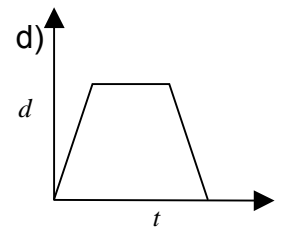
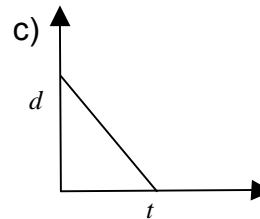
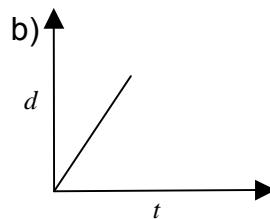
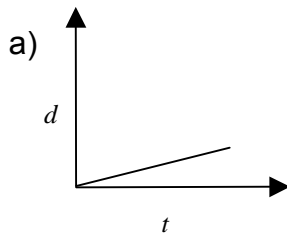
3. Une voiture parcourt une distance de 150 km en 2 heures. Calcule la vitesse de la voiture.
- _____

4. Dessine un graphique de la position en fonction du temps qui représente :

- une personne qui marche vers l'avant à vitesse constante.
- une personne qui marche à la même vitesse, mais en sens contraire.
- un objet immobile.

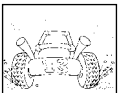


5. Décris qualitativement le mouvement représenté sur les graphiques suivants.



- _____
- _____

- _____
- _____



ANNEXE 4 : Position, déplacement et vitesse vectorielle – Corrigé

Nom : _____

Date : _____

1. Les points sur le ruban du minuteur-enregistreur ci-dessous représentent-ils un mouvement uniforme? Explique.

Les points représentent un mouvement uniforme car les espaces entre chaque point sont égaux.

2. Natasha veut déterminer la vitesse de Héctor, qui participe à une course. Elle part son chronomètre lorsqu'il atteint le marqueur de 100 m et l'arrête lorsqu'il atteint le marqueur de 150 m. Le temps écoulé est 11 secondes.

a) Quelle est la position initiale de Héctor? *100 m*

b) Quelle est la position finale de Héctor? *150 m*

c) Calcule le déplacement de Héctor. $\Delta d = d_2 - d_1 = 150 \text{ m} - 100 \text{ m} = 50 \text{ m}$

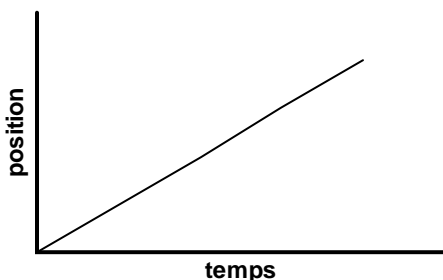
d) À quelle vitesse se déplace Héctor? $v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{50 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$

3. Une voiture parcourt une distance de 150 km en 2 heures. Calcule la vitesse de la voiture.

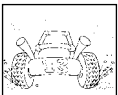
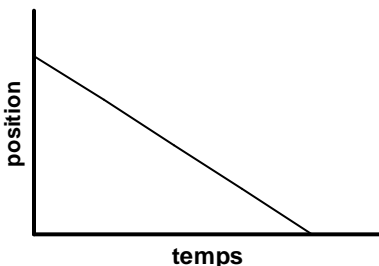
$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{150 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 75 \text{ km/h}$$

4. Dessine un graphique de la position en fonction du temps qui représente :

a) une personne qui marche vers l'avant à vitesse constante.



b) une personne qui marche à la même vitesse, mais en sens contraire.

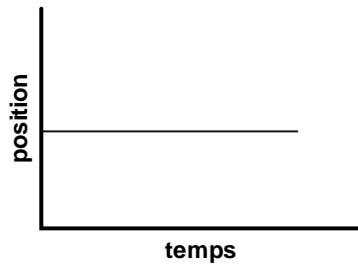


ANNEXE 4 : Position, déplacement et vitesse vectorielle – Corrigé (suite)

Nom : _____

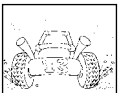
Date : _____

c) un objet qui est immobile.



5. Décris qualitativement le mouvement représenté sur les graphiques suivants :

- a) *La vitesse est constante, vers l'avant.*
- b) *La vitesse est constante, mais plus élevée que dans l'exemple précédent.*
- c) *La vitesse est constante mais en sens contraire.*
- d) *La vitesse est constante dans le premier segment, il n'y a aucun mouvement dans le deuxième segment et la vitesse est constante dans le troisième segment, mais en sens contraire (un objet avance, s'arrête, puis retourne à sa position initiale).*



ANNEXE 5 : Critères pour un diagramme bien réussi

Nom : _____

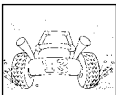
Date : _____

AR – Amélioration requise

S – Satisfaisant

E – Excellent

Habilités de l'élève	AR	S	E	Commentaires
Éléments de base				
▪ choisit le bon type de 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 6 : Expérience – L'accélération uniforme

Nom : _____

Date : _____

Introduction

Lors de cette expérience, il faudra utiliser un minuteur-enregistreur pour étudier le déplacement d'un corps. Pour générer un mouvement accéléré, on peut utiliser un objet qui tombe, un chariot dynamique ou une petite voiture en mouvement le long d'un plan incliné.

Hypothèse

Prédise comment les points seront répartis sur le ruban si le corps accélère en ligne droite. Note ton hypothèse dans ton carnet scientifique. Décris aussi les variables que tu dois garder constantes pour assurer la validité de l'expérience.

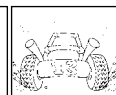
Démarche

1. Installe un bout du ruban dans le minuteur et attache l'autre bout sur la voiture ou l'objet. Démarre le minuteur puis laisse partir la voiture ou tomber l'objet. Assure-toi d'avoir au moins 10 intervalles de six points (ces intervalles doivent être notés lorsque les points sont assez clairs).
2. Présente tes données sous forme d'un tableau d'observations bien étiqueté, clair et net. Le tableau doit indiquer la position par rapport au point de départ, le déplacement durant chaque intervalle de temps et la vitesse vectorielle moyenne durant chaque intervalle de temps. On calcule la vitesse vectorielle moyenne pour chaque intervalle de temps en divisant le déplacement lors de l'intervalle par le temps écoulé. À l'aide des données du tableau, construis un graphique de la position en fonction du temps ainsi qu'un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps.

Analyse et conclusion

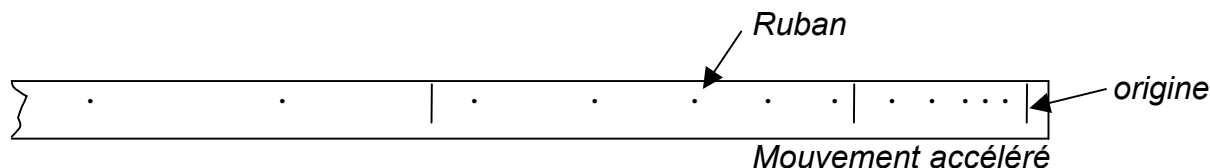
Réponds aux questions suivantes dans ton carnet scientifique.

1. Quelle est l'apparence de la courbe sur le graphique de la position en fonction du temps?
2. Quelle est l'apparence de la courbe sur le graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps?
3. Quelle est la relation entre la vitesse du corps et le temps écoulé?
4. Si le temps double, qu'arrive-t-il à la vitesse?
5. De quelle façon exprime-t-on cette relation en mathématiques (Δv = vitesse, t = temps)?
6. Calcule la pente du graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps (n'oublie pas d'indiquer les unités).
7. Que représente la pente du graphique?
8. De quoi aurait l'air la pente d'un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps pour un objet qui ralentit?
9. Comment pourrais-tu augmenter la fiabilité de tes résultats?

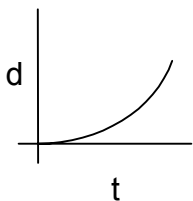


ANNEXE 7 : L'accélération uniforme – Renseignements pour l'enseignant

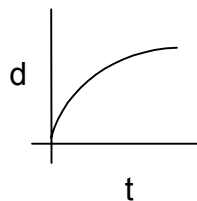
Un mouvement accéléré donne des points progressivement plus éloignés (accélération positive) ou plus rapprochés (accélération négative ou décélération).



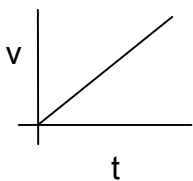
Le calcul de la vitesse vectorielle moyenne pendant un intervalle de temps se fait en divisant le déplacement pendant l'intervalle par le temps écoulé, ce qui devrait donner une valeur approximative de la vitesse instantanée au point milieu de l'intervalle. Il est possible également de déterminer cette vitesse instantanée en calculant la pente de la tangente sur un graphique de la position en fonction du temps (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 363-365), quoique cela dépasse les objectifs du cours. Les graphiques qui suivent représentent des courbes de la position en fonction du temps et de la vitesse vectorielle en fonction du temps pour un objet qui accélère.



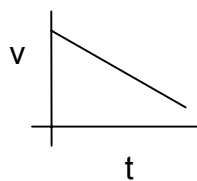
vitesse à la hausse
(accélération positive)



vitesse à la baisse
(accélération négative ou décélération)



vitesse à la hausse
(accélération positive)



vitesse à la baisse
(accélération négative)

ANNEXE 7 : L'accélération uniforme – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Pour un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps donnant une fonction linéaire, le taux de changement dans la vitesse est proportionnel à la variation du temps :

$$\Delta v \propto \Delta t \quad \text{et} \quad \Delta v = k\Delta t$$

où k représente le taux de variation de vitesse pour l'intervalle de temps en question. Cette pente (k) représente le taux de changement dans la vitesse et indique l'accélération, d'où l'équation $\Delta v = a\Delta t$ qui peut s'écrire $a = \Delta v / \Delta t$. On peut mettre l'accent sur une analyse qualitative de la pente dans le contexte d'un graphique de la vitesse en fonction du temps pour constater que plus la pente est aiguë, plus l'accélération est grande, et vice versa :

- i) une droite horizontale : vitesse constante ou nulle et aucune accélération;
- ii) une droite à faible pente : vitesse à la hausse et accélération modérée;
- iii) une droite à pente aiguë : vitesse à la hausse et accélération prononcée;
- iv) une droite à pente négative : accélération négative ou décélération.

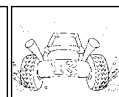
Les élèves ont tendance à confondre la vitesse vectorielle avec l'accélération. Quoique ces deux concepts soient reliés, mettre l'accent sur le fait qu'ils sont distincts.

Réponses

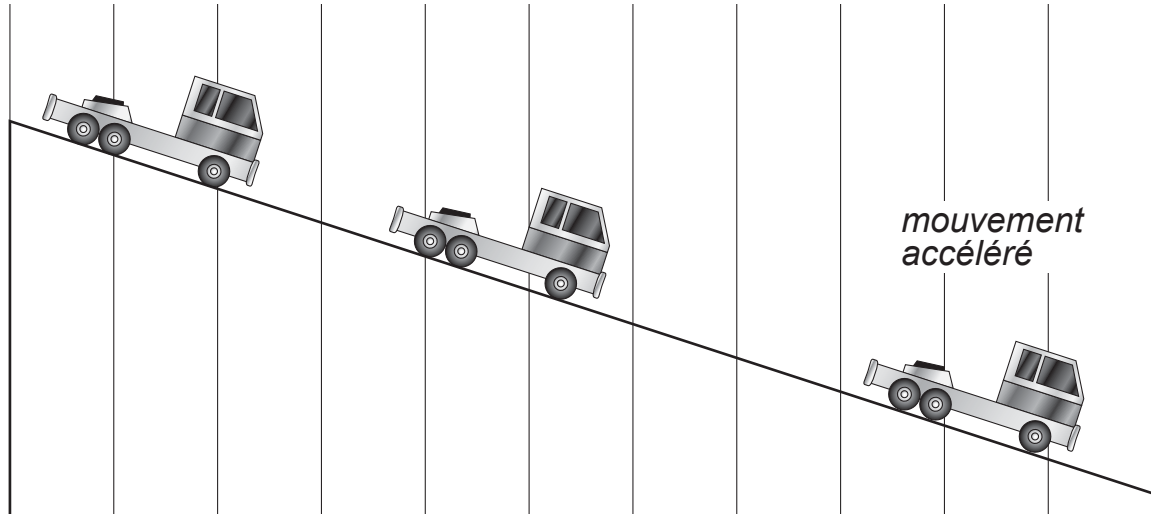
1. La courbe n'est pas droite. Elle devient de plus en plus aiguë.
2. La courbe est une ligne droite.
3. La vitesse est proportionnelle au temps écoulé.
4. Si le temps double, la vitesse va doubler.
5. On exprime cette relation de la façon suivante : $\Delta v \propto t$
6. Les réponses vont varier.
7. La pente du graphique représente l'accélération de l'objet.
8. La pente d'un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps pour un objet qui ralentit serait une droite qui baisse à mesure que le temps s'écoule.
9. La fiabilité des résultats pourrait être augmentée en répétant l'expérience plusieurs fois.

Variations

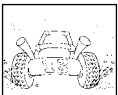
1. Il est possible également d'utiliser un caméscope pour enregistrer le déplacement d'objets en mouvement accéléré. Par la suite, inviter les élèves à visionner la bande vidéo pour mesurer le déplacement image par image ou quelques images à la fois, en utilisant une grille transparente (ex. : acétate) devant l'écran (voir *En mouvement*, p. 11). Il faudrait tracer un point pour indiquer la position de l'objet à chaque intervalle de temps. Habituellement, la bande vidéo défile à 30 images par seconde, ce qui permet aux élèves de noter le temps en question, où un intervalle de 3 images consécutives correspond à 0,1 seconde. Inviter les élèves à colliger les données dans un tableau, puis à dessiner et à analyser les représentations graphiques de la position en fonction du temps et de la vitesse vectorielle en fonction du temps qui en découlent.



ANNEXE 7 : L'accélération uniforme – Renseignements pour l'enseignant (suite)



2. Les élèves peuvent aussi enregistrer ou apporter des extraits vidéo de mouvements tirés de leur environnement quotidien, de long-métrages ou de bandes animées du genre « Roadrunner ». Inviter les élèves à visionner la bande vidéo pour mesurer le déplacement, image par image ou quelques images à la fois, en utilisant une grille transparente devant l'écran. Leur demander de reporter les données dans un tableau, puis de dessiner et d'analyser les représentations graphiques de la position en fonction du temps et de la vitesse vectorielle en fonction du temps qui en découlent.

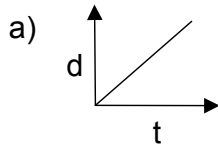


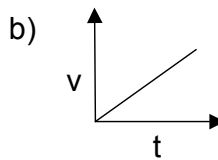
ANNEXE 8 : Exercice – Le mouvement accéléré

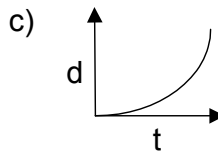
Nom : _____

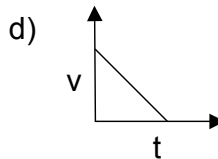
Date : _____

1. Décris qualitativement le mouvement représenté sur les graphiques qui suivent.







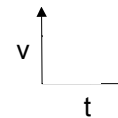
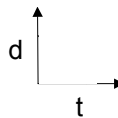


2. Dessine une représentation visuelle d'un corps en mouvement accéléré.

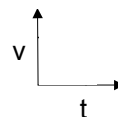
3. Un avion accélère de 140 m/s à 165 m/s en 136 s. Calcule son accélération.

4. Une voiture voyage à une vitesse de 16 m/s. Le conducteur freine et la voiture s'immobilise en 4,5 s. Calcule son accélération.

5. Dessine un graphique de la position en fonction du temps qui représente une voiture qui voyage à vitesse constante. Dessine un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps qui représente le même type de mouvement.

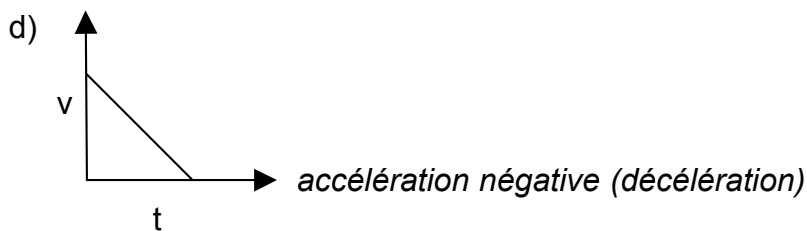
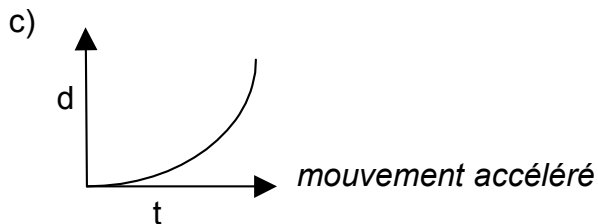
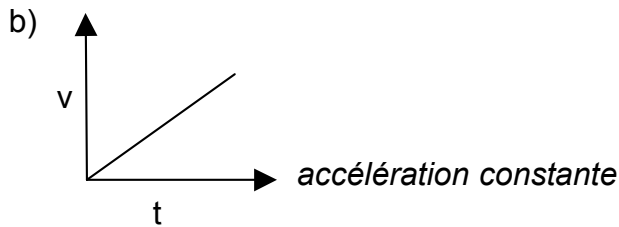
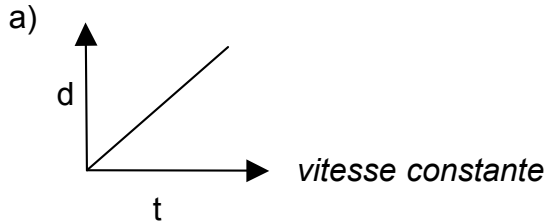


6. Dessine un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps qui représente une voiture qui accélère en partant du repos, voyage à vitesse constante, puis ralentit jusqu'à ce qu'elle s'arrête.



ANNEXE 9 : Le mouvement accéléré – Corrigé

1. Décris qualitativement le mouvement représenté sur les graphiques qui suivent :

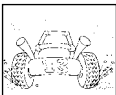


2. Dessine une représentation visuelle d'un corps en mouvement accéléré.

.

3. Un avion accélère de 140 m/s à 165 m/s en 136 s. Calcule son accélération.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{165 \text{ m/s} - 140 \text{ m/s}}{136 \text{ s}} = \frac{25 \text{ m/s}}{136 \text{ s}} = 0,18 \text{ m/s/s}$$

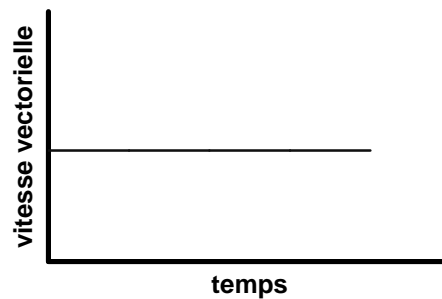
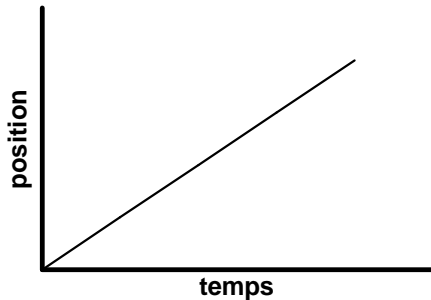


ANNEXE 9 : Le mouvement accéléré – Corrigé (suite)

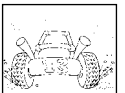
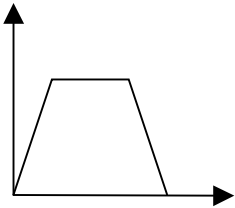
4. Une voiture voyage à une vitesse de 16 m/s. Le conducteur freine et la voiture s'immobilise en 4,5 s. Calcule son accélération.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{0 \text{ m/s} - 16 \text{ m/s}}{4,5 \text{ s}} = \frac{-16 \text{ m/s}}{4,5 \text{ s}} = -3,6 \text{ m/s/s}$$

5. Dessine un graphique de position en fonction du temps qui représente une voiture qui voyage à vitesse constante. Dessine un graphique de vitesse vectorielle en fonction du temps qui représente le même type de mouvement.



6. Dessine un graphique de vitesse vectorielle en fonction du temps qui représente une voiture qui accélère en partant du repos, voyage à vitesse constante, puis ralentit jusqu'à ce qu'elle s'arrête.

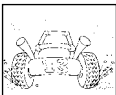


ANNEXE 10 : Le mouvement

Nom : _____

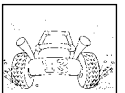
Date : _____

1. Pousse un livre le long d'une surface. Pourquoi le livre bouge-t-il? Qu'est-ce qu'il arrive lorsque tu arrêtes de pousser le livre? Explique pourquoi.
2. Pose une carte à jouer sur un verre. Pose une pièce de monnaie sur la carte. Sans lever la carte, fais tomber la pièce de monnaie dans le verre. Quelle est la meilleure façon de procéder? Pourquoi?
3. Fais rouler une balle et essaie de faire dévier sa trajectoire en soufflant dans une paille. Répète l'activité avec différentes masses. Note et explique tes observations.
4. Remplis un verre aux deux tiers avec de l'eau et pose-le sur une feuille de papier. Tire lentement le papier et décris le mouvement du verre. Tire maintenant rapidement le papier et décris tes observations. Quelle est la différence entre les deux situations?
5. Remplis jusqu'au rebord un verre avec de l'eau. Commence à courir avec le verre. Change de direction soudainement. Arrête-toi soudainement. Note toutes tes observations et essaie de les expliquer.



ANNEXE 11 : Le mouvement – Renseignements pour l'enseignant

1. Le livre bouge parce qu'une force s'exerce sur lui. Le livre arrête lorsque tu cesses de le pousser à cause de la force de frottement.
2. La meilleure façon de procéder serait de donner une chiquenaude à la carte pour la déplacer. Il n'y aura cependant aucune force s'exerçant sur la pièce de monnaie, qui aura donc tendance à demeurer immobile. Puisque la carte n'est plus là, la pièce tombera dans le verre. Les élèves ne vont peut-être pas se rendre compte que l'inertie est impliquée, mais devraient conclure que la carte bouge tandis que la pièce de monnaie ne bouge pas, sauf pour tomber dans le verre.
3. L'air soufflé exerce une force sur la balle et peut faire dévier sa trajectoire. Cependant, plus la masse de la balle est élevée, moins sa trajectoire sera modifiée.
4. Si tu tires lentement sur la feuille de papier, le verre se déplacera vers toi. La force s'exerçant sur le papier est moindre que la force de friction entre le papier et le verre, donc les deux objets se déplacent ensemble. Si tu tires rapidement sur le papier, le papier glissera sous le verre. Il n'y a aucune force sur le verre, donc ce dernier ne bougera pas.
5. Lorsque tu commences à courir avec le verre, tu appliques une force sur le verre mais pas sur l'eau dans le verre. L'eau voudra rester où elle est et sera projetée vers toi. Si tu changes soudainement de direction, l'eau ne subira pas de force et continuera à se déplacer dans la direction originale. Il y aura donc encore de l'eau qui éclaboussera. Si tu t'arrêtes soudainement, l'eau continuera de se déplacer et sera projetée vers l'avant.



ANNEXE 12 : Historique du mouvement

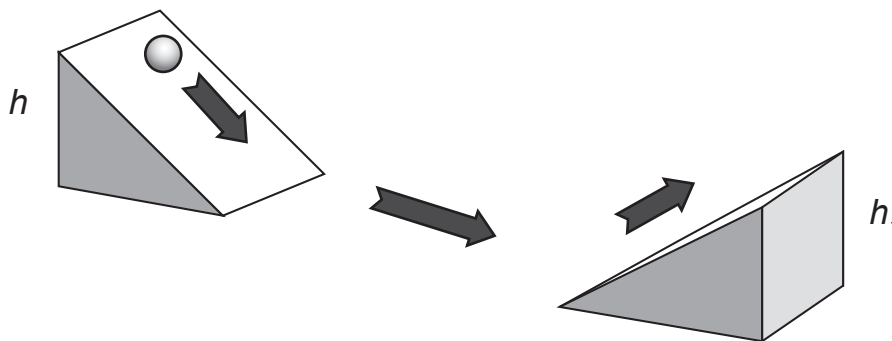
Nom : _____

Date : _____

Les philosophes de l'Antiquité grecque s'imaginaient des explications aux phénomènes naturels, mais ils les vérifiaient rarement par expérimentation. Cela est peu surprenant, car les instruments de mesure étaient rudimentaires et des mesures précises étaient difficiles à obtenir. Les théories étaient donc développées par raisonnement verbal. Les philosophes tenaient des débats et les arguments devaient être présentés de façon claire et logique pour être acceptés.

Aristote stipulait que les corps terrestres avaient un mouvement « naturel » vers le centre de l'Univers (la Terre). Tout autre mouvement était perçu comme « violent » et résultait d'un équilibre entre les forces externes qui produisaient ce mouvement et celles qui y résistaient. Sur la Terre, les quatre éléments qui formaient la matière (l'eau, l'air, la terre et le feu) avaient chacun leur place et le mouvement était créé lorsqu'un objet tentait de retrouver sa place. La Terre était au centre, l'eau était sur la Terre, l'air sur l'eau et le feu sur l'air. Donc, un objet composé principalement de terre, telle une roche, tomberait vers la Terre si on le libérait dans l'air. Les bulles d'air dans l'eau se déplaceraient vers le haut pour atteindre l'air. La pluie tomberait, et le feu s'élèverait. Une autre généralité énoncée par Aristote était celle que les objets en chute libre voyageaient à vitesse constante, proportionnelle à leur masse; un corps lourd tomberait donc plus vite qu'un corps léger.

À l'aube du XVII^e siècle, certaines croyances d'Aristote ont été remises en question alors que mathématiciens et scientifiques mettaient l'accent sur des observations quantitatives et sur des calculs. À titre d'exemple, Galilée (1564-1642), astronome et physicien italien, s'était doté d'instruments servant à enregistrer ses données, pour ensuite calculer des vitesses ainsi que l'accélération à l'aide d'équations mathématiques. Il fait la constatation qu'un corps descendant un plan incliné accélère uniformément alors qu'il ralentit en montant un second plan incliné.

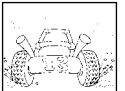


Il s'en suit que, en l'absence du frottement, si le plan est parfaitement horizontal, un corps en mouvement devrait se déplacer à vitesse constante, sans accélérer ni ralentir.

ANNEXE 12 : Historique du mouvement (suite)

Une deuxième observation qui découle de cette expérience est qu'en laissant un corps accélérer le long de la rampe de gauche à partir d'une hauteur h , il devrait rouler et monter la rampe de droite jusqu'à une hauteur h' comparable, abstraction faite du frottement. De plus, le corps voyagerait sur une plus grande distance à mesure que l'inclinaison de la deuxième rampe diminuerait. En l'absence de force contraire, si cet angle d'inclinaison diminuait à zéro, la voiture roulerait à l'infini. Galilée conclut que, à la surface de la Terre, un corps auquel on aurait appliqué une force horizontale suivrait « idéalement » le contour du globe. Cette habileté à idéaliser différentes situations est reconnue comme l'une des plus grandes contributions de Galilée. Galilée n'a probablement pas laissé tomber lui-même deux objets de masses différentes de la tour de Pise, comme le décrivent plusieurs récits. Cependant, il est évident qu'il comprenait les principes impliqués et il a probablement effectué des expériences semblables.

Philosophe et mathématicien français, René Descartes (1596-1650) a su élaborer des représentations graphiques dans le but d'analyser les données numériques; un moyen efficace lui permettant d'illustrer les tendances, de mettre en évidence les erreurs expérimentales et de formuler des équations aux fins de calculs variés. Il est un des premiers à suggérer qu'un corps en mouvement, sans l'interférence de forces extérieures, voyagerait en ligne droite jusqu'à l'infini. L'énoncé de ce principe universel par Newton, physicien et mathématicien anglais (1642-1727), est devenu la 1^{re} loi du mouvement ou la loi de l'inertie selon laquelle « *Tout objet au repos demeure au repos et tout objet en mouvement demeure en mouvement à moins qu'une force nette s'exerce sur lui* ».



ANNEXE 13 : Expérience – La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule

Nom : _____

Date : _____

Question

Quelle est la relation entre la vitesse d'un véhicule et la distance de projection d'un passager non attaché?

Matériel

- plan incliné
- butoir
- pâte à modeler
- petite voiture
- règle

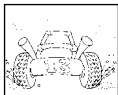
Démarche

1. Installe un plan incliné marqué d'intervalles avec un butoir (brique ou autre) au bout.
2. Fabrique un passager avec de la pâte à modeler et place le sur une petite voiture. Relâche la voiture de la position de départ.
3. Après la collision, enregistre la distance parcourue par le passager projeté du véhicule.
4. Répète l'activité à trois reprises, calcule la moyenne et dresse un tableau de résultats.
5. Reprends la démarche pour des vitesses de plus en plus grandes sur le plan incliné.
6. Dessine un graphique de la distance de projection en fonction de la vitesse.

VITESSE	ESSAI 1	ESSAI 2	ESSAI 3	DISTANCE MOYENNE DE PROJECTION (cm)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Analyse et conclusion

1. Qu'advient-il de la distance de projection à mesure que la vitesse augmente?
2. Quelle conclusion peux-tu tirer à partir du graphique quant à la relation entre la vitesse et la distance de projection d'un passager non attaché?



ANNEXE 14 : La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule – Renseignements pour l'enseignant

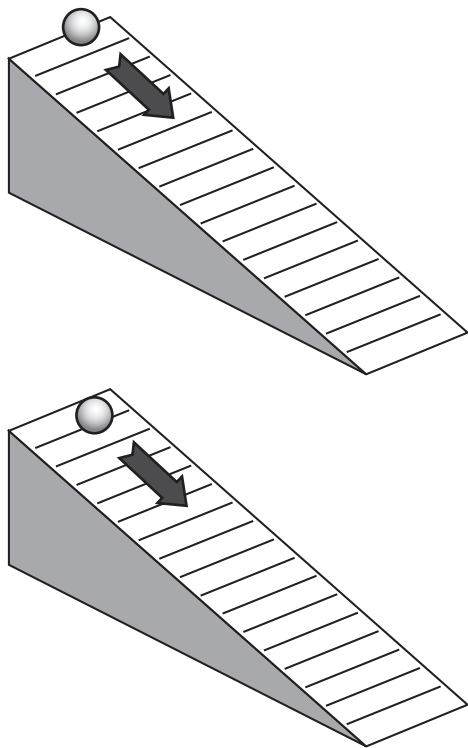
On doit déterminer la vitesse d'une voiture sur un plan incliné lors de cette expérience. Il existe plusieurs façons de déterminer cette vitesse. À noter que les calculs de vitesse peuvent être difficiles pour les élèves car ce sont des formules qu'ils n'ont pas encore abordées.

1. Contexte historique

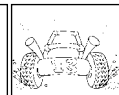
Galilée voulait étudier l'effet de la force gravitationnelle sur l'accélération, mais les objets qu'il laissait tomber accéléraient trop rapidement pour qu'il puisse prendre des mesures précises. C'est le plan incliné qui lui a permis de ralentir l'effet de la force gravitationnelle.

Lorsqu'on pose une balle sur un plan incliné, c'est la force gravitationnelle qui fait accélérer la balle jusqu'à ce qu'elle atteigne la surface horizontale. Parce que le plan incliné diminue le taux d'accélération comparativement à la chute libre, Galilée pouvait mieux mesurer la distance parcourue par la balle par rapport au temps écoulé.

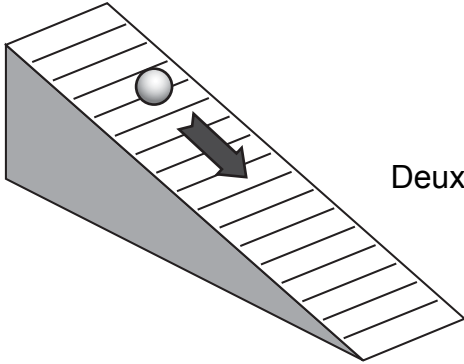
Galilée a d'abord déterminé que la balle se déplaçait d'une unité de distance quelconque en une seconde. Après deux secondes, la balle couvrait 3 fois cette distance. Après trois secondes, elle couvrait 5 fois la distance initiale. Galilée s'est aperçu que d'une seconde à l'autre, le rapport des distances augmentait par intervalles de 1, 3, 5, 7, 9, etc.



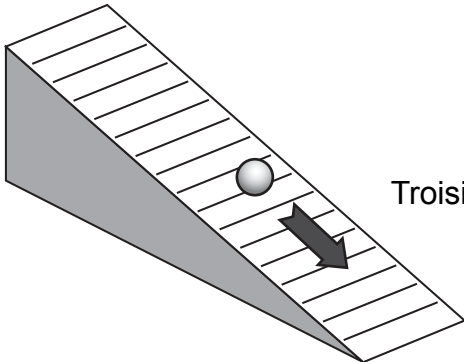
Premier intervalle de temps : $d = 1$



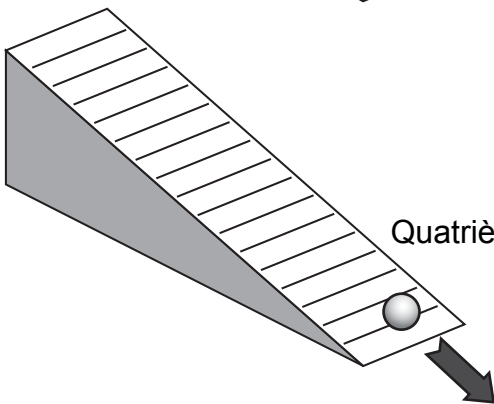
ANNEXE 14 : La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule – Renseignements pour l'enseignant (suite)



Deuxième intervalle de temps : Distance parcourue est égale à $3d$



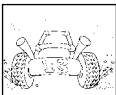
Troisième intervalle de temps : Distance parcourue est égale à $5d$



Quatrième intervalle de temps : Distance parcourue est égale à $7d$

Galilée nota aussi qu'après une seconde la balle avait couvert une distance d'une unité. À la prochaine seconde, elle couvrirait 3 autres unités, donc dans 2 secondes couvrirait une distance totale de 4 unités de distance. À la 3^e seconde, elle couvrirait 5 autres unités de distance pour une distance totale de 9 unités. Si la balle continuait pour une 4^e seconde, elle couvrirait 7 autres unités pour une distance totale de 16 unités de distance.

TEMPS	DISTANCE TOTALE
1	1
2	$1 + 3 = 4$
3	$1 + 3 + 5 = 9$
4	$1 + 3 + 5 + 7 = 16$



ANNEXE 14 : La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule – Renseignements pour l'enseignant (suite)

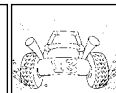
Galilée remarqua donc un rapport encore plus extraordinaire entre la distance et le temps pour un objet qui accélère de façon uniforme. Il vit que la distance parcourue était proportionnelle au carré du temps écoulé ($d \propto t^2$)

TEMPS	DISTANCE TOTALE PARCOURUE	TEMPS AU CARRÉ
1	1	$(1)^2 = 1$
2	4	$(2)^2 = 4$
3	9	$(3)^2 = 9$
4	16	$(4)^2 = 16$

Nous avons vu dans le bloc B que la vitesse d'un objet qui accélère de façon uniforme est proportionnelle au temps écoulé ($v \propto t$). Puisque les distances dans l'expérience de Galilée sont parcourues lors d'intervalles de temps égaux, la vitesse doit donc aussi augmenter de façon proportionnelle. La vitesse au temps 2 (distance = 4) doit donc être deux fois plus grande que celle au temps 1. La vitesse au temps 3 (distance = 9) doit être trois fois plus grande que celle au temps 1. La vitesse va augmenter de façon directement proportionnelle à chacune de ces distances.

Supposons qu'on commence à une distance de 10 cm du bas du plan incliné. On peut assigner une valeur de 1 à la vitesse quand la voiture atteint le bas. (Ce ne sont pas des valeurs réelles; c'est le rapport qui est important.) Pour que la vitesse double, il faudrait que notre prochain intervalle de distance soit 4 fois plus loin, donc $10 \times 4 = 40$ cm. La prochaine distance serait 9 fois plus loin, donc $10 \times 9 = 90$ cm. Le tableau qui suit représente les distances nécessaires pour avoir les rapports de vitesse voulus.

RAPPORT NÉCESSAIRE	DISTANCE TOTALE PARCOURUE (cm)	VITESSE (UNITÉS ARBITRAIRES)
1	$1 \times 10 = 10$	1
4	$4 \times 10 = 40$	2
9	$9 \times 10 = 90$	3
16	$16 \times 10 = 160$	4
25	$25 \times 10 = 250$	5



ANNEXE 14 : La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule – Renseignements pour l'enseignant (suite)

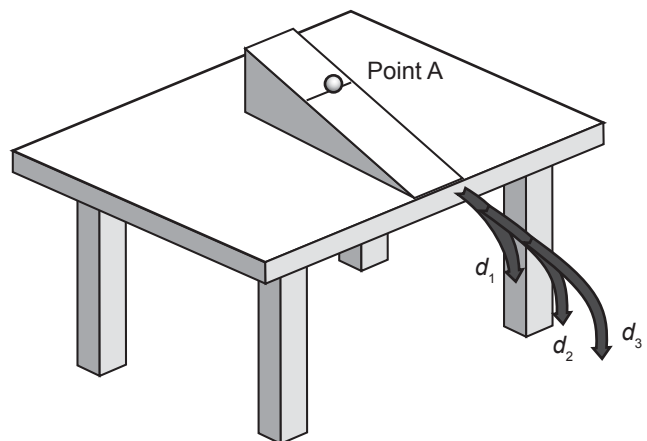
Le prochain tableau démontre aussi des distances nécessaires pour avoir les rapports de vitesse voulus, mais cette fois on commence avec une première distance de 5 cm.

RAPPORT NÉCESSAIRE	DISTANCE TOTALE PARCOURUE (cm)	VITESSE (UNITÉS ARBITRAIRES)
1	$1 \times 5 = 5$	1
4	$4 \times 5 = 20$	2
9	$9 \times 5 = 45$	3
16	$16 \times 5 = 80$	4
25	$25 \times 5 = 125$	5

Il n'est pas nécessaire que les élèves comprennent ces calculs. Leur expliquer que si la distance finale est 4 fois plus grande que la distance initiale, la vitesse devrait doubler. Si la distance finale est 9 fois plus grande que la distance initiale, la vitesse devrait tripler. Si la distance finale est 16 fois plus grande que la distance initiale, la vitesse devrait quadrupler, etc.

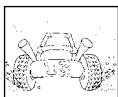
2. Calibrage d'un plan incliné

Les élèves peuvent faire ce calibrage.



Si on libère la balle du point A, elle accélère jusqu'au bout du plan incliné et tombe à une distance d_1 du bout de la table. Une fois que la balle quitte le plan incliné, il n'y a aucune force horizontale (à l'exception de la résistance de l'air) qui agit sur elle. La balle se déplace donc à vitesse constante, v_1 . (La force gravitationnelle a un effet dans le plan vertical seulement.)

Si on libère la balle plus haut sur le plan incliné, elle va accélérer encore plus. Si elle tombe à une distance deux fois plus grande que d_1 , la vitesse devrait être deux fois plus grande que v_1 . On peut répéter ce processus de façon à ce que la balle tombe trois fois plus loin que d_1 , puis quatre fois plus loin que d_1 , afin de calibrer notre plan incliné.



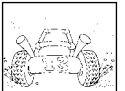
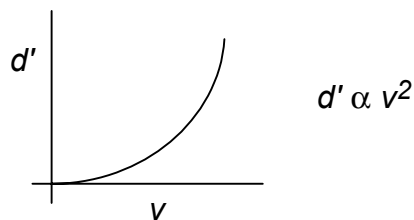
ANNEXE 14 : La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Exemple :

On libère la balle à 5 cm du bas du plan incliné et la balle atteint le sol à 3 cm du bout de la table. Il faut alors faire un trait à 6 cm du bout de la table. Ensuite, on libère la balle de plus en plus haut sur le plan incliné jusqu'à ce qu'elle atteigne le trait de 6 cm. Il faut alors noter cette distance sur le plan incliné. On répète ce processus quatre ou cinq fois afin de calibrer le plan.

RÉPONSES

1. À mesure que la vitesse augmente, la distance de projection augmente aussi.
2. C'est une relation exponentielle. La distance est proportionnelle au carré de la vitesse, soit $d' \propto v^2$.



ANNEXE 15 : Expérience – La deuxième loi de Newton

Nom : _____

Date : _____

PARTIE A : LA RELATION ENTRE LA FORCE ET L'ACCÉLÉRATION

Question

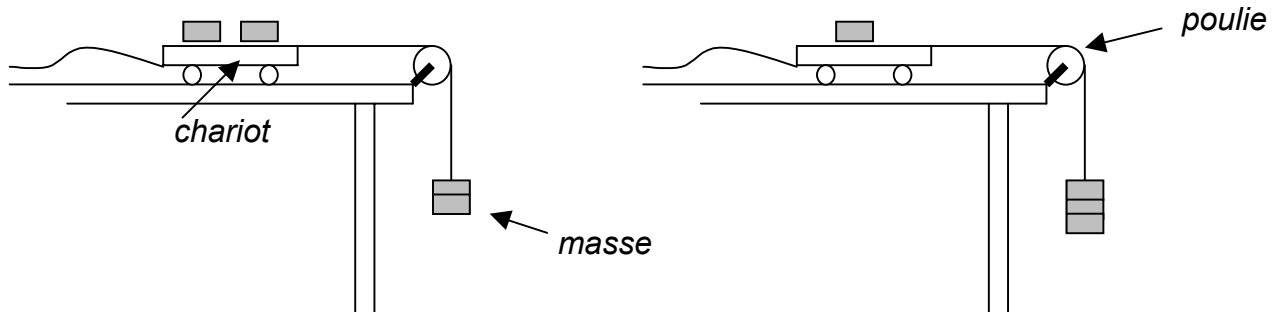
Quelle est la relation entre la force exercée sur un corps et son accélération?

Matériel

- chariot dynamique
- minuteur-enregistreur
- ruban adhésif
- masses
- ficelle
- poulie

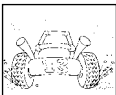
Démarche

1. Prépare le montage illustré dans la figure ci-dessous.
2. Place deux masses de 200 g sur le chariot, puis deux masses de 200 g au bout de la ficelle.
3. Tiens le chariot en place, puis démarre le minuteur-enregistreur.
4. Laisse aller le chariot puis attrape-le avant qu'il n'entre en collision avec la poulie.
5. Recommence l'expérience en suspendant du bout de la ficelle une des masses qui se trouvait sur le chariot, puis une troisième fois en suspendant du bout de la ficelle la dernière masse sur le chariot (la masse totale du système doit demeurer constante, donc tu dois simplement transférer les masses du chariot au bout de la ficelle.)
6. Examine les rubans pour les trois situations et note toutes tes observations.



Analyse et conclusion

1. Quelles sont les variables indépendante et dépendante?
2. Y a-t-il une différence quant à la distance entre les points du ruban pour les trois situations?
3. Selon tes observations, quelle est la relation entre la force exercée sur un corps et son accélération?
4. Comment pourrais-tu augmenter la fiabilité de tes résultats?



ANNEXE 15 : Expérience – La deuxième loi de Newton (suite)

Nom : _____

Date : _____

PARTIE B : LA RELATION ENTRE LA MASSE ET L'ACCÉLÉRATION

Question

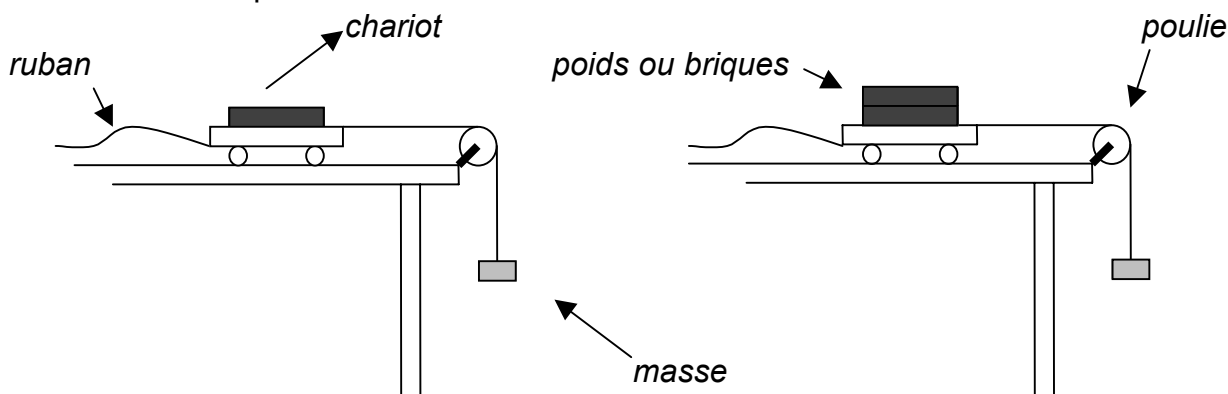
Quelle est la relation entre la masse d'un objet et son accélération?

Matériel

- chariot
- minuteur-enregistreur
- ruban adhésif
- masses
- ficelle
- poulie

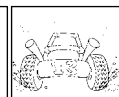
Démarche

1. Prépare le montage illustré dans la figure ci-dessous.
2. Tiens le chariot en place, puis démarre le minuteur-enregistreur.
3. Laisse aller le chariot puis attrape-le avant qu'il n'entre en collision avec la poulie.
4. Recommence l'expérience avec une masse de 500 g sur le chariot, puis une troisième fois avec deux masses de 500 g sur le chariot.
5. Examine les rubans pour les trois situations et note toutes tes observations.



Analyse et conclusion

1. Quelles sont les variables indépendante et dépendante?
2. Quelles variables as-tu contrôlées lors de cette expérience?
3. Y a-t-il une différence quant à la distance entre les points du ruban pour les trois situations? Décris la différence, s'il y a lieu.
4. Selon tes observations, quelle serait le rapport entre la masse d'un corps et l'accélération de ce dernier?
5. Une voiture avec 5 passagers accélère-t-elle plus rapidement qu'une voiture avec un passager? Explique ta réponse.



ANNEXE 16 : Expérience – La deuxième loi de Newton

Nom : _____

Date : _____

PARTIE A : LA RELATION ENTRE LA FORCE ET L'ACCÉLÉRATION

Question

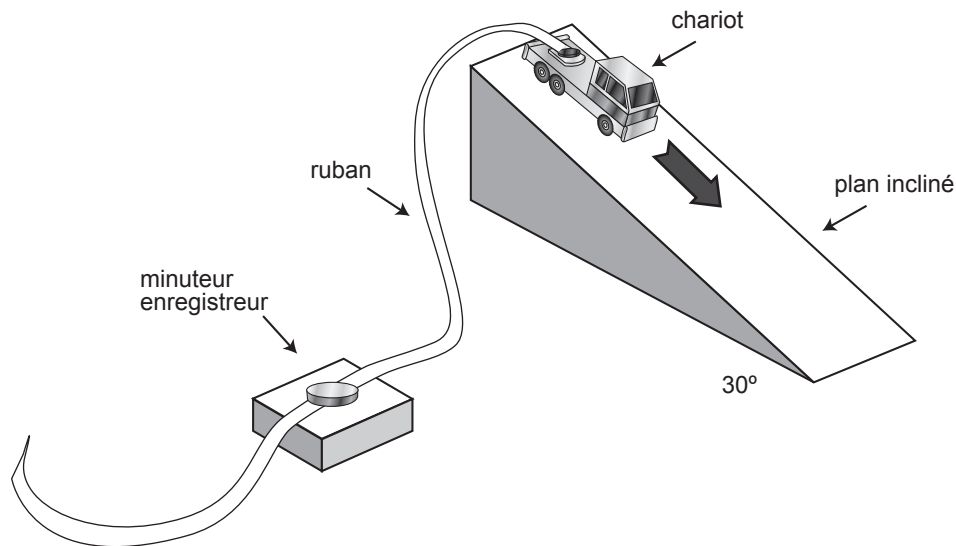
Quelle est la relation entre la force exercée sur un corps et son accélération?

Matériel

- chariot dynamique
- minuteur-enregistreur
- ruban adhésif
- plan incliné

Démarche

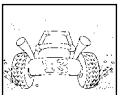
1. Fixe un morceau de ruban pour compteur à ruban sur un chariot dynamique ou une petite voiture. Laisse rouler le chariot le long d'un plan incliné et enregistre son déplacement à l'aide d'un compteur à ruban pour un angle d'inclinaison d'environ 30° .



2. Augmente l'angle d'inclinaison du plan incliné puis répète l'étape 1.
3. Examine les rubans pour les deux situations et note toutes tes observations.

Analyse et conclusion

1. Quelles sont les variables indépendante et dépendante?
2. Y a-t-il une différence quant à la distance entre les points du ruban pour les deux situations?
3. Selon tes observations, quelle est la relation entre la force exercée sur un corps et son accélération?
4. Comment pourrais-tu augmenter la fiabilité de tes résultats?



ANNEXE 16 : Expérience – La deuxième loi de Newton (suite)

Nom : _____

Date : _____

PARTIE B : LA RELATION ENTRE LA MASSE ET L'ACCÉLÉRATION

Question

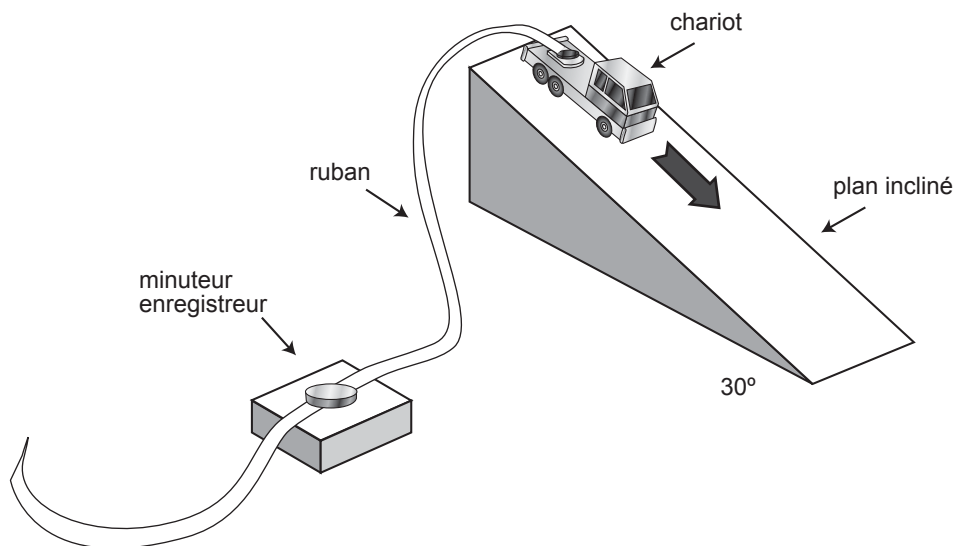
Quelle est la relation entre la masse d'un objet et son accélération?

Matériel

- chariot dynamique
- minuteur-enregistreur
- ruban adhésif
- masses
- plan incliné

Démarche

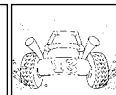
1. Fixe un morceau de ruban pour compteur à ruban sur un chariot dynamique ou une petite voiture. Laisse rouler le chariot le long d'un plan incliné et enregistre son déplacement à l'aide d'un compteur à ruban pour un angle d'inclinaison d'environ 30° .



2. Ajoute une masse sur le chariot puis répète l'étape 1.
3. Ajoute une deuxième masse sur le chariot puis répète l'étape 1.
4. Examine les rubans pour les trois situations et note toutes tes observations.

Analyse et conclusion

1. Quelles sont les variables indépendante et dépendante?
2. Y a-t-il une différence quant à la distance entre les points du ruban pour les deux situations?
3. Selon tes observations, quelle est la relation entre la masse d'un corps et son accélération?
4. Comment pourrais-tu augmenter la fiabilité de tes résultats?



ANNEXE 17 : Cycle de mots

Nom : _____

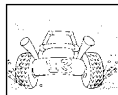
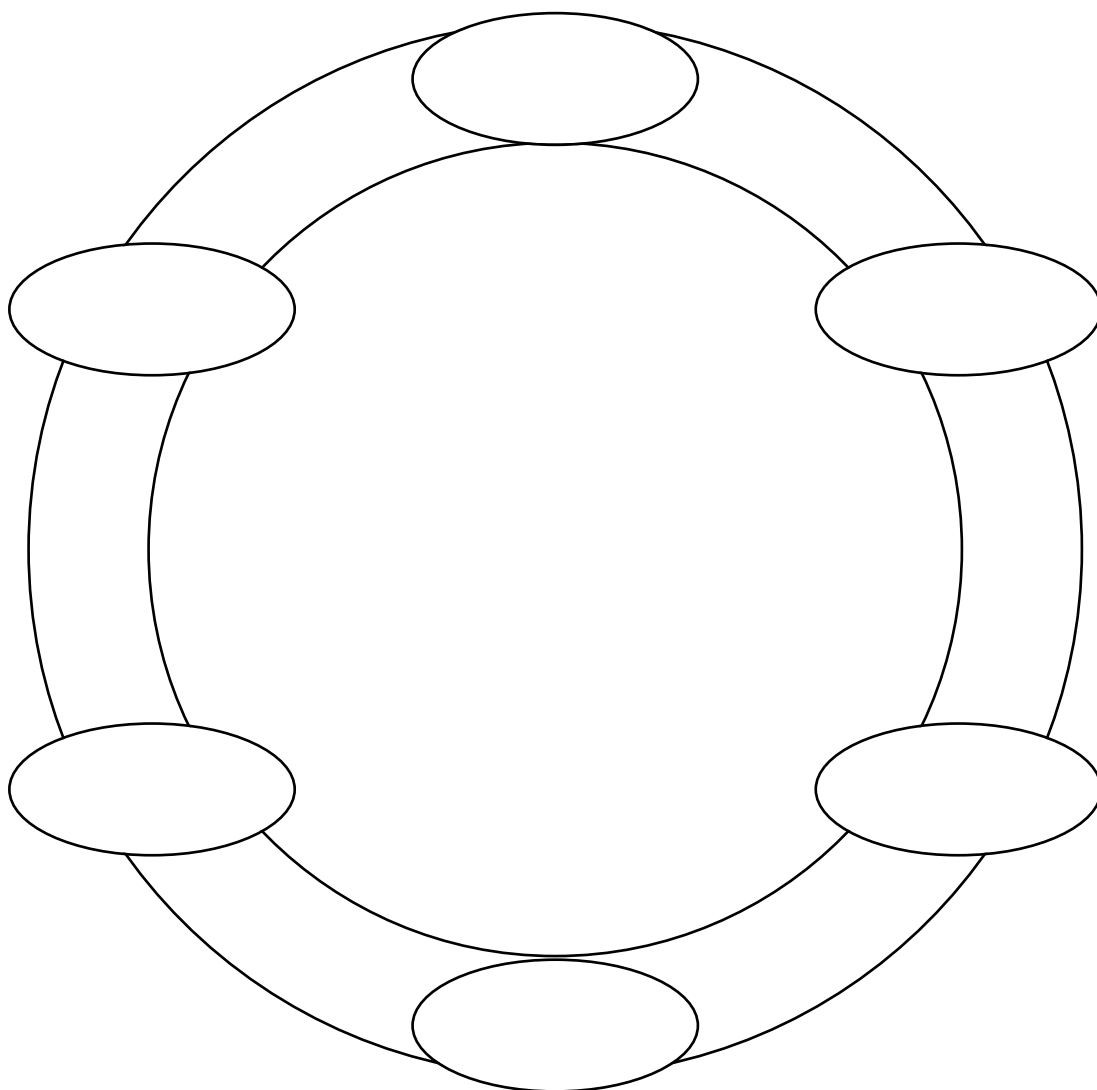
Date : _____

Lis la liste de mots. Choisis un mot et place-le dans un des ovales. 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.

Newton
accélération

masse
vitesse

force
mouvement

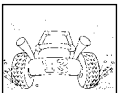


ANNEXE 18 : Compte rendu du défi technologique

Nom : _____

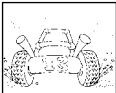
Date : _____

Défi :	Critères :
Remue-méninges :	Schéma :



ANNEXE 18 : Compte rendu du défi technologique (suite)

<p>Matériel/Outils :</p>	<p>Mise à l'essai</p> <p>Ce qui a bien fonctionné :</p> <p>Ce qui n'a pas bien fonctionné :</p>
<p>Modifications apportées au plan :</p>	<p>Réflexion</p> <p>Ce que j'ai bien fait : _____ _____ _____</p> <p>La prochaine fois je _____ _____ _____</p> <p>Commentaires : _____ _____ _____</p>

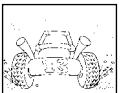


ANNEXE 19 : Autoévaluation – Fabrication d'un prototype

Nom : _____

Date : _____

Maîtrises-tu les habiletés suivantes?	Oui, très bien.	Oui, assez bien	Non, pas encore	Comment pourrais-tu t'améliorer?
J'ai participé au choix des critères pour évaluer le prototype, et je comprends leur importance.				
J'ai veillé à ce que soit élaboré un plan détaillé comportant : - une liste du matériel; - les mesures de sécurité; - un diagramme ou un schéma; - les étapes à suivre.				
J'ai travaillé en coopération : - en participant au remue-ménages et au consensus; - en partageant les matériaux; - en respectant les consignes de sécurité; - en contribuant de façon constructive.				
J'ai résolu des problèmes inattendus qui ont surgi et j'ai fait preuve de créativité et de persévérance tout au long du travail.				
J'ai mis à l'essai le prototype en tenant compte des critères et j'ai enregistré fidèlement les résultats.				
J'ai identifié des forces et des faiblesses du prototype et j'ai proposé des suggestions pour la « prochaine fois ».				



ANNEXE 21 : Exercice – La quantité de mouvement

Nom : _____

Date : _____

1. *masse : 1200 kg*
vitesse : 14 m/s



masse : 1200 kg
vitesse : 14 m/s



▲
point d'impact

- Quel véhicule subira le plus de dommages après la collision? Explique ta réponse.
- Y aura-t-il un déplacement des voitures par rapport au point d'impact? Si oui, de quel côté vont se déplacer les véhicules?

2. *masse : 1200 kg*
vitesse : 14 m/s



masse : 5000 kg
vitesse : 14 m/s



▲
point d'impact

- Quel véhicule subira le plus de dommages après la collision? Explique ta réponse.
- Y aura-t-il un déplacement des voitures par rapport au point d'impact? Si oui, de quel côté vont se déplacer les véhicules?

3. *masse : 1200 kg*
vitesse : 30 m/s

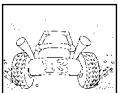


masse : 1200 kg
vitesse : 14 m/s



▲
point d'impact

- Quel véhicule subira le plus de dommages après la collision? Explique ta réponse.
 - Y aura-t-il un déplacement des voitures par rapport au point d'impact? Si oui, de quel côté vont se déplacer les véhicules?
- Quels sont les deux facteurs qui peuvent avoir un effet sur une collision?
 - Dans l'activité de la section « En tête », les œufs avaient la même masse et voyageaient à la même vitesse. Pourquoi le premier œuf s'est-il cassé, mais pas le deuxième?



ANNEXE 22 : Les dispositifs de sécurité

Nom : _____

Date : _____

1. La ceinture de sécurité

- Historique

La ceinture de sécurité est presque aussi ancienne que l'automobile. C'est un Français nommé Gustave-Désiré Lebeau qui obtient en 1911 un brevet pour des « bretelles protectrices pour voitures automobiles et autres » visant à protéger les automobilistes.

Les premières ceintures n'ont que deux points d'ancrage. Elles retiennent l'abdomen mais pas le haut du corps. Lors d'une collision, elles empêchent l'occupant d'être projeté hors du véhicule mais n'empêchent pas les blessures graves à la tête, au cou et à la poitrine.

En 1958, la compagnie Volvo développe une ceinture à trois points d'ancrage. L'ajout d'un harnais pour épaules réduit énormément les blessures.

Aujourd'hui, les ceintures de sécurité se sont encore améliorées. Le prétendeur augmente la tension de la ceinture au moment du choc, ce qui maintient l'occupant en position adéquate pour bénéficier du coussin de gonflage. Le limiteur d'effet laisse progressivement se relâcher la ceinture selon la force qui s'exerce sur le corps. Cela réduit le risque de blessures causées par la pression de la ceinture sur le thorax de l'occupant.

- Fonctionnement

La ceinture de sécurité retient le passager dans son siège et l'empêche de se faire projeter vers l'avant. Elle ralentit l'occupant le plus progressivement possible en utilisant l'espace dans l'habitacle (intérieur de la voiture). Puisque l'impulsion dépend de la force et du temps, en augmentant le temps pendant lequel l'occupant ralentit, on réduit l'effet de la collision sur lui. De plus, avec les ceintures à trois points d'ancrage, le choc est absorbé par les parties les plus résistantes du corps, le thorax et le bassin.

2. Le coussin gonflable

- Historique

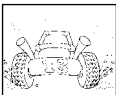
Le premier brevet pour coussin gonflable remonte à 1952 et est demandé par l'Américain John Hetrick. L'installation de ce type de dispositif dans les véhicules rencontre cependant plusieurs difficultés, telles qu'un coût très élevé et des obstacles techniques impliquant l'entreposage et la libération de gaz comprimé. Dans les années 1970, on développe des appareils capables d'amorcer une réaction chimique qui libère de l'azote gazeux dans le coussin. Les premiers coussins gonflables sont installés dans les Mercedes-Benz au début des années 1980.

Plusieurs véhicules offrent maintenant des coussins gonflables latéraux pour protéger les occupants lors de collisions latérales. Les véhicules les plus récents offrent des coussins gonflables qui peuvent modifier leur gonflement selon la violence du choc, la taille des occupants et la position des occupants dans le véhicule.

- Fonctionnement

Le concept de variation de quantité de mouvement (impulsion) permet aussi d'expliquer comment fonctionne le coussin gonflable. Pour faire varier la quantité de mouvement d'un objet, il faut appliquer une force pour une certaine période de temps. Lorsqu'un véhicule subit une collision, une force importante est requise pour arrêter l'occupant car la quantité de mouvement du véhicule change instantanément tandis que celle de l'occupant ne change pas. L'objectif majeur de tout système de sécurité est de ralentir l'occupant pour l'empêcher de se blesser sérieusement.

Le coussin se gonfle en moins de 0,04 seconde, mais cela donne assez de temps à l'occupant pour ralentir et éviter des blessures sérieuses. Une seconde plus tard, le coussin se dégonfle pour permettre à l'occupant d'avancer.



ANNEXE 22 : Les dispositifs de sécurité (suite)

Le coussin gonflable fonctionne grâce à un capteur qui détecte une collision et fait amorcer une réaction chimique qui produit de l'azote gazeux qui fait gonfler le coussin.

3. Le pare-chocs

- Historique

Le premier brevet pour un pare-chocs en caoutchouc est obtenu en 1905 par un Anglais nommé F.R. Simms. Un pare-chocs avait déjà été monté sur une voiture tchèque en 1897, mais était tombé au moment de la première épreuve.

Aujourd'hui, les pare-chocs sont fabriqués de matériaux tels que l'acier, l'aluminium, le caoutchouc ou le plastique et sont montés à l'avant et à l'arrière des véhicules.

- Fonctionnement

Le pare-chocs n'est pas un dispositif de sécurité pour les occupants d'un véhicule. Il absorbe l'impact d'une collision à vitesse lente (8 km/h ou moins) afin de protéger le véhicule.

4. Les zones tampons

- Historique

On croyait auparavant que plus une voiture avait une structure solide, plus elle pouvait protéger les passagers. Cependant, la force d'une collision n'était pas absorbée par le véhicule et était transmise directement aux passagers. En 1959, Bela Berenyi, ingénieur pour la compagnie Mercedes, conçoit une zone à l'avant et à l'arrière d'un véhicule qui se déforme lors d'une collision et absorbe l'énergie afin de protéger les occupants. Les zones tampons sont maintenant présentes dans tous les véhicules.

- Fonctionnement

Les zones tampons servent à dissiper l'énergie cinétique d'un véhicule lors d'une collision et à protéger les occupants. Ces parties à l'avant et à l'arrière du véhicule se déforment lors d'un impact, ce qui donne un peu plus de temps au véhicule à subir son impulsion, et réduit la force de la collision pour les occupants. L'habitacle (compartiment où se trouvent le conducteur et les passagers) est très rigide et indéformable afin d'éviter des impacts entre les occupants et les parties du véhicule. Les zones tampons peuvent seulement protéger les occupants d'un véhicule si ces derniers se déplacent avec l'habitacle, c'est-à-dire s'ils portent des ceintures de sécurité.

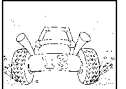
5. Le tableau de bord rembourré

- Historique

Le docteur Claire Straith est né en Ontario en 1891 mais vit aux États-Unis dès l'âge de 12 ans. Il est responsable du développement du tableau de bord rembourré. Claire Straith est médecin spécialisé en chirurgie plastique. Il se rend compte que les occupants d'un véhicule sont souvent blessés par le tableau de bord ou les boutons sur le tableau de bord. Il décide de mener une campagne afin de promouvoir des tableaux de bord rembourrés ainsi que des boutons encastrés.

- Fonctionnement

Si un passager ou le conducteur est projeté contre le tableau de bord lors d'une collision, celui-ci modifie la force et le temps requis pour arrêter leur mouvement. Un tableau de bord rembourré augmente la durée de l'impact, et par conséquent, atténue l'intensité de l'impulsion.



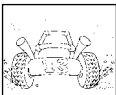
ANNEXE 23 : Comparaison des sciences et de la technologie

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 :	<p>Pourquoi mon café refroidit-il si vite ?</p> <p><i>Une réponse possible :</i> L'énergie calorifique est transférée par conduction, convection et rayonnement.</p>	<p>Quel matériau permet de ralentir le refroidissement de mon café ?</p> <p><i>Une solution possible :</i> Le polystyrène (verre) ralentit le refroidissement des liquides chauds.</p>	<p>Devrions-nous choisir des verres en polystyrène ou en céramique pour notre réunion ?</p> <p><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.</p>

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

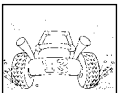


ANNEXE 24 : Cadre de prise de notes

Nom : _____

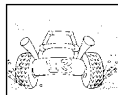
Date : _____

DISPOSITIF DE SÉCURITÉ	ÉVOLUTION DE LA TECHNOLOGIE	FONCTIONNEMENT
Ceinture de sécurité		
Coussin gonflable		
Pare-chocs		



ANNEXE 24 : Cadre de prise de notes (suite)

DISPOSITIF DE SÉCURITÉ	ÉVOLUTION DE LA TECHNOLOGIE	FONCTIONNEMENT
Zones tampons		
Tableau de bord rembourré		

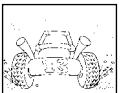


ANNEXE 25 : Grille d'évaluation d'une prise de notes

Nom : _____

Date : _____

critères		
L'élève :	de façon satisfaisante	à améliorer
prend des notes pertinentes à son projet de lecture		
dégage les mots-clés		
inclut les informations essentielles à propos des impacts liés à l'utilisation des dispositifs de sécurité		



ANNEXE 26 : Grille d'appréciation de l'affiche

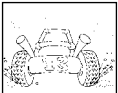
Date : _____

Insatisfaisant = 1

Bien = 2

Très bien = 3

Nom des élèves	L'équipe a décrit l'effet de leur condition ou technologie sur le frottement.	L'équipe a cerné un avantage ou un danger de sa condition ou technologie.	L'équipe a utilisé un diagramme clair et approprié.	L'équipe a révisé son texte. Il y a peu d'erreurs de grammaire ou d'orthographe.	L'équipe a inclus une bibliographie.
Équipe A					
Équipe B					
Équipe C					
Équipe D					
Équipe E					
Équipe F					
Équipe G					
Équipe H					



ANNEXE 27 : Expérience – La relation entre la vitesse et la distance de freinage

Nom : _____

Date : _____

But

Déterminer la relation entre la vitesse d'un véhicule et sa distance de freinage.

Matériel

plan incliné avec intervalles de distance

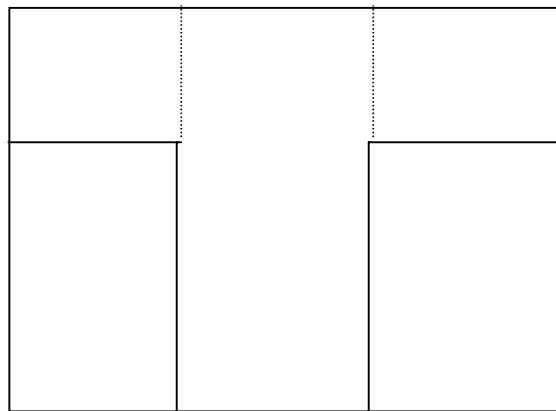
petite voiture

glisseur

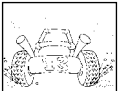
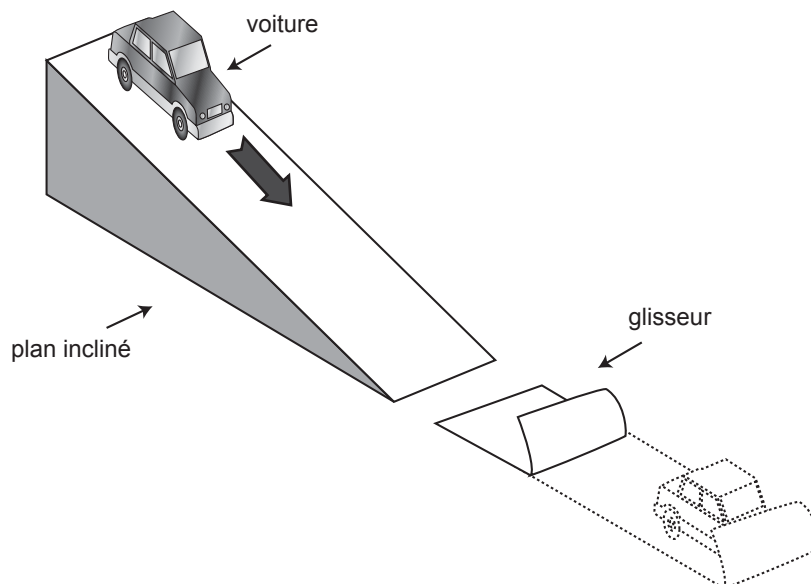
règle

Démarche

1. Construis un glisseur en coupant un morceau de papier de 10 cm sur 12 cm le long des lignes pointillées puis en pliant le long des lignes pleines.



2. Dispose le plan incliné avec le glisseur au bout, comme dans l'illustration qui suit :



**ANNEXE 27 : Expérience – La relation entre la vitesse
et la distance de freinage (suite)**

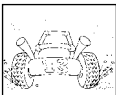
3. Pose la voiture au premier intervalle de distance sur le plan incliné (voir l'annexe 14) puis laisse-la aller.
4. Mesure la distance que parcourt la voiture dans le glisseur. Répète l'activité trois fois puis calcule la distance moyenne de freinage. Note cette distance dans un tableau semblable à celui qui suit.

Distance (d) sur le plan incliné (cm)	Vitesse	Essai 1 (cm)	Essai 2 (cm)	Essai 3 (cm)	Distance moyenne de freinage (cm)
5	1				
20	2				
45	3				
80	4				
125	5				

5. Répète l'activité à une distance où la vitesse va doubler.
6. Avec les données du tableau, construis un graphique illustrant la distance moyenne de freinage en fonction de la vitesse.
7. Répète l'expérience avec un véhicule plus lourd afin d'étudier le rapport qui existe entre la masse d'un véhicule et sa distance de freinage.

Questions

1. Décris en tes propres mots le rapport entre la vitesse d'un véhicule et la distance de freinage.
2. Comment la distance de freinage varie-t-elle avec des véhicules de différentes masses?



ANNEXE 28 : Feuille de planification pour une expérience originale

Nom : _____

Date : _____

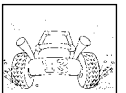
1. Les membres de notre groupe sont :

2. Le titre de notre expérience scientifique est :

3. La question posée dans notre expérience est la suivante :

4. Nous avons formulé la prédiction ou l'hypothèse suivante pour notre expérience :

5. Afin de vérifier notre prédiction ou hypothèse, nous devons contrôler les variables suivantes :

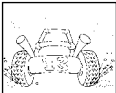


ANNEXE 28 : Feuille de planification pour une expérience originale (suite)

6. Voici le matériel nécessaire pour réaliser notre expérience :

7. Voici la démarche à suivre pour notre expérience.

- Nous avons ajouté les diagrammes qui expliquent notre démarche et les tableaux pour la consignation des observations.



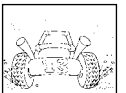
ANNEXE 28 : Feuille de planification pour une expérience originale (suite)

8. L'exactitude et la fiabilité de nos résultats seront accrues parce que :

9. Les mesures de sécurité que nous devons respecter sont les suivantes :

10. Notre enseignante ou enseignant a examiné notre plan et voici ses consignes et remarques :

Signature de l'enseignant(e) : _____ Date : _____



ANNEXE 29 : Feuille de route – Temps de réaction

Nom : _____

Date : _____

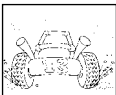
1. Demande à ton partenaire de tenir une règle d'un mètre à une distance d'environ 1,5 m du sol. Tiens ton pouce et ton index de part et d'autre de l'extrémité inférieure de la règle sans y toucher.
2. Sans te prévenir, ton partenaire doit laisser tomber la règle et tu dois essayer de l'attraper entre le pouce et l'index le plus rapidement possible. Note la hauteur à laquelle tu as attrapé la règle.
3. Répète l'essai trois fois et calcule la hauteur moyenne.
4. Calcule ensuite ton temps de réaction à l'aide de la formule suivante :

$$\text{temps} = \sqrt{d / 5}$$

5. Répète l'activité, mais cette fois lis un texte ou chante une chanson en attendant que ton partenaire laisse tomber la règle.
6. Change de place avec ton partenaire puis recommence l'expérience.

Questions

1. Quelle a été l'influence de la distraction sur ton temps de réaction?
2. Nomme des éléments de distraction qui peuvent avoir un effet sur ton temps de réaction lorsque tu conduis un véhicule. Décris une conséquence possible d'une telle distraction.



ANNEXE 30 : Grille d'évaluation du rapport d'expérience

Nom : _____

Date : _____

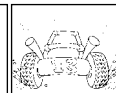
Évaluation du rapport d'expérience

Titre de l'expérience : _____ Date : _____

Membres de l'équipe : _____

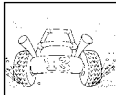
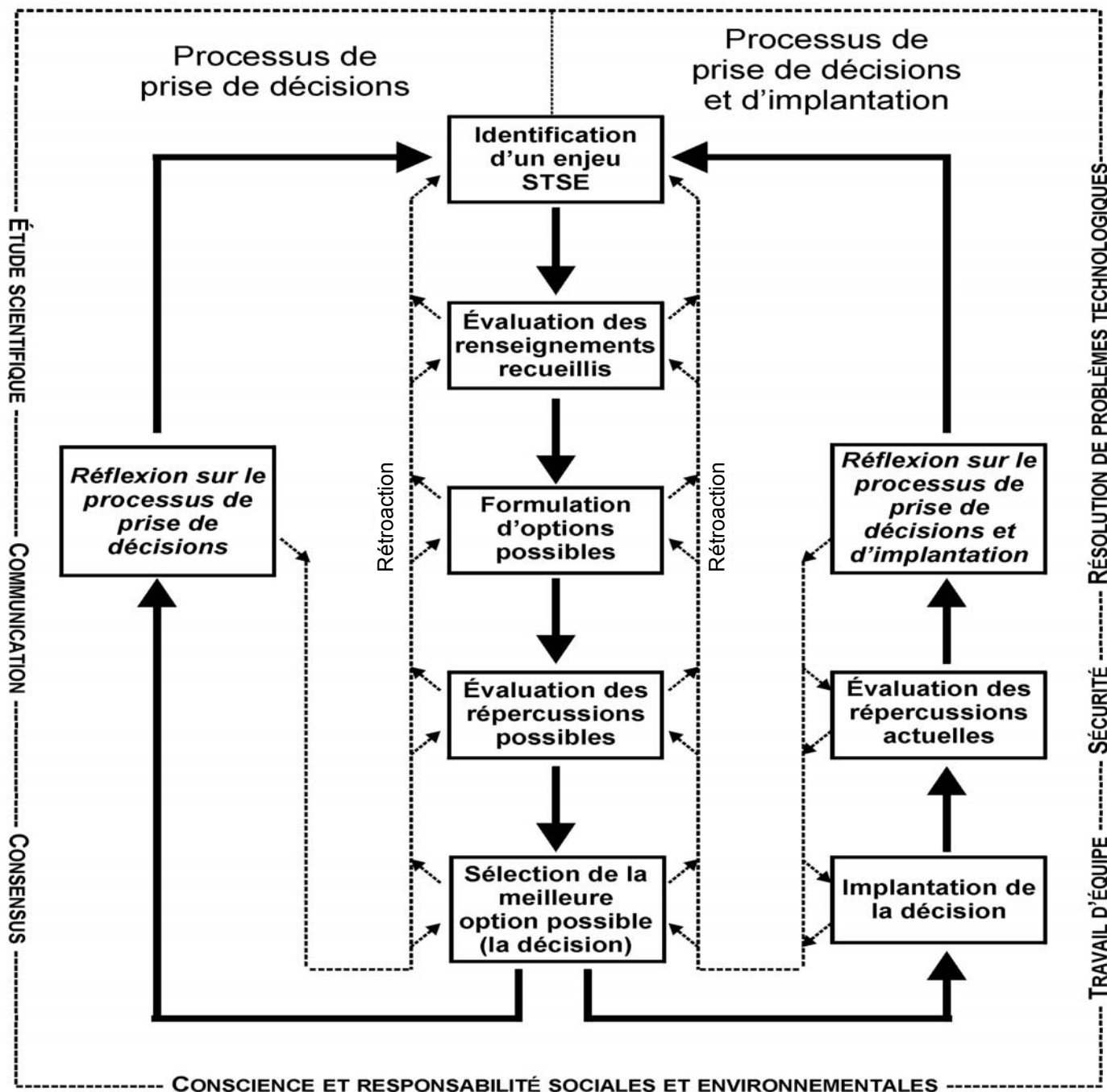
Critères	Points possibles*	Auto-évaluation	Évaluation par l'enseignant
<p><i>Formuler une question</i></p> <ul style="list-style-type: none"> la question mène à l'étude et l'objet est bien ciblé (comporte une relation de cause à effet) 			
<p><i>Émettre une prédiction</i></p> <ul style="list-style-type: none"> les variables dépendante et indépendante sont définies la prédiction comporte une relation de cause à effet entre les variables dépendante et indépendante 			
<p><i>Élaborer le plan</i></p> <ul style="list-style-type: none"> le matériel nécessaire est choisi les variables à contrôler sont déterminées les étapes sont énumérées et décrites clairement les mesures de sécurité sont prises en compte l'élimination des déchets est prévue les éléments suivants sont modifiés au besoin et une justification est fournie <ul style="list-style-type: none"> le matériel les variables les mesures de sécurité la démarche 			
<p><i>Réaliser le test, observer et consigner les observations</i></p> <ul style="list-style-type: none"> l'expérience fait l'objet d'essais répétés les données sont consignées en détail et avec les unités appropriées les données sont consignées clairement, de façon structurée et dans un format approprié 			
<p><i>Analyser et interpréter les résultats</i></p> <ul style="list-style-type: none"> les graphiques sont utilisés au besoin les régularités, les tendances ou les écarts sont précisés les forces et les faiblesses de la méthode et les sources d'erreur possibles sont décrites toute modification au plan initial est décrite et justifiée 			
<p><i>Tirer une conclusion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> la relation de cause à effet entre les variables dépendante et indépendante est expliquée d'autres explications sont élaborées la prédiction est acceptée ou rejetée 			
Total des points			

* **Remarque** : L'enseignant ou les élèves de la classe attribuent des points selon les mérites particuliers de l'expérience.



ANNEXE 31 : Processus de prise de décisions

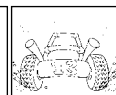
COMMENT ABORDER UN ENJEU STSE



ANNEXE 31 : Processus de prise de décisions (suite)

Voici une liste d'actions plus détaillées qui correspondent généralement aux étapes du processus de prise de décisions :

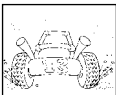
IDENTIFICATION D'UN ENJEU STSE	Relever des enjeux STSE que l'on pourrait examiner.
ÉVALUATION DES RENSEIGNEMENTS RECUEILLIS	<ul style="list-style-type: none"> • Amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des divers intervenants concernés. • Sélectionner et intégrer l'information obtenue à partir d'une variété de sources. • Évaluer la pertinence, l'objectivité et l'utilité de l'information.
ÉTUDE SCIENTIFIQUE ET RÉSOLUTION 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.
SÉLECTION ET IMPLANTATION DE LA DÉCISION	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
RÉFLEXION SUR LE PROCESSUS DE PRISE DE DÉCISION ET COMMUNICATION	<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.
CONSCIENCE ET RESPONSABILITÉ SOCIALES ET ENVIRONNEMENTALES	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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.



ANNEXE 32 : Guide d'anticipation

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 : _____ _____ _____



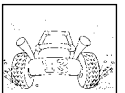
ANNEXE 33 : Grille d'accompagnement – Prise de décisions sur un enjeu STSE

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?	

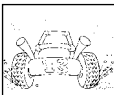


ANNEXE 34 : Grille d'évaluation critériée pour la prise de décisions

Nom : _____

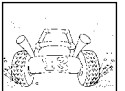
Date : _____

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)

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.



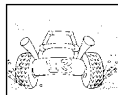
LE MOUVEMENT ET L'AUTOMOBILE

PORTFOLIO : Table des matières

Nom : _____

Date : _____

PIÈCE*	TYPE DE TRAVAIL	DATE	CHOISIE PAR
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			



PORTFOLIO : Fiche d'identification

Nom : _____

Date : _____

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) très satisfait(e)
du tout

Fiche d'identification

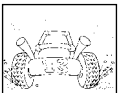
Nom de la pièce : _____

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) très satisfait(e)
du tout



LA DYNAMIQUE DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES



APERÇU DU REGROUPEMENT

Dans le présent regroupement, l'élève approfondit ses connaissances des facteurs qui influent sur le temps et le climat. L'étude du bilan radiatif de la Terre par l'entremise des transferts de chaleur et d'eau lui permet d'examiner des phénomènes météorologiques violents ou extrêmes. L'élève rassemble et analyse des données météorologiques liées à ce type de phénomène et examine les impacts sociaux, économiques et environnementaux. L'étude du changement climatique et de ses conséquences, ainsi que de l'influence de l'activité humaine sur ce processus fait également partie du regroupement.

CONSEILS D'ORDRE GÉNÉRAL

Les élèves étudient la météorologie en 5^e année et l'effet Coriolis et les courants marins en 8^e année.

À l'analyse des données météorologiques, encourager les élèves à étudier des phénomènes courants, afin de pouvoir facilement trouver des cartes météorologiques ou de l'imagerie par satellite. Comme les phénomènes météorologiques violents ou extrêmes ne sévissent pas nécessairement au moment de l'enseignement du regroupement, il serait souhaitable que l'enseignant accumule des cartes météorologiques, de l'imagerie par satellite et des bulletins de météo tout au long de l'année ou du semestre. L'analyse des phénomènes violents ou extrêmes pourrait même se poursuivre tout au long de l'année scolaire.

Le modèle de prise de décisions permet aux élèves d'évaluer de façon critique les renseignements disponibles au sujet de l'influence des humains sur le changement climatique, et de prendre une décision tout en examinant les répercussions possibles. L'accès des élèves à Internet est fortement recommandé aux fins de recherche.

Deux pages reproductibles pour le portfolio figurent à la toute fin du 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 ».



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 2.

Outre les RAS propres à ce regroupement, plusieurs RAS transversaux du secondaire 2 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'atmosphère et l'hydrosphère	S2-4-01, S2-0-5c, S2-0-7f	120 min
Bloc B	Le bilan radiatif de la Terre	S2-4-02, S2-0-5c, S2-0-7a	120 min
Bloc C	Les transferts thermiques	S2-4-03, S2-0-4g, S2-0-7a	180 min
Bloc D	Les phénomènes météorologiques violents ou extrêmes	S2-4-04, S2-4-05, S2-4-06, S2-0-2a, S2-0-2c	480 min
Bloc E	Le changement climatique	S2-4-07, S2-4-08	480 min
	<i>Récapitulation du regroupement et objectivation</i>		60 à 90 min
	Nombre d'heures suggéré pour ce regroupement		24 à 24,5 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).

[R] indique une ressource recommandée

LIVRES

- [R] **Atlas Beauchemin**, de Vincent Coulombe et Bruno Thériault, Éd. Beauchemin (1999). ISBN 2-7616-0703-1. DREF 912 C855a. CMSM 92563. [cartes thématiques; climats, pressions, vents, courants marins, précipitations]
- [R] **Atlas du monde contemporain**, de François Carrier, Éd. Lidec (2000). ISBN 2-7608-4659-8. DREF 912 C316a 2000. [excellentes cartes thématiques]
- L'atmosphère**, de Dominique Le Bourg et Oliver E. Allen, collection La planète terre, Éd. Time-Life (1983). ISBN 2-7344-0207-6. DREF 551.5 A428a.
- Le ciel, la terre, les océans**, collection Sciences et techniques d'aujourd'hui, Éd. Larousse (1985). ISBN 2-03651267-4. DREF 550.3 C569.
- Le climat : à la découverte des forces du temps**, de Peter Lafferty, Éd. Intrinsèque (1992). ISBN 2-921373-33-1. DREF 551.5 L163c.
- Les climats**, de George Purvis et autres, collection Planète terre, Éd. P. Auzou (1992). ISBN 2-7338-0167-8. DREF 551.6 P986c.
- Les climats de la terre**, de Bruno Voituriez, collection Explora, Éd. Presses Pocket (1992). ISBN 2266048309. DREF 551.6 V898c.
- Les climats du Canada**, de David W. Phillips et Jean Giguère, Éd. Environnement Canada (1990). ISBN 0-660-92845-0. DREF 551.6971 P558c.
- Connaître la météorologie**, de Richard Leduc et Raymond Gervais, Éd. Presses de l'Université du Québec (1985). ISBN 2760503658. DREF 551.5L475c.
- Les courants marins**, de Whipple A.B.C. et autres, collection La planète terre, Éd. Time-Life (1984). ISBN 2-7344-0280-7. DREF 551.4701 C858.
- La crise du climat : effet de serre et couche d'ozone**, de John Becklake et François Carlier, collection À la une, Éd. Gamma (1990). ISBN 2-7130-1065-9. DREF 551.6 B397c. [RAS S2-04-07 et 08]
- Découvertes par expérimentation en sciences physiques de l'environnement, 2^e secondaire : fiches d'intégration**, de René Cinq-Mars, Éd. Lidec (1994). ISBN 2760835855. DREF 500.2078 C575d.
- Découvrons la météo : pochette documentaire**, d'Environnement Canada, Éd. Approvisionnements et Services Canada (1983). DREF 551.5 C212d.



Éléments de sciences physiques : sciences de l'environnement, Nicole Quessy et Carole Schepper, Éd. HRW (1987). ISBN 0039266656. DREF 530.0202 Q5e 1987.

[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. 507.12 E59. CMSM 93965. [stratégies de pédagogie différenciée]

Guide de la météorologie, de Vladimir Seifert et Geneviève de Temmerman, collection Guide de la nature, Éd. Hatier (1989). ISBN 2-218-01861-6. DREF 551.5 S459g.

Guide pratique de la météorologie, de William J. Burroughs, Éd. Sélection du Reader's Digest (1996). ISBN 270980719X. DREF 551.5 G946.

Histoire et géographie des climats, de Nathalie Tordjman, collection La nouvelle encyclopédie, Éd. Hachette (1986). DREF 551.6 T677h.

Invitation à l'étude de l'environnement physique : manuel d'apprentissage, de Gilles Bolduc et autres, Éd. Lidec (1995). ISBN 276083591X. DREF 530.07 I62. [RAS S1-4-01]

Le livre des pronostics, dictons, croyances et conjurations du temps au Québec, de Pierre DesRuisseaux, Éd. Hurtubise (1982). ISBN 2890455254. DREF 398.363 D474L.

La météo : questions de temps, de René Chaboud, Éd. Nathan (1993). ISBN 2-09-278443-9. DREF 551.5 C428m.

Météorologie : climats et paysages, de David Lambert et autres, collection Science 2000, Éd. des Deux coqs d'or (1986). ISBN 2719211885. DREF 551.5 L222m.

La nature en colère, des avalanches aux typhons, de Helen Young, collection Miroirs de la connaissance, Éd. Nathan (1999). ISBN 2-09-240425-3. DREF 551.5 Y72n. [livre interactif avec multiples animations - volets, languettes, transparents]

Les océans, face cachée du monde, de Dr. Frances A. Dipper, collection Miroirs de la connaissance, Éd. Nathan (1999). ISBN 2-09-240424-5. DREF 551.46 D596o.

[R] **Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles**, de Gail de Souza et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-423-3. DREF 500 O55 10e. CMSM 91143. [accompagne le Guide d'enseignement]

Omnisciences 10 – Guide d'enseignement, de Jane Alexander et autres, collection Omnisciences, Ed. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-414-4. DREF 500 O55 10e. CMSM 91762.

[R] **Omnisciences 10 – Manuel de l'élève**, de Eric Grace et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2000). ISBN 2-89461-413-6. DREF 500 O55 10e. CMSM 93856.

Les tempêtes, de Whipple A.B.C. et Henri Robillot, collection La planète terre, Éd. Time-Life (1983). ISBN 2-7344-0138-X. DREF 551.55 W573t.



Le temps : comprendre les forces de la nature, de Louise Quayle et Isabelle Séjourné, Éd. Intrinsèque (1991). ISBN 2-88399-021-2. DREF 551.5 Q2t.

Le temps qu'il fera, de Brian Cosgrove, collection Les yeux de la découverte, Éd. Gallimard (1990). ISBN 2-07-056552-1. DREF 551.5 C834t.

Le vent et les nuages, de Jean-Pierre Maury et Jean-François Pénichoux, collection Palais de la découverte, Éd. Hachette (1988). ISBN 2-01-013630-6. DREF 551.5 M459v.

Vents et nuages, le temps qu'il fait, de Diane Costa de Beauregard et Catherine de Sairigné, collection Les racines du savoir, Éd. Gallimard (1994). ISBN 2-07-058383-X. DREF 551.5 C837v.

Vers un réchauffement global? : l'effet de serre expliqué, de Claude Villeneuve et Léon Rodier, Éd. Multimondes (1990). ISBN 2-921146-07-X. DREF 551.6 V738v. [RAS S2-4-08]

AUTRES IMPRIMÉS

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

Almanach météorologique du Canada 1989, de David W. Phillips, Éd. Environnement Canada (1988). ISBN 0660922908. DREF CV.

L'atmosphère : loin des yeux, loin du coeur?, collection Ecocivisme, Éd. Environnement Canada (1993). ISBN 662-98070-0. DREF CV.

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

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

Biosphère, Éditions Tribute, Don Milles (Ontario). DREF PÉRIODIQUE. [revue public; 5 fois par an; écologie]

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). [tablette hebdomadaire à l'intention des adolescents; actualités scientifiques]

Le climat : un degré de plus ou de moins fait toute la différence, collection Ecocivisme, Éd. Environnement Canada (1993). ISBN 0-662-98067-0. DREF CV. [S2-4-08]

Découvrir : la revue de la recherche, Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue bimestrielle de vulgarisation scientifique; recherches canadiennes]



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]

Images doc, Bayard Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; documentaires divers avec activités]

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

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

Pour la science, Éd. Pour la science, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [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 par an]

La Recherche, La Société d'éditions scientifiques, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [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]

Sciences et avenir, La Revue Sciences et avenir, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles détaillés] www.sciences-et-avenir.com

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

Le service de l'environnement atmosphérique – Carrière en météorologie, Environnement Canada (198?). DREF CV.

Le service de l'environnement atmosphérique – Fiches d'information. DREF CV.

MATÉRIEL DIVERS

Climatic atlas climatique – Canada : série de cartes illustrant le climat du Canada : série de cartes n° 1 – température et degrés-jours, Environnement Canada (1984). DREF MULTI-MEDIA 551.6971 C639.



La météo et nous, de Georges Dhonneur, collection Bibliothèque de travail, Publications de l'École moderne française (1990). ISBN 2-87785-243-1. DREF B.M. 551.5 D535m.

Weatherlink, Éd. Le naturaliste (1997). DREF M.-M. 551.5 W363 01-W. [logiciel de simulation météorologique, pour Windows]

VIDÉOCASSETTES

À la dérive, de Patricio Henriquez et Jean Lemire, collection Mission Arctique, Office national du film du Canada (2003). DREF ???.

Les bouleversements climatiques, collection Science-friction, Prod. Télé-Québec (1996). DREF 42985/V4120, V7820, V7821, V7822. [vidéocassette; 25 min; prévisions à long terme des climatologues, effet de serre, réchauffement de la Terre, simulations par ordinateur, indices du passé]

Les climats du Canada, de Jacques Robitaille et Lorraine Lahaie, collection Climats et végétation du Canada, Prod. Commission scolaire régionale de Chambly, Service régional des moyens d'enseignement (1989). DREF 44759/V4811, 55446/V5808. [19 min]

D'où vient la pluie?, d'Encyclopaedia Britannica Educational Corporation, Centre de matériel d'éducation visuelle (1978). DREF BLWS/V5826. [22 min]

La grande traversée, de Jean Lemire et Thierry Piantanida, collection Mission Arctique, Office national du film du Canada (2003). DREF ???.

Méga Météo partie 1, collection Méga Météo, Prod. TVOntario (1999). DREF 50415/V7621, 55665/V7622, 55666/V7305. [vidéocassette; 25 min; capsules traitant de divers sujets sur la météo; prévisions, cycle des saisons, facteur de refroidissement, etc.]

Méga Météo partie 2, collection Méga Météo, Prod. TVOntario (1999). DREF 50414/V7623, 55663/V7624, 55664/V7306. [vidéocassette; 25 min; capsules traitant de divers sujets sur la météo; atmosphère, nuages, foudre, tonnerre, vent, ouragan, tornade, fronts, etc.]

Méga Météo partie 3, collection Méga Météo, Prod. TVOntario (1999). DREF 50413/V7625, 55661/V7626, 55662/V7307. [vidéocassette; 25 min; capsules traitant de divers sujets sur la météo; humidité, rosée, givre, brouillard, brume, pluie, neige, grêle, pluies acides, couche d'ozone, etc.]

[R] **Menaces sur le toit du monde**, de Jean Lemire et Alain Belhumeur, collection Mission Arctique, Office national du film du Canada (2003). DREF ???.

La météorologie, de Laurier Bonin, collection Omni science, Prod. Radio-Québec (1989). DREF JGOF/V8251 + G. [26 min]

Mouvements atmosphériques sous les tropiques, d'Eva Mause, Prod. Institut für Film und Bild (1988). DREF JGMN/V6522. [26 min; RAS S2-4-03; vents dominants]

Les mouvements de l'atmosphère, d'Encyclopaedia Britannica Educational Corporation, Centre de matériel d'éducation visuelle (1978). DREF BLWM/V7456, 54882/V6819. [20 min]



Le peuple de la glace, de Carlos Ferrand et Jean Lemire, collection Mission Arctique, Office national du film du Canada (2003). DREF ???.

Planète en détresse 2, de James Moriarty et autres, collection Planète en détresse (1992). DREF 43024/V8047 + G, 55422/V8875 + G. [cette série présente les grands problèmes environnementaux et leurs conséquences]

Planète en détresse 3, de James Moriarty et autres, collection Planète en détresse (1992). DREF 43027/V8807 + G, 55424/V8808 + G, 55425/V8083 + G. [cette série présente les grands problèmes environnementaux et leurs conséquences]

[R] **Prisonniers de la glace : histoire de la tempête de verglas**, de Line Pagé et autres, Prod. Société Radio-Canada (1998). DREF 56476/V0219, 57433/V0220. [90 min]

Quel temps fait-il?, d'Encyclopaedia Britannica Educational Corporation, Centre de matériel d'éducation visuelle (1985). DREF BLXF/V5615, 54884/V5824. [14 min]

Les seigneurs de l'Arctique, de Caroline Underwood et Jean Lemire, collection Mission Arctique, Office national du film du Canada (2003). DREF ???.

Soleil, terre, climat : un fragile équilibre, de Nicolas Gessner, collection Tous sur orbite!, Prod. Fantôme Animation/Télé images (1996). DREF 48842/V7136. [10 min]

Solstice d'hiver, de Nicolas Gessner, collection Tous sur orbite!, Prod. Fantôme Animation/Télé images (1996). DREF 48876/V7912. [10 min; RAS S2-4-02]

Le temps, collection Les yeux de la découverte, Prod. C/FP Vidéo (1996). DREF 24754/V7368, 54853/V7370, 54854/V4616, 54855/V5887, . [28 min]

Le typhon, Agence canadienne de développement international, collection 3 milliards, Prod. Office national du film du Canada (1985). DREF BXPM/V7026. [26 min]

SITES WEB

L'ABC de l'appauvrissement de la couche d'ozone. <http://www.ec.gc.ca/ozone/docs/UO/Primer/FR/index.cfm> (juillet 2004). [site géré par Environnement Canada]

[R] **L'ABC du changement climatique.** http://adaptation.nrcan.gc.ca/posters/articles/nu_01_fr.asp?Region=nu (juillet 2004). [site géré par Environnement Canada]

Actualité météorologique. http://station05.qc.ca/Csrs/Girouette/Actualite_meteo/Actualite_meteo.html (juillet 2004).

Agence Science-Press. <http://www.sciencepresse.qc.ca/> (juillet 2004). [excellent répertoire des actualités scientifiques issues de nombreuses sources internationales; dossiers très informatifs]



- [R] **Agir contre les changements climatiques.** <http://www.climatechange.gc.ca/francais> (décembre 2004). [grande variété de renseignements sur la science de l'évolution du climat, ses répercussions au Canada, et les mesures d'adaptation mises en œuvre au pays]
- Anatomie des cartes météorologiques et images satellites.** http://station05.gc.ca/Csrs/Girouette/Anatomie_cartes_meteo/Anatomie_menu.html (juillet 2004).
- Association professionnelle des météorologistes du Québec.** <http://people.sca.uqam.ca/~apmq/> (juillet 2004).
- La base d'informations sur l'état de l'environnement.** <http://www.ec.gc.ca/soer-ree/> (décembre 2004). [série d'indicateurs, mise à jour régulièrement, sur l'évolution du climat et autres questions environnementales]
- Bilan radiatif de la Terre.** <http://www.u-picardie.fr/~beaucham/mbg6/radiatif.htm> (juillet 2004).
- Le bilan radiatif du système Terre atmosphère.** <http://www.cetp.ipsl.fr/lactiv/21mineu/abm/bilradiat.html> (juillet 2004).
- La biodiversité,** <http://www.cws-scf.ec.gc.ca/theme.cfm?lang=f&category=2> (juillet 2004).
- Bulletin des tendances et des variations climatiques.** <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/ccrm/bulletin/> (décembre 2004). [moyennes de température et quantités de précipitations, sur une base saisonnière et annuelle, ainsi que leur évolution à plus long terme à l'échelle régionale et nationale]
- [R] **Cartes météorologiques.** http://weatheroffice.ec.gc.ca/charts/index_f.html (juillet 2004). [site géré par Environnement Canada]
- Les catastrophes météorologiques et climatiques.** <http://membres.lycos.fr/voutay/meteo/sommaire.html> (juillet 2004).
- Les catastrophes naturelles du Canada.** http://www.ocipep.gc.ca/info_pro/Posters/naturalhazards/index_f.asp (juillet 2004).
- [R] **Changement climatique.** <http://www.ec.gc.ca/climate/home-f.html> (juillet 2004). [fiches de renseignements sur la science de l'évolution du climat et ses conséquences, ainsi que sur les mesures de contrôle et d'adaptation]
- [R] **Changements climatiques.** http://www.ec.gc.ca/science/new/climate_f.html (décembre 2004).
- [R] **Les changements climatiques, c'est quoi?** http://climatechange.gc.ca/francais/climate_change/ (juillet 2004). [site canadien portant sur les changements du climat]
- Circulation globale des masses d'air.** <http://www.ac-orleans-tours.fr/svt/theme2/oceatm/global/global3.htm> (juillet 2004).
- [R] **Climat.** <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/> (juillet 2004). [les changements climatiques et leurs causes]



Comprendre la météo. <http://www.meteo.fr/meteonet/decouvr/com.htm> (juillet 2004).

Courant jet. http://station05.qc.ca/Csrs/Girouette/Theorie_Vulga/Atmosphere/Atmos_Courant_Jet.html (juillet 2004).

Courant jet ou jet stream. <http://www.ffme.fr/technique/meteorologie/theorie/jet-stream/jet-stream.htm> (juillet 2004).

Cyclones tropicaux. http://galileo.cyberscol.qc.ca/Internet/pheno_extreme/tropic_lien.htm (novembre 2004).

Dynamisme général de l'atmosphère. <http://www.ffme.fr/technique/meteorologie/theorie/atmo-dynamisme/dynamisme.htm> (juillet 2004).

L'éducation au service de la Terre. http://www.lsf.lst.ca/fr/teachers/classroom_online_active.php (juillet 2004). [site canadien portant sur l'enseignement du développement durable; de nombreuses leçons et activités associées à divers thèmes]

L'encyclopédie de l'environnement atmosphérique. <http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/french/french.html> (juillet 2004).

Environnement Canada. <http://www.ec.gc.ca> (juillet 2004).

Études thématiques de la météo. <http://www.educnet.education.fr/meteo/ressourc/somm.htm> (juillet 2004). [rayonnement solaire, effets du littoral, interactions océan-atmosphère, etc.]

Fondation européenne de la science. <http://www.esf.org/index.php?language=1> (juillet 2004). [site Web; répertoire de divers projets scientifiques et technologiques européens]

Formation des cyclones tropicaux. http://www.ns.ec.gc.ca/weather/hurricane/hurricanes1a_f.html (juillet 2004).

La foudre. http://galileo.cyberscol.qc.ca/InterMet/pheno_extreme/p_foudre.htm (juillet 2004).

La Girouette. <http://station05.qc.ca/csrs/Girouette/> (juillet 2004). [site scolaire québécois sur la météo]

[R] **Le grand dictionnaire terminologique.** http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index800_1.asp (juillet 2004). [dictionnaire anglais-français de terminologie liée aux sciences et à la technologie; offert par l'Office de la langue française du Québec]

Index des articles des Cahiers scientifiques de l'ACFAS. <http://www.acfas.ca/cahiers/cahiers.html> (juillet 2004). [recherches récentes réalisées par des chercheurs canadiens]

Index des articles de Découvrir (revue de l'ACFAS). <http://www.acfas.ca/decouvrir/index.html> (juillet 2004). [recherches réalisées par des chercheurs canadiens]

[R] **InterMet.** <http://galileo.cyberscol.qc.ca/InterMet/entree.htm> (juillet 2004). [excellentes ressources éducatives sur la météorologie]



Intersciences. <http://membres.lycos.fr/ajdesor/> (juillet 2004). [excellent répertoire de sites Web portant sur les sciences; un grand nombre de sites en français]

Masses d'air. http://www.station05.gc.ca/Csrs/Girouette/Theorie_Vulga/Atmosphere/Atmos_Masses_air.html (juillet 2004).

La météorologie. <http://www.astrosurf.com/lombry/menu-meteo.htm> (juillet 2004).

Météorologie élémentaire – Le jet stream. <http://www.astrosurf.com/lombry/meteo-jetstream.htm> (juillet 2004).

La nature insolite. <http://www.natureinsolite.com/> (juillet 2004). [site détaillé québécois avec images et renseignements sur divers phénomènes météorologiques, tels que les tornades, les ouragans, etc et de catastrophes naturelles]

Les orages. <http://www.ffme.fr/technique/meteorologie/le-temps/orage/orage.htm> (juillet 2004).

Les ouragans. <http://www.meteo.org/phenomen/ouragan.htm> (juillet 2004).

Phénomènes à surveiller. http://www.msc-smc.ec.gc.ca/education/severe_weather/page13_f.cfm (juillet 2004).

Phénomènes météo. <http://www.meteo.org/phenomen.htm> (juillet 2004).

Les phénomènes météorologiques les plus importants du 20^e siècle. http://www.msc-smc.ec.gc.ca/media/top10/century_f.html (juillet 2004). [site canadien]

Le point scientifique sur l'effet de serre. http://www.amisdelaterre.org/publications/publications_4.html (juillet 2004). [site réalisé par Les Amis de la Terre]

Pour la science. <http://www.pourlascience.com/> (juillet 2004). [revue française qui traite des découvertes scientifiques]

[R] **Programme d'études relatif aux affiches sur les changements climatiques.** <http://www.climatechange.gc.ca/francais/teachers/s2/> (décembre 2004).

Québec Science. <http://www.cybersciences.com/> (juillet 2004). [revue canadienne qui traite de découvertes scientifiques]

Questions fréquemment posées au sujet de la science du changement climatique. http://www.msc.ec.gc.ca/education/scienceofclimatechange/understanding/FAQ/index_f.html (juillet 2004). [revue canadienne qui traite de découvertes scientifiques]

Radio-Canada : Science-technologie. <http://radio-canada.ca/url.asp?nouvelles/sante.asp> (juillet 2004). [actualités, reportages]

Rayonnement thermique, bilan radiatif et effet de serre. <http://www.ens-lyon.fr/Planet-Terre/Infosciences/Climats/Rayonnement/Cours/intro.htm> (juillet 2004).



Répartition de l'eau sur la planète. <http://perso.wanadoo.fr/christian.coudre/pedagorepar.html> (juillet 2004).

[R] **Sciences en ligne.** <http://www.sciences-en-ligne.com/> (juillet 2004). [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://sciences.nouvelobs.com/> (juillet 2004). [revue française qui traite des actualités scientifiques]

[R] **Service météorologique du Canada – Thèmes.** http://www.msc-smc.ec.gc.ca/your_environment_f.html (juillet 2004). [site géré par environnement Canada]

Sites sur l'atmosphère. <http://www.ipsl.jussieu.fr/liens/Atmosphere.htm> (juillet 2004).

La stratosphère. <http://www.oma.be/BIRA-IASB/Public/Research/Strato/Strato.fr.html> (juillet 2004).

La Terre et ses phénomènes naturels. <http://www.la-terre.net/> (juillet 2004).

La Terre et son atmosphère. <http://membres.lycos.fr/freckmickey/> (juillet 2004).

Tornades. <http://www3.sympatico.ca/tazz27/> (juillet 2004).

Les tornades. <http://www.ffme.fr/technique/meteorologie/le-temps/tornade/tornade.htm> (juillet 2004).

Tornades. <http://www.mb.ec.gc.ca/air/summersevere/ae00s02.fr.html> (juillet 2004).

Les tornades – Les furies du ciel. <http://www.meteo.org/phenomen/tornade.htm> (juillet 2004).

Tout sur les ouragans. http://www.ns.ec.gc.ca/weather/hurricane/hurricanes_f.html (juillet 2004).

La troposphère. <http://www.oma.be/BIRA-IASB/Public/Research/Tropo/Tropo.fr.html> (juillet 2004).

Utiliser les cartes météorologiques et les images satellitales. <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/meteo/ventset/lirecartes/cartes.htm> (juillet 2004).

[R] **Le vent.** http://galileo.cyberscol.qc.ca/InterMet/vent/p_vent2_corio.htm (juillet 2004).

LIEUX ET ÉVÉNEMENTS

Bureau météorologique d'Environnement Canada, 4^e étage de la gare Via Rail, Winnipeg (Manitoba).



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES

L'élève sera apte à :

- S2-4-01 illustrer les composantes et l'organisation de l'hydrosphère et de l'atmosphère, entre autres l'eau salée, l'eau douce, les calottes polaires, les glaciers, la troposphère, la stratosphère;
RAG : D5, E2
- S2-4-02 résumer les facteurs influant sur le bilan radiatif de la Terre, entre autres l'absorption, la réflexion par la surface terrestre et l'atmosphère (l'albédo), la latitude;
RAG : D4, D5, E2, E3
- S2-4-03 expliquer les effets des transferts thermiques atmosphériques et hydrosphériques sur le développement et le mouvement des courants océaniques et des vents, entre autres l'effet de Coriolis, la convection atmosphérique, les vents dominants, les courants-jets, El Niño;
RAG : A2, D5, E2, E4
- S2-4-04 expliquer la formation et la dynamique de certains phénomènes météorologiques violents ou extrêmes,
par exemple les orages, les tornades, les blizzards, les ouragans, les tempêtes tropicales, les dépressions, les vagues de chaleur ou de froid;
RAG : A2, D5, E1, E4
- S2-4-05 recueillir, interpréter et analyser des données météorologiques liées à un phénomène météorologique violent ou extrême,
entre autres les cartes météorologiques, l'imagerie par satellites, les conditions propices au développement du phénomène et les conditions subséquentes;
RAG : C2, C6, C8, D5
- S2-4-06 étudier les conséquences sociales, économiques et environnementales d'un phénomène météorologique violent ou extrême qui s'est produit récemment,
entre autres les conséquences sur la prise de décisions personnelles et sociales;
RAG : B2, B3, B4, C6
- S2-4-07 étudier, d'une part, des données qui indiquent que le changement climatique se produit naturellement et, d'autre part, le rôle que joue l'activité humaine dans ce changement,
entre autres l'exploitation de technologies pour la collecte et l'interprétation des données actuelles et historiques;
RAG : A1, A4, D5, E3



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES (suite)

S2-4-08 discuter des conséquences possibles du changement climatique et du débat qu'il suscite au sein de la communauté scientifique,

par exemple le changement des températures océaniques peut avoir des répercussions sur les populations marines, la fréquence accrue de phénomènes météorologiques violents ou extrêmes influe sur les activités sociales et économiques.

RAG : A1, A2, C5, C8



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX

L'élève sera apte à :

	Étude scientifique	Prise de décisions
1. Initiation	<p>S2-0-1a proposer des questions à vérifier expérimentalement; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C2</p> <p>S2-0-1b 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>S2-0-1c relever des enjeux STSE à examiner; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p> <p>S2-0-1d amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des intervenants concernés; (FL2 : PÉ4, PO4) RAG : C4</p>
2. Recherche	<p>S2-0-2a 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 S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p> <p>S2-0-2b 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>S2-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, tout en employant une terminologie appropriée, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques selon un modèle reconnu; (FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S2 (A) : C-1; TI : 2.3.1, 4.3.4) RAG : C2, C4, C6</p>	<p>S2-0-2d passer en revue les répercussions de décisions déjà prises relativement à un enjeu STSE, par exemple les ententes politiques, les considérations économiques et écologiques concernant l'aggravation de l'effet de serre, les positions des groupes environnementaux et industriels sur les émissions produites par la consommation de combustibles fossiles; (FL2 : CÉ1, CO1; TI : 1.3.2, 4.3.4) RAG : B1, C4</p>
	<p>S2-0-3a énoncer une hypothèse ou une prédiction basée sur des données existantes ou des événements observés; (FL2 : CÉ1, CO1) RAG : C2</p> <p>S2-0-3b relever des relations mathématiques entre des variables, par exemple la relation entre la distance de freinage, la vitesse et le frottement; (Maths S1 : 1.1.1, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, (A) : H-3) RAG : C2</p> <p>S2-0-3c planifier une expérience afin de répondre à une question scientifique 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>S2-0-3d résumer les données pertinentes et présenter 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>S2-0-3e 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; la durabilité; (FL2 : CÉ1, CO1, PÉ4, PO4) RAG : B5, C1, C3, C4</p> <p>S2-0-3f proposer et élaborer 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>S2-0-4a ☛ mener des expériences en tenant compte des facteurs qui assurent la validité des résultats, entre autres le contrôle des variables, la répétition d'une expérience pour augmenter l'exactitude et la fiabilité des résultats; (Maths S2 (A) : H-1, H-2, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1) RAG : C1, C2</p> <p>S2-0-4b ☛ 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 de mesures de sécurité, de règlements du SIMDUT et de l'équipement d'urgence appropriés; RAG : B3, B5, C1, C2</p> <p>S2-0-4c discuter des procédures de sécurité à suivre dans une situation donnée, <i>par exemple dans le cas d'un déversement d'acide ou de base en laboratoire, de l'utilisation de produits nettoyants;</i> RAG : C1, C2</p> <p>S2-0-4d ☛ interpréter des renseignements du SIMDUT, entre autres les symboles, les étiquettes, les fiches signalétiques; RAG : C1, C2</p>	<p>S2-0-4e ☛ 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>S2-0-4f ☛ travailler en coopération pour réaliser un plan et résoudre des problèmes au fur et à mesure qu'ils se présentent; (FL2 : PO5) RAG : C2, C4, C7</p> <p>S2-0-4g ☛ 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>S2-0-5a sélectionner et employer des méthodes et des outils appropriés à l'échantillonnage ou à la collecte de données ou de renseignements; (FL2 : PÉ1, PÉ4, PO1, PO4; Maths S1 : 1.1.6, 1.1.7; Maths S2 (PC) : H-3, (A) : H-1, J-1, (C) : II-F-3; TI : 1.3.1) RAG : C2</p> <p>S2-0-5b ☛ estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI) ou d'autres unités standard, entre autres les conversions SI; (Maths S1 : 9.1; Maths S2 (A) : H-2, (C) : II-D-1) RAG : C2</p> <p>S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia; (FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A-1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2) RAG : C2, C5</p>	<p>S2-0-5d ☛ 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>S2-0-6a ● reconnaître des régularités et des tendances dans les données, en inférer et en expliquer des relations; (FL1 : CO3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.4, 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-1, H-2, H-4, (A) : J-2, (C) : II-D-5, II-F-2; TI : 1.3.1, 3.3.1) RAG : C2, C5</p> <p>S2-0-6b relever des écarts entre les données et en suggérer des explications, entre autres les sources d'erreur; (FL1 : L3; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.3, 1.1.4) RAG : C2</p> <p>S2-0-6c évaluer le plan initial d'une expérience 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>S2-0-6d ● adapter, au besoin, les options STSE à la lumière des répercussions anticipées; RAG : C3, C4, C5, C8</p>
7. Conclusion et application	<p>S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données; (FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-4, (A) : J-2, J-3, (C) : II-F-2) RAG : C2, C5, C8</p> <p>S2-0-7b relever de nouvelles questions et de nouveaux problèmes découlant d'une étude scientifique; RAG : C4, C8</p>	<p>S2-0-7c ● 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>S2-0-7d ● implanter une décision STSE et en évaluer les effets; (FL2 : PÉ1, PO1) RAG : B5, C4, C5, C8</p> <p>S2-0-7e ● 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>S2-0-7f ● 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>S2-0-8a ☛ distinguer les sciences de la technologie, entre autres le but, le procédé, les produits, les répercussions sociales et environnementales; RAG : A3</p> <p>S2-0-8b ☛ expliquer l'importance d'employer un langage précis en sciences et en technologie; (FL2 : PÉ5, PO5) RAG : A2, A3, C2, C3</p> <p>S2-0-8c ☛ 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>S2-0-8d ☛ décrire des exemples qui illustrent comment diverses technologies ont évolué selon les besoins changeants et les découvertes scientifiques; RAG : A5</p> <p>S2-0-8e ☛ 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>S2-0-8f ☛ 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>S2-0-8g discuter de répercussions de travaux scientifiques et de réalisations technologiques sur la société, l'économie 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>S2-0-9a ☛ 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>S2-0-9b ☛ s'intéresser à un large éventail de domaines et d'enjeux liés aux sciences et à la technologie; RAG : B4</p> <p>S2-0-9c ☛ 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>S2-0-9d ☛ 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>S2-0-9e ☛ 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>S2-0-9f ☛ manifester un engagement personnel et proactif relativement à 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)

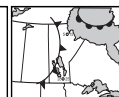
- C5. démontrer de la curiosité, du scepticisme, de la créativité, de l'ouverture d'esprit, de l'exactitude, de la précision, de l'honnêteté et de la persistance, et apprécier l'importance de ces qualités en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques;
- C6. utiliser des habiletés de communication 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'hydrosphère et l'atmosphère**

L'élève sera apte à :

S2-4-01 illustrer les composantes et l'organisation de l'hydrosphère et de l'atmosphère, entre autres l'eau salée, l'eau douce, les calottes polaires, les glaciers, la troposphère, la stratosphère;
RAG : D5, E2

S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A-1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶ Demander aux élèves de compléter les deux premières parties d'un tableau SVA au sujet de l'atmosphère et de l'hydrosphère (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 9.8-9.9 et 9.23). Les questions suivantes pourraient les guider dans leur travail :

En cinquième année, les élèves ont abordé l'étude de la météorologie. En huitième année, ils ont étudié le cycle de l'eau, la répartition et la quantité d'eau salée et d'eau douce dans le monde.

- *Qu'est-ce que l'atmosphère?*
- *De quoi est composée l'atmosphère?*
- *Y a-t-il une différence entre l'eau d'une rivière et celle d'un lac ou d'un océan?*
- *Quelle différence y a-t-il quant à la répartition de l'eau douce et de l'eau salée sur la planète?*
- *Qu'est-ce que le cycle de l'eau?*

En quête

❶ A) Inviter les élèves à dessiner un diagramme étiqueté des couches atmosphériques de la Terre dans leur carnet scientifique. Les encourager à indiquer la répartition des gaz présents (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 441-446). Les élèves doivent être en mesure de décrire la troposphère et la stratosphère.

B) Inviter les élèves à remplir un cadre sommaire de concept (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.23-11.26 et p. 11.37) pour la troposphère et la stratosphère. Encourager les élèves à consulter leur manuel afin de compléter ce travail (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 441-446).

OU

Inviter les élèves à consulter leur manuel afin de compléter les exercices présentés dans *Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles*, p. 578 et 579.

C) À partir des renseignements fournis dans l'annexe 2, inviter les élèves à construire un ou plusieurs diagrammes qui représentent la répartition de l'eau dans l'hydrosphère. Encourager les élèves à sélectionner un type de diagramme qui permet de comparer les quantités relatives d'eau dans les différentes composantes de l'hydrosphère (voir l'annexe 3 ou *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 600-605).

D) Distribuer aux élèves une carte du monde (voir les annexes 4 et 5). Les inviter à étiqueter les océans, les continents et les latitudes principales (équateur, tropique du Cancer, tropique du Capricorne, cercle Arctique et cercle Antarctique).

L'atmosphère terrestre est constituée de plusieurs couches. Pourtant, nos systèmes météorologiques dépendent principalement de la troposphère et de la stratosphère. À la proximité de la surface de la terre, l'air est composé d'azote, entrant pour quelque 78 % dans la composition de l'atmosphère, d'oxygène (21 %) et d'autres gaz (1 %) tels que la vapeur d'eau, l'argon, le dioxyde de carbone, etc. (voir l'annexe 1). Pour sa part, l'hydrosphère est composée d'eau salée surtout, d'eau douce, des calottes polaires et des glaciers. Le Canada jouit d'une abondante quantité d'eau douce dans ses rivières, ses lacs et ses glaciers, comptant pour près de 10 % de la réserve mondiale en eau douce.



S2-0-7f ● réfléchir sur ses connaissances et ses expériences antérieures afin de développer sa compréhension.
(FL1 : L2; FL2 : CÉ5, CO5)
RAG : C2, C3, C4

En fin

❶

Inviter les élèves à compléter le tableau SVA qu'ils ont reçu dans la section « En tête » et à y apporter des corrections s'il y a lieu. Leur demander de répondre aux questions suivantes :

- *Qu'est-ce que vous avez appris au sujet de l'hydrosphère et de l'atmosphère?*
- *Avez-vous de nouvelles questions?*

En plus

❶


Discuter avec les élèves des implications d'une répartition disproportionnée d'eau douce sur la planète.

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Ramasser le tableau SVA des élèves afin d'évaluer la capacité de ces derniers à réfléchir sur leurs connaissances antérieures.

❷

Ramasser les graphiques des élèves afin d'évaluer l'habileté de ces derniers à enregistrer, à organiser et à présenter des données dans un format approprié. Utiliser la grille d'évaluation de  l'annexe 6 pour évaluer les diagrammes.

❸

Distribuer un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p.10.16-10.18 et p. 10.24). Inviter les élèves à comparer l'atmosphère et l'hydrosphère.

❹

Inviter les élèves à compléter le test de  l'annexe 7.



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

Bloc B **Le bilan radiatif de la Terre**

L'élève sera apte à :

S2-4-02 résumer les facteurs influant sur le bilan radiatif de la Terre entre autres l'absorption, la réflexion par la surface terrestre et l'atmosphère (l'albédo), la latitude;
RAG : D4, D5, E2, E3

S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A-1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Diviser la classe en petits groupes. Donner à chaque groupe deux boîtes de film. Inviter les élèves à entourer la première boîte avec du papier noir et l'autre avec du papier aluminium. Les élèves doivent ensuite placer les deux boîtes sous une ampoule d'au moins 100 watts ou au Soleil pour quelques minutes. Demander aux élèves d'enlever le couvercle de leur boîte et d'y toucher l'intérieur. Aborder une discussion au sujet du transfert d'énergie en posant les questions suivantes aux élèves :

Le transfert de l'énergie à partir du soleil est premièrement abordé en cinquième année. En sixième année, les élèves examinent comment l'inclinaison de l'axe de la Terre et la révolution terrestre causent le cycle annuel des saisons. Le transfert de la chaleur par conduction, convection et radiation est discuté en septième année. Les types variés de radiation électromagnétique (ultraviolette, infrarouge) sont comparés en huitième année.

- *Y a-t-il une différence de température dans les boîtes de film? Pouvez-vous suggérer des explications?*
- *Y a-t-il des éléments dans l'atmosphère qui peuvent empêcher l'énergie solaire d'atteindre la surface terrestre en la reflétant? en l'absorbant?*
- *Est-ce que l'énergie du Soleil atteint également toutes les régions de la Terre? Pouvez-vous suggérer des raisons pour lesquelles certaines régions recevraient plus d'énergie solaire?*
- *Y a-t-il des temps de l'année où une plus grande quantité d'énergie solaire peut atteindre la surface de la Terre? Suggérez des raisons pour expliquer ce phénomène.*

OU

❷

Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique au meilleur de leurs connaissances :

- *Est-ce que toute l'énergie émise par le soleil (en direction de la planète) atteint la Terre?*
- *Qu'est-ce qui pourrait empêcher l'énergie solaire de se rendre jusqu'à la surface de la Terre?*
- *Pourquoi le climat diffère-t-il d'un endroit à l'autre sur la Terre?*

Indiquer aux élèves que le but de cette leçon est de répondre à ces questions.

Le **rayonnement solaire** est l'énergie émise par le Soleil qui atteint la Terre sous forme d'ondes électromagnétiques. Ces ondes voyagent essentiellement sans interférence jusqu'à ce qu'elles atteignent l'atmosphère de la Terre. À partir de ce moment, de nombreuses interactions se produisent. Une grande partie de l'énergie solaire est **absorbée** par les gaz atmosphériques, les particules de poussière, les nuages et la surface de la Terre. Ce qui reste de l'énergie solaire est **réflété**. De 100 unités de radiation en provenance du Soleil, 19 unités sont absorbées par l'atmosphère et les nuages, et 51 unités sont absorbées par la surface de la Terre. Les 30 unités qui restent sont reflétées et dispersées par l'atmosphère, les nuages et la surface de la Terre. L'**albédo** est le rapport entre le rayonnement solaire qui est réfléchi et le rayonnement solaire incident. Ce pourcentage représente la réflexivité d'une surface. Plus la valeur de l'albédo est grande, plus la surface réfléchit la lumière. La **latitude** influence aussi la quantité d'énergie solaire qui atteint le sol. Il fait plus chaud aux régions à proximité de l'équateur qu'aux pôles de la planète. L'angle du rayonnement solaire est presque perpendiculaire à l'équateur et, par conséquent, une plus grande quantité d'énergie solaire peut atteindre le sol. L'épaisseur de l'atmosphère est plus grande aux pôles à cause de l'angle. Un rayon lumineux a moins d'effet car il est répandu sur une plus grande surface. L'**axe de rotation de la Terre** est incliné de 23°30' par rapport à son plan d'orbite. Cette inclinaison cause les changements de saisons. Pendant l'été au Manitoba, l'axe est incliné vers le soleil et l'hémisphère Nord reçoit plus de rayons solaires. Durant l'hiver, l'inverse se produit.

OU



S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.
(FL2 : CÉ1, CO1;
Maths S1 : 1.1.5; Maths S2
(PC) : H-4, (A) : J-2, J-3,
(C) : II-F-2)
RAG : C2, C5, C8

③

Inviter les élèves à compléter l'exercice présenté dans *Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles*, p. 565.

En quête

①

A) Proposer aux élèves une feuille de travail (voir l'annexe 8) sur laquelle ils doivent consigner des renseignements au sujet du bilan radiatif de la Terre (voir *Omnisciences 10*, p. 422-426 et 454-456).

Les élèves doivent être en mesure d'expliquer chacun des facteurs suivants tout en les reliant au bilan radiatif de la Terre : rayonnement solaire, albédo, absorption, réflexion, latitude, axe de rotation de la Terre.

Certains élèves ont la conception erronée courante que les changements saisonniers sont causés par le rapprochement ou l'éloignement de la Terre du Soleil. Les saisons changent grâce à une combinaison de la révolution de la Terre autour du Soleil et de l'axe de rotation de la Terre. Des renseignements pour l'enseignant figurent à l'annexe 9. Afin d'aider les élèves à mieux comprendre ce phénomène, les inviter à compléter un exercice portant sur l'ensoleillement et les saisons (voir l'annexe 10).

B) Proposer aux élèves de mener des expériences afin d'étudier les facteurs qui influent sur le bilan radiatif de la Terre, par exemple les expériences proposées dans *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, aux pages 425, 436, 437, 453 et 457-459, et dans l'annexe 11. Inviter les élèves à noter leurs observations et leurs conclusions dans leur carnet scientifique.

suite à la page 4.26

Stratégies d'évaluation suggérées

①

Inviter les élèves à dessiner et à étiqueter un diagramme qui démontre comment l'énergie solaire est répartie lorsqu'elle atteint la Terre.

②

Ramasser les carnets scientifiques des élèves afin d'évaluer l'habileté de ces derniers à tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.

③

Inviter les élèves à compléter le cycle de mots à l'annexe 12.

④

Modifier l'annexe 8 afin de préparer un test.

Réponses de l'annexe 11 :

	Blanche	Rose	Noire
Température initiale	Réponses vont varier	Réponses vont varier	Réponses vont varier
Température finale	Réponses vont varier	Réponses vont varier	Réponses vont varier

- 1) Les trois feuilles n'ont pas reçu la même quantité d'énergie de la lampe. La température de la feuille noire a augmenté le plus. La température de la feuille rose n'a pas augmenté autant, et celle de la feuille blanche, encore moins. On peut conclure que le noir absorbe plus d'énergie que le rose ou le blanc.
- 2) Plus une couleur est foncée, plus elle absorbe la chaleur.
- 3) Le champ non cultivé absorberait l'énergie le plus, car sa couleur est plus foncée. Le glacier en absorberait le moins.
- 4) Les poils noirs absorberaient plus de chaleur que les poils blancs.



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

Bloc B **Le bilan radiatif de la Terre**

L'élève sera apte à :

S2-4-02 résumer les facteurs influant sur le bilan radiatif de la Terre entre autres l'absorption, la réflexion par la surface terrestre et l'atmosphère (l'albédo), la latitude;
RAG : D4, D5, E2, E3

S2-0-5c enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes étiquetés, des graphiques, des tableaux, le multimédia;
(FL1 : CO7, L3; FL2 : PÉ1; Maths S1 : 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4; Maths S2 (A) : A-1, A-2, A-3, B-5, B-6, D-1, F-1, (C) : I-D-1; TI : 1.3.1, 3.2.2)
RAG : C2, C5

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 4.25)

S'assurer que l'ensemble des groupes font toutes les expériences et qu'ils partagent leurs résultats avec la classe. Discuter des notions importantes, telles que l'absorption, la réflexion, la latitude et l'axe de rotation de la Terre. S'assurer que les élèves saisissent que ces facteurs ont une influence sur la quantité d'énergie solaire qui atteint la surface terrestre.

En fin

❶

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

- *Est-ce que votre compréhension du bilan radiatif de la Terre a changé?*
- *Quels renseignements vous ont le plus surpris?*
- *Avez-vous d'autres questions?*

OU

❷

Inviter les élèves à préparer un lexique de nouveaux mots de façon à pouvoir y référer à volonté. Encourager les élèves à employer le procédé tripartite (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.9, 10.10 et 10.22).

En plus

❶

Discuter de la question suivante avec les élèves :

- *Quel serait l'effet de la fonte des calottes de glace polaires sur le bilan radiatif de la planète?*



LA DYNAMIQUE DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES

Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 4

S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.
(FL2 : CÉ1, CO1;
Maths S1 : 1.1.5; Maths S2
(PC) : H-4, (A) : J-2, J-3,
(C) : II-F-2)
RAG : C2, C5, C8

Stratégies d'évaluation suggérées




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

Bloc C **Les transferts thermiques**

L'élève sera apte à :

S2-4-03 expliquer les effets des transferts thermiques atmosphériques et hydrosphériques sur le développement et le mouvement des courants océaniques et des vents, entre autres l'effet de Coriolis, la convection atmosphérique, les vents dominants, les courants-jet, El Niño;
RAG : A2, D5, E2, E4

S2-0-4g  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

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Aborder les questions suivantes :

- Avez-vous déjà ajouté de l'eau chaude dans un bain?
- La température était-elle uniformément répartie aussitôt que vous avez ajouté de l'eau?
- Comment la température de l'eau devient-elle éventuellement la même partout?
- Comment la chaleur produite par une chaudière dans le sous-sol parvient-elle à se répandre dans une maison?
- Selon vous, comment le mouvement de courants d'air et d'eau pourrait-il avoir un effet sur le climat?

Les élèves ont déjà abordé en cinquième année le transfert de l'énergie solaire et son influence sur les conditions météorologiques. Le concept du transfert de la chaleur est étudié en septième année. Le cycle de l'eau, l'effet Coriolis, les vents dominants, les courants océaniques et la capacité thermique (chaleur massique) de l'eau sont abordés en huitième année.

OU

❷

Présenter une liste de mots sur les courants d'air et d'eau sur la Terre. Inviter les élèves à compléter un cadre de tri et de prédiction (voir l'annexe 13). Le corrigé figure à l'annexe 14. Demander aux élèves de mettre le cadre de côté pour y revenir plus tard.

En quête

❶

A) Inviter les élèves à se renseigner au sujet de la convection atmosphérique (voir *Omnisciences 10*, p. 438-441). Leur proposer de compléter l'activité à l'annexe 15 (des renseignements pour l'enseignant figurent à l'annexe 16) ou dans *Omnisciences 10*, p. 440. Inviter les élèves à noter leurs observations et leurs conclusions dans leur carnet scientifique.

À mesure que l'air à la surface terrestre se réchauffe, il se disperse et remonte dans l'atmosphère. L'air plus frais et plus dense descend. Ce sont ces différences au niveau de la température et de la densité de l'air qui sont à l'origine du mouvement de l'air et de la configuration des vents à l'échelle mondiale.

B) Présenter aux élèves les concepts suivants : *l'effet de Coriolis*, *les vents dominants* et *les courants-jets*. Les annexes 17, 18 et 19 présentent des renseignements à cet effet. Le site Internet « Le vent » contient des animations démontrant l'effet de Coriolis, ainsi que des explications simples sur ce phénomène. Proposer aux élèves d'étiqueter la direction des vents dominants dans l'hémisphère Nord et l'hémisphère Sud ainsi qu'un courant-jet sur une carte géographique du monde (voir l'annexe 4 ou 5) et de compléter l'exercice de l'annexe 20 sur l'effet de Coriolis.

L'influence de la rotation de la terre sur l'air ou sur tout autre objet en mouvement à la surface de la Terre est appelée l'effet Coriolis. Au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur, chaque point sur la Terre fait une rotation à différente vitesse, selon sa latitude. Par exemple, à l'équateur, la vitesse de rotation est 1664 km/h. À la latitude 30° nord, la vitesse est 1392 km/h et à la latitude 45° nord, la vitesse tombe à 1168 km/h. L'effet Coriolis est responsable pour la déviation des courants aériens et océaniques vers la droite dans l'hémisphère Nord. Contrairement à la légende populaire, l'effet Coriolis n'est pas responsable pour l'eau s'écoulant par le trou d'un évier dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère Nord et inversement dans l'hémisphère Sud.



S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.
(FL2 : CÉ1, CO1; Maths
S1 : 1.1.5; Maths S2 (PC) :
H-4, (A) : J-2, J-3, (C) :
II-F-2)
RAG : C2, C5, C8

C) Inviter les élèves à se renseigner au sujet des courants océaniques et de El Niño (voir *Omnisciences 10*, p. 469-478). Leur proposer de compléter l'activité présentée dans *Omnisciences 10*, p. 472 et 473 ou à l'annexe 21 (des renseignements pour l'enseignant figurent à l'annexe 22). Inviter les élèves à noter leurs observations et leurs conclusions dans leur carnet scientifique.

Les courants d'air sont à la base de la formation des courants océaniques. La masse volumique des eaux et l'effet Coriolis sont des facteurs qui agissent tous les deux sur la direction des courants océaniques. C'est ainsi qu'il existe des courants d'air et océaniques à travers le monde qui influencent de façon précise la température dans une région donnée.

Inviter les élèves à étiqueter la direction et le nom des courants océaniques principaux sur une carte du monde (voir l'annexe 4 ou 5).

En fin

A) Inviter les élèves à revoir leur cadre de tri et de prédiction et à faire des changements s'il y a lieu. Vérifier le travail des élèves en corrigeant les classifications au besoin.

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

- Tes réponses au cadre de tri et de prédiction ont-elles changées?
- As-tu des questions au sujet des transferts atmosphériques et hydrosphériques?

suite à la page 4.30

Stratégies d'évaluation suggérées

1

Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes :

- Explique pourquoi un vol sans escale Winnipeg-Calgary prend plus de temps qu'un vol sans escale Calgary-Winnipeg. (La Terre tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre. Cette rotation dévie le vent à la droite de sa trajectoire dans l'hémisphère Nord. L'avion qui voyage vers Calgary voyage contre le vent donc son trajet prend plus de temps qu'un avion qui voyage avec le vent de Calgary vers Winnipeg.)
- Pourquoi les hivers en Islande et en Norvège sont-ils plus chauds que les hivers au Manitoba? (C'est à cause d'un courant océanique nommé le Gulf Stream. Le Gulf Stream est un courant chaud qui se rend du golfe du Mexique jusqu'au nord de l'Europe. Ce courant réchauffe l'air et rend le climat doux malgré la latitude. Le Manitoba n'a pas de courant océanique qui vient adoucir le climat.)
- Explique comment l'effet Coriolis influence le mouvement des courants aériens et des courants océaniques. (Le vent est dévié vers l'est dans l'hémisphère Nord et vers l'ouest dans l'hémisphère Sud. Les gros courants océaniques sont aussi déviés par l'effet Coriolis.)
- Pourquoi les vents d'un courant-jet se déplacent-ils à une vitesse beaucoup plus élevée que les vents à la surface terrestre? (Il n'y a aucun obstacle qui ralentit ces vents.)
- Comment l'énergie solaire cause-t-elle le vent? (À mesure que l'air à la surface terrestre monte dans l'atmosphère, l'air plus frais et plus dense se déplace vers cette zone de basse pression. Ce mouvement de l'air est le vent.)

suite à la page 4.31



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

Bloc C **Les transferts thermiques**

L'élève sera apte à :

S2-4-03 expliquer les effets des transferts thermiques atmosphériques et hydrosphériques sur le développement et le mouvement des courants océaniques et des vents, entre autres l'effet de Coriolis, la convection atmosphérique, les vents dominants, les courants-jet, El Niño;
RAG : A2, D5, E2, E4

S2-0-4g **C** 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

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 4.29)

En plus

1

Discuter des questions suivantes avec les élèves :

- *Comment l'énergie solaire est-elle responsable des courants d'air?*
- *Comment peut-on distinguer entre El Niño et La Niña?*

2

Inviter les élèves à faire une étude de cas à partir d'articles de revues, de journaux ou dans Internet. Voici des sujets possibles :

- le courant-jet et le premier vol autour du monde en montgolfière
- l'impact des courants aériens et océaniques sur le climat d'une région
- l'utilisation du Gulf Stream par les navires



S2-0-7a tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.
(FL2 : CÉ1, CO1; Maths S1 : 1.1.5; Maths S2 (PC) : H-4, (A) : J-2, J-3, (C) : II-F-2)
RAG : C2, C5, C8

Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 4.29)

②

Évaluer les cartes géographiques des élèves.

③

Ramasser les carnets scientifiques des élèves afin d'évaluer l'habileté de ces derniers à tirer une conclusion fondée sur l'analyse et l'interprétation des données.



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

Bloc D **Les phénomènes météorologiques violents ou extrêmes**

L'élève sera apte à :

S2-4-04 expliquer la formation et la dynamique de certains phénomènes météorologiques violents ou extrêmes,
par exemple les orages, les tornades, les blizzards, les ouragans, les tempêtes tropicales, les dépressions, les vagues de chaleur ou de froid;
RAG : A2, D5, E1, E4

S2-4-05 recueillir, interpréter et analyser des données météorologiques liées à un phénomène météorologique violent ou extrême, entre autres les cartes météorologiques, l'imagerie par satellites, les conditions propices au développement du phénomène et les conditions subséquentes;
RAG : C2, C6, C8, D5

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Faire un remue-méninges et inviter les élèves à discuter de leurs connaissances à l'aide des questions suivantes :

- *Quels sont des exemples de phénomènes météorologiques extrêmes ou violents?*
- *Lesquels retrouve-t-on au Manitoba?*

OU

❷

Visionner avec les élèves un clip de bulletin de nouvelles ou de film (Twister, Ice Storm, Prisonniers de la glace, etc.) et amorcer une discussion au sujet de l'impact des phénomènes météorologiques violents sur la vie. Les questions suivantes peuvent servir de guide :

- *Y a-t-il des gens qui pourraient perdre leur emploi après un phénomène météorologique violent? Y a-t-il des gens qui pourraient se trouver un emploi après un tel phénomène?*
- *Comment un phénomène météorologique violent pourrait-il nuire à un écosystème?*

L'étude de la météorologie est premièrement abordée en cinquième année. Les sujets traités incluent les masses d'air froid et les masses d'air chaud, les fronts, les systèmes de haute et de basse pressions, la formation et les types de nuages, le transfert d'énergie du soleil, et des exemples de phénomènes météorologiques violents ou extrêmes. Les élèves auront aussi vécu des expériences personnelles liées aux phénomènes météorologiques violents ou extrêmes. De plus, ils en auront pris connaissance à partir des médias (télévision, radio, journaux, revues, films).

- *Quelles sont les émotions que les gens pourraient ressentir après un tel phénomène?*

OU

❸

Effectuer les démonstrations suivantes afin de simuler le mouvement du vent en présence d'un phénomène météorologique violent :

Démonstration A

Remplir un béccher ou un bocal avec de l'eau. Mettre plusieurs objets qui ne flottent pas dans le béccher (ex . : punaises et trombones). Remuer les 5 premiers centimètres de la surface avec une cuillère. Demander aux élèves de noter leurs observations dans leur carnet scientifique.

Expliquer aux élèves que le fait de remuer simule le cisaillement du vent (vent qui souffle dans différentes directions à différentes altitudes) qui amorce et intensifie la rotation de courants ascendants dans les nuages, et crée un vortex. L'air du courant ascendant rencontre des vents soufflant dans différentes directions et se met à tourbillonner. À mesure que l'air continue de monter, le vortex tourne de plus en plus vite, et un nuage à entonnoir se forme. C'est lorsqu'un nuage en entonnoir touche le sol que l'on considère qu'il y a tornade.

Démonstration B

Remplir à moitié un plat ou un bol de verre transparent avec de l'eau chaude. Ajouter quelques gouttes de colorant alimentaire à l'eau et remuer. Ajouter lentement et doucement du lait froid. Encourager les élèves à noter leurs observations au sujet du mouvement et de la forme du lait.

Expliquer aux élèves que le lait représente une masse d'air froid qui déplace la masse d'air chaud (eau chaude) en la poussant vers le haut.



S2-4-06 étudier les conséquences sociales, économiques et environnementales d'un phénomène météorologique violent ou extrême qui s'est produit récemment, entre autres les conséquences sur la prise de décisions personnelles et sociales;
RAG : B2, B3, B4, C6

S2-0-2a ☑ 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 S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S2-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, tout en employant une terminologie appropriée, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques selon un modèle reconnu.
(FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S2 (A) : C-1; TI : 2.3.1, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

En quête

❶

A) Avant d'entreprendre une recherche au sujet des phénomènes météorologiques violents, il serait important de revoir certains concepts fondamentaux en météorologie tels que :

- la théorie particulaire, pour prédire comment des masses d'air vont se comporter lorsqu'elles sont placées dans un gradient de pression;
- les symboles qu'on retrouve sur une carte météorologique (par exemple les symboles représentant des observations à une station météorologique, les fronts chauds et les fronts froids, les régions de haute ou de basse pression, l'emplacement du courant-jet);
- les termes tels que *pressions d'air*, *température ambiante*, *point de rosée*, *isobares*, *carte météorologique de surface*.

Inviter les élèves à faire les exercices des annexes 23 et 24 pour revoir ces concepts. Revoir les réponses en classe pour s'assurer que les élèves saisissent bien les concepts. Le corrigé pour l'annexe 24 figure à l'annexe 25.

Une dépression du Colorado est un système de basse pression à rotation anti-horaire qui se forme au-dessus des Rocheuses. Si le système est intense, l'air du golfe du Mexique est attiré et remonte jusqu'à la plaine centrale des États-Unis et du Canada. Lorsque l'air chaud et humide rencontre l'air froid de l'arctique, une tempête cyclonique à latitude moyenne se développe. La précipitation qui en résulte tombe sous forme de pluie ou de neige, selon la température de l'air. Au fur et à mesure que le courant-jet pousse la tempête vers l'est, le vent change de la direction sud-est à la direction nord-ouest, attirant de l'air froid de l'arctique dans la région et causant une baisse des températures. Quelques-uns des blizzards manitobains les plus intenses (mars 1966, novembre 1986, avril 1997) étaient le résultat de tempêtes cycloniques à latitude moyenne.

suite à la page 4.34

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Inviter les élèves à compléter un cadre de concept au sujet d'un phénomène météorologique violent ou extrême (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.23, 11.24 et 11.36).

❷

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

- *Explique le rôle de l'effet Coriolis sur la formation et le mouvement d'un ouragan.*
(À mesure que les masses d'air se déplacent d'une zone de haute pression vers une zone à pression moins élevée, la rotation de la Terre fait dévier le vent. Dans l'hémisphère Nord, un ouragan tourne dans le sens contraire au mouvement des aiguilles d'une montre. Dans l'hémisphère Sud, la rotation est dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre.)
- *Quelle est la différence entre un cyclone et un anticyclone?*
(Un cyclone est un système de basse pression, où l'air monte et tourne dans le sens contraire au mouvement des aiguilles d'une montre. Un anticyclone est un système de haute pression, où l'air descend et tourne dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre.)
- *Explique pourquoi les tornades se développent principalement dans la plaine centrale des États-Unis.*
(L'air froid polaire rencontre l'air sec du désert et l'air tropical humide du golfe du Mexique. L'interaction entre ces différentes masses d'air crée une situation idéale pour le développement de tornades.)

suite à la page 4.35



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

Bloc D **Les phénomènes météorologiques violents ou extrêmes**

L'élève sera apte à :

S2-4-04 expliquer la formation et la dynamique de certains phénomènes météorologiques violents ou extrêmes,
par exemple les orages, les tornades, les blizzards, les ouragans, les tempêtes tropicales, les dépressions, les vagues de chaleur ou de froid;
RAG : A2, D5, E1, E4

S2-4-05 recueillir, interpréter et analyser des données météorologiques liées à un phénomène météorologique violent ou extrême, entre autres les cartes météorologiques, l'imagerie par satellites, les conditions propices au développement du phénomène et les conditions subséquentes;
RAG : C2, C6, C8, D5

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 4.33)

B) Diviser la classe en groupes de 2 ou 3 élèves. Inviter chaque groupe à choisir un phénomène météorologique extrême ou violent (voir l'annexe 26 pour une liste de phénomènes météorologiques violents au Canada), et à produire un bulletin de nouvelles qui présente la formation et la dynamique du phénomène, ainsi que les conséquences économiques, sociales et environnementales de l'événement. Profiter de cette occasion pour encourager les élèves à assumer divers rôles dans le groupe. Distribuer aux élèves une liste de vérification pour orienter le travail (voir l'annexe 27). Voici une liste de renseignements que chaque groupe doit recenser :

- ✓ le nom du phénomène météorologique violent ou extrême;
- ✓ la formation et la dynamique du phénomène;
- ✓ une carte météorologique ou une image satellite du phénomène;
- ✓ les conséquences économiques, sociales et environnementales.

Le manuel *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 496-512, ainsi que les sites d'Environnement Canada sont de bonnes sources d'information. L'annexe 28 renseigne sur les images satellites.

Il existe beaucoup d'images satellites d'ouragans, mais peu pour les autres phénomènes météorologiques extrêmes ou violents. Si la recherche ne peut être effectuée tout au long de l'année ou du semestre, l'enseignant pourrait se procurer des cartes météorologiques et des images satellites de divers phénomènes météorologiques avant d'entreprendre ce regroupement, en consultant Internet quand un événement se produit. Les élèves pourraient aussi dessiner des cartes météorologiques qui représentent des conditions propices au développement du phénomène, si de telles représentations ne sont pas disponibles dans Internet au moment de la recherche.

C) Inviter les élèves à présenter leur bulletin à la classe sous forme de vidéo ou oralement. La présentation doit inclure un support visuel qui illustre la formation du phénomène météorologique (carte météorologique ou image satellite). Informer les élèves du nombre ou des types de phénomènes météorologiques qu'ils devront être en mesure de décrire lors d'une évaluation.

En fin

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

- *As-tu eu une expérience personnelle du phénomène météorologique qui t'a été assigné? Si oui, décris cette expérience.*
- *Comment une expérience personnelle du phénomène météorologique pourrait-elle aider à comprendre sa formation?*


En plus

Inviter les élèves à trouver l'origine et à juger du réalisme d'observations folkloriques, d'expressions ou de proverbes reliés aux phénomènes météorologiques. Voici une liste d'exemples :

- Quand février commence en lion, il finit en mouton.
- Mars gris, avril pluvieux font l'an fertile et plantureux.
- En août, le soleil se levant comme rouge miroir annonce de l'eau pour le soir. Mais s'il est rouge le soir, d'un beau jour pour demain il nous donne l'espoir.
- Brouillards d'octobre et novembre pluvieux font bon décembre.
- La douleur aux jointures arthritiques annonce un changement de temps.
- Plus épaisse est la boue sur la maison du castor, plus long plus froid sera l'hiver.
- Le 3 fait le mois.



S2-4-06 étudier les conséquences sociales, économiques et environnementales d'un phénomène météorologique violent ou extrême qui s'est produit récemment, entre autres les conséquences sur la prise de décisions personnelles et sociales;
RAG : B2, B3, B4, C6

S2-0-2a  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 S1 : 1.1.6, 1.1.7; TI : 1.3.2, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6

S2-0-2c résumer et consigner l'information de diverses façons, tout en employant une terminologie appropriée, entre autres paraphraser, citer des opinions et des faits pertinents, noter les références bibliographiques selon un modèle reconnu.
(FL1 : CO3, L1; FL2 : CÉ1, CO1; Maths S2 (A) : C-1; TI : 2.3.1, 4.3.4)
RAG : C2, C4, C6


2

Inviter un membre de la collectivité ou un professionnel tel qu'un météorologue, un pilote ou un annonceur de météo à venir adresser la parole à la classe.


Stratégies d'évaluation suggérées (suite de la page 4.33)

- *Décris les caractéristiques d'un blizzard.*
(Un blizzard est une tempête de neige où le vent souffle à plus de 55 km/h. La température doit être plus inférieure à la normale, et la visibilité, inférieure à 0,2 km.)

3

Évaluer le bulletin de nouvelles produit par les élèves à l'aide de  l'annexe 29.

4

Modifier  l'annexe 24 pour préparer un test.



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

Bloc E **Le changement climatique**

L'élève sera apte à :

S2-4-07 étudier, d'une part, des données qui indiquent que le changement climatique se produit naturellement et, d'autre part, le rôle que joue l'activité humaine dans ce changement, entre autres l'exploitation de technologies pour la collecte et l'interprétation des données actuelles et historiques;
RAG : A1, A4, D5, E3

S2-4-08 discuter des conséquences possibles du changement climatique et du débat qu'il suscite au sein de la communauté scientifique, par exemple le changement des températures océaniques peut avoir des répercussions sur les populations marines, la fréquence accrue de phénomènes météorologiques violents ou extrêmes influe sur les activités sociales et économiques;
RAG : A1, A2, C5, C8

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En plus des RAS indiqués ci-dessus, la présente stratégie d'enseignement permet à l'élève d'acquérir de nombreuses habiletés et attitudes qui s'inscrivent dans le processus de prise de décisions : S2-0-2d, S2-0-3e, S2-0-3f, S2-0-4e, S2-0-4f, S2-0-4g, S2-0-5d, S2-0-6d, S2-0-7c, S2-0-7d, S2-0-7e, S2-0-9b, S2-0-9c, S2-0-9d, S2-0-9e et S2-0-9f.

En tête

1 Inviter les élèves à prédire les conséquences potentielles du changement climatique. Le réchauffement et le refroidissement généraux de la planète devraient tous deux être abordés. Utiliser la technique de « chaîne de graffitis coopératifs » (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.16).

En cinquième année, les élèves ont abordé le concept de changement climatique et ont proposé des explications possibles telles que l'effet de serre et l'activité volcanique. La formation des carburants (combustibles fossiles) et leur utilisation par les humains sont abordés en septième année. Le regroupement 1 du cours S2 (La dynamique des écosystèmes), introduit le cycle du carbone et les facteurs qui perturbent les cycles biogéochimiques.

OU

2 Visionner avec les élèves un film tel que « Le jour d'après » et amorcer une discussion au sujet des conséquences potentielles du changement climatique.

En quête

1 A) Inviter les élèves à faire une recherche guidée au sujet des changements climatiques afin de pouvoir décrire leurs causes et leurs conséquences (voir l'annexe 30). Les sites Web, *L'ABC du changement climatique*, *Climat* et *Les changements climatiques, c'est quoi?* fournissent la plupart des renseignements. Des renseignements au sujet d'éruptions volcaniques et leurs effets sur le climat figurent à l'annexe 31.

S'assurer que les élèves ne confondent pas les concepts de temps et de climat. Le terme « temps » s'entend de l'état variable de l'atmosphère, et « climat », de l'ensemble des conditions météorologiques pendant de nombreuses années. Il est possible, par exemple, pour une région à climat froid, d'avoir une journée chaude de temps en temps. Les élèves auront entendu parler de l'effet de serre, mais ne seront pas familiers avec le processus qui maintient la température de la Terre. Les sites Web de Ressources naturelles Canada et d'Environnement Canada ont beaucoup d'information courante.

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.

Même si des relevés précis sur la précipitation, la température et d'autres conditions atmosphériques n'existent que depuis 150 ans, environ, les humains sont portés à considérer les phénomènes selon une échelle qui correspond à leur propre durée de vie. Par conséquent, lorsque les mêmes conditions atmosphériques prévalent pendant deux ou trois ans, ils y voient une tendance. Le Petit Âge glaciaire s'étendant des années 1550 à 1850 a vu des températures plus basses mondialement. Ces moyennes de température nous sont racontées par les toiles de Pieter Breughel, peintre flamand, illustrant des canaux, qui ne gèlent plus aujourd'hui accueillant des patineurs. Dans le Jiangxi, en Chine, la culture des oranges en zones climatiques chaudes, et que l'on avait coutume de récolter depuis des siècles, a dû être abandonnée. Enfin, en Éthiopie, il y avait de la neige en permanence dans les montagnes à des hauteurs où il n'y en a pas aujourd'hui.



S2-0-1c ● relever des enjeux STSE à examiner;
(FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C4

S2-0-1d ● amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des intervenants concernés;
(FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C4

S2-0-3d ● résumer les données pertinentes et présenter 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

L'effet de serre est le résultat de la présence de certains gaz atmosphériques (incluant le dioxyde de carbone – CO₂) dans l'atmosphère qui absorbent la radiation infrarouge. Au fur et à mesure que la concentration de ces gaz s'élève, la température moyenne de la Terre et de son atmosphère s'élèvera, menant ainsi à un réchauffement global accru, généralisé. La combustion des combustibles fossiles est la source principale d'émissions de dioxyde de carbone.

B) Avec les élèves, dresser au tableau une liste d'enjeux STSE liés au changement climatique. Cerner chacun des enjeux en formulant une question qui touche de près l'environnement, la société ou l'économie, par exemple :

- *Les manufacturiers de voitures devraient-ils être obligés de produire des voitures ayant une meilleure consommation d'essence ou d'offrir des modèles hybrides (à double source d'énergie)?*
- *Les gens qui achètent des voitures ayant une meilleure consommation d'essence ou des modèles hybrides devraient-ils bénéficier d'un rabais?*
- *Les gouvernements devraient-ils augmenter la taxe sur l'essence?*
- *Devrait-on pénaliser les amateurs de véhicules utilitaires sport à cause de la plus grande consommation d'essence de ces véhicules?*
- *Devrait-on imposer une limite sur le nombre de voitures vendues.*
- *Le gouvernement devrait-il offrir des mesures incitatives pour que les gens pratiquent le co-voiturage?*
- *Devrait-on imposer des restrictions plus sévères sur les industries en ce qui a trait aux émissions de gaz à effet serre? Pourquoi n'est-ce pas déjà fait?*

C) 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 :

suite à la page 4.38

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1 Inviter les élèves à rédiger une courte réflexion sur les enjeux et les défis liés au changement climatique.
- 2 Inviter les élèves à élaborer une liste d'activités auxquelles ils participent ainsi qu'une liste des sources du CO₂ et d'autres gaz contribuant à l'effet de serre. Leur demander de répondre à la question suivante dans leur carnet scientifique :
 - *Comment pourriez-vous changer votre style de vie afin d'aider à réduire la production de gaz à effet de serre?*
- 3 Évaluer le processus de prise de décisions des élèves par l'entremise d'une grille critériée (voir l'annexe 35).
- 4 Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :
 - *Pourquoi la déforestation pourrait-elle contribuer à l'accroissement de l'effet de serre?*
 - *Comment une éruption volcanique importante pourrait-elle affecter la température dans le monde entier?*
- 5 Proposer aux élèves d'interpréter des graphiques afin de déterminer les températures moyennes des récents centenaires à l'échelle mondiale.



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

Bloc E **Le changement climatique**

L'élève sera apte à :

S2-4-07 étudier, d'une part, des données qui indiquent que le changement climatique se produit naturellement et, d'autre part, le rôle que joue l'activité humaine dans ce changement, entre autres l'exploitation de technologies pour la collecte et l'interprétation des données actuelles et historiques;
RAG : A1, A4, D5, E3

S2-4-08 discuter des conséquences possibles du changement climatique et du débat qu'il suscite au sein de la communauté scientifique, par exemple le changement des températures océaniques peut avoir des répercussions sur les populations marines, la fréquence accrue de phénomènes météorologiques violents ou extrêmes influe sur les activités sociales et économiques;
RAG : A1, A2, C5, C8

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 4.37)

- Devrait-on...
- Doit-on...
- Faut-il...
- Quelle décision devait-on prendre...

Repasser en classe le schéma à l'annexe 32 qui résume le processus de prise de décisions.

D) Inviter les élèves à entreprendre un projet d'envergure dans lequel ils abordent en groupes de 4 à 6 élèves un enjeu particulier lié au changement climatique. Préciser que le projet, réalisé sur plusieurs semaines et nécessitant de la recherche indépendante de leur part, doit être constitué des composantes figurant dans leur plan de projet (voir l'annexe 33). Expliquer qu'ils devront créer un bulletin d'information sur un enjeu du changement climatique particulier. Inviter les élèves à résumer l'enjeu, à déterminer les intervenants ou groupe d'intérêts qui sont touchés par l'enjeu, à présenter trois options et leurs répercussions, et à préparer des questions pour sonder l'opinion d'une dizaine de personnes (élèves, parents, enseignants, etc.).

E) Après les sondages, inviter les élèves à rédiger un rapport dans lequel ils font la synthèse des commentaires recueillis 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.

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.

Veiller particulièrement à ce que chaque membre au sein d'un groupe de travail contribue au projet et qu'il soit respecté par les autres. Valoriser l'initiative et la créativité de chaque groupe.

F) Inviter les élèves à présenter leurs plans d'actions aux autres membres de la classe. Pendant que les groupes présentent leur bulletin et leur rapport final, inviter les autres élèves à remplir le compte rendu de l'annexe 34.

En fin

❶

Après avoir passé par le processus de prise de décisions, inviter les élèves à répondre dans leur carnet scientifique aux questions suivantes :

- Est-ce que vous étiez d'accord avec l'opinion générale des personnes ayant participé au sondage?
- Quelle était votre réaction devant les résultats du sondage?
- Le sondage est-il une façon efficace ou valable de vérifier si une décision envisagée est bonne?
- Quels sont les inconvénients de prendre une décision fondée uniquement sur les résultats d'un 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 votre groupe modifie une ou plusieurs options avant de prendre une décision?
- À la suite du sondage, votre groupe a-t-il trouvé une nouvelle option ou une meilleure option? Le « public » a-t-il suggéré de nouvelles options?

En plus

❶

Discuter avec les élèves de la différence entre les microclimats urbains et le climat des grandes banlieues.



LA DYNAMIQUE DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES

Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 4

S2-0-1c ● relever des enjeux STSE à examiner;
(FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C4

S2-0-1d ● amorcer la recherche sur un enjeu STSE en tenant compte des intervenants concernés;
(FL2 : PÉ4, PO4)
RAG : C4

S2-0-3d ● résumer les données pertinentes et présenter 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

Stratégies d'évaluation suggérées



LISTE DES ANNEXES

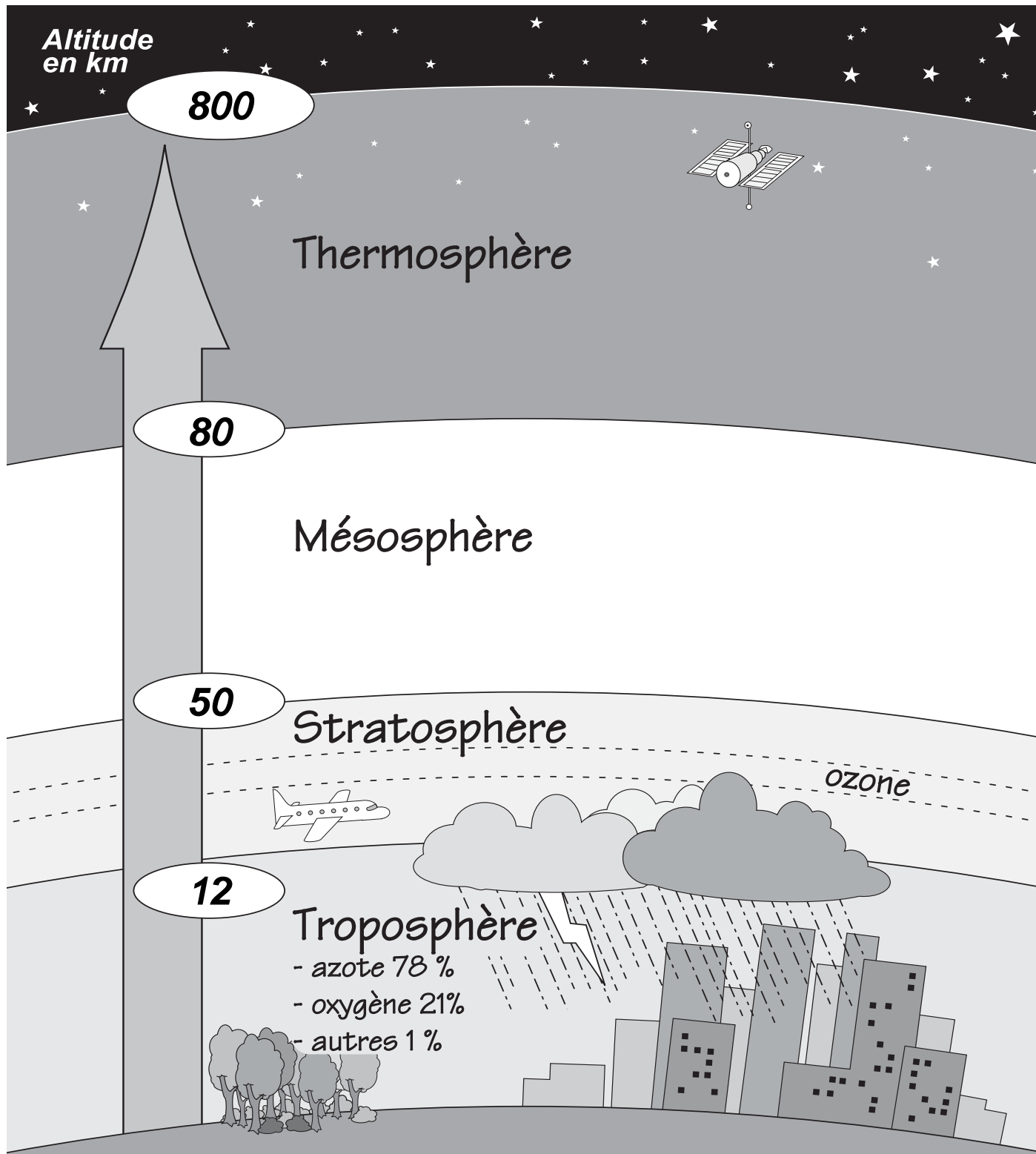
Annexe 1 :	Les couches de l'atmosphère.....	4.41
Annexe 2 :	Exercice – La répartition de l'eau dans l'hydrosphère	4.42
Annexe 3 :	Représentation de données	4.43
Annexe 4 :	Planisphère.....	4.49
Annexe 5 :	Carte hémisphérique	4.50
Annexe 6 :	Critères pour un diagramme ou un graphique bien réussi.....	4.51
Annexe 7 :	Test – Les constituants de l'atmosphère et de l'hydrosphère	4.52
Annexe 8 :	Exercice – Le bilan radiatif de la Terre.....	4.53
Annexe 9 :	Ensoleillement et saisons – Renseignements pour l'enseignant	4.54
Annexe 10 :	Exercice – L'ensoleillement au cours de l'année	4.60
Annexe 11 :	Expérience – L'albédo	4.64
Annexe 12 :	Cycle de mots.....	4.65
Annexe 13 :	Cadre de tri et de prédiction.....	4.66
Annexe 14 :	Cadre de tri et de prédiction – Corrigé.....	4.67
Annexe 15 :	Expérience – Les courants de convection dans l'air	4.68
Annexe 16 :	Les courants de convection dans l'air – Renseignements pour l'enseignant	4.69
Annexe 17 :	L'effet de Coriolis – Renseignements pour l'enseignant	4.70
Annexe 18 :	Les vents dominants – Renseignements pour l'enseignant.....	4.72
Annexe 19 :	Le courant-jet – Renseignements pour l'enseignant	4.73
Annexe 20 :	Exercice – À cause de la rotation de la Terre	4.75
Annexe 21 :	Expérience – Les courants de convection dans l'air	4.80
Annexe 22 :	Les courants de convection dans l'air – Renseignements pour l'enseignant	4.81
Annexe 23 :	Exercice – Anticyclones et dépressions	4.82
Annexe 24 :	Exercice – Cartes météorologiques et symboles météorologiques	4.87
Annexe 25 :	Cartes météorologiques et symboles météorologiques – Corrigé	4.95
Annexe 26 :	Liste de phénomènes météorologiques violents au Canada	4.97
Annexe 27 :	Liste de vérification – Recherche	4.98
Annexe 28 :	Satellites météorologiques – Renseignements pour l'élève.....	4.99
Annexe 29 :	Grille d'évaluation de la présentation audiovisuelle	4.107
Annexe 30 :	Questions de recherche – Le changement climatique	4.108
Annexe 31 :	Les éruptions volcaniques et leurs effets sur le climat – Renseignements pour l'enseignant	4.109
Annexe 32 :	Processus de prise de décisions	4.111
Annexe 33 :	Grille d'accompagnement – Bulletin d'information	4.112
Annexe 34 :	Compte rendu de la présentation d'un enjeu et d'une décision STSE.....	4.113
Annexe 35 :	Grille d'évaluation critériée pour la prise de décisions	4.114



ANNEXE 1 : Les couches de l'atmosphère

Nom : _____

Date : _____



ANNEXE 2 : Exercice – La répartition de l'eau dans l'hydrosphère

Nom : _____

Date : _____

À partir des données suivantes, représente la répartition de l'eau dans l'hydrosphère selon un des modèles présentés à l'annexe 3.

Océans	97,5 %
Glaciers et calottes polaires	2,10 %
Eaux souterraines	0,29 %
Lacs et rivières d'eau douce	0,01 %
Lacs d'eau salée	0,01 %
Atmosphère	0,001 %



ANNEXE 3 : 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 des rangées précises
- doit être organisé d'une façon particulière

Prix de certains aliments*			
	hamburger	frites	chausson
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.

Moyens de transport pour se rendre à l'école			
en auto	en autobus	à pied	à bicyclette
Sean	Sasha	Henri	Sarah
Pam	Chen		Otis
	Arthur		George
			Raven

Tableau (ou diagramme) de fréquence

- peut avoir un titre et des colonnes ou des rangées précises
- démontre combien de fois une certaine donnée se présente

Élèves qui se rendent à l'école		
façon de se rendre à l'école	compte	fréquence
en auto	II	2
en autobus	III III	8
à pied	III	3
à bicyclette	(III III) II	12



ANNEXE 3 : Représentation de données (suite)

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

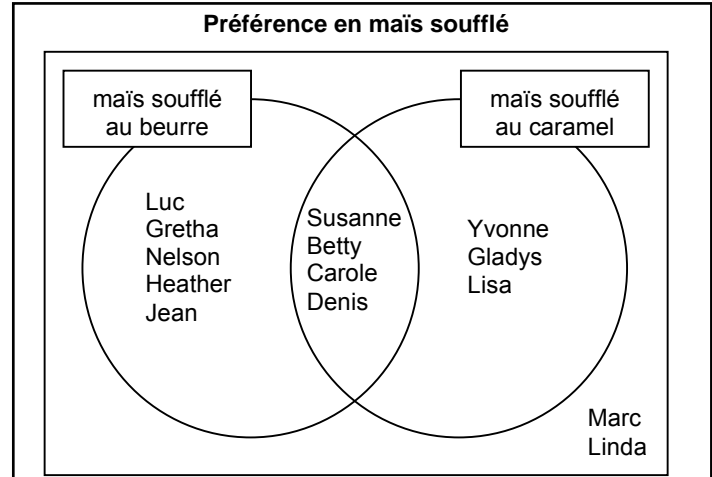


Diagramme de Carroll

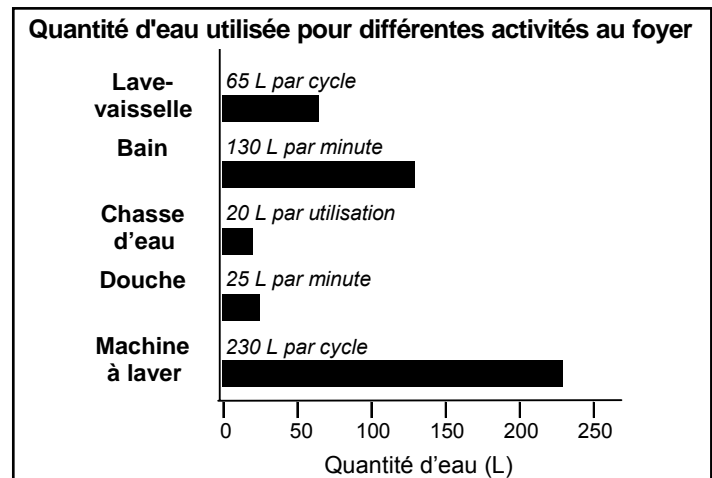
- classification à l'aide d'un tableau qui met en opposition des attributs des données
- doit avoir un titre et des colonnes et des rangées précises

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 3 : Représentation de données (suite)

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

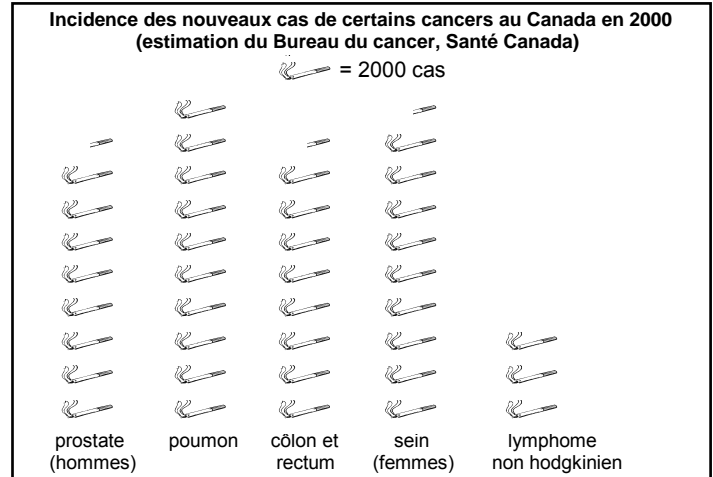
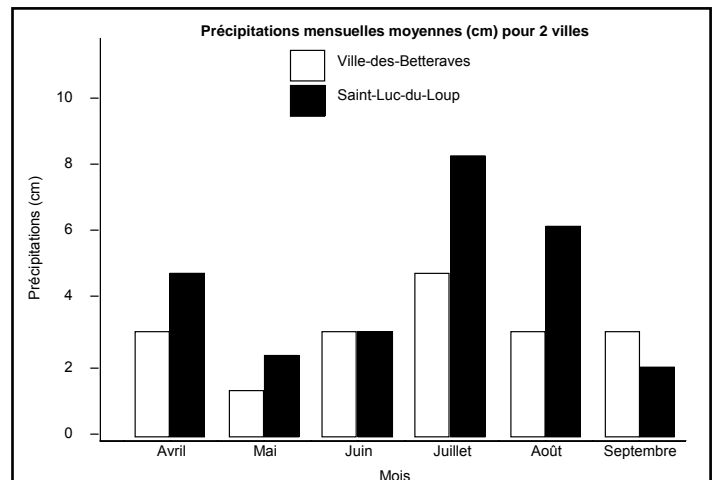


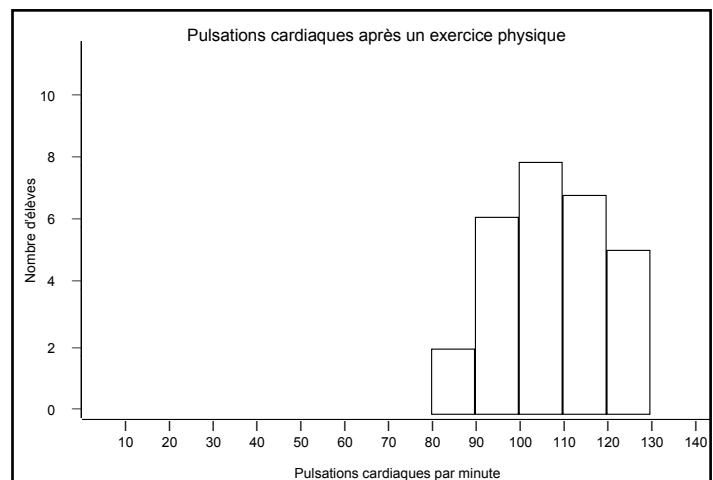
Diagramme à bandes multiples

- 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 3 : Représentation de données (suite)

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

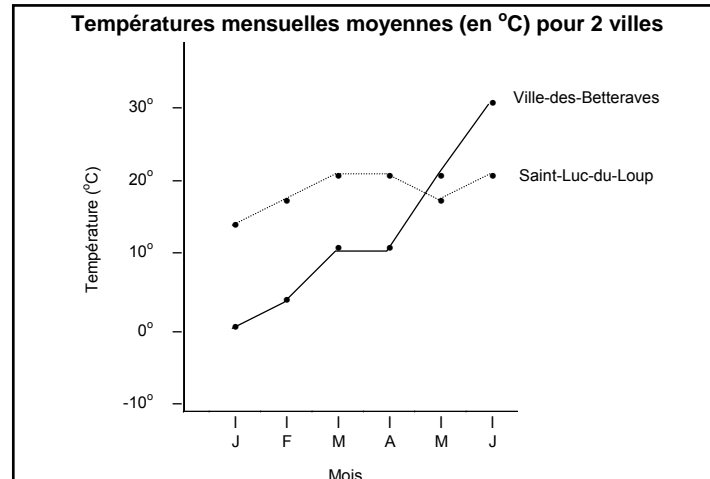


Diagramme à tiges et à feuilles

- 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

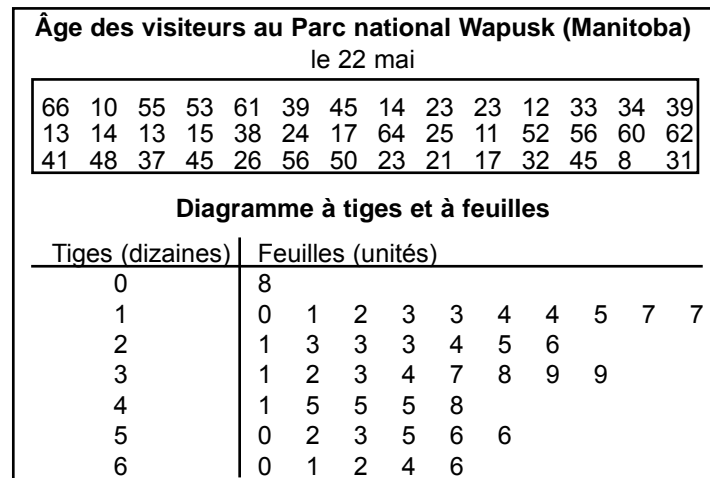
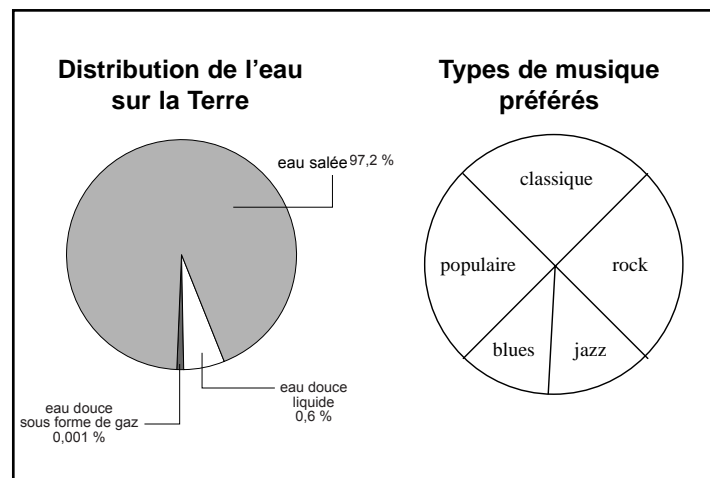


Diagramme circulaire

- 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 3 : Représentation de données (suite)

Diagramme à aires géométriques

- semblable au diagramme à bandes ou au diagramme circulaire
- les aires représentent les données et permettent de comparer ces dernières les unes aux autres
- utilisé pour créer des effets graphiques particuliers
- un titre et une légende

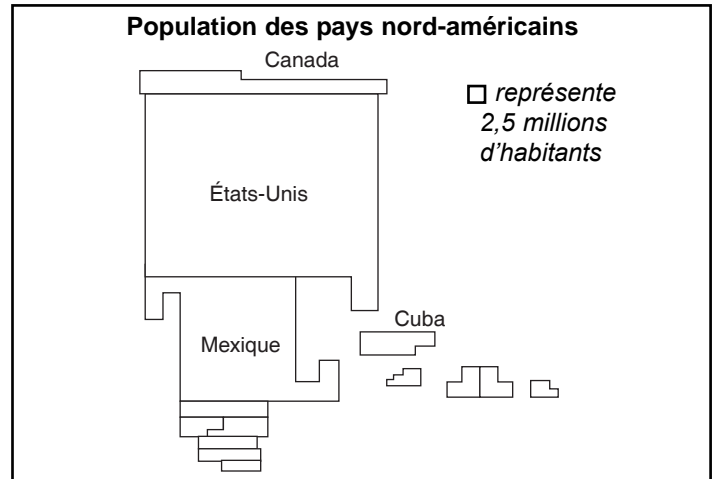


Diagramme à bandes superposées ou empilées

- 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

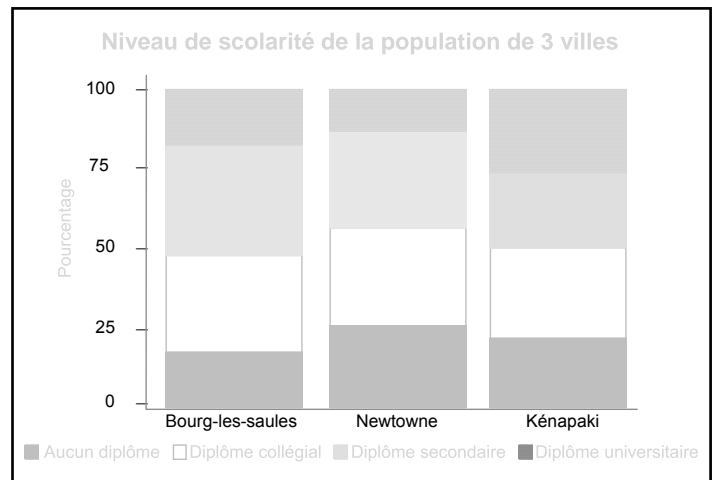
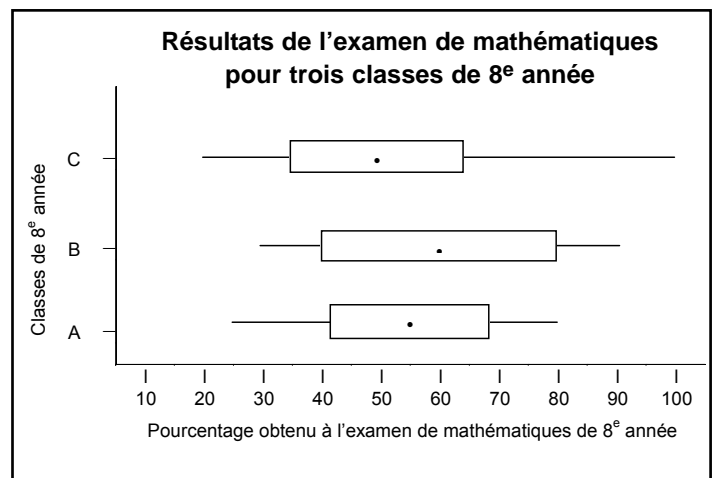


Diagramme à boîtes et à moustaches (diagramme des quartiles)

- 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 extrêmes 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 extrêmes



ANNEXE 3 : Représentation de données (suite)

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

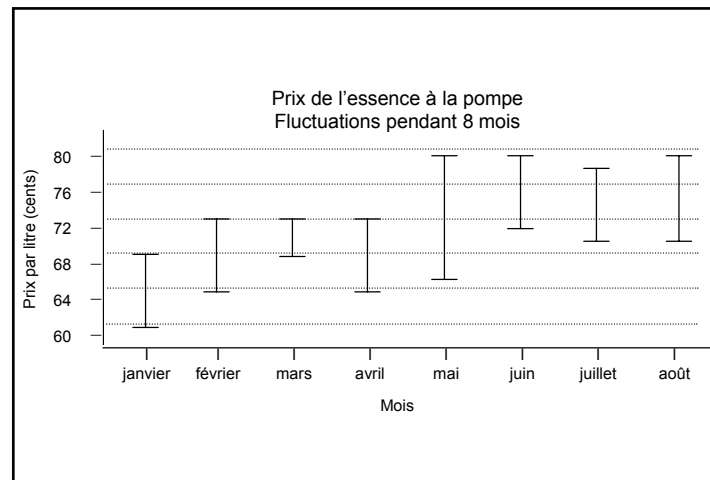


Diagramme de dispersion

- 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

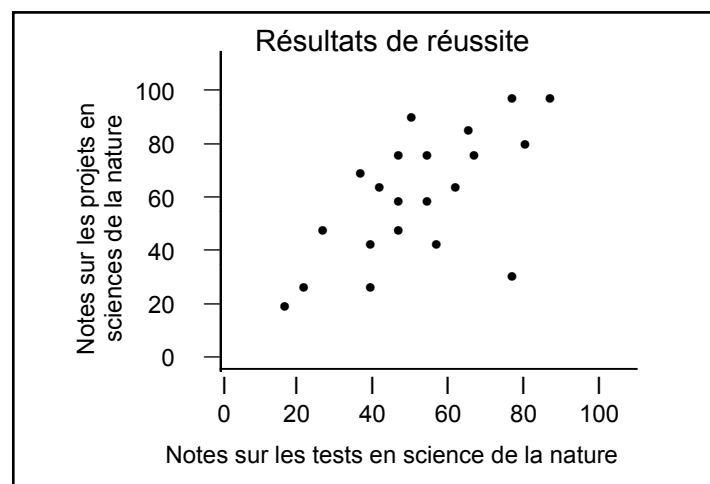
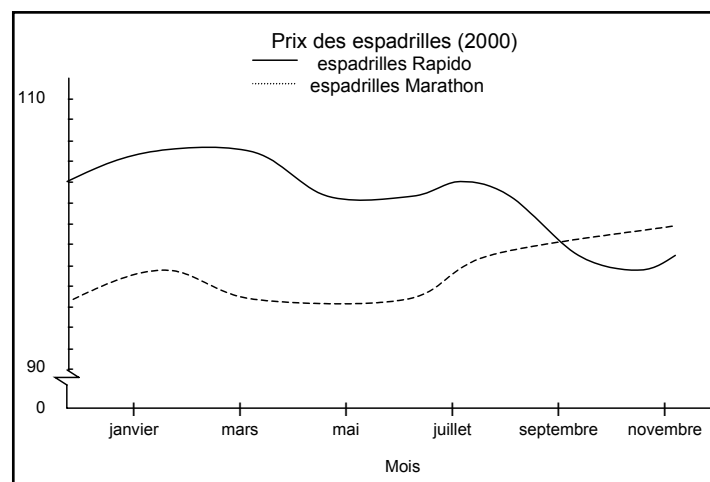


Diagramme à ligne

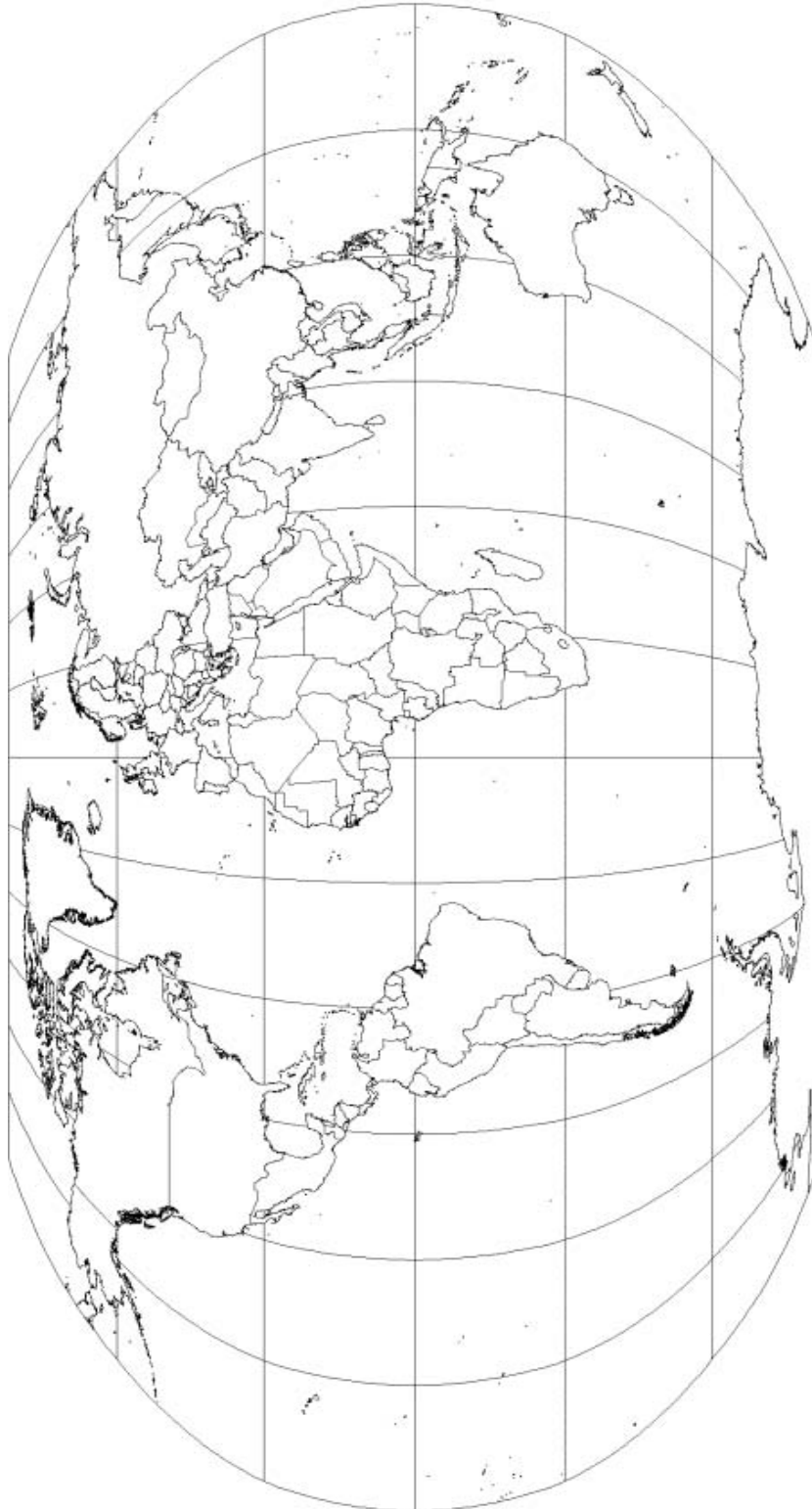
- un titre, des axes précis et un plan cartésien
- est souvent le résultat d'un diagramme de dispersion
- peut indiquer une relation (équation) mathématique entre les variables
- permet l'interpolation et l'extrapolation de données



ANNEXE 4 : Planisphère

Nom : _____

Date : _____



ANNEXE 5 : Carte hémisphérique

Nom : _____

Date : _____



LA DYNAMIQUE DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES

Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 4

ANNEXE 6 : 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				

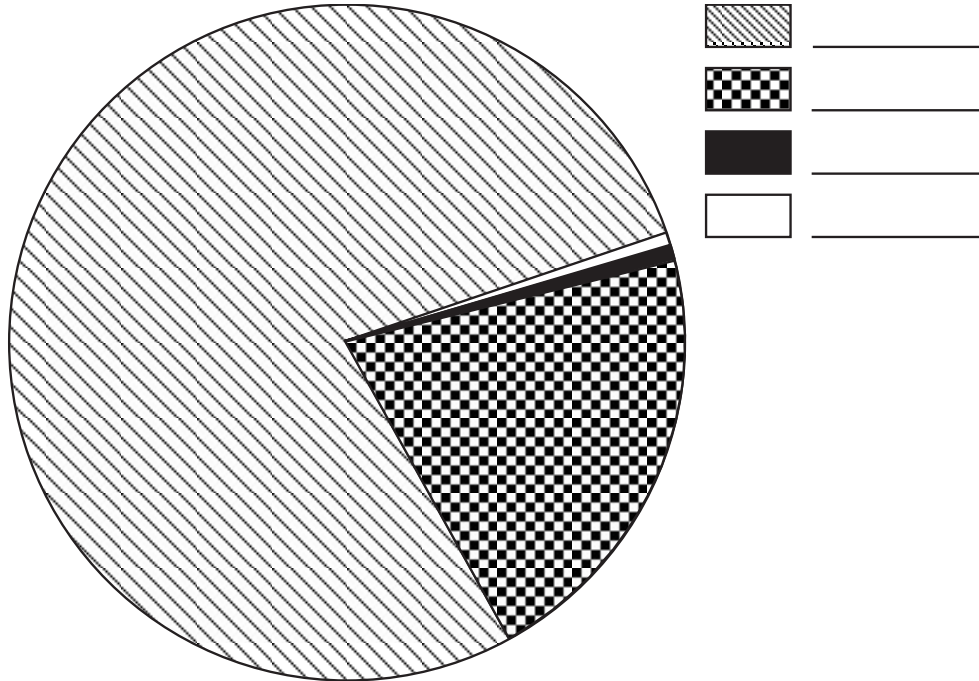


ANNEXE 7 : Test – Les constituants de l'atmosphère et de l'hydrosphère

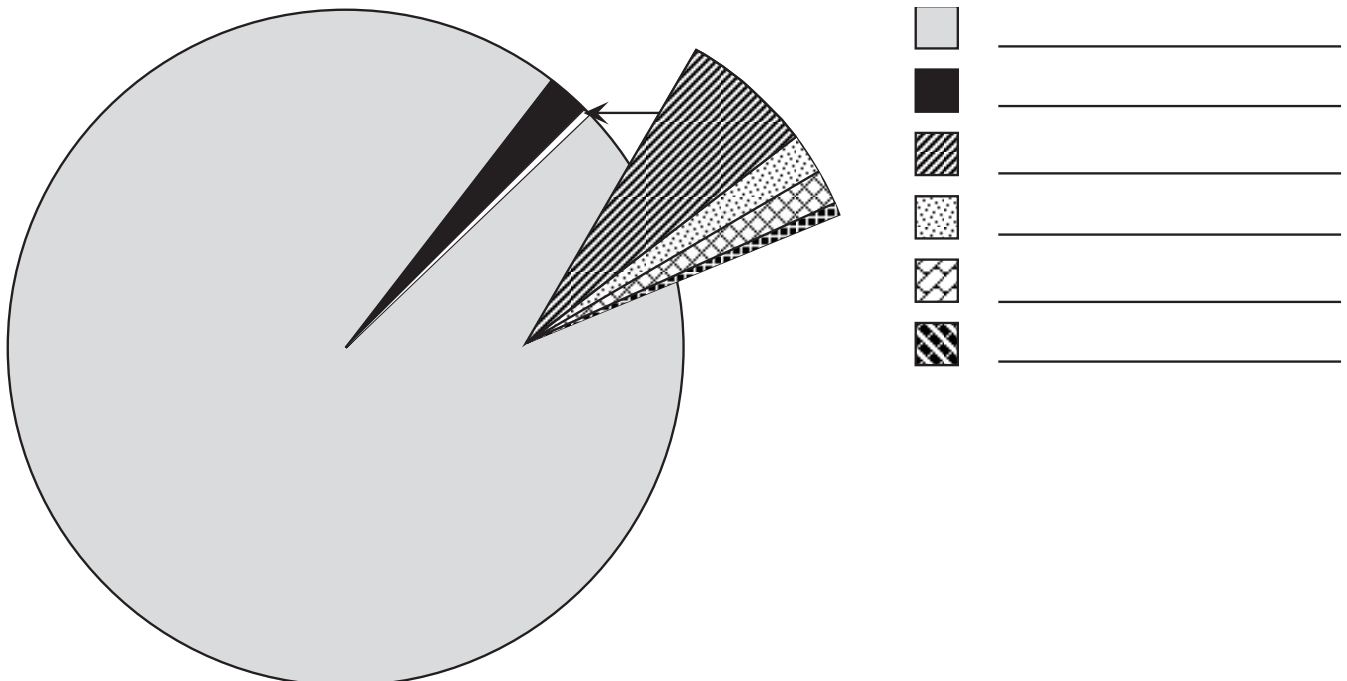
Nom : _____

Date : _____

1. Recense les constituants de l'atmosphère terrestre dans la légende du diagramme circulaire.
[La vapeur d'eau n'est pas représentée.]



2. Recense les constituants de l'hydrosphère terrestre dans la légende du diagramme circulaire.



ANNEXE 8 : Exercice – Le bilan radiatif de la Terre

Nom : _____

Date : _____

Réponds aux questions suivantes de façon claire et concise.

1. Qu'est-ce que le rayonnement solaire?

2. Qu'arrive-t-il à l'énergie rayonnante du Soleil lorsqu'elle atteint l'atmosphère extérieure de la Terre?

3. Quel pourcentage du rayonnement solaire est absorbé par l'air?

4. Quel pourcentage du rayonnement solaire est absorbé par les nuages?

5. Quel pourcentage du rayonnement solaire est absorbé par le sol?

6. Quel pourcentage du rayonnement solaire est reflété par l'air?

7. Quel pourcentage du rayonnement solaire est reflété par les nuages?

8. Quel pourcentage du rayonnement solaire est reflété par le sol?

9. Quelle est l'influence de la latitude sur la quantité d'énergie solaire que peut absorber le sol?

10. Qu'est-ce qui explique les saisons?

11. Qu'est-ce qui explique le jour et la nuit?



ANNEXE 9 : Ensoleillement et saisons – Renseignements pour l'enseignant

Nom : _____

Date : _____

Introduction

La météo, ou l'état présent de l'atmosphère, varie généralement de jour en jour et encore davantage en fonction des saisons. Le climat, ou la synthèse à long terme des conditions météorologiques, se conforme à des configurations qui demeurent constantes d'année en année. Les facteurs astronomiques qui gouvernent le montant d'ensoleillement reçu jouent un rôle important dans la détermination de ces configurations météorologiques et du climat.

Notre système solaire est constitué du Soleil et d'une série de planètes qui sont en orbite à des distances variées autour du Soleil. Nous pouvons voir d'autres étoiles et nous sommes relativement certains qu'il existe d'autres planètes. Cependant, la Terre est le seul monde sur lequel nous sommes certains que la vie existe et c'est l'énergie du Soleil qui rend possible cette vie sur la Terre. Les variations dans les montants d'énergie solaire reçue à différents endroits de la Terre sont essentielles aux changements saisonniers de la météo et du climat.

Essentiellement, toute l'énergie reçue sur la Terre provient des réactions thermonucléaires au sein du Soleil. L'énergie solaire voyage vers l'extérieur à travers le quasi-vacuum de l'espace. La concentration des émissions solaires diminue rapidement parce qu'elles se répandent dans toutes les directions. Lorsqu'elles atteignent enfin la Terre, à 150 millions de kilomètres (93 millions de milles) du Soleil, seulement environ 1 / 2 000 000 000 des particules et des émissions électromagnétiques du Soleil sont interceptées par la Terre. Cette minuscule fraction d'énergie solaire est quand même importante. En effet, on calcule que 1 365 watts par mètre carré de pouvoir solaire tombe sur une surface orientée perpendiculairement aux rayons du Soleil au-dessus de l'atmosphère terrestre. Pour le système terrestre, cette quantité importante d'énergie qui permet la vie est appelée " constante solaire ", même si elle varie légèrement avec l'activité solaire et la position de la Terre dans son orbite elliptique. On peut considérer que, dans la plupart des cas, la livraison de l'énergie solaire est constante sur une distance moyenne entre la Terre et le Soleil. Environ 31% de l'énergie solaire qui atteint le dessus de l'atmosphère terrestre est rediffusée dans l'espace.

À cause de la forme presque sphérique de la Terre, l'énergie qui arrive à chaque instant ne frappe qu'un seul point de sa surface (appelé point sub-solaire) à un angle de 90 degrés. Tous les autres points de la surface éclairée de la Terre reçoivent les rayons du Soleil à des angles plus faibles, répandant ainsi cette énergie sur de plus grandes superficies de surface horizontale. Plus le Soleil est bas dans le ciel, moins la lumière solaire reçue est intense.

Comme on le voit dans le diagramme d'ensoleillement selon les saisons de la Figure 1, la Terre a deux mouvements planétaires qui affectent la réception de l'énergie solaire à sa surface : la rotation qu'elle effectue sur elle-même une fois par jour et la révolution annuelle qu'elle effectue autour du Soleil. La combinaison de ces mouvements cause des changements quotidiens dans la réception de la lumière solaire à des endroits particuliers. Dans sa révolution autour du Soleil, l'axe de rotation de la Terre reste toujours dans le même alignement face à des étoiles distantes « fixes ». C'est ainsi que, au cours de l'année, le Pôle Nord pointe vers Polaris, aussi appelée Étoile du Nord et Alpha Ursæ Minoris. L'orientation de cet axe demeure stable, à une inclinaison de 23,5 degrés de la perpendiculaire au plan de l'orbite. Alors que l'inclinaison demeure la même en relation avec le plan de l'orbite de la Terre, l'axe de la Terre change continuellement de position relativement aux rayons du Soleil.

Tiré de *Projet Atmosphère Canada*, par Environnement Canada. Reproduction autorisée par Environnement Canada et la Société canadienne de Météorologie et d'Océanographie. Tous droits réservés.



ANNEXE 9 : Ensoleillement et saisons – Renseignements pour l'enseignant (suite)

ENSOLEILLEMENT SELON LES SAISONS

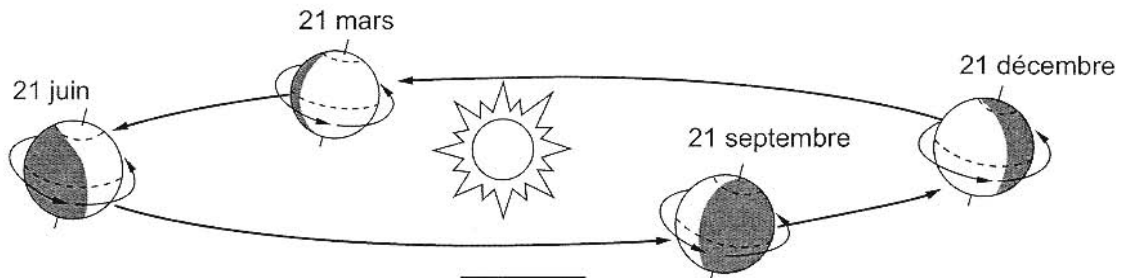


Figure 1

POSITION DU SOLEIL SUR LA VOÛTE CÉLESTE

Heures diurnes de Brockport, NY (43.5°N)

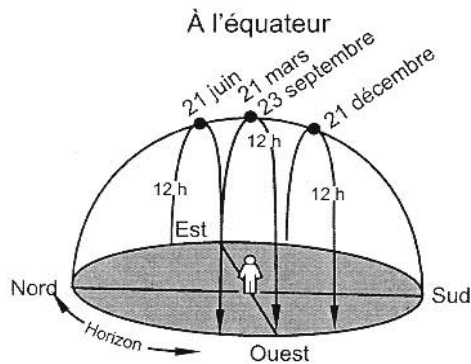


Figure 2a

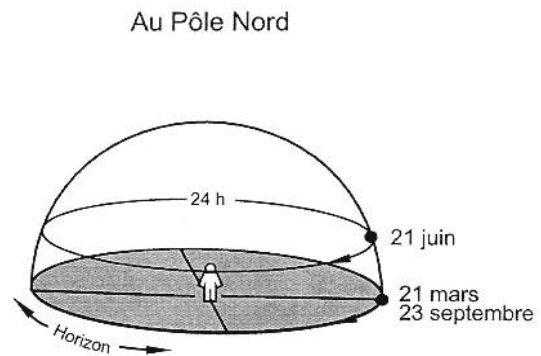


Figure 2b

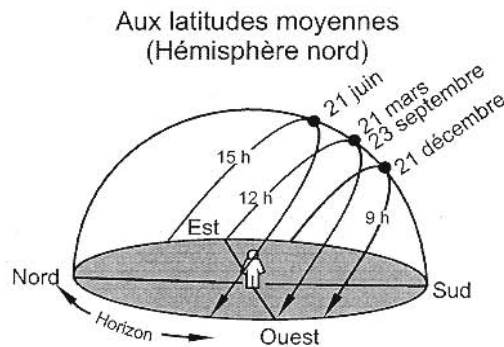


Figure 2c

Les figures 2(a), 2(b) et 2(c) « Position du soleil sur la voûte céleste », illustrent les effets de la rotation, de la révolution et de l'orientation de l'axe de la Terre sur la trajectoire du Soleil à travers le ciel à des emplacements situés à l'équateur, aux latitudes moyennes et aux pôles à différents moments de l'année.



ANNEXE 9 : Ensoleillement et saisons – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Deux fois dans l'année, alors que la Terre suit son tracé autour du Soleil, son axe est orienté perpendiculairement aux rayons du Soleil. Cet événement se produit à l'équinoxe du printemps (ou vernal) – le ou vers le 21 mars, et à l'équinoxe d'automne – le ou vers le 23 septembre (la terminologie s'établissant selon notre perception dans l'hémisphère nord!).

Ces jours-là, c'est-à-dire les ou vers les 21 mars et 23 septembre, le point sub-solaire est au-dessus de l'équateur. Exactement la moitié, tant de l'hémisphère nord que de l'hémisphère sud, est illuminée et tous les lieux (sauf les pôles) reçoivent 12 heures de lumière du jour s'il n'y a pas d'effets atmosphériques. Selon la perspective d'un observateur en surface placé à n'importe quel endroit, sauf aux pôles, le Soleil se lèvera à la position plein Est et se couchera à la position plein Ouest. À l'équateur, le Soleil sera directement au-dessus de l'observateur à midi.

Au Pôle Nord, l'équinoxe du printemps marque le début de la période de transition de 24 heures de noirceur vers 24 heures d'ensoleillement et, inversement à l'équinoxe d'automne, de 24 heures d'ensoleillement vers 24 heures de noirceur. Dans l'hémisphère nord, cette transition vers 24 heures d'ensoleillement, qui commence à l'équinoxe du printemps au pôle nord, progresse vers le sud pour atteindre 66,5 degrés de latitude Nord (le Cercle Arctique) lors du solstice d'été le ou vers le 21 juin.

Deux fois dans l'année l'axe de la Terre est le plus incliné par rapport à la perpendiculaire des rayons du Soleil. Il s'agit des solstices, ces derniers étant environ à mi-chemin entre les équinoxes. Lors du solstice d'été, le ou vers le 21 juin, le Pôle Nord est incliné à 23,5 degrés de la perpendiculaire et orienté vers le Soleil. Le point sub-solaire est à 23,5 degrés de latitude Nord, aussi appelé Tropicque du Cancer. À ce moment, plus de la moitié de l'hémisphère nord est illuminé à tout moment et a donc un ensoleillement de plus de 12 heures. La longueur du jour augmente au fur et à mesure que la latitude monte jusqu'à au-delà de 66,5 degrés Nord (le Cercle Arctique), là où il y a 24 heures d'ensoleillement.

Inversement, lors du solstice d'hiver qui a lieu le ou vers le 21 décembre, l'axe de la Terre est aussi incliné à 23,5 degrés par rapport à la perpendiculaire des rayons du Soleil. Cependant, à ce moment de l'année, le point sub-solaire est à 23,5 degrés de latitude Sud, aussi appelé Tropicque du Capricorne. Le Pôle Nord est incliné en direction contraire du Soleil et aucun ensoleillement n'atteint le Cercle Arctique (66,5 degrés Nord) ou plus haut. Moins de la moitié de l'hémisphère nord est illuminée et l'ensoleillement est de moins de 12 heures.

Dans l'hémisphère sud, les variations d'ensoleillement dues aux facteurs astronomiques sont l'inverse de la configuration de l'hémisphère nord. Les saisons aussi sont inversées.

Le tracé du Soleil dans le ciel local, combiné avec la longueur d'ensoleillement, produisent des montants variables d'énergie solaire atteignant la surface de la Terre. L'énergie reçue est un des facteurs importants qui déterminent les conditions de la météo et, en somme, le climat d'un endroit particulier. En général, plus la latitude est élevée, plus grande sera la gamme (la différence entre le maximum et le minimum) des radiations solaires reçues au cours d'une année et plus grande sera la différence entre les saisons.

Mais les facteurs astronomiques ne disent pas tout en ce qui concerne l'ensoleillement et les saisons. Les changements quotidiens d'énergie solaire reçue à la surface de la Terre au cours de chaque saison proviennent surtout des interactions entre la radiation et l'atmosphère à travers laquelle elle passe. Des gaz dans l'atmosphère dispersent, reflètent et absorbent l'énergie. La dispersion de la lumière visible donne le ciel bleu, les nuages blancs et les jours gris et brumeux. La formation et la dissociation de l'ozone absorbent les radiations ultraviolettes dommageables alors que la vapeur d'eau absorbe les infrarouges. Dépendant de leur épaisseur, les nuages reflètent fortement et dispersent l'énergie solaire tout en absorbant la lumière. La brume, la poussière, la fumée et autres polluants atmosphériques dispersent aussi la radiation solaire.



ANNEXE 9 : Ensoleillement et saisons – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Notions élémentaires au sujet des variations saisonnières

L'énergie solaire

L'énergie solaire constitue presque toute l'énergie qui rend la Terre accueillante pour la vie et détermine les climats et les conditions atmosphériques. Le Soleil, à cause de ses températures de surface très élevées, émet une énergie rayonnante dans tout le spectre électromagnétique dont la plupart est sous forme de lumière visible et de radiation infrarouge (chaleur). Étant distante d'environ 150 millions de kilomètres (93 millions de milles) du Soleil, la Terre n'intercepte qu'une toute petite fraction (1/ 2 000 000 000) des radiations solaires.

La constante solaire est le taux suivant lequel l'énergie solaire est reçue à l'extérieur de l'atmosphère terrestre, sur une surface plate placée perpendiculairement aux rayons du Soleil et à une distance moyenne à laquelle la Terre se situe du Soleil. La valeur de la constante solaire est d'environ 2 calories par centimètre carré par minute (1 370 watts par mètre carré). À cause surtout de facteurs astronomiques et atmosphériques, la Terre ne reçoit pas la même radiation solaire partout sur sa surface.

Les facteurs astronomiques – la Terre sphérique

À tout moment, une moitié de la Terre (qui est presque sphérique) est ensoleillée et une moitié se trouve dans la noirceur. Le montant total d'énergie solaire reçue par la Terre est limité au montant qui est intercepté par une aire circulaire dont le rayon est égal au rayon de la Terre.

En l'absence d'effets atmosphériques, la lumière solaire est la plus intense à l'endroit de la Terre directement sous le Soleil, c'est-à-dire au zénith pour cet endroit. Au fur et à mesure que la position du Soleil baisse dans le ciel, l'ensoleillement reçu sur une surface horizontale décroît. À cause de la rotation et de la révolution de notre planète, l'endroit sur Terre directement sous le Soleil change constamment.

Les facteurs astronomiques - l'inclinaison de l'axe de la Terre

Tout au long du déplacement annuel de la Terre autour du Soleil, l'axe de rotation de la Terre demeure dans la même position par rapport aux étoiles d'arrière-plan. Au cours de l'année, le Pôle Nord pointe dans la même direction, vers Polaris, aussi appelée l'Étoile du Nord et Alpha Ursæ Minoris. L'axe de rotation de la Terre est incliné à 23,5 degrés de la perpendiculaire du plan de l'orbite terrestre. L'orientation de l'axe terrestre quant au Soleil et à ses rayons change constamment alors que notre planète se déplace sur son orbite.

L'axe de la Terre est perpendiculaire aux rayons du Soleil deux fois par année. En l'absence d'effets atmosphériques, tous les endroits sur Terre sauf les pôles reçoivent le même montant d'ensoleillement et de noirceur. Cela se passe lors des équinoxes des premiers jours du printemps et de l'automne, respectivement le ou vers les 21 mars et 23 septembre.

Lors des solstices, l'axe de rotation de la Terre est à son plus grand angle par rapport à son orientation perpendiculaire aux rayons du Soleil, celle de l'équinoxe. Le ou vers le 21 juin, premier jour de l'été, notre hémisphère nord est le plus penché vers le Soleil. Le ou vers le 21 décembre, lors du premier jour de l'hiver, l'inclinaison de l'hémisphère nord est la plus éloignée du Soleil.



ANNEXE 9 : Ensoleillement et saisons – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Au cours de l'orbite de la Terre autour du Soleil, l'inclinaison de son axe fait en sorte que l'hémisphère nord penche vers le Soleil pour la moitié de l'année, i.e. les saisons du printemps et de l'été en Amérique du Nord. À ce moment, plus de la moitié de l'hémisphère nord est ensoleillée à tout moment. Au cours de l'autre moitié de l'année, i.e. les saisons de l'automne et de l'hiver en Amérique du Nord, l'axe est penché en direction opposée du Soleil et moins de la moitié de l'hémisphère nord est ensoleillée.

L'inclinaison de l'hémisphère sud relativement aux rayons du Soleil se fait de manière opposée, ayant pour résultat des saisons inverses à celles de l'hémisphère nord. L'orientation changeante de l'axe de la Terre par rapport aux rayons du Soleil détermine la longueur de l'ensoleillement et le cours du Soleil dans son passage à travers le ciel pour chaque endroit sur Terre. Le changement continu de la relation angulaire entre l'axe de la Terre et les rayons du Soleil font en sorte que la longueur quotidienne d'ensoleillement varie partout sur Terre tout au cours de l'année, sauf à l'équateur.

De jour en jour, dans un cycle annuel qui se répète perpétuellement, le cours du Soleil dans le ciel ensoleillé change partout sur Terre, y compris à l'équateur. Deux fois par année, le Soleil passe directement au-dessus des latitudes situées entre 23,5 degrés nord et 23,5 degrés sud. Aux latitudes plus élevées que 23,5 degrés, l'altitude maximale atteinte par le Soleil dans le ciel local au cours de l'année diminue alors que la latitude augmente. Aux deux pôles, l'altitude maximale est de 23,5 degrés au-dessus de l'horizon, atteinte le premier jour de l'été de cet hémisphère.

L'énergie reçue

En l'absence d'effets atmosphériques, la longueur de la période d'ensoleillement et le cours du Soleil dans le ciel local déterminent le montant de radiation solaire reçue à la surface de la Terre. Sans tenir compte des effets atmosphériques, la fluctuation du montant d'ensoleillement reçu au cours d'un an à l'équateur est déterminée par le cours du Soleil. Le cours du Soleil est au plus haut dans le ciel lors des équinoxes et au plus bas lors des solstices. Il en résulte que, chaque année, le maximum d'ensoleillement se trouve lors des équinoxes et le minimum d'ensoleillement se trouve lors des solstices.

Les saisons

À l'équateur, la période quotidienne d'ensoleillement est la même jour après jour. Au cours de l'année, le changement du cours du Soleil dans le ciel a produit une fluctuation cyclique dans les montants de radiation solaire reçue, avec un maximum aux environs des équinoxes et un minimum aux environs des solstices. La fluctuation relativement petite dans les montants d'énergie solaire reçue au cours de l'année a pour résultat des saisons qui diffèrent grandement de celles des latitudes plus élevées.

Loin des tropiques, la fluctuation des montants d'énergie solaire reçue au cours de l'année augmente au fur et à mesure que la latitude augmente. Les montants d'ensoleillement reçu montrent un maximum et un minimum dans leurs oscillations annuelles. C'est aux pôles qu'on retrouve les plus grandes variations puisque le Soleil est soit dans leur ciel continuellement pour six mois, soit sous l'horizon pour l'autre moitié de l'année.

Généralement, les fluctuations dans le montant des radiations reçues à la surface de la Terre au cours de l'année et aux latitudes plus élevées créent les différences dans les saisons. Si la quantité d'énergie solaire reçue est la cause principale des variations saisonnières de conditions atmosphériques et de climat aux latitudes moyennes et élevées, d'autres facteurs jouent aussi un rôle important, dont la proximité de plans d'eau, les caractéristiques topographiques et les migrations de systèmes météorologiques.



ANNEXE 9 : Ensoleillement et saisons – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Les facteurs atmosphériques

L'atmosphère reflète, disperse et absorbe les radiations solaires, réduisant ainsi le montant d'ensoleillement atteignant la surface de la Terre. Certains gaz atmosphériques absorbent des longueurs d'ondes spécifiques de radiation solaire. La vapeur d'eau absorbe beaucoup d'énergie infrarouge arrivant vers la Terre, causant ainsi une réduction considérable du montant de radiation solaire atteignant le sol lors de conditions humides. Au cours de sa formation et de sa dissociation, l'ozone absorbe les rayons ultraviolets nocifs qui peuvent mener aux coups de Soleil et au cancer de la peau.

La brume, la poussière, la fumée et les polluants de l'air en général bloquent, jusqu'à un certain point, l'énergie solaire qui nous arrive là où ils sont présents. Les nuages reflètent fortement, dispersent et absorbent la lumière qui arrive du Soleil. Les Cirrus minces et élevés absorbent une partie de la lumière du Soleil alors que les nuages denses, s'ils sont suffisamment épais, peuvent produire des conditions qui ressemblent à celles de la nuit.



ANNEXE 10 : Exercice – L'ensoleillement au cours de l'année

Nom : _____

Date : _____

Introduction

Le Soleil est à l'origine de tout climat et de toute météo. La radiation solaire est la seule source d'énergie importante qui détermine les conditions sur et au-dessus de la surface de la Terre. La Terre reçoit environ 1 / 2 000 000 000 de la production d'énergie radiante venant du Soleil.

La quantité moyenne de radiation solaire atteignant l'orbite de la Terre (la partie supérieure de l'atmosphère) et touchant une surface plate perpendiculaire aux rayons du Soleil de cette distance est d'environ 2 calories par centimètre carré par minute. C'est ce qu'on appelle la constante solaire.

Cependant, la quantité de radiation solaire atteignant la surface de la Terre peut être assez différente. Puisque la Terre est presque sphérique, qu'elle est en rotation quotidienne sur un axe incliné face au plan de son orbite, le côté qu'elle présente au Soleil change constamment. Partout sur Terre, le cours du Soleil dans le ciel change au long de l'année. Partout sur Terre sauf à l'équateur, la longueur de la période d'ensoleillement quotidien change.

De plus, l'atmosphère reflète, absorbe et dissémine la radiation solaire qui la traverse. Les nuages, surtout, peuvent refléter et disséminer une grande partie de la radiation qui arrive du Soleil.

Cette activité vise à investiguer les variations d'ensoleillement reçu à la surface de la Terre au cours d'une période d'un an.

Marche à suivre

Examine le graphique intitulé « *Variation du rayonnement solaire reçu sur des surfaces horizontales à différentes latitudes* ».

Les points restitués sur le graphique représentent une moyenne de la radiation solaire pondérée sur une base mensuelle et reçue quotidiennement sur des surfaces horizontales aux latitudes de l'équateur, aux latitudes moyennes et aux pôles. Ces valeurs ont été déterminées à partir d'observations réelles et tiennent compte des effets des nuages.

Le temps est indiqué sur l'axe horizontal tandis que la moyenne quotidienne d'énergie radiante incidente, en termes de calories par centimètre carré, est pointée sur la verticale.

La courbe reliant les mois adjacents et les valeurs moyennes de radiation quotidienne pour chaque endroit est appelée la Courbe de radiation solaire annuelle.

Prend note que le mois de décembre est indiqué deux fois, ceci afin de démontrer clairement la répétition des cycles annuels de radiation.

Prend note qu'au Pôle Sud (à la latitude de 90 degrés sud), le Soleil se lève le ou vers le 23 septembre et se couche le ou vers le 21 mars.



ANNEXE 10 : Exercice – L'ensoleillement au cours de l'année (suite)

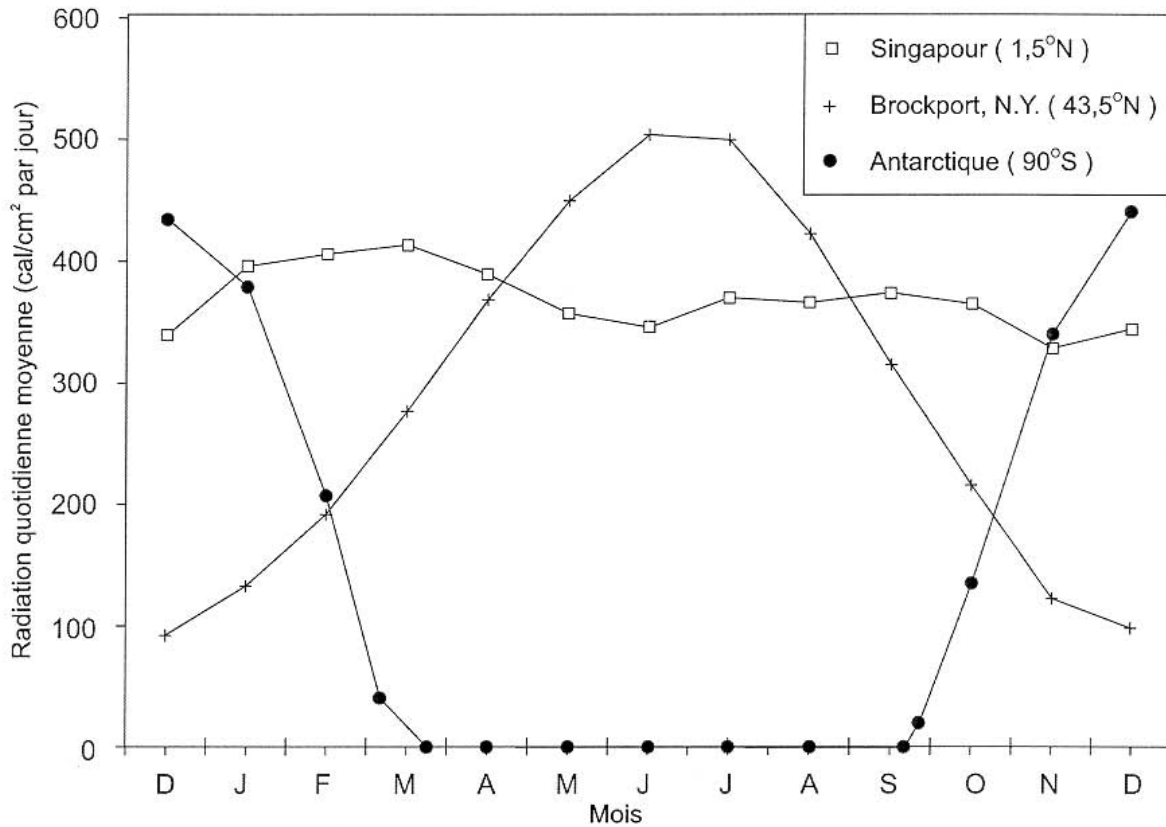
Questions

1. À quelle latitude indiquée ici le taux de réception d'énergie solaire varie-t-il le moins au cours de l'année?
2. La courbe de radiation solaire annuelle de Singapour indique deux maxima et deux minima même si la période quotidienne d'ensoleillement est de presque 12 heures tout au cours de l'année. En te servant de la figure 2a du diagramme d'ensoleillement et des saisons, explique la cause astronomique de ces deux maxima et minima.
3. Réfère-toi à la figure 2b du diagramme d'ensoleillement selon les saisons. À une telle latitude moyenne, tant le cours du Soleil dans le ciel que la longueur d'ensoleillement quotidien changent de jour en jour. Utilise ces deux facteurs pour expliquer comment il se fait qu'entre les mois de mai et d'août, les endroits situés aux latitudes moyennes reçoivent plus de radiation solaire à chaque jour que les endroits situés à l'équateur.
4. Réfère-toi à ton graphique (*variation du rayonnement solaire*). À quelle latitude trouve-t-on une période prolongée de noirceur dans l'année? De quelle durée est-elle?
5. D'après ton graphique, le maximum quotidien de radiation solaire reçue à Brockport, N.Y., s'est produit à la fin de juin. Pourquoi ce maximum est-il atteint six mois plus tard en Antarctique?
6. Trace et chiffre une courbe de radiation solaire annuelle estimative pour le Pôle Nord. Suppose que les valeurs de radiation pour le Pôle Nord et le Pôle Sud sont les mêmes mais inversées pour une période d'un an. Complète la colonne du tableau de radiation pour le Pôle Nord (PN) puis trace la courbe pour le Pôle Nord.
7. Imagine que tu es l'observateur dans la figure 2c du diagramme d'ensoleillement selon les saisons. Sous l'angle du cours du Soleil et des périodes quotidiennes d'ensoleillement, explique l'emplacement de ta courbe de radiation annuelle pour le Pôle Nord.
8. Compare toutes les courbes de radiation annuelle. Quelle est la relation entre la latitude et la gamme annuelle de radiation solaire reçue?
9. Pour indiquer les positions des équinoxes et des solstices, trace des lignes verticales sur le graphique aux environs des 21 mars, 21 juin, 23 septembre et 21 décembre. Aux équinoxes, le Soleil est directement au-dessus de l'Équateur alors qu'aux solstices, le Soleil est directement au-dessus de 23,5 degrés de latitude nord ou sud. Étiquette les intervalles entre les lignes comme étant l'hiver, le printemps, l'été et l'automne dans l'hémisphère nord.
10. L'espace compris sous chaque courbe et entre les diverses dates est directement proportionnel à l'énergie totale reçue au cours de cette période de temps. À quel endroit toutes les saisons reçoivent-elles environ la même quantité totale de radiation solaire?
11. À la latitude moyenne, quelle(s) saison(s) reçoit (reçoivent) le plus d'énergie solaire? Laquelle (lesquelles) en reçoit (reçoivent) le moins?
12. Au Pôle Nord, quelle(s) saison(s) ne reçoit (reçoivent) aucune radiation solaire?
13. Calcule le montant total de radiation solaire reçue aux trois endroits. Combien de fois plus d'énergie reçoivent l'équateur et les latitudes moyennes en comparaison avec les deux pôles?



ANNEXE 10 : Exercice – L'ensoleillement au cours de l'année (suite)

Variation de la radiation solaire reçue sur des surfaces horizontales à différentes latitudes



Radiation quotidienne moyenne par mois (cal/cm²/jour)

	□	+	●	PN
Janv.	394	132	376	
Fév.	403	190	205	
Mars	410	274	40	
Avr.	354	365	0	
Mai	386	446	0	
Juin	342	500	0	
Juil.	365	495	0	
Août	361	418	0	
Sept.	368	310	18	
Oct.	359	210	129	
Nov.	323	117	333	
Déc.	337	92	433	



ANNEXE 10 : Exercice – L'ensoleillement au cours de l'année (suite)

ENSOLEILLEMENT SELON LES SAISONS

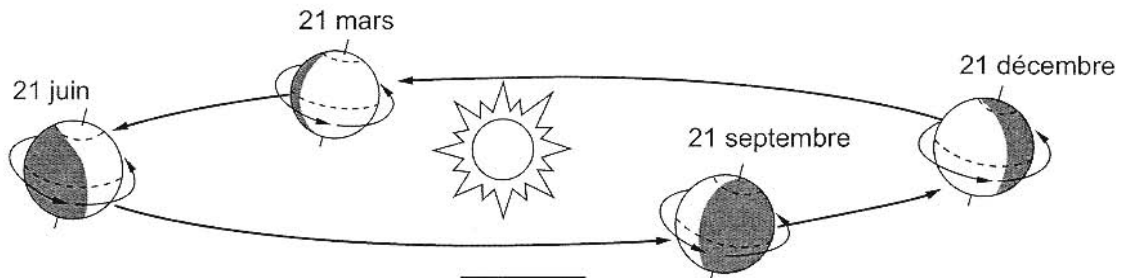


Figure 1

POSITION DU SOLEIL SUR LA VOÛTE CÉLESTE

Heures diurnes de Brockport, NY (43.5°N)

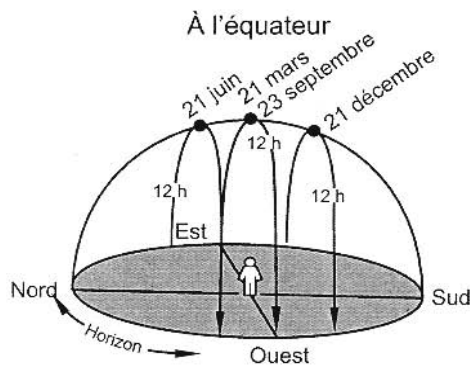


Figure 2a

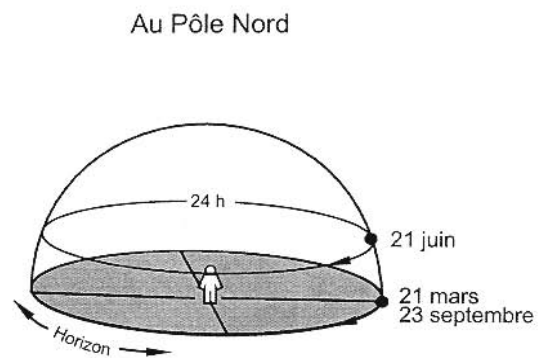


Figure 2b

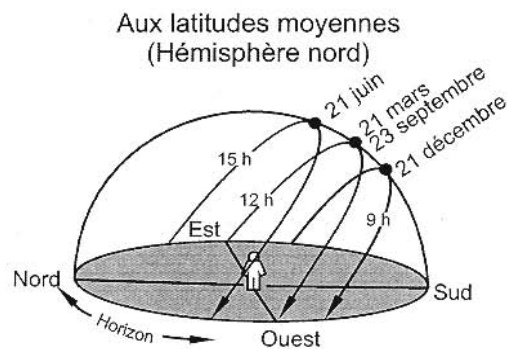


Figure 2c



ANNEXE 11 : Expérience – L'albédo

Nom : _____

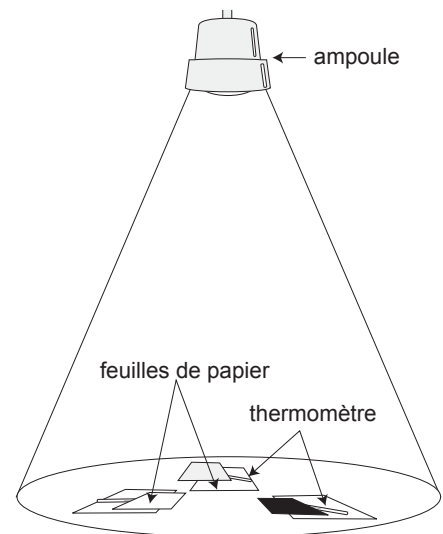
Date : _____

MATÉRIEL

- 1 lampe chauffante (150W)
- 3 thermomètres
- ruban adhésif
- 3 feuilles blanches
- 1 feuille blanche
- 1 feuille rose
- 1 feuille noire

MÉTHODE

- 1) Fixe chacun des trois thermomètres sur une feuille blanche.
- 2) Couvre chacun des thermomètres, l'un avec une feuille blanche, l'autre avec une feuille rose et le dernier avec une feuille noire.
- 3) Note la température initiale indiquée par les thermomètres.
- 4) Éclaire les 3 feuilles de papier avec la lampe pendant 10 minutes en s'assurant que chacune est à la même distance de l'ampoule.
- 5) Note la température de chaque thermomètre à la suite de l'exposition à la lumière et à la chaleur.



OBSERVATIONS ET ANALYSE

	Blanche	Rose	Noire
Température initiale			
Température finale			

- 1) Les trois feuilles ont-elles reçues la même quantité d'énergie de la lampe? Explique ta réponse.
- 2) D'après tes observations, quelle est la relation entre la couleur et la capacité d'une substance d'absorber de la chaleur?
- 3) Qu'est-ce qui absorberait le plus d'énergie : un glacier, une forêt ou un champ non cultivé?
- 4) Un chien noir aurait-il plus chaud qu'un chien blanc en été? Explique ta réponse.

ANNEXE 12 : Cycle de mots

Nom : _____

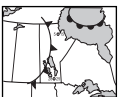
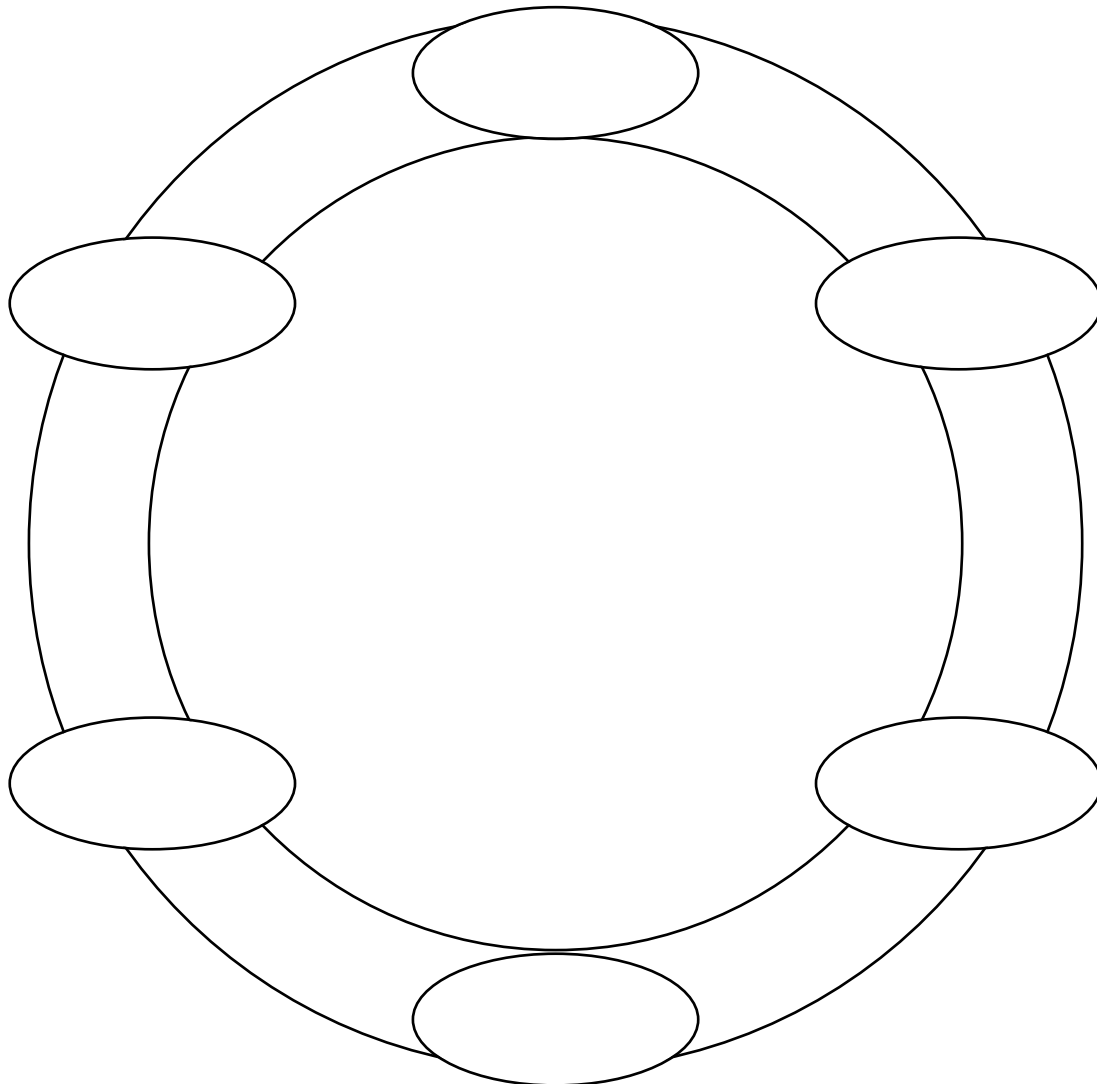
Date : _____

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.

absorption
albédo

latitude
nébulosité

radiation solaire
réflexion



ANNEXE 13 : Cadre de tri et de prédiction

Nom : _____

Date : _____

Instructions :

Lis la liste de mots sur la gauche et trie-les en quatre catégories en les écrivant dans les cases. Si tu n'es pas certain d'un mot, prédis à quelle catégorie il devrait appartenir. Quand tu définis tes catégories, essaie de faire de la quatrième une catégorie différente de celles du reste de la classe. Sers-toi de ta créativité; sois original! Tu peux mettre **un seul** mot dans plus d'une catégorie.

alizés du nord-est alizés du sud-est basse pression chinook courants-jets El Niño équateur force de Coriolis Gulf Stream haute pression Kuro-shio masse d'air masse volumique tourbillons tropique du Cancer tropique du Capricorne vents d'est vents dominants vents d'ouest zone polaire	1. _____	2. _____
	3. _____	4. _____

Source : Sort and Predict Frame, reproduction autorisée par Lynda Matchullis et Bette Mueller, Nellie McClung Collegiate, Division scolaire Prairie Spirit n° 50, Manitoba.



ANNEXE 14 : Cadre de tri et de prédiction – Corrigé

Nom : _____

Date : _____

COURANTS / CONVECTION

basse pression
haute pression
masse volumique
masse d'air

RÉGIONS DU GLOBE

équateur
zone polaire
tropicque du Capricorne
tropicque du Cancer

TYPE DE VENTS / COURANTS AÉRIENS

vents dominants
courants jets
vents d'ouest
vents d'est
alizés du nord-est
alizés du sud-est
force de Coriolis

COURANTS OCÉANIQUES

Gulf Stream
Kuro-shio
turbillons
El Nino



ANNEXE 15 : Expérience – Les courants de convection dans l'air

Nom : _____

Date : _____

Matériel

Boîte à convection

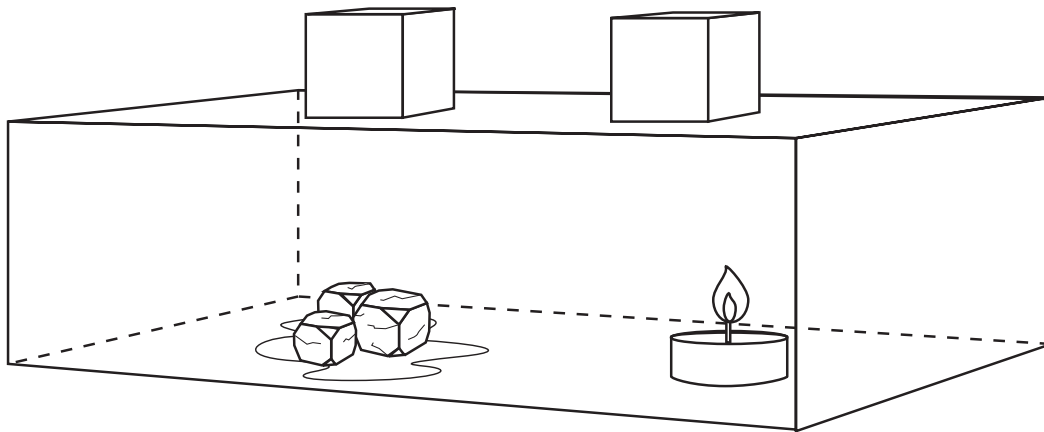
Petite chandelle (du genre bougie chauffe-plat)

Glaçons

Bâton d'encens

Méthode

1. Place les glaçons à une extrémité de la boîte à convection.
2. Place la chandelle allumée à l'autre extrémité de la boîte à convection.
3. Ferme la boîte.
4. Allume le bâton d'encens et place-le près d'une des cheminées.
5. Sur une période de 5 à 10 minutes, observe ce qu'il se passe.



Questions

1. Quelle est la direction du mouvement de l'air chaud?
2. Quelle est la direction du mouvement de l'air froid?
3. Illustre tes observations à l'aide d'un diagramme.
4. L'air chaud est-il plus dense ou moins dense que l'air froid?
5. Les molécules d'air chaud bougent-elles plus rapidement ou moins rapidement que les molécules d'air froid?
6. Où retrouve-t-on des courants de convection?



ANNEXE 16 : Les courants de convection dans l'air – Renseignement pour l'enseignant

La source de chaleur réchauffe l'air qui se trouve directement au-dessus d'elle. Les molécules d'air chaud sont moins denses que les molécules d'air froid et elles se déplacent plus rapidement. Elles montent et sortent par la cheminée. Au moment de rejoindre l'extérieur de la boîte, elles se refroidissent, deviennent plus denses et retournent dans la boîte par la deuxième cheminée. Les molécules d'air froid sont maintenant attirées vers la chandelle où elles sont réchauffées à nouveau. Le cycle continue tant que la différence de température persiste.

1. L'air chaud monte.
2. L'air froid descend.
3. Les diagrammes vont varier.
4. L'air chaud est moins dense que l'air froid.
5. Les molécules d'air chaud bougent plus rapidement que les molécules d'air froid.
6. Les réponses vont varier.



ANNEXE 17 : L'effet de Coriolis – Renseignements pour l'enseignant

Nom : _____

Date : _____

On trouve, dans l'atmosphère et les océans, de nombreux cas de mouvements s'effectuant à l'horizontale suivant des trajectoires incurvées. Les vents de surface s'engouffrent dans les zones de basse pression atmosphérique ou s'échappent des zones de haute pression en tourbillonnant. Les courants océaniques se déplacent en immenses tourbillons quasi circulaires dont le diamètre atteint plusieurs milliers de kilomètres. **Partout sauf à l'équateur**, les objets qui se déplacent horizontalement et librement à la surface terrestre, comme les avions et les bateaux, suivent des trajectoires incurvées. Dans l'hémisphère Nord, les objets dévient vers la droite par rapport à la direction du mouvement, tandis que dans l'hémisphère sud, ils dévient vers la gauche. Cette déviation est appelée **effet de Coriolis**, d'après le scientifique Gaspard Gustave de Coriolis.

Pourquoi cette incurvation des trajectoires? Les objets qui se déplacent à l'horizontale « librement » (sans subir de contraintes) ne sont-ils pas censés suivre une trajectoire rectiligne? Comme le décrit la première loi de Newton, un objet qui se déplace poursuit sa trajectoire suivant une ligne droite jusqu'à ce qu'une force extérieure agisse sur lui. Cependant, il n'existe pas de force horizontale agissant sur un objet se déplaçant librement à la surface terrestre qui provoquerait une déviation de sa trajectoire vers la gauche ou vers la droite. Néanmoins, sauf à l'équateur, la trajectoire de l'objet subit bel et bien une telle déviation. Si aucune force horizontale ne s'exerce pour provoquer cette déviation, il doit bien y avoir une autre explication. Cette explication existe, et elle s'appelle la rotation de la terre.

Tout mouvement doit être mesuré par rapport à un certain système de référence; en général, c'est la terre qui nous sert de système de référence. La terre est tellement grande que nous la percevons comme stationnaire. Des objets qui se déplacent sans contrainte, tels que l'air, les courants océaniques et les avions, semblent se déplacer en suivant une trajectoire incurvée même s'ils voyagent actuellement en ligne droite. En fait, c'est la Terre qui tourne pendant que l'objet progresse. Puisque le mouvement se mesure par rapport à la terre, il paraît suivre une trajectoire incurvée.

Par exemple, si un avion part de Winnipeg et voyage en direction franc sud, il déviara vers l'ouest.

après 1 heure :



après 2 heures :



après 3 heures :



après 4 heures :



L'effet de la rotation de la terre sur les objets qui se déplacent horizontalement est à son maximum aux pôles. L'effet de Coriolis décroît avec la latitude et devient nul à l'équateur. Dans l'hémisphère nord, la terre tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (en voyant les choses du pôle Nord). Les objets qui se déplacent dans l'hémisphère nord paraissent donc toujours dévier vers la droite par rapport à la direction du mouvement. Dans l'hémisphère sud, c'est l'inverse qui se produit, car la rotation de la terre s'effectue dans le sens des aiguilles d'une montre, si nous voyons les choses du pôle Sud. Là, les objets qui se déplacent à l'horizontale semblent dévier vers la gauche par rapport à la direction du mouvement.

Tiré de *Projet Atmosphère Canada*, par Environnement Canada. Reproduction autorisée par Environnement Canada et la Société canadienne de Météorologie et d'Océanographie. Tous droits réservés.



ANNEXE 17 : L'effet de Coriolis – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Étant donné qu'à l'équateur, il n'y a pas de rotation de la surface de la terre (sens de la rotation) sous un objet se déplaçant horizontalement et librement, on n'observe pas d'incurvation de la trajectoire par rapport à la surface terrestre. La trajectoire de l'objet est rectiligne, elle ne présente donc pas d'effet de Coriolis.

Pour expliquer l'effet de Coriolis, les scientifiques ont inventé une force imaginaire appelée **force de Coriolis**. On a procédé ainsi afin de pouvoir appliquer les lois de Newton aux mouvements mesurés par rapport à la surface terrestre. La force de Coriolis, en agissant en conjonction avec des forces réelles, telles que la friction ou la force due au gradient de pression, détermine les mouvements des objets selon les lois de Newton. Par définition, la force de Coriolis s'exerce toujours perpendiculairement à la direction du mouvement : vers la droite dans l'hémisphère nord, ce qui explique la déviation vers la droite, et vers la gauche dans l'hémisphère sud, ce qui rend compte de la déviation vers la gauche. Tout ceci à cause de la rotation de la terre!

Applications à l'atmosphère et aux océans

Les masses d'air se déplaçant horizontalement dans l'hémisphère nord sont constamment attirées vers la droite par la force de Coriolis. Ce phénomène pousse l'air, qui subit des forces de pression horizontales, à virer vers la droite au lieu de s'écouler directement vers la zone de pression atmosphérique moindre. Autour des centres de basse pression, la combinaison des forces donne des mouvements circulaires dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, si l'on contemple les choses d'en haut. Autour des centres de haute pression, l'air qui s'écoule vers l'extérieur est aussi poussé vers la droite, ce qui produit des mouvements circulaires dans le sens des aiguilles d'une montre.

Le rôle de l'effet de Coriolis prend de l'ampleur à mesure qu'augmente la superficie sur laquelle il s'exerce. L'effet de Coriolis est négligeable sur les mouvements qui se déroulent à très petite échelle, comme dans le tourbillon que forme l'eau qui s'écoule d'un évier. Les systèmes orageux, comme les cyclones à ondulation des latitudes moyennes et les ouragans, présentent des mouvements soumis à la force de Coriolis. Ces systèmes ne peuvent exister à l'équateur et ils ne peuvent passer de l'hémisphère nord à l'hémisphère sud et vice versa, car ils ne peuvent exister sans l'effet de Coriolis.

Dans l'hémisphère sud, la traction continue vers la gauche exercée par la force de Coriolis produit une circulation dans le sens des aiguilles d'une montre autour des centres de basse pression et des mouvements dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour des centres de haute pression. À l'échelle planétaire, la force de Coriolis contribue au maintien des zones de vents et des courants aériens en haute altitude, dont les courants jets.

Les eaux de surface mises en mouvement par le vent sont déviées par l'effet de Coriolis, vers la droite du vent dans l'hémisphère nord et vers la gauche dans l'hémisphère sud. Poussés par les vents dominants, les grands systèmes de courants plus ou moins circulaires, appelés tourbillons océaniques, tournent dans le sens des aiguilles d'une montre (vu d'en haut) dans les bassins océaniques de latitudes moyennes de l'hémisphère nord, et dans le sens inverse des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère sud.



ANNEXE 18 : Les vents dominants – Renseignements pour l'enseignant

Nom : _____

Date : _____

L'atmosphère qui entoure la Terre est toujours en mouvement. L'énergie solaire est la principale cause du mouvement de l'air (le vent). Le vent peut être un phénomène localisé, mais il existe aussi des vents au niveau mondial.

L'énergie venant du Soleil n'est pas répartie également sur la surface de la Terre. À cause de ce réchauffement inégal, il y a des zones de haute pression et des zones de basse pression à différents endroits, causant des vents dominants. La rotation de la Terre a aussi un effet sur la circulation générale de l'air dans l'atmosphère.

Le Soleil réchauffe la Terre avec une intensité maximale dans les régions près de l'équateur. L'air réchauffé devient moins dense et se met à monter jusqu'à ce qu'il atteigne la troposphère, puis commence à se déplacer vers le nord et vers le sud. (Afin de simplifier les explications, seulement le mouvement de l'air au nord de l'équateur sera décrit.) Ce mouvement de convection crée une zone de basse pression dans la région équatoriale. À environ 30° de latitude au nord de l'équateur, l'air est refroidi, devient plus dense et descend vers la surface de la Terre. Une zone de haute pression est donc créée à cette latitude. Une partie du vent qui descend vers la surface de la Terre est aussi déviée vers le nord.

Puisque l'air se déplace d'une zone de haute pression vers une zone de basse pression, des vents soufflant vers le sud sont formés. À cause de la rotation de la terre, l'air est dévié vers la droite dans l'hémisphère Nord. Ces vents dominants se rendant vers l'équateur soufflent donc du nord-est. On les nomme les **alizés du nord-est**.

L'air de la région polaire reçoit peu d'énergie solaire. Cet air froid et dense voyage vers le sud et rencontre l'air venant de la zone de haute pression à 30° de latitude. L'air plus chaud venant du sud commence donc à monter pour créer une zone de basse pression. Cette zone se situe environ à 60° de latitude et crée des vents dominants se déplaçant vers le nord. Encore une fois, l'effet de Coriolis dévie ces vents vers la droite pour causer les **vents d'ouest dominants**. Ces vents d'ouest dominants expliquent pourquoi la plupart des systèmes météorologiques au Canada se déplacent d'ouest en est.

Les vents qui se déplacent de la zone de haute pression proche du pôle Nord vers la zone de basse pression à 60° de latitude se font dévier vers la droite à cause de l'effet de Coriolis. Ils sont connus du nom de **vents d'est polaires**.



ANNEXE 19 : Le courant-jet – Renseignements pour l'enseignant

Nom : _____

Date : _____

Caractéristiques du courant-jet du front polaire

Les courants-jets sont des vents d'ouest-en-est relativement concentrés en courants étroits à des altitudes de 9 à 14 kilomètres au-dessus du niveau de la mer. Ces « rivières d'air » serpentent autour du globe en segments de milliers de kilomètres de long, de centaines de kilomètres de large et de plusieurs kilomètres d'épaisseur.

Deux jet-streams de haute altitude affectent la météo de latitudes moyennes ; ce sont : le courant-jet subtropical et le courant-jet du front polaire. Le courant-jet subtropical est situé entre les circulations atmosphériques tropicales et de moyenne latitude. Bien qu'il ne soit pas relié nettement aux caractéristiques météorologiques de surface, il s'étend parfois aussi au nord que le sud des États-Unis. C'est un important transporteur d'humidité dans les systèmes de tempêtes.

Le courant-jet se produit au-dessus du front polaire, où l'air relativement froid aux altitudes plus élevées entre en contact avec de l'air chaud des altitudes plus basses, et près de la tropopause. Cela présente un intérêt particulier pour les météorologues à cause de son influence sur le développement et le maintien de systèmes de tempêtes de latitude moyenne qui se développent où les masses d'air chaud et froid se rencontrent.

Le courant-jet du front polaire est incorporé à la circulation générale de la haute atmosphère dans les latitudes moyennes où les vents soufflent généralement de l'ouest vers l'est avec de vastes mouvements vers le nord et le sud. Vus d'en haut, ces vents présentent une gigantesque configuration onduleuse autour du globe. Les vitesses de vent maximales dans le courant-jet du front polaire peuvent atteindre 400 kilomètres à l'heure.

La position moyenne du courant-jet du front polaire change avec les saisons. Sa position hivernale tend à se situer à une altitude plus faible et à une latitude plus basse qu'au cours des mois d'été. Parce que les contrastes de température nord-sud sont plus grands l'hiver qu'au cours de l'été, les vents du courant-jet du front polaire sont plus rapides en hiver qu'en été. De petits segments du courant-jet du front polaire où les vents atteignent les plus grandes vitesses sont généralement connus comme le maximum local du courant-jet. Un ou deux de ces segments sont habituellement présents dans le courant-jet du front polaire qui traverse l'Amérique du Nord.

Qu'est-ce qui cause le courant-jet du front polaire ?

La propriété physique voulant que l'air chaud soit moins dense que l'air froid quand les deux sont à la même pression est fondamentale à la formation du courant-jet du front polaire. Le front polaire représente la limite entre l'air froid des altitudes plus élevées et l'air chaud des altitudes plus basses. Ce contraste de température s'étend depuis la surface de la Terre jusqu'à l'altitude où se trouve le courant-jet du front polaire.

Tiré de *Projet Atmosphère Canada*, par Environnement Canada. Reproduction autorisée par Environnement Canada et la Société canadienne de Météorologie et d'Océanographie. Tous droits réservés.



ANNEXE 19 : Le courant-jet – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Aux environs du courant-jet du front polaire, la pression de l'air tombe plus rapidement avec un accroissement de l'altitude dans l'air froid plus dense que dans l'air chaud moins dense.

L'effet de la température sur la densité de l'air se traduit par une pression d'air qui, à toute altitude donnée, est plus élevée sur le côté chaud (en direction de l'équateur) du front polaire que sur le côté froid (en direction du pôle). Quand l'air froid et chaud se situent côte à côte, plus l'altitude est élevée, plus la différence de pression est grande entre l'air froid et l'air chaud à la même altitude.

Sur l'ensemble du front polaire, aux niveaux supérieurs (y compris l'altitude du courant-jet), les différences de pressions horizontales obligent l'air à s'écouler du côté air chaud du front vers le côté air froid du front. Dès que cet air est en mouvement, il est dévié par la rotation de la Terre (appelé effet de Coriolis) sans s'écouler directement de haute à basse pression. De l'air de haute altitude qui circule en direction du pôle à partir de pressions plus élevées vers des pressions plus basses est dévié vers la droite dans l'hémisphère Nord (ou vers la gauche dans l'hémisphère Sud). Le flux qui en découle produit un courant-jet se déplaçant généralement vers l'est, parallèlement à et au-dessus du front polaire.

Relations entre le courant-jet du front polaire et notre météo

Le courant-jet du front polaire existe le long de la région où des masses d'air polaire froid et d'air chaud entrent en contact. Donc, la météo est relativement froide quand le courant-jet du front polaire est au sud d'un endroit précis et relativement chaud quand le courant-jet est au nord de cet endroit.

Le courant-jet du front polaire peut favoriser l'intensification de tempêtes. Les tempêtes sont le plus susceptibles de s'intensifier sous un segment de maximum local du courant-jet. Comme composante de la circulation prédominante de l'ouest à l'échelle planétaire, le courant-jet du front polaire dirige les tempêtes à travers l'Amérique du Nord, généralement de l'ouest à l'est.



ANNEXE 20 : Exercice – À cause de la rotation de la Terre

Nom : _____

Date : _____

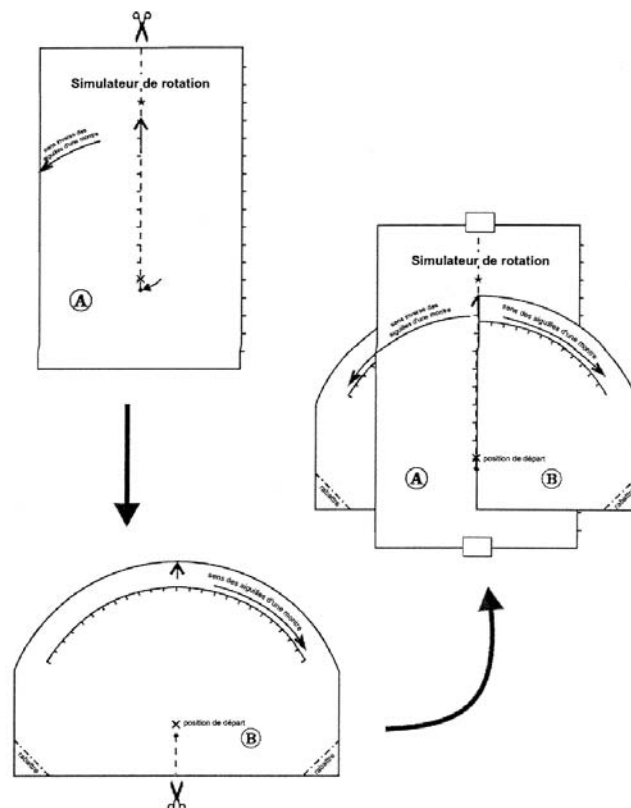
Introduction

Presque partout sur terre (sauf à l'équateur), les objets qui se déplacent horizontalement et librement (sans contrainte) à la surface de la terre décrivent des trajectoires incurvées. Les objets tels que les avions, les bateaux, les balles de fusil, les masses d'air et d'eau tournent vers la droite ou la gauche par rapport à un point d'observation situé sur la terre. L'activité proposée ici se penche sur les raisons qui expliquent cette déviation, phénomène connu sous le nom d'effet de Coriolis.

Méthode

Il faut d'abord construire le **Simulateur de rotation**. Découpe les deux grands morceaux, marqués A et B, ainsi que la « règle ». Entaille les systèmes A et B en suivant la ligne pointillée et sans dépasser les points. Amène le système A à coïncider avec le système B, comme le montre l'illustration, en t'assurant que le point en A recouvre le point en B. Place l'assemblage à plat devant toi sur le pupitre, l'extrémité coupée du système A en avant de toi. Colle maintenant le système A à ton pupitre aux deux endroits indiqués, aux points intermédiaires des bords rapprochés et éloignés de A, en veillant à ce que le système B puisse pivoter librement. Rabat les deux coins inférieurs du système B comme le fait voir l'illustration. En le prenant par un coin, exerce-toi à faire tourner le système B de manière à ce que les deux points coïncident en tout temps. Remarque l'échelle rectiligne sur le bord coupé du système A et l'échelle incurvée sur le bord du système B.

L'illustration suivante t'aidera à construire ton **Simulateur de rotation**.



ANNEXE 20 : Exercice – À cause de la rotation de la Terre (suite)

1. Oriente le système B en position « croix » comme le montre le dessin. S'il est bien placé, une flèche droite devrait pointer vers l'étoile ★. Place la pointe de ton crayon au centre de la Position de départ X. Trace soigneusement une ligne sur le système B suivant le bord coupé, directement vers l'étoile ★. La ligne que tu as tracée représente une trajectoire [(rectiligne) (incurvée)].
2. Étudie maintenant comment la rotation influe sur la trajectoire des lignes tracées au crayon. Encore ici, commence avec le système B en position « croix », la flèche pointant en direction de l'étoile ★. En tirant sur le coin inférieur gauche, fait progresser le système B dans le sens inverse des aiguilles d'une montre d'une division sur l'échelle incurvée (sur le système B). Fait un point au crayon sur le système B au bord de l'échelle rectiligne à une division d'échelle au-dessus de la Position de départ X. Continue à faire tourner le système B dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, une division à la fois, suivant l'échelle incurvée, en arrêtant à chaque division pour faire un point au crayon sur le système B à chacune des divisions successives sur l'échelle rectiligne. Répète ces étapes jusqu'à ce que tu aies atteint la fin de l'échelle incurvée. En commençant à X, relie les points entre eux par une courbe. Place une pointe de flèche à la fin de la ligne pour indiquer la direction du mouvement. La ligne que tu as tracée sur le système B est [(rectiligne) (incurvée)].
3. En réalité, tu as déplacé la pointe du crayon suivant une trajectoire à la fois rectiligne et incurvée! Ce phénomène est rendu possible parce que le mouvement est mesuré par rapport à un système de référence (la rose des vents, les axes est-ouest, nord-sud et haut-bas sont des systèmes de référence bien connus). Dans cet exercice, tu as utilisé deux systèmes de référence, l'un fixe et l'autre en rotation. Lorsque le mouvement décrit par la pointe du crayon a été observé par rapport au système A fixe et à l'étoile, sa trajectoire était [(rectiligne) (incurvée)]. Lorsque la trajectoire du crayon a été considérée relativement au système B, qui tournait, la trajectoire était [(rectiligne) (incurvée)].
4. Recommence avec le système B en position « croix » et la flèche pointant vers l'étoile ★. En tirant sur le coin inférieur droit, fait pivoter le système B dans le sens des aiguilles d'une montre, d'une division de l'échelle incurvée et fait un point au crayon sur le système B au bord de l'échelle rectiligne à une division d'échelle au-dessus de la Position de départ X. Continue comme tu l'as fait précédemment au parag. 2 pour déterminer la trajectoire de la pointe du crayon en mouvement. La trajectoire était rectiligne lorsque le mouvement de la pointe du crayon était observé par rapport au système [(A) (B)]. La trajectoire était incurvée lorsque le mouvement du crayon était mesuré par rapport au système [(A) (B)].

Tiré de *Projet Atmosphère Canada*, par Environnement Canada. Reproduction autorisée par Environnement Canada et la Société canadienne de Météorologie et d'Océanographie. Tous droits réservés.



ANNEXE 20 : Exercice – À cause de la rotation de la Terre (suite)

- Imagine-toi rapetissé et placé au point X, en train de regarder l'étoile ★. Tu observes les trois situations décrites plus haut (c'est-à-dire l'absence de mouvement du système B, la rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et la rotation dans le sens des aiguilles d'une montre). De ta position au point de départ X, la pointe du crayon s'est déplacée dans les trois cas vers l'étoile ★ suivant une trajectoire [(rectiligne) (incurvée)]. **Le mouvement de déviation apparent d'une trajectoire droite dans un système de coordonnées en rotation est appelé effet de Coriolis, d'après Gaspard Gustave de Coriolis (1792-1843) qui, le premier, a fourni une explication mathématique de ce phénomène. Comme la terre tourne, les objets qui se déplacent librement à sa surface (sauf à l'équateur), présentent une trajectoire incurvée.**
- En observant le même mouvement sur le système B, la trajectoire du crayon était rectiligne en l'absence de toute rotation. Toutefois, la trajectoire du crayon s'incurvait vers la [(droite) (gauche)] lorsque le système B était tourné dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Lorsque la rotation s'effectue dans le sens des aiguilles d'une montre, la trajectoire du crayon s'incurvait vers la [(droite) (gauche)].
- Imagine-toi **placé bien au-dessus du pôle Nord**, en train de regarder la terre située tout en bas. Imagine que le système B du Simulateur de rotation représente la terre. Vue sur l'arrière-plan des étoiles, la terre tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. De ton point de vue, un objet se déplaçant librement à la surface de la terre suivrait une trajectoire [(rectiligne) (incurvée)] par rapport à l'arrière-plan étoilé (représenté par l'étoile ★ sur le Simulateur de rotation). Imagine-toi maintenant au pôle Nord, à la surface de la terre, à la position du point, en train d'observer le même mouvement. Dans cette perspective, tu observes le mouvement de l'objet relativement à la surface de la terre. Tu vois l'objet se déplacer suivant une trajectoire [(rectiligne) (s'incurvant vers la droite) (s'incurvant vers la gauche)].
- Imagine-toi placé bien au-dessus du pôle Sud, en train de regarder la terre située tout en bas. Imagine que le système B du Simulateur de rotation représente la terre. Vue sur l'arrière-plan des étoiles, la terre tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Le sens de la rotation est maintenant inversé par rapport au pôle Nord, parce que tu contemples la terre dans l'autre sens. Un objet se déplaçant librement à la surface de la terre semblerait se mouvoir suivant une trajectoire [(rectiligne) (incurvée)] par rapport à l'arrière-plan étoilé. Vois-toi, maintenant, sur la surface de la terre au pôle Sud, à la position du point, en train d'observer le même mouvement. Dans cette perspective, tu observes le mouvement de l'objet relativement à la surface de la terre. Tu vois l'objet se déplacer suivant une trajectoire [(rectiligne) (s'incurvant vers la droite) (s'incurvant vers la gauche)].
- Bref, l'effet de Coriolis fait en sorte que la trajectoire des objets se déplaçant horizontalement et librement à la surface de la terre s'incurve vers la [(droite) (gauche)] dans l'hémisphère nord et vers la [(droite) (gauche)], dans l'hémisphère sud.



ANNEXE 20 : Exercice – À cause de la rotation de la Terre (suite)

Autres investigations

1. Ici encore, commence avec le système B en position de « croix ». Crée des trajectoires qui partent de l'échelle rectiligne à une division sous l'échelle incurvée et progresse vers la Position de départ (X). Accomplis ceci pour le système B en le tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, puis dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Nous avons constaté plus tôt qu'une déviation vers la droite était associée à une rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et qu'une déviation vers la gauche survenait avec une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre. Dans ces cas, les mêmes associations entre la déviation et la direction de la rotation [(existent) (n'existent pas)].
2. Essaie de te déplacer sur le système B pendant qu'il tourne, en guidant le crayon sur la « règle rectiligne ». Oriente la « règle rectiligne » à angle droit de manière à faire intersection avec le système A environ à mi-chemin entre X et l'étoile ★, puis colle ses extrémités à l'aide de ruban gommé de manière à ce que le système B puisse tourner librement. Tout en faisant tourner le système B dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, trace de gauche à droite une ligne longue de plusieurs unités d'échelle, en commençant au bord coupé. Reprend le processus en faisant tourner le système B dans le sens des aiguilles d'une montre. La trajectoire s'incurve vers la [(droite) (gauche)] avec une rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et vers la [(droite) (gauche)] avec une rotation dans les sens des aiguilles d'une montre.
3. Étudie les changements de vitesse de rotation relative et la courbure en te déplaçant d'une division suivant l'échelle rectiligne pour deux divisions sur l'échelle incurvée ou de deux divisions sur l'échelle rectiligne pour une division sur l'échelle incurvée. Est-ce que la direction de la courbure change? Est-ce que la courbure s'accroît?



ANNEXE 20 : Exercice – À cause de la rotation de la Terre (suite)

Simulateur de rotation

Orientez ce bord en avant de vous et collez-le à votre pupitre

Orientez ce bord près de vous et collez-le à votre pupitre

(Conservez et utilisez comme règle)

Instructions :

1. Découpez les grands morceaux marqués A et B et la règle.
2. Entaillez en suivant les lignes pointillées.
3. Introduisez le système B dans cette fente et faites-le glisser jusqu'à ce que les points coïncident. Les présentes instructions seront alors masquées: IL FAUT DONC EN PRENDRE CONNAISSANCE AVANT.
4. Rabattez les coins marqués sur B.
5. Collez le sommet et la base de ce morceau à votre pupitre.

position de départ

entaillez jusqu'au point

sens des aiguilles d'une montre

sens inverse des aiguilles d'une montre

rabattre

rabattre



ANNEXE 21 : Expérience – Les courants de convection dans l'eau

Nom : _____

Date : _____

Matériel

eau chaude	5 verres en polystyrène
eau froide	compte-gouttes
colorant alimentaire rouge	plateau en plastique ou en verre transparent
colorant alimentaire bleu	(un plat de cuisson 8 sur 8 ou 8 sur 12)

Méthode

1. Remplis d'eau froide le plat de cuisson transparent. Place le plat sur quatre verres inversés en veillant à ce que le plat soit bien appuyé et stable.
2. Remplis d'eau chaude le cinquième verre et glisse-le sous le plat, jusqu'au centre.
3. Dépose quelques gouttes de colorant alimentaire rouge au fond du plat par-dessus la source de chaleur (le cinquième verre).
4. Dépose quelques gouttes de colorant bleu au fond du plat, mais en bordure cette fois.
5. Observe sur une période de 5 à 10 minutes.

Questions

1. Quelle est la direction du mouvement de l'eau tiède?
2. Quelle est la direction du mouvement de l'eau froide?
3. Illustre tes observations au moyen d'un diagramme.
4. a) L'eau tiède est-elle plus dense ou moins dense que l'eau froide?
b) Les molécules d'eau tiède bougent-elles plus rapidement ou moins rapidement que les molécules d'eau froide?
5. Où retrouve-t-on des courants de convection?
6. Qu'arriverait-il si le plat contenait de l'eau chaude, et le verre, de l'eau glacée. Illustre tes observations au moyen d'un diagramme.



ANNEXE 22 : Les courants de convection dans l'eau – Renseignements pour l'enseignant

La source de chaleur réchauffe l'eau qui se trouve directement au-dessus. Les molécules d'eau tiède sont moins denses que les molécules d'eau froide et elles se déplacent plus rapidement. Elles montent à la surface et sont poussées en direction le bord du plat par les molécules qu'elles précèdent. Au moment de rejoindre le bord du plat, elles se refroidissent, deviennent plus denses, s'enfoncent, sont attirées vers le centre et se réchauffent de nouveau. Le cycle continue tant que la différence de température persiste.

Questions

1. Les molécules d'eau tiède montent à la surface.
2. Les molécules d'eau froide s'enfoncent vers le bas du plat.
3. Les diagrammes vont varier.
4. a) L'eau tiède est moins dense que l'eau froide.
b) Les molécules d'eau tiède bougent plus rapidement que les molécules d'eau froide.
5. Les réponses vont varier.
6. Le verre d'eau glacée refroidirait l'eau qui se trouve directement au-dessus. Les molécules d'eau froide s'enfonceraient alors au fond du plat et pousseraient les molécules d'eau chaude vers le bord du plat et ensuite vers le haut.



ANNEXE 23 : Exercice – Anticyclones et dépressions

Nom : _____

Date : _____

Introduction

L'atmosphère et les océans de la Terre sont en mouvement continu. Ce mouvement est le résultat d'une distribution inégale de l'énergie au sein du système terre-atmosphère. Des forces résultent de cette distribution non uniforme et travaillent à déplacer la chaleur et l'énergie des zones plus chaudes vers celles plus froides (par exemple, des tropiques vers des latitudes moyennes et élevées). Le mouvement est engendré par des différences dans la pression (la pression est la quantité de force appliquée à une unité de surface). La pression atmosphérique est la force exercée sur un objet ou une personne par le poids de l'air qui est au-dessus d'eux. Les experts en sciences atmosphériques et les océanographes font le suivi de la pression dans leur étude de la dynamique de l'atmosphère et des océans de la Terre.

La force de gravité attire les molécules et les particules dans l'atmosphère vers le centre de la Terre. Le poids qui résulte de l'air qui pousse sur lui-même et sur la surface de la planète crée la pression atmosphérique. L'air est considéré comme étant un fluide dans l'étude des dynamiques de l'atmosphère. Nous savons que, dans un fluide, la pression n'agit pas uniquement vers le bas mais dans toutes les directions. Tous les côtés d'un objet sont donc soumis à environ la même pression. Par exemple, la pression atmosphérique d'un seau d'eau est communiquée également aux parois du seau et est équilibrée par la même pression agissant sur ses parois extérieures.

Au Canada, le kilopascal (kPa) est l'unité de pression atmosphérique la plus souvent mentionnée dans les bulletins météorologiques. La pression moyenne exercée par l'atmosphère au niveau de la mer est un kilogramme par centimètre carré ou 101,325 kPa. L'encyclopédie Britannica définit un pascal (Pa) comme étant « la pression d'un newton (l'unité de base de la force) par mètre carré », appelé ainsi d'après le mathématicien et physicien du 17^e siècle, Blaise Pascal. Celui-ci démontra que la pression atmosphérique diminuait avec l'altitude. Parce qu'un pascal est une si petite unité de pression, le kilopascal, qui est égal à 1000 newtons par mètre carré, est plus largement utilisé.

En étudiant les concepts de pression dans la haute atmosphère, l'unité commune devient alors l'hectopascal (hPa) qui est simplement 10 fois le kilopascal ou 10 000 Pa. Les scientifiques impliqués dans la mesure et l'analyse de la pression atmosphérique pourront également utiliser l'expression millibar comme unité de pression atmosphérique. Un millibar est égal à un hectopascal.

La pression atmosphérique peut également être exprimée en d'autres unités telles « livres par pouce carré » et « pouces de mercure » qui se réfèrent à l'utilisation historique du baromètre de mercure pour mesurer la pression de l'air. Pour fins de conversion, une livre par pouce carré est égale à 6,895 kPa et un pouce de mercure est égal à 3,386389 kPa.

L'analyse de la distribution de la pression sur une carte météorologique à la surface se fait en traçant une série de lignes nommées isobares qui relient des points de même pression. La carte météorologique bien connue, avec ses zones de haute et basse pression, prend forme lorsque l'analyse isobare est terminée.



ANNEXE 23 : Exercice – Anticyclones et dépressions (suite)

Haute et basse pression

« Quelle est la météo ? » et « Que sera la météo ? » sont des questions que les gens posent souvent parce que la météo et ses changements influencent fortement nos activités et nos vies. Quand nous sommes au courant de la météo courante et anticipée, nous pouvons faire des choix éclairés, depuis le choix de vêtements appropriés pour la journée à ceux qui sont en rapport au travail et aux loisirs. Moins fréquentes, mais non moins importantes, les décisions et les actions que nous prenons peuvent réduire le niveau des dégâts matériels ainsi que le nombre de blessures et de mortalités attribuables à des conditions météorologiques dangereuses.

Des réponses adéquates à nos questions concernant la météo peuvent se trouver sur la carte météorologique quotidienne. Bien en évidence sur les cartes qui apparaissent à la télé et dans les journaux sont les mots anticyclone et dépression ou les lettres A et D. Il s'agit des symboles pour les centres de systèmes de pression à grande échelle. Avec leurs emplacements, ils sont la clé de la description et de la compréhension des conditions météorologiques probables pour l'ensemble de la région comprise sur la carte.

Les anticyclones et les dépressions ou les A et les D sur les cartes représentent les centres de grandes régions de pression atmosphérique relativement haute ou basse à la surface. Ils fournissent également des renseignements qui permettent aux météorologues de prédire les possibilités des conditions atmosphériques jusqu'à une journée ou plus en avance. Les anticyclones et les dépressions gouvernent les conditions atmosphériques sur toute leur étendue. Les anticyclones sont généralement des systèmes de beau temps. On associe généralement des nuages très étendus et des conditions de tempêtes aux dépressions.

Les anticyclones et les dépressions de latitudes moyennes tendent à se déplacer de l'ouest vers l'est, modifiant la météo le long de leur parcours. Dans l'Hémisphère Nord, la latitude moyenne ou tempérée est la zone entre le tropique du Cancer, à la latitude 23,5 degrés nord, et le cercle de l'Arctique, latitude 66,5 degrés Nord. Les anticyclones suivent les dépressions et les dépressions suivent les anticyclones dans une procession sans fin. Il n'existe pas d'anticyclones ou de dépressions qui soient identiques, mais ils ont suffisamment de caractéristiques communes pour que des modèles descriptifs puissent être utilisés pour comprendre la météo.

L'objectif de cet exercice est de t'initier à la pression atmosphérique et aux modèles descriptifs des anticyclones et des dépressions. Lorsque tu auras terminé cet exercice avec succès, tu seras en mesure de résumer en termes généraux des modèles descriptifs des anticyclones et des dépressions et la météo qui leur est associée. Tu seras également en mesure d'appliquer ces modèles pour interpréter des cartes météorologiques et décrire la météo probable, courante et future, à divers endroits sur une carte météorologique.

Tiré de *Projet Atmosphère Canada*, par Environnement Canada. Adaptation autorisée par Environnement Canada et la Société canadienne de Météorologie et d'Océanographie. Tous droits réservés.



ANNEXE 23 : Exercice – Anticyclones et dépressions (suite)

Configuration de la pression en surface

Lorsque tu auras complété cette activité, tu devrais être en mesure de :

- Dessiner des lignes d'égalité de pression (isobares) pour présenter la configuration de pression d'air en surface sur une carte météorologique.
- Localiser des régions de pression atmosphérique relativement élevée ou basse sur une carte météorologique de surface.
- Localiser des régions sur une carte météorologique de surface faisant état de changements de pression atmosphérique relativement importants sur de courtes distances horizontales ainsi que de grandes surfaces ayant une pression atmosphérique qui varie graduellement.

Matériel

- Crayon

Introduction

La pression de l'air est déterminée par le poids de l'air sus-jacent et varie d'un endroit à l'autre et dans le temps. La pression de l'air en surface est la force exercée par unité de superficie sur un objet à la surface de la Terre par l'air sus-jacent, soit environ 100 000 newtons par mètre carré ou 100 kilopascals.

Des variations de pression occasionnent des mouvements qui préparent la voie à une bonne partie des conditions atmosphériques que nous connaissons. La connaissance des configurations de la pression est fondamentale à la compréhension des conditions atmosphériques que nous connaissons et ce qu'elles sont susceptibles d'être où tu vis.

Les pressions couramment présentées sur des cartes météorologiques de surface sont des valeurs « ajustées » au niveau de la mer. C'est dire que les lectures de la pression d'air sont ajustées à ce qu'elles seraient si les stations d'observations étaient de fait situées au niveau de la mer. L'ajustement des lectures de pression d'air à une élévation commune (le niveau de la mer) élimine les influences du relief terrestre (topographie) sur les lectures de pression d'air. Cet ajustement permet de comparer les différences de pression horizontale qui peuvent permettre de distinguer les conditions météorologiques.

On révèle les zones de pression horizontales sur une carte météorologique en traçant sur cette carte des lignes qui rejoignent des points de pression égale, ou qui représentent une pression égale. Ces lignes sont nommées isobares parce que chaque point sur une ligne donnée a la même valeur de pression d'air. Chaque isobare sépare les stations où les valeurs de pression sont élevées, de celles où les valeurs de pressions sont inférieures à cette isobare.



ANNEXE 23 : Exercice – Anticyclones et dépressions (suite)

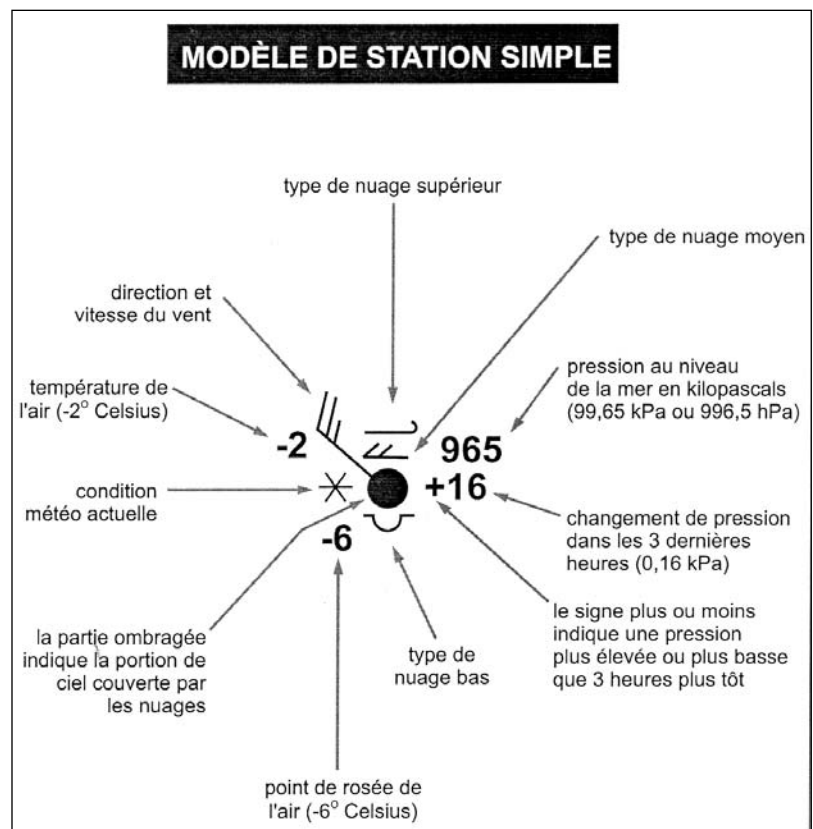
Pointage et analyse de la pression aux stations sur cartes météorologiques

Le kilopascal (kPa) est l'unité de mesure standard de la pression atmosphérique à la surface de la Terre. Les baromètres contemporains lisent la pression de la station avec précision à deux points décimaux près ; par exemple, 101,25 kPa.

Il est de pratique courante, en effectuant les relevés de cartes météorologiques, **de laisser tomber les points décimaux** sur la carte pour en faciliter la lisibilité, pour éviter la confusion avec les symboles des stations. Sur une carte météo, le relevé indique la pression d'une station de 101,25 kPa comme étant simplement « 125 » (ou les trois derniers chiffres de la valeur de pression) tel que présenté sur le modèle de relevé de station ci-dessous.

Question de commodité, sur la plupart des cartes météorologiques, on laisse tomber le 10 initial, ou le 9 dans le cas de pressions de moins de 100 kPa. Puisque la plupart des pressions au niveau de la mer se situent entre 970 et 1050 hPa, il n'y a que peu de chances de confusion.

Par convention, les isobares sur les cartes météorologiques de surface sont habituellement dessinées en utilisant des intervalles standards. En se souvenant que 100,0 kilopascals est la force approximative exercée par unité de surface sur un objet à la surface de la Terre par l'air sus-jacent, une valeur de 100 kilopascals (kPa) ou de 1000 hectopascals (hPa) devient une valeur de référence facilement reconnaissable. Encore une fois, se rappelant que le recours au point décimal pour le pointage des cartes est évité lorsque possible, **la valeur de 1000 hectopascal (hPa) devient une référence pour l'analyse isobare.**



ANNEXE 23 : Exercice – Anticyclones et dépressions (suite)

Activité 1

La figure 1 représente un tracé de carte de surface qui indique la pression d'air en hectopascals (hPa) à divers endroits. (Aux seules fins de cet exercice, l'exemple utilise des nombres entiers et non le traditionnel format de tracé de station.) Chaque mesure de pression est placée à l'endroit qu'elle représente. On a dessiné sur cette carte une isobare de 1012-hPa qui encercle la station qu'elle représente. Complète l'isobare 1008-hPa qu'on a déjà commencé. Finalement, dessine l'isobare 1004-hPa. Marque chaque isobare en écrivant la valeur de pression appropriée à son extrémité.

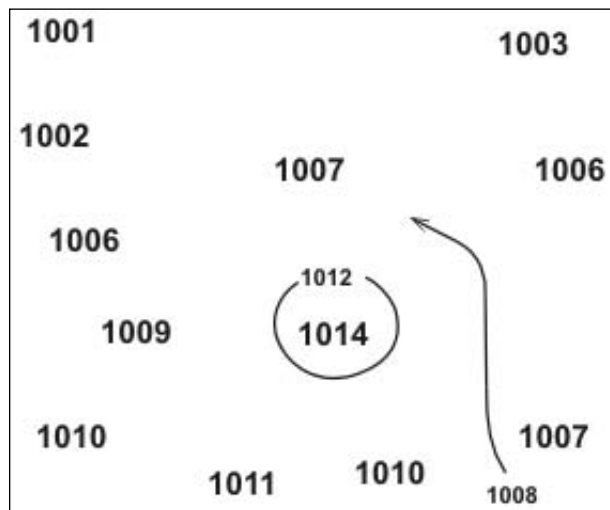


Figure 1 – Échantillon de valeurs de pression de surface en hectopascals (hPa) à diverses stations. (Aux seules fins de cet exercice, l'exemple utilise des nombres entiers et non le traditionnel format de tracé de station.)

Conseils pour dessiner des isobares :

- Dessine toujours une isobare de telle manière que les lectures de pression d'air supérieures à la valeur de l'isobare soient constamment d'un côté de l'isobare alors que les valeurs inférieures soient de l'autre côté.
- En positionnant des isobares, suppose un changement régulier de pression entre les stations avoisinantes. Par exemple, on dessinerait une isobare de 1012-hPa à environ un tiers de la distance entre les notations de 1013 hPa et de 1010 hPa.
- Les isobares adjacentes ont tendance à suivre la même configuration, L'isobare que tu dessines aura tendance à suivre en parallèle les courbes de ses voisines car les changements d'air horizontaux d'un endroit à l'autre sont habituellement graduels.
- Continue à dessiner une isobare jusqu'à ce qu'elle atteigne la limite des données pointées ou « se ferme » pour former une boucle en retournant à son point de départ.
- Les isobares ne s'arrêtent ou ne se terminent jamais au sein d'un champ de données, et elles ne bifurquent jamais ni ne se touchent ou ne se croisent les unes les autres.
- On ne peut sauter des isobares si leurs valeurs se situent à l'intérieur de la gamme de pression de l'air présentées sur la carte. Les isobares doivent toujours paraître en séquence, par exemple il doit toujours y avoir une isobare 1000-hPa entre des isobares de 996-hPa et de 1004-hPa.
- Indique toujours la valeur d'une isobare.

ANNEXE 24 : Exercice – Cartes météorologiques et symboles météorologiques

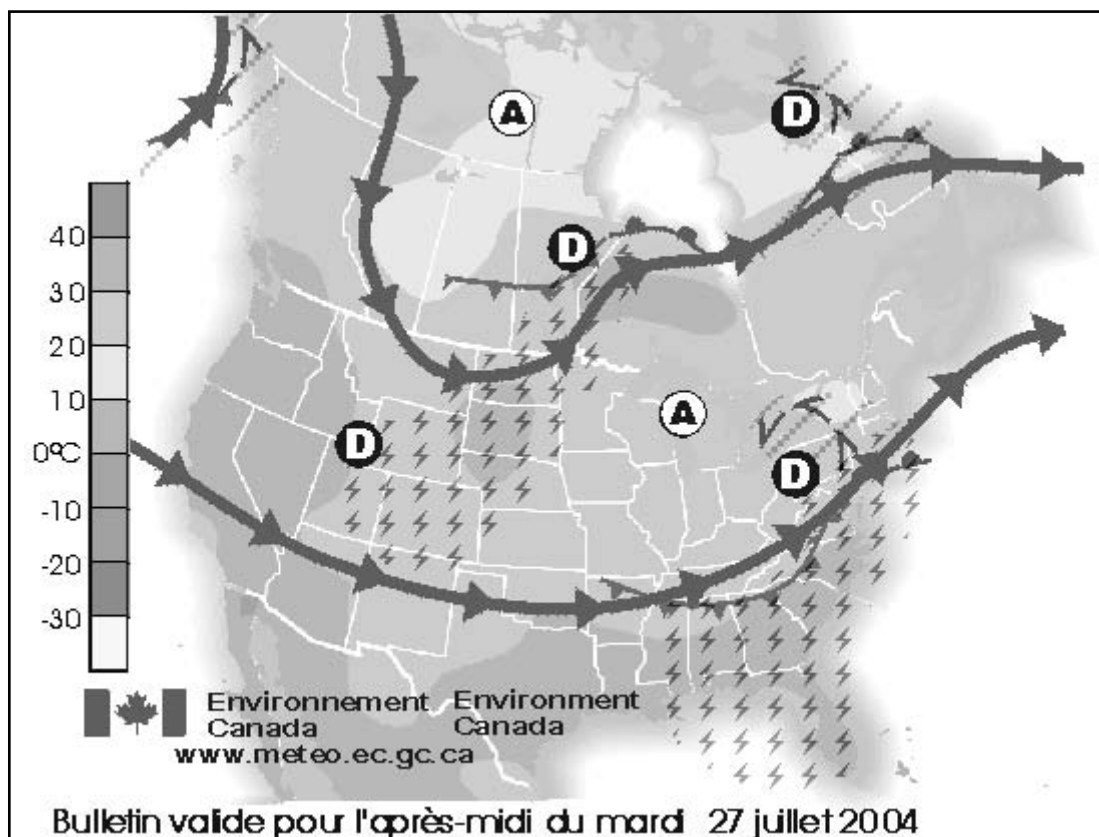
Nom : _____

Date : _____

Introduction

Cette série de cartes météorologiques avec questions a été conçue pour te donner une introduction à l'obtention de données à partir d'une carte météorologique. Lorsque tu auras complété cette activité, tu devrais être en mesure de comprendre des cartes plus complexes que celles typiques d'un reportage à la télévision.

Voici une carte qu'on pourrait trouver dans Internet ou dans un reportage télédiffusé. L'exemple est tiré du site d'Environnement Canada. Une légende est incluse pour t'aider à interpréter la carte.



Légende

	Anticyclone		Courant-jet
	Dépression		Pluie
	Front chaud		Pluie verglaçante
	Front froid		Neige
	TROWAL - Langue d'air chaud en altitude		Orages

* Graphique tiré de http://meteo.ec.gc.ca/jet_stream/index_f.html et reproduit avec la permission d'Environnement Canada.

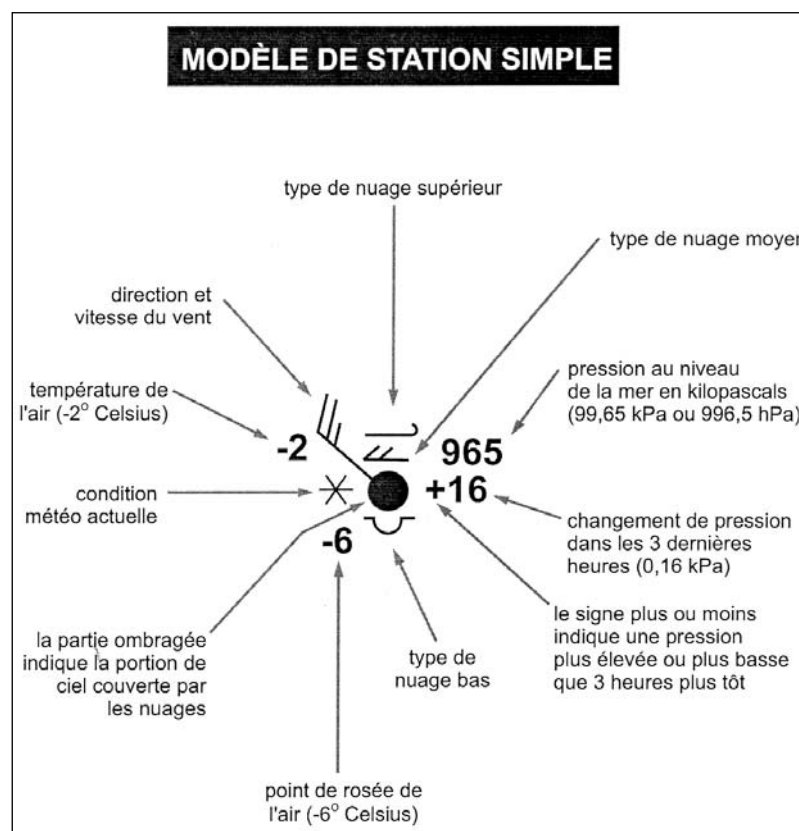


ANNEXE 24 : Exercice – Cartes météorologiques et symboles météorologiques (suite)

La série de cartes qui suit a été préparée pour t'aider à te familiariser avec les symboles météorologiques ainsi que l'interprétation des cartes. Pour mieux comprendre les phénomènes météorologiques tels que les blizzards, les ouragans et les orages et être en mesure d'analyser les conditions avant, pendant et après un phénomène météorologique important, il faut avoir une bonne compréhension des cartes.

Éléments présentés sur un relevé de station météorologique

Il est important de bien comprendre les données sur un relevé de station météorologique. Voici un modèle représentatif.



La série qui suit comprend des cartes établies à des intervalles de 12 heures et couvre une période de 60 heures allant de 19 h, heure normale de l'Est (c'est-à-dire 18 h, heure normale du Centre), le 27 septembre, jusqu'à 7 h, heure normale de l'Est (6 h, heure normale du Centre), le 30 septembre.

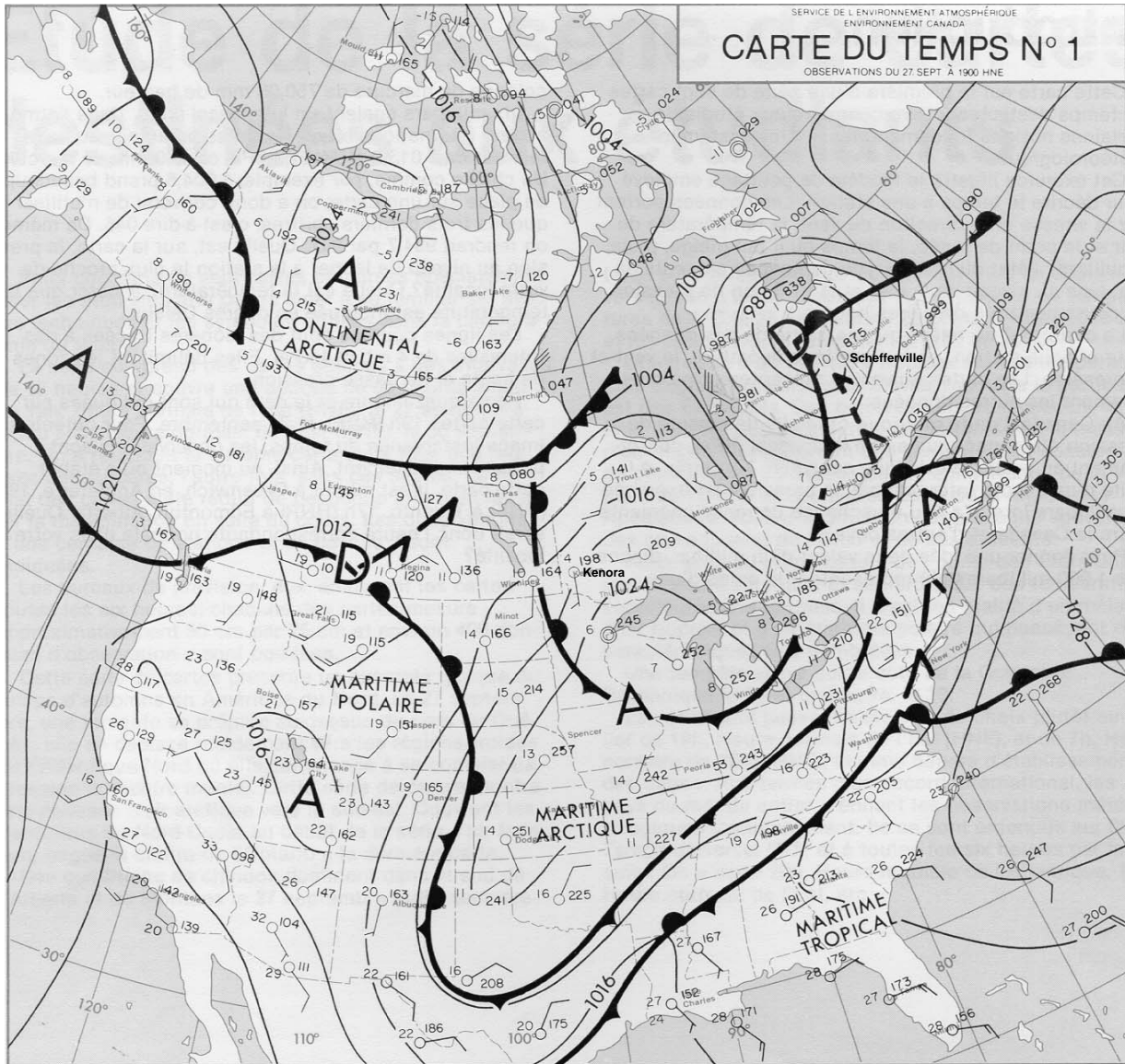
Cette série de cartes présente un exemple typique du temps d'automne en Amérique du Nord. Essaie de repérer les conditions suivantes sur la carte n° 1 :

- une tempête au-dessus du nord du Québec;
- de l'air frais arctique couvrant les Territoires du Nord-Ouest;
- un chinook dans le sud de l'Alberta et du Montana;
- des températures supérieures à la normale dans la partie sud-ouest des États-Unis;
- des vents élevés en Nouvelle-Écosse et au nord du Québec.

Tiré de *Cartographie de la météo*, Environnement Canada. Adaptation autorisée par Environnement Canada.



ANNEXE 24 : Exercice – Cartes météorologiques et symboles météorologiques (suite)

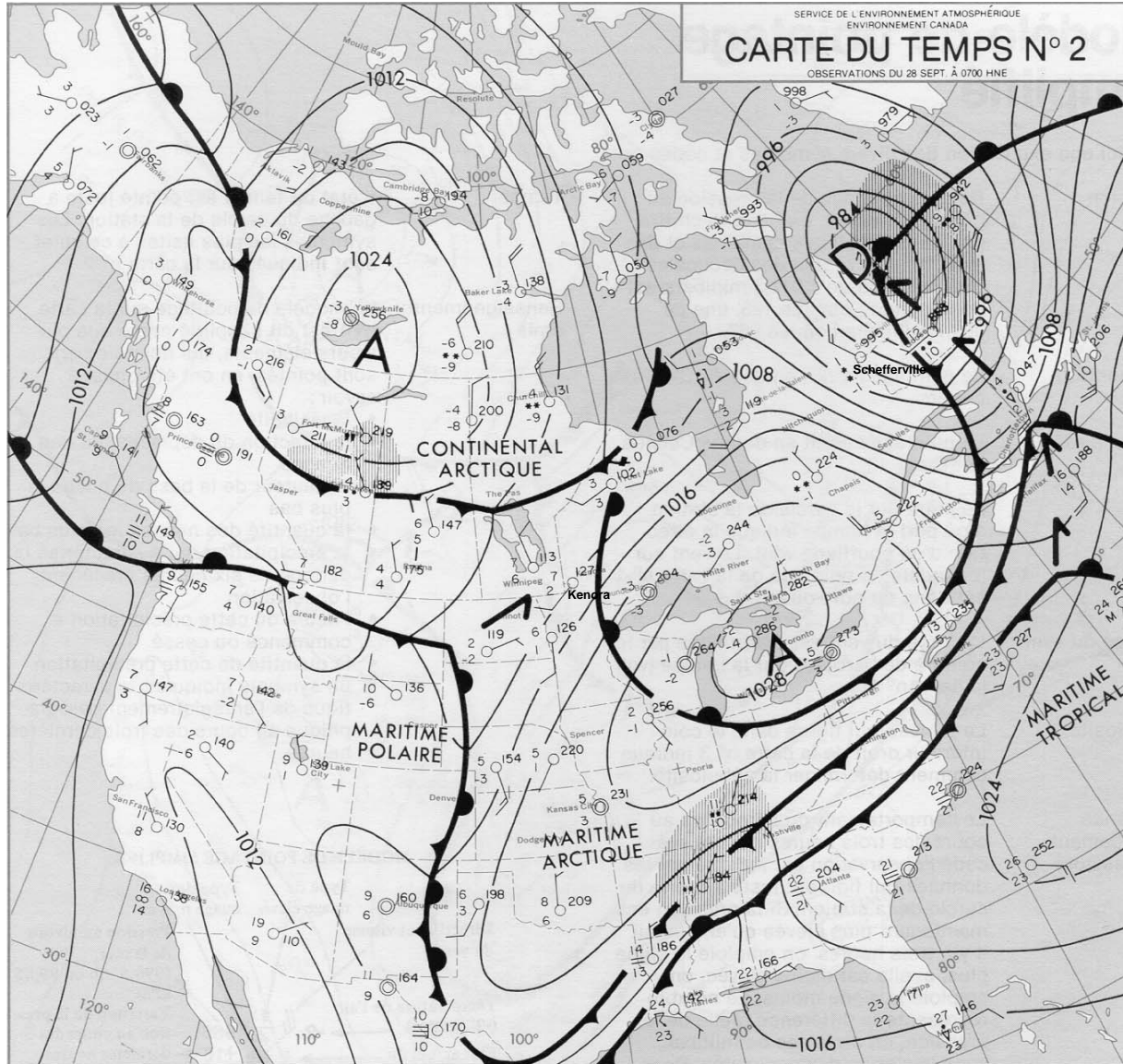


Questions

1. Dans ta localité, les températures étaient-elles au-dessus du point de congélation ou en dessous?
2. Quelle heure est-il au Manitoba?
3. Crois-tu que la température descendra en dessous du point de congélation pendant la nuit dans une partie quelconque du sud du Canada? Si oui, dans quelle région?
4. Étudie les vents en surface au voisinage de la zone de basse pression au nord du Québec. Avec un crayon, dessine des flèches d'une longueur de 2 cm, environ, qui démontrent la direction des vents. Qu'est-ce que tu remarques?
5. Étudie les vents en surface au voisinage de la zone de haute pression au sud-ouest des États-Unis. Avec un crayon, dessine des flèches d'une longueur de 2 cm, environ, qui démontrent la direction des vents. Qu'est-ce que tu remarques?



ANNEXE 24 : Exercice – Cartes météorologiques et symboles météorologiques (suite)

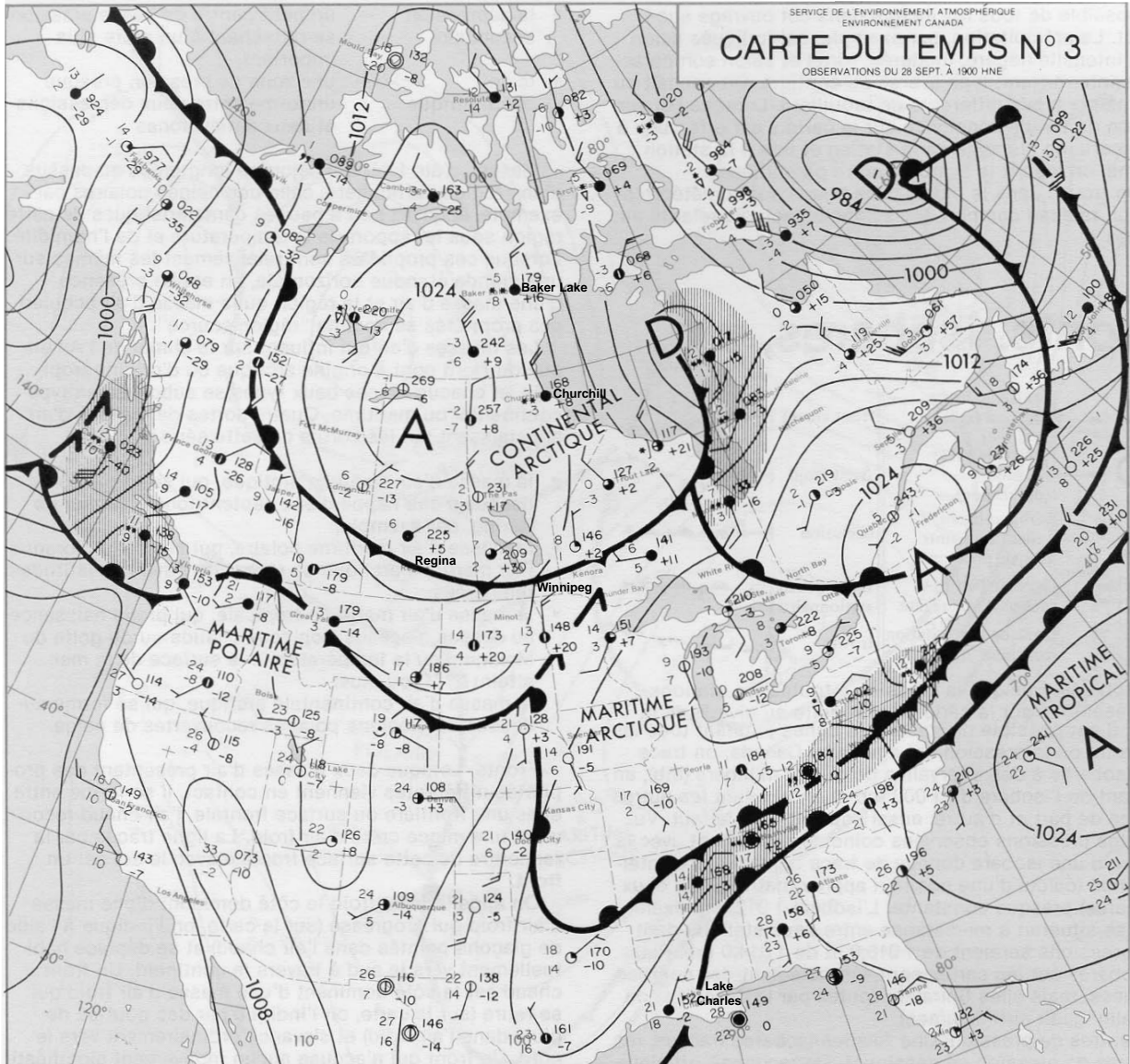


Questions

1. Remarque que les vents soufflent encore autour des cyclones et des anticyclones dans les mêmes directions que sur la carte précédente. Y a-t-il exception à cette règle dans une certaine région?
2. Quelle variation de température est survenue au cours des 12 dernières heures à Schefferville (Québec)? À Kenora?

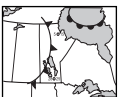


ANNEXE 24 : Exercice – Cartes météorologiques et symboles météorologiques (suite)



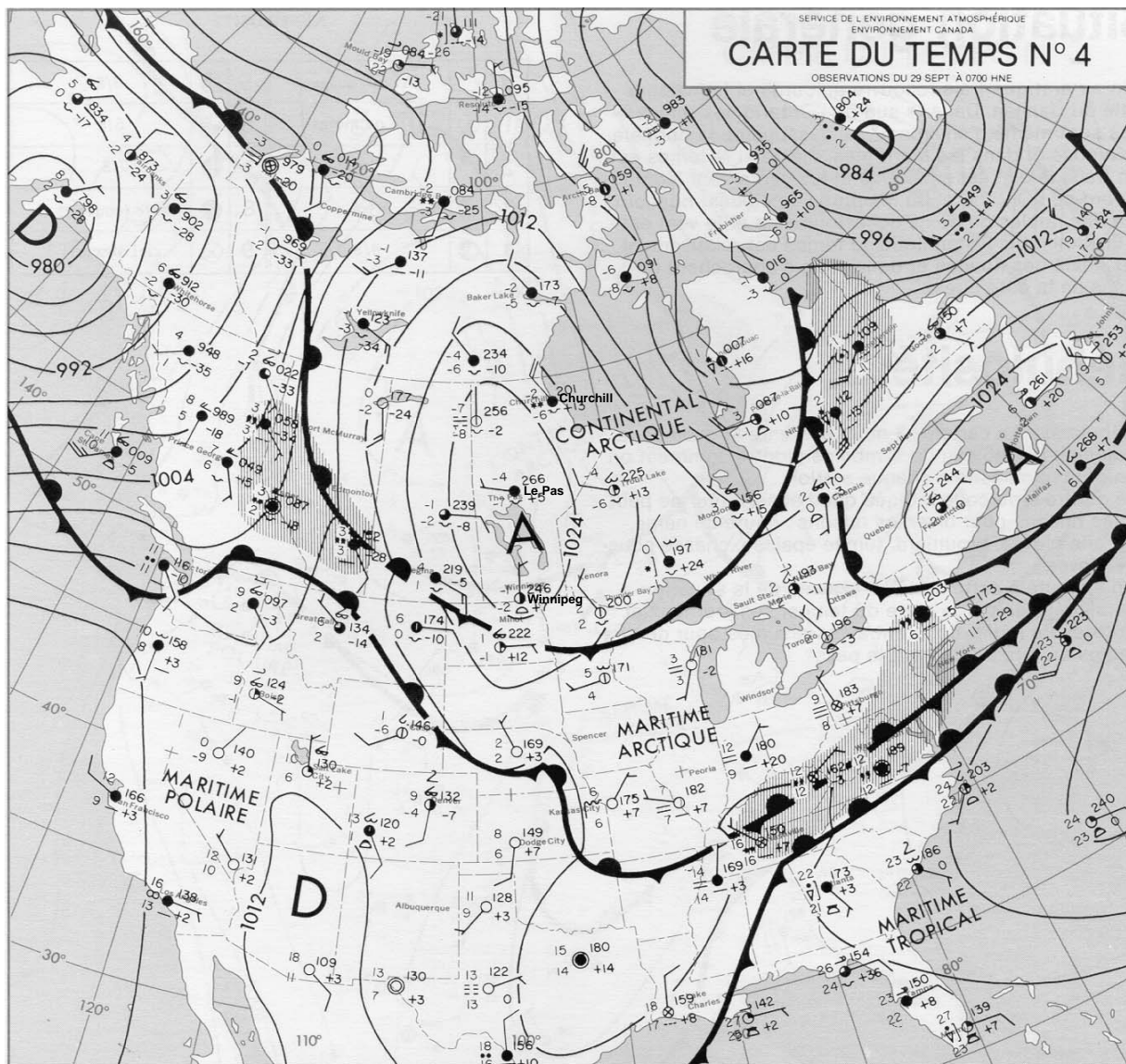
Questions

1. Les isobares délimitent deux types de systèmes de pression, la zone de haute pression et la zone de basse pression. Ces zones se déplacent-elles? Trouve le point où se trouve la zone de pression maximale dans le nord-ouest du Canada le 27 septembre à 19 h. Porte ce point sur la carte de 19 h du 28 septembre. De même, trouve la zone de haute pression à 7 h le 28 septembre et porte-la sur la carte n° 3 du 28 septembre. Dans quelle direction se déplace-t-elle? À quelle vitesse en 24 heures? Un degré de latitude correspond à 110 km environ. Ainsi, Sept-Îles est environ à 480 km au sud de Schefferville.
2. Quelle distance approximative sépare Churchill de Baker Lake (Territoires du Nord-Ouest)?
3. Quelle distance approximative sépare Winnipeg de Regina (Saskatchewan)?
4. Procède de la même façon pour la zone de basse pression au nord du Québec, le 27 septembre. À quelle vitesse se déplace-t-elle? Dans quelle direction?



ANNEXE 24 : Exercice – Cartes météorologiques et symboles météorologiques (suite)

5. Cette carte comprend les symboles de nébulosité. En général, trouve-t-on un ciel nuageux ou un ciel clair dans les zones de basse pression? Qu'arrive-t-il dans les zones de haute pression? Quel est l'aspect du ciel dans les zones de précipitation?
6. Quel effet a exercé sur la température et le point de rosée à Lake Charles (en Louisiane) le passage du front froid à l'est de la station? Compare ce rapport avec le rapport précédent du 27 septembre. Qu'est-il arrivé au vent à cette station?
7. Quels changements sont survenus au Pas sur 24 heures? Pourquoi?



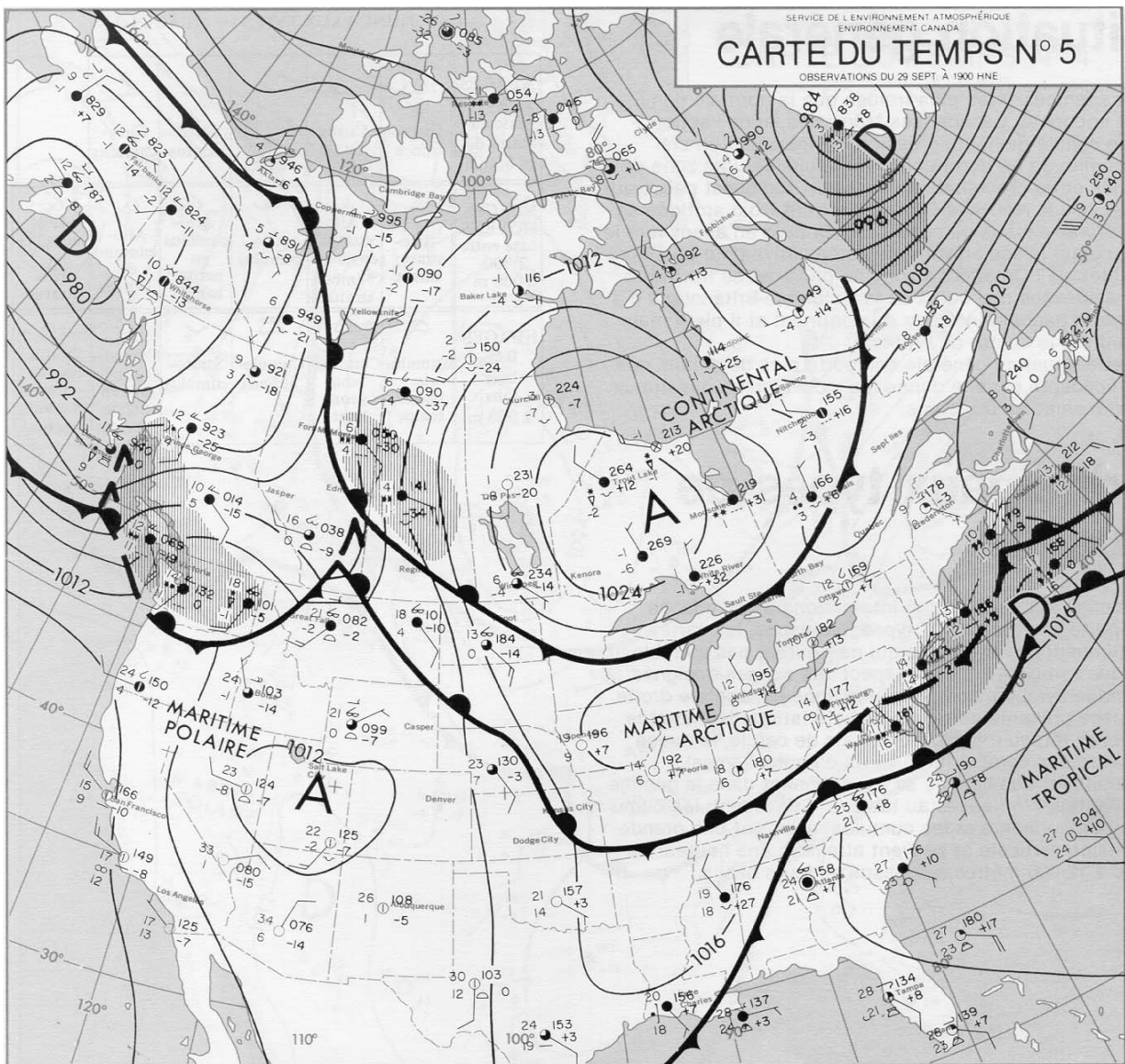
Questions

1. Remarque la zone de précipitation dans l'est de la Colombie-Britannique et dans l'ouest de l'Alberta. Sur quelle distance cette zone s'est-elle déplacée au cours des 12 dernières heures? Où peut-on s'attendre à retrouver cette zone pluvieuse dans 12 heures?



ANNEXE 24 : Exercice – Cartes météorologiques et symboles météorologiques (suite)

- As-tu observé le mouvement de la zone de haute pression qui se trouve maintenant au-dessus du Manitoba? Où la retrouvera-t-on dans 12 heures? Dans 24 heures?
- À l'aide des symboles sur cette carte, décris le temps dans les trois endroits suivants (inclure le % du ciel couvert de nuages, la température, la vitesse et la direction du vent) :
 - Winnipeg
 - Le Pas
 - Churchill

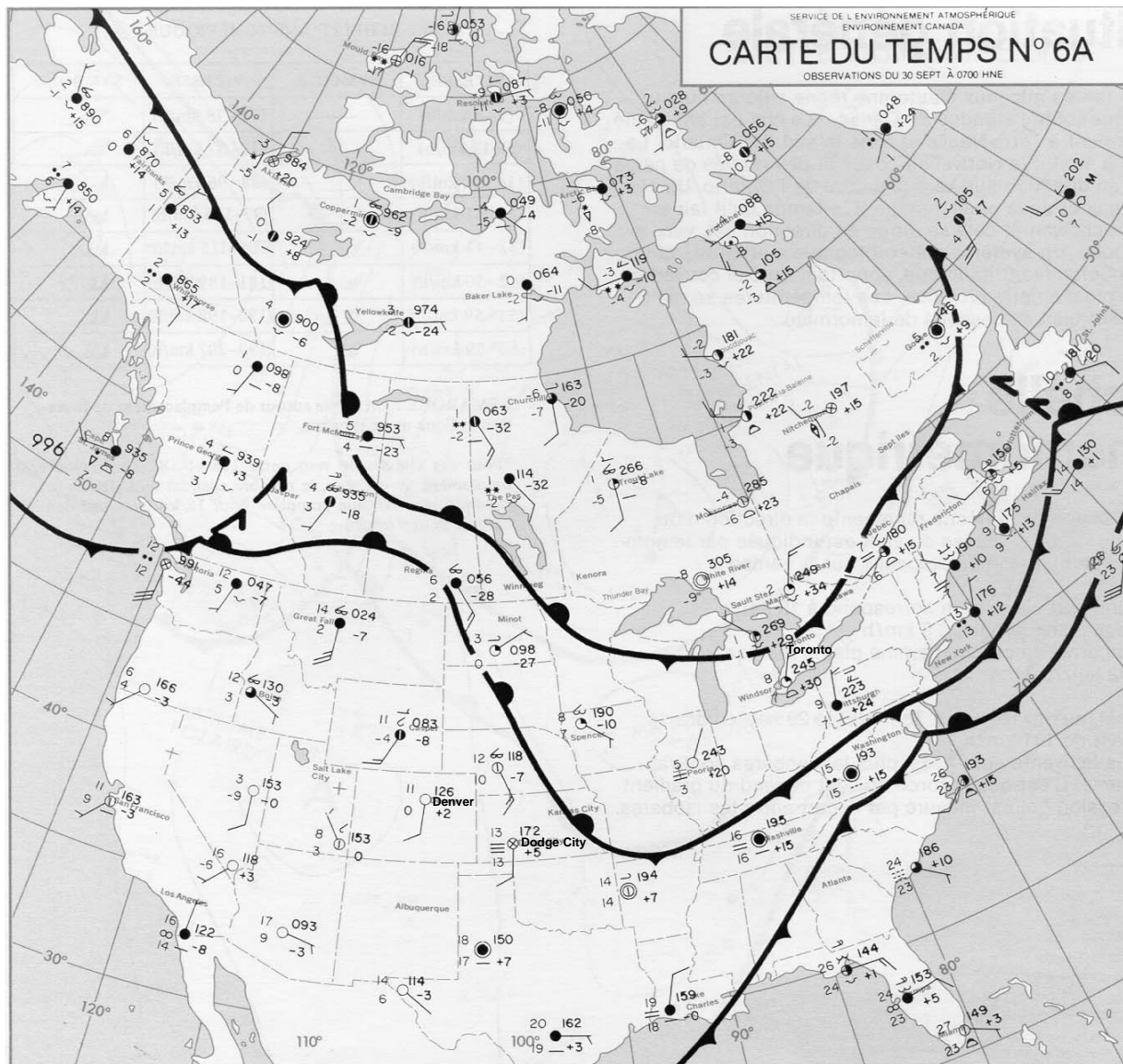


Questions

- Note l'association des zones de précipitation et des systèmes de pression. Quel type de système (haute pression ou basse pression) semble être associé à la précipitation?
- Le système de haute pression sur le Manitoba s'est-il déplacé selon tes prévisions?



ANNEXE 24 : Exercice – Cartes météorologiques et symboles météorologiques (suite)



Questions

1. Remarque les deux villes suivantes : Dodge City (Kansas) et Denver (Colorado).
 - a) Quelle est l'humidité relative à Dodge City (compare la température et le point de rosée)?
 - b) Explique pourquoi le brouillard s'est formé à Dodge City et non pas à Denver.
2. Examine les températures de l'air arctique derrière le front froid qui se trouve au-dessus du nord-est de l'Ontario et du Québec. Examine ensuite cette masse d'air 48 heures auparavant, alors que l'anticyclone était centré au-dessus du Grand lac des Esclaves. Ces températures ont-elles subi un changement? Explique ta réponse.
3. Le front froid arctique s'approchant de Toronto s'est déplacé sans cesse vers le sud-est pendant la période étudiée dans cette série de cartes. Quelle distance a-t-il parcouru depuis 7 h (HNE) le 28 septembre? Quelle est sa vitesse moyenne en kilomètres à l'heure? Le front se déplace-t-il encore à cette vitesse? Vérifie en mesurant la vitesse pour les 24 heures écoulées depuis 7 h (HNE) le 29 septembre.



ANNEXE 25 : Cartes météorologiques et symboles météorologiques – Corrigé

Nom : _____

Date : _____

Carte n° 1

1. Au Manitoba, les températures sont au-dessus du point de congélation.
2. Il est 18 h au Manitoba.
3. Les températures sont près du point de congélation en Ontario et elles descendront probablement en dessous du point de congélation pendant la nuit.
4. Dans une zone de basse pression, les vents soufflent dans le sens contraire au mouvement des aiguilles d'une montre et forment un faible angle de pénétration vers le centre de la zone.
5. Dans une zone de haute pression, les vents soufflent dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre autour du centre, dont ils s'éloignent quelque peu en formant un angle faible.

Carte n° 2

1. Dans les régions montagneuses, la direction des vents en surface ne correspond pas nécessairement à la règle. Il y a aussi exception dans les centres de haute pression et le long des crêtes de haute pression où les vents sont faibles et variables.
2. À Schefferville (Québec), la température est passée de 10 °C à 0 °C. À Kenora en Ontario, la température est passée de 4 °C à 7 °C.

Carte n° 3

1. Les zones de haute et de basse pression se déplacent. L'anticyclone se déplace vers le sud-est et parcourt environ 925 km en 24 heures.
2. La distance approximative entre Churchill et Baker Lake est de 550 km.
3. La distance approximative entre Winnipeg et Regina est de 550 km.
4. La zone de basse pression se déplace presque franc est et parcourt 1100 km en 24 heures.
5. En règle générale, le ciel est nuageux dans les zones de basse pression et clair dans les zones de haute pression. Dans les zones de précipitation, il est couvert.
6. Bien que la température de 21 °C à Lake Charles soit plutôt élevée, un front froid a passé à cette station. Hier, à la même heure, Lake Charles avait une température de 27 °C et un point de rosée de 24 °C. Le vent est plutôt léger, mais il a tourné du sud-est au nord-est.
7. Il y a 24 heures, une masse d'air maritime arctique enveloppait Le Pas; la température était de 8 °C et on notait un léger vent de l'ouest. À l'heure où la carte a été dressée, une masse d'air continental arctique de 2 °C baigne l'endroit et le vent, provenant du nord, est plus fort que la veille.

Tiré de *Cartographie de la météo*, Environnement Canada. Adaptation autorisée par Environnement Canada.



**ANNEXE 25 : Cartes météorologiques et symboles météorologiques – Corrigé
(suite)**

Carte n°4

1. La zone de précipitation s'est déplacée de 8 degrés, environ, donc de 890 km en 12 heures. Si la même activité se poursuit les 12 prochaines heures, la pluie atteindra presque la frontière entre le Manitoba et la Saskatchewan.
2. L'anticyclone semble accélérer puisqu'il s'est déplacé de 650 km en 12 heures. Dans 12 heures, on le retrouvera au nord de Thunder Bay; dans 24 heures, il devrait atteindre Sault Ste. Marie.
3. a) À Winnipeg, le ciel est couvert à 50 %, la température est de -1°C et le vent souffle du nord à une vitesse de 5 à 13 km/h.
b) Au Pas, le ciel est couvert à 100 %, la température est de -4°C et le vent souffle de l'ouest à une vitesse de 5 à 13 km/h.
c) À Churchill, le ciel est couvert à 100 %, la température est de -2°C et le vent souffle du nord-ouest à une vitesse de 32 à 41 km/h.

Carte n° 5

1. Un système de basse pression semble être associé à la précipitation.
2. Les élèves devraient remarquer que les prévisions de 24 heures ne se sont pas réalisées alors que celles de 12 heures étaient relativement justes.

Carte n° 6a

1. a) L'humidité relative à Dodge City est de 100 %.
b) À Denver, le point de rosée n'est que 0°C , ce qui indique que l'air est très sec. Il n'y a donc pas de brouillard. À Dodge City, le point de rosée a la même valeur que la température de l'air, donc l'air est très humide (100 %) et il y a formation de brouillard.
2. Les températures au nord-est de l'Ontario et du Québec se situent maintenant entre -2°C et 2°C . Elles étaient plus basses deux jours précédents. La masse d'air s'est déplacée au-dessus d'une étendue d'eau plus chaude (baie d'Hudson), donc la température a monté.
3. Le front froid semble s'être déplacé de 1445 km en 48 heures, donc à une vitesse moyenne de 30 km/h. Dans les 24 heures, il ne s'est déplacé que de 550 km, ayant ralenti à 23 km/h, environ.



ANNEXE 26 : Liste de phénomènes météorologiques violents au Canada

Nom : _____

Date : _____

Tornades

Regina – juin 1912
Portage-la-Prairie – juin 1922
Windsor – juin 1946
Barrie (Ontario) – mai 1985
Edmonton – juillet 1987
Pine Lake (Alberta) – juillet 2000

Ouragans

Hazel (Sud ontarien) – octobre 1954
Freda (Colombie-Britannique) – octobre 1962
Beth (Nouvelle-Écosse) – août 1971

Tempête de pluie verglaçante

Québec – janvier 1998

Blizzards et tempêtes de neige

Sud de la Saskatchewan – février 1947
St. John's – février 1959
Sud du Manitoba – mars 1966, novembre 1968, avril 1997
Victoria – décembre 1996
Toronto – décembre 1998 et janvier 1999

Tempêtes de grêle

Calgary – juillet 1981
Morden, Pilot Mound (Sud du Manitoba) – juin 1992
Winnipeg – juillet 1996
Okanagan – juillet 1997

Inondations

Fraser River – printemps 1948
Red River – printemps 1950 et printemps 1997
Rivière Saguenay – juillet 1996

Sécheresse et chaleur extrême

Prairies – de 1933 à 1937 – La période des cratères de poussière.
Manitoba et Ontario – du 5 au 17 juillet 1936 – La vague de chaleur la plus meurtrière de l'histoire. Des températures dépassant 44 °C tuent 1 180 Canadiens et Canadiennes
Midale et Yellowgrass (Saskatchewan) – 5 juillet 1937 – Le jour le plus chaud des annales. Le mercure monte à 45 °C.
Prairies – 1961 : L'Ouest connaît son année la plus sèche des annales.

Froid extrême

Snag (Yukon) – 3 février 1947 – La plus basse température en Amérique du Nord. La température tombe à -63 °C.
Pelly Bay (Territoire du Nord-Ouest) – 28 janvier 1989 – Refroidissement éolien record. La température est tombée à -51 °C, mais en tenant compte du facteur de refroidissement éolien, il faisait -91 °C.

Adapté de La Voie verte [feuillet d'information] – Les phénomènes météorologiques les plus importants du XX^e siècle http://www.ec.gc.ca/press/vote20_f_f.htm.



ANNEXE 27 : 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 un phénomène météorologique.		
Nous avons pris en note l'information nécessaire pour notre recherche.		
Nous avons trouvé une carte météorologique ou image satellite de notre phénomène.		
Nous avons noté les références bibliographiques.		

2^e étape, brouillon à remettre le _____.

	le groupe	l'enseignant(e)
Nous avons rédigé un scénario pour notre présentation.		
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.		
Nous avons préparé des cartes où figure l'information suivante : formation et dynamique du phénomène météorologique, conséquences économiques, sociales et environnementales du phénomène météorologique.		
Nous avons préparé un support visuel qui illustre la formation de notre phénomène météorologique.		



ANNEXE 28 : Satellites météorologiques – Renseignements pour l'élève

Nom : _____

Date : _____

Introduction

Nous voyons tous les jours l'atmosphère en regardant de bas en haut et tout autour. Notre champ de vision est limité du fait que la plupart d'entre nous ne pouvons voir qu'à quelques kilomètres dans n'importe quelle direction. Toutefois, les systèmes qui dominent notre météo peuvent s'étaler sur des centaines et même des milliers de kilomètres. Les cartes météorologiques et le radar ont élargi notre champ de vision mais c'est le satellite météorologique qui nous offre une perspective complètement différente de la météo. Les satellites orbitaux sont des plates-formes à partir desquelles l'atmosphère et les surfaces sous-jacentes peuvent être observées de l'extérieur.

En considérant la météo d'en haut, nous pouvons constater que le beau temps et les tempêtes sont en quelque sorte reliés. Des régions claires et des tourbillons géants de nuages se marient. Dans l'atmosphère en changement continu, nous pouvons observer des preuves de prévisibilité dans l'ordre et l'évolution des systèmes météorologiques.

Avec le lancement de TIROS-1 en 1960, nous avons obtenu nos premières vues globales des configurations de nuages qui accompagnent les systèmes dépressionnaires et les fronts. Les régions de haute pression et de beau temps sont également devenues évidentes par leur absence générale de nuages. Le lancement de TIROS couronna une longue évolution de progrès technologiques en électronique et en exploration de l'espace. L'utilisation de l'électronique pour les détecteurs, l'entreposage de données et les transmissions à la Terre reposait sur la plus récente technologie de transistors.

Les détecteurs eux-mêmes se fiaient à la recherche en télévision pour leurs images. Les détecteurs subséquents ont dépassé ce stade pour aboutir à des extensions transistorisées où le rayonnement thermique et la lumière de la Terre pouvaient être mesurés.

Finalement, les signaux mesurés électroniquement sont convertis en valeurs digitales pour entreposage et seront transmis plus tard à la Terre. C'est là qu'on produit les images visuelles qui nous sont familières. Cette dernière étape dépend largement de la technologie informatique pour l'assemblage, l'organisation et l'interprétation des données.

Nous avons maintenant deux types de base de systèmes de satellites. Les descendants de TIROS sont des satellites à trajectoire polaire. Ils tournent autour de la Terre à relativement de faibles altitudes, soit à environ 800 kilomètres (500 milles) au-dessus des régions polaires alors que la Terre tourne en dessous d'eux. Il faut environ 100 minutes pour réaliser une telle orbite. La plupart des endroits sont balayés deux fois par jour, une fois à la lumière du jour et une fois en période de noirceur. Des vues à grande échelle sont réalisées à partir de composites de plusieurs bandes orbitales d'une largeur de 1 900 kilomètres (1 200 milles).

Tiré de *Projet Atmosphère Canada*, par Environnement Canada. Adaptation autorisée par Environnement Canada et la Société canadienne de Météorologie et d'Océanographie. Tous droits réservés.



ANNEXE 28 : Satellites météorologiques – Renseignements pour l'élève (suite)

Les images par satellites le plus souvent présentées à la télé et dans les journaux sont prises par des orbiteurs géostationnaires appelés satellites géostationnaires de l'environnement (GOES). Les images aujourd'hui proviennent généralement de GOES 8 et de GOES 10 et les premières images ont été reçues du GOES-11 le 17 mai 2000. À 35 800 kilomètres (22 300 milles) au-dessus de l'Équateur, de tels satellites effectueront une révolution en 24 heures. Parce qu'il s'agit de la même durée qu'une rotation de la Terre, et que le satellite tourne dans la même direction que celle de la rotation de la terre, un tel satellite demeure au-dessus du même endroit de la surface équatoriale. On peut obtenir des vues successives provenant du même satellite géostationnaire pour observer le développement de systèmes d'orage. Les détails ne sont pas aussi bien rendus que par les satellites à trajectoire polaire plus proches, mais ils produisent des images plus fréquentes, à chaque demi-heure, des mêmes surfaces de la Terre.

Les détecteurs à bord des satellites réagissent à deux types d'énergie rayonnante de base. Le Soleil produit la lumière visible qui est réfléchiée par les surfaces de la Terre et les nuages et est retournée au satellite. Ces images ressemblent aux images de la télévision en noir et blanc. Tous les nuages paraissent blancs aux détecteurs comme ils le paraissent à nos yeux. Les surfaces de terrain plus foncées et des plans d'eau dans les régions claires reflètent peu de soleil vers l'espace et apparaissent donc comme foncées, grises ou noires. Les images visibles des satellites météorologiques géostationnaires actuelles peuvent voir des objets tels que des nuages qui sont aussi petits qu'un kilomètre de largeur.

Le deuxième type principal de détecteur décèle l'énergie infrarouge ou thermique émanant de surfaces dont les températures se situent à l'intérieur de la gamme de celles des surfaces terrestres et aquatiques de la Terre et des sommets de nuages. L'intensité de l'énergie infrarouge est reliée à la température spécifique de la surface qui l'émet. De cette façon, les images infrarouges (IR) sont des cartes de température vues de la Terre. Des images infrarouges sont toujours disponibles puisque la Terre et l'atmosphère émettent de la chaleur nuit et jour. Le détecteur infrarouge sur les satellites météorologiques peut distinguer des régions aussi petites que quatre kilomètres de largeur.

Lorsqu'elles contiennent une portion de la moitié ensoleillée du globe, les images de lumière visible présentent les nuages comme étant d'un blanc uniforme, qu'ils soient à l'étage inférieur, moyen ou supérieur dans l'atmosphère. Les détails de surface de la Terre sont habituellement foncés. À l'opposé, les images infrarouges peuvent fournir une information continue, jour et nuit, parce que toutes les surfaces émettent de la chaleur, jour et nuit. Les surfaces d'eau et de terre sont habituellement chaudes et donc représentées en foncé. Les surfaces plus froides sont généralement présentées en gris, paraissant plus claires au fur et à mesure qu'elles se refroidissent. De cette façon, les nuages bas et chauds apparaîtront en contraste avec les nuages élevés et froids. Les variations de température entre les surfaces de terre plus chaudes et d'eau plus froides peuvent être vues, comme peut l'être également le cycle de température sur terre où le réchauffement du jour fait place au refroidissement du soir.



ANNEXE 28 : Satellites météorologiques – Renseignements pour l'élève (suite)

La variation de température au-dessus de la terre et de l'eau est un facteur majeur dans le développement des systèmes météorologiques. Ces variations de température sont également en évidence dans les caractéristiques de nuages associés à des conditions météorologiques particulièrement mauvaises. Il s'est donc avéré utile de mettre en valeur ou de traiter les images infrarouges pour accentuer les variations de température en faisant ressortir les divers tons de gris ou en ayant recours au codage couleur. La disponibilité 24 heures sur 24 et le codage couleur rendent l'imagerie infrarouge idéale pour présenter aux bulletins météo à la télé en enchaînant les vues successives en projections animées des mouvements des nuages.

L'eau à l'état solide et liquide qui se trouve dans les nuages est très bien suivie par les images visibles et infrarouges de satellites météorologiques. Il est plus difficile de détecter l'existence de vapeur d'eau dans l'atmosphère. Une connaissance des configurations de vapeur d'eau est très importante pour la compréhension des systèmes météorologiques. La vapeur d'eau est l'élément de base servant à la création de nuages et de précipitation, mais elle est invisible à l'œil et uniquement mesurée par des instruments à des endroits très dispersés. Heureusement, une gamme spécifique de longueurs d'onde d'énergie infrarouge interagit avec la vapeur d'eau. Le détecteur d'infrarouge finement ajusté placé sur les satellites géostationnaires peut produire des images, et des séquences, d'emplacements de nuages et de régions à grand contenu de vapeur d'eau dans des régions libres de nuages à des altitudes situées entre 3 et 7 km. L'imagerie actuelle de la vapeur d'eau peut voir des régions jusqu'à des largeurs de huit kilomètres. Des images de vapeur d'eau sont particulièrement utiles dans la détection des configurations de circulation atmosphérique qui aboutissent plus tard à la formation de dépressions et les formes de nuages qui leur sont associées.

La combinaison de types de satellites fournit beaucoup de données utiles concernant la Terre. En plus d'assurer un suivi des systèmes météorologiques, les satellites fournissent d'autres données, y compris des profils verticaux de température et des mesures d'humidité.

Pour visionner les images satellitaires, tu peux visiter le site Internet d'Environnement Canada : <http://meteo.ec.gc.ca>

Navigue jusqu'à la page « Satellite ». Le menu offre un certain nombre de choix, tels que :

GOES-Est – L'Est du Canada
IR (infrarouge : 10,7 μm)
Visible & topographie
IR + Visible

NOTA : 10,70 μm (micron) est une image infrarouge (IR) image où 10,70 microns se réfère simplement à la longueur d'onde infrarouge utilisée pour cette image spécifique.



ANNEXE 28 : Satellites météorologiques – Renseignements pour l'élève (suite)

Notions élémentaires au sujet des images satellites

Caractéristiques des satellites météorologiques

1. Les satellites météorologiques sont des plates-formes en orbite à partir desquelles des instruments peuvent détecter la lumière et l'énergie thermique de l'atmosphère et des surfaces sous-jacentes.
2. Parce que les satellites météorologiques peuvent voir une grande superficie à la fois, partout sur terre, ils fournissent des renseignements météorologiques au-dessus de l'océan et de régions terrestres peu densément peuplées.
3. Les photos de satellites météorologiques se composent de minuscules blocs (appelés pixels) d'intensités variables d'énergie, souvent représentés en tons de gris ou en couleur. La superficie de chaque bloc détermine à quel point l'image peut être détaillée. Plus le bloc est petit, plus le niveau de détail de l'image sera grand dans une image satellite.
4. En plus de renvoyer des images vers la Terre, les satellites météorologiques peuvent déterminer la température et le contenu de vapeur d'eau à diverses altitudes dans l'atmosphère. Ils peuvent aussi surveiller la couche d'ozone et détecter des particules d'énergie dans l'environnement de l'espace.

Satellites météorologiques à trajectoire polaire

5. Un type d'orbite de satellite météorologique passe près des pôles de la Terre dans des trajets nord et sud à une altitude d'environ 800 kilomètres.
6. Les satellites en orbite polaire peuvent balayer une bande de la Terre, en prenant moins de 2 heures pour compléter une orbite. À chaque passe ils examinent une bande d'une largeur d'environ 1900 kilomètres qui se situe plus à l'ouest à cause de la rotation de la Terre vers l'est. Plusieurs heures s'écoulent entre les passes au-dessus du même endroit de moyenne ou de basse latitude.
7. Ces satellites nous fournissent des renseignements sur l'état du « trou » dans la couche de l'ozone et des photos composites de la couverture de neige et des températures à la surface de l'océan.

Satellites météorologiques géostationnaires

8. Un deuxième type de satellite météorologique est situé à 35 800 kilomètres directement au-dessus de l'équateur. En se déplaçant dans le même sens que celui de la rotation de la Terre, ces satellites effectuent une révolution dans le même temps qu'il en faut à la Terre pour faire une rotation. Ils se maintiennent ainsi au même endroit à l'équateur, ayant l'apparence d'être stationnaires, d'où leur nom, satellites géostationnaires de l'environnement (GOES).
9. Il y a normalement deux satellites géostationnaires qui couvrent le Canada et les États-Unis, un pour la portion est et l'autre pour la côte ouest et l'Océan Pacifique. Chacun a un champ de vision couvrant environ un tiers de la surface de la Terre.
10. La vue de chaque satellite demeure la même, si bien que des images en séquence peuvent être visionnées en succession rapide pour illustrer le développement et le mouvement de systèmes météorologiques.



ANNEXE 28 : Satellites météorologiques – Renseignements pour l'élève (suite)

Images satellites visibles

11. Les images satellites visibles sont des vues produites à partir de la lumière solaire. Ces photos ressemblent donc à des photos réalisées avec un appareil photo ordinaire.
12. Les nuages paraissent blancs et les surfaces de terre et d'eau sont gris foncé et noires sur l'imagerie satellitaire visible. Puisque cette imagerie est produite par la lumière solaire, elle est disponible uniquement au cours des heures du jour.
13. On peut habituellement distinguer les nuages bas et le brouillard des terres voisines. De plus, on peut suivre de près les conditions brumeuses associées à la pollution de l'air.
14. On peut apercevoir les ombres de nuages d'orage projetées sur des nuages plus bas en fin d'après-midi. On peut faire le suivi de l'enneigement parce que la neige ne se déplace pas comme le font les nuages. Des caractéristiques terrestres, telles que les cours d'eau, peuvent être visibles.

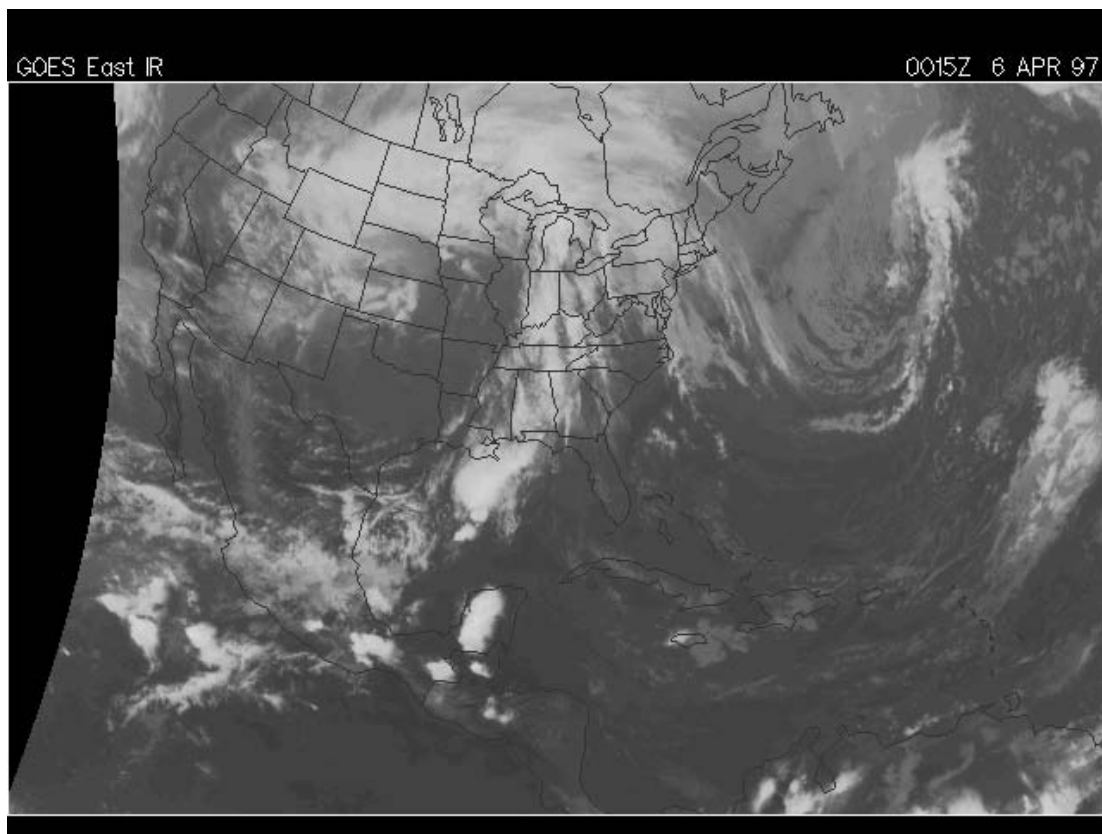


Figure 1 : Image du blizzard en avril 1997, qui a précédé l'inondation.

Des images satellites infrarouges

15. Les images satellites infrarouges sont produites par l'énergie infrarouge (chaleur) que la Terre rayonne dans l'espace. Puisque la Terre rayonne toujours de la chaleur (énergie), les images infrarouges sont disponibles jour et nuit.



ANNEXE 28 : Satellites météorologiques – Renseignements pour l'élève (suite)

16. La terre chaude et les surfaces d'eau paraissent gris foncé ou noires sur les images infrarouges. Les sommets froids de nuages élevés sont blancs, et, parce qu'ils sont plus chauds, les nuages plus bas sont gris. Il est difficile de détecter les nuages bas et le brouillard en infrarouge quand leurs températures sont presque identiques à celles des surfaces terrestres voisines.
17. Un avantage additionnel de l'imagerie infrarouge tient au fait qu'elle peut être traitée pour produire des images améliorées. Les données des images infrarouges habituelles sont traitées spécialement pour faire ressortir des détails de température ou de structure en assignant des tons contrastants de gris ou de couleur à des gammes de températures. On voit régulièrement ce genre d'imagerie dans les bulletins météo à la télé et dans des présentations à l'ordinateur.
18. Les images améliorées rendent possible le suivi de températures de surfaces terrestres et océaniques. Ces températures de surface jouent des rôles importants au niveau des conditions météorologiques et de leur modification. On peut également facilement faire le suivi des nuages élevés et froids associés au mauvais temps.
19. Les images améliorées peuvent être interprétées pour produire des prévisions de taux de précipitations. Ces renseignements sont utilisés dans la prévision de crues éclair.

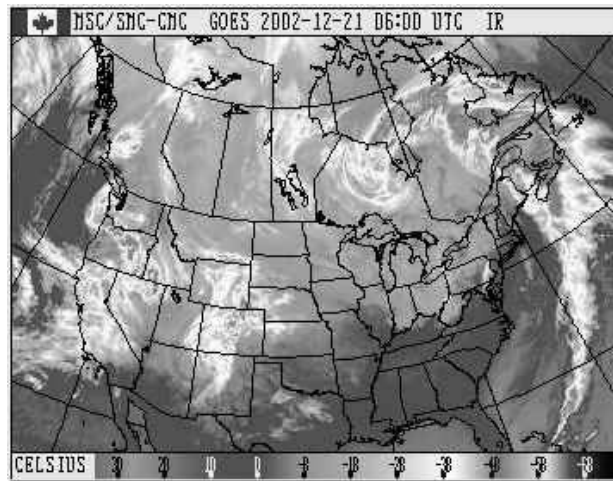


Figure 2 : image infrarouge de l'Amérique du Nord le 21 décembre 2002.
Remarque la tempête dans l'Est du Canada, avec les nuages en forme de virgule.

Images de vapeur d'eau

20. Des gammes spécifiques d'énergie infrarouge interagissent avec les états solide, liquide et de vapeur de l'eau. Des détecteurs spécialement ajustés de satellites géostationnaires peuvent, en plus des nuages, déceler de la vapeur d'eau dans l'atmosphère.
21. Les détecteurs de vapeur d'eau à bord de satellites météo révèlent des régions de grande concentration de vapeur d'eau atmosphérique dans la troposphère entre les altitudes de 3 et 7 km. On peut voir ces régions, évoquant parfois de gigantesques tourbillons ou panaches, se mouvoir à l'intérieur et à travers de configurations météorologiques à grande échelle.
22. Des études récentes portent à croire qu'à tout moment on peut trouver de la vapeur d'eau atmosphérique formant l'équivalent de « rivières dans le ciel ».



ANNEXE 28 : Satellites météorologiques – Renseignements pour l'élève (suite)

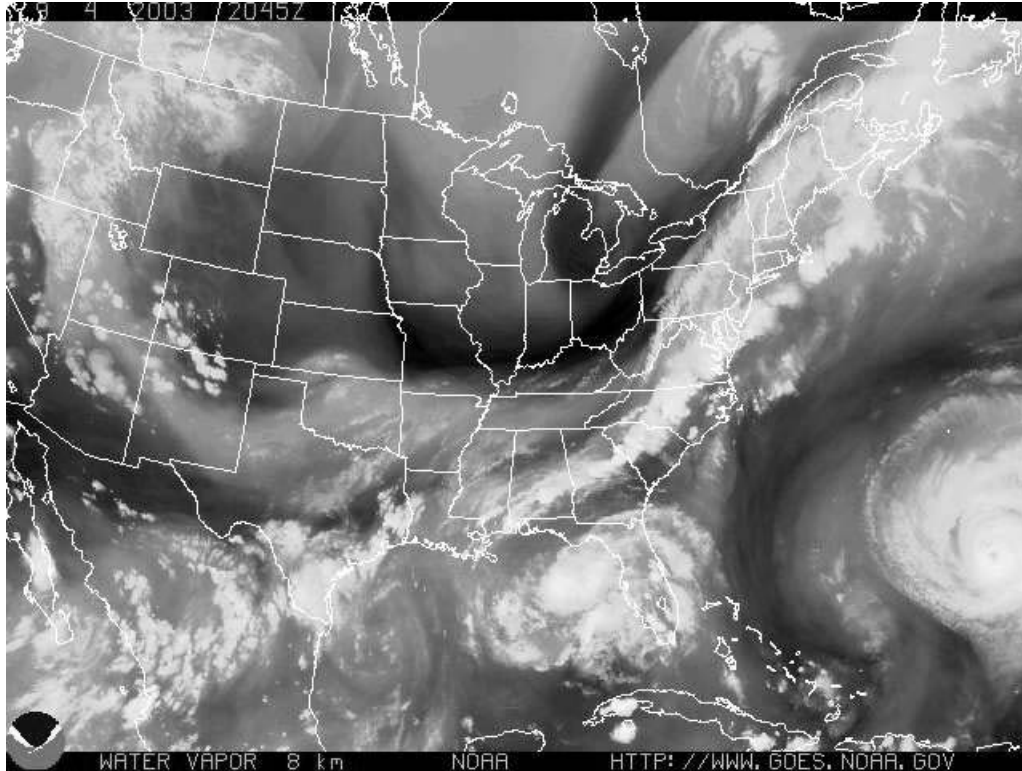
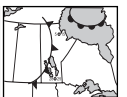


Figure 3 : Vapeur d'eau dans la région des caraïbes. Les régions foncées représentent de l'air sec tandis que les régions blanches représentent de l'air saturé d'eau (par exemple des nuages).

Caractéristiques météorologiques dans l'imagerie satellitaire

23. Les ouragans ressemblent à des girations de nuages. Plus souvent qu'autrement, on décèle la naissance d'ouragans à partir d'images satellitaires parce qu'elles se produisent au-dessus de grandes étendues d'océans.
24. De grands boucliers de nuages en forme de virgules donnent naissance aux systèmes de basse pression de latitudes moyennes.
25. Des nuages d'où tombe la pluie peuvent avoir l'apparence de grains de sable. Les orages ressemblent à des « taches » ou à des « séries de taches ». Leurs sommets élevés s'en détachent en s'étalant sous le vent sous forme de traînées nuageuses de Cirrus. Il peut y avoir des nuages avoisinants à plus basse altitude présentant l'allure de petites « queues » recourbées vers le sud-ouest. Des telles « queues » peuvent aussi être des indicateurs de la possibilité de tornades.
26. Des mouvements de configurations de nuages décelés en visionnant des images satellitaires séquentielles indiquent les circulations de systèmes météorologiques à grande échelle. On peut estimer la vitesse des vents à différents niveaux et on peut même identifier des courants à grande vitesse en haute atmosphère.



ANNEXE 28 : Satellites météorologiques – Renseignements pour l'élève (suite)

27. Les météorologues utilisent des images par satellites pour déterminer la forme, les hauteurs et le type des nuages. Des changements dans ces propriétés des nuages, de même que leur mouvement, fournissent de précieux renseignements aux spécialistes des prévisions météorologiques pour déterminer ce qui se produit et ce qui est susceptible de se produire au niveau de la météo au cours des heures et jours à venir.
28. L'imagerie satellitaire visible, infrarouge et de vapeur d'eau se complètent l'une et l'autre. Il y a des caractéristiques météorologiques que l'on peut voir nettement dans un type d'image qui sont difficiles à voir dans les autres.

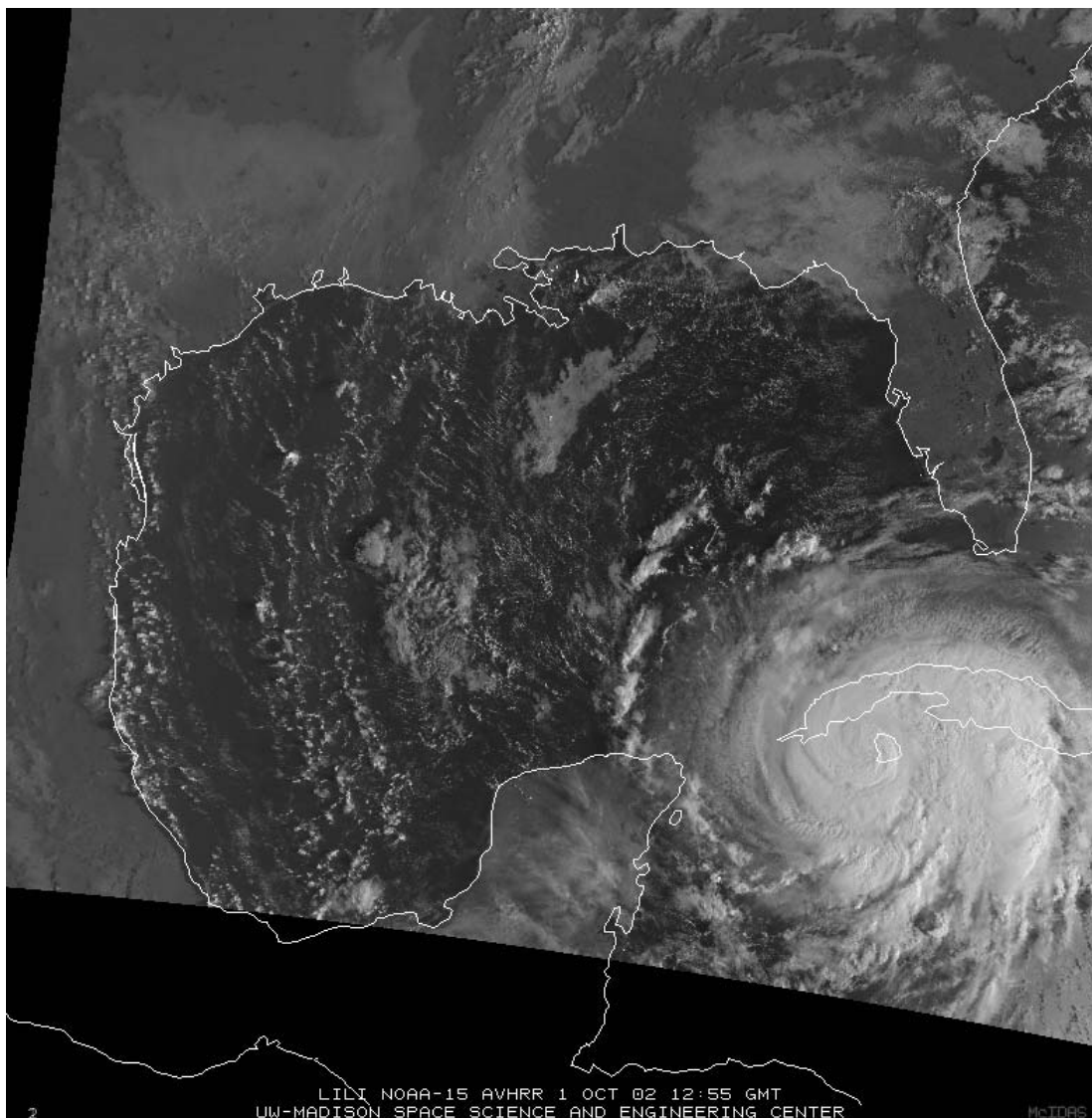


Figure 4 : image satellite de l'ouragan Lili. L'œil de l'ouragan se situe dans la région ouest du Cuba (octobre 2002).

LA DYNAMIQUE DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES

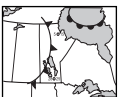
Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 4

ANNEXE 29 : Grille d'évaluation de la présentation audiovisuelle

Nom : _____

Date : _____

Présentation	1 très faible	2 faible	3 moyen	4 très bon	5 super
• Déroulement de la démonstration					
• Pertinence de la démonstration					
• Originalité de la présentation					
• Clarté de la narration					
• Qualité de la conception audiovisuelle					
• Respect des consignes concernant la durée de la présentation					



ANNEXE 30 : Questions de recherche – Le changement climatique

Nom : _____

Date : _____

Voici quelques questions qui peuvent te guider au cours de ta recherche. Réponds sommairement à la plupart d'entre elles.

1. Qu'est-ce que le climat?
2. Qu'est-ce que l'effet de serre?
3. Quels sont les gaz à effet de serre?
4. Qu'est-ce que le changement climatique?
5. Est-ce que le changement climatique est un processus naturel?
6. Comment sait-on qu'il y a eu des changements climatiques naturels dans le passé?
7. Qu'est-ce qui provoque les changements climatiques?
8. De quelle façon la concentration des gaz à effet de serre a-t-elle changé au cours des dernières années?
9. Quel rôle l'activité humaine joue-t-elle dans le changement climatique?
10. Comment la déforestation peut-elle contribuer au changement climatique?
11. Comment les éruptions de volcans peuvent-elles causer un changement climatique?
12. Quelles seraient des conséquences possibles d'une augmentation de gaz à effet de serre?
13. Quelles sont des conséquences possibles d'un réchauffement climatique
 - a) au niveau mondial?
 - b) au Canada?
 - c) au Manitoba?
14. Nomme des enjeux associés au changement climatique.



ANNEXE 31 : Les éruptions volcaniques et leurs effets sur le climat – Renseignements pour l'enseignant

Éruptions volcaniques et refroidissement du globe

On attribue aux éruptions volcaniques les périodes de refroidissement du globe qui persistent quelques années après une éruption importante. Le degré et l'étendue du refroidissement dépendent de l'intensité de l'éruption et, peut-être, de la latitude du volcan. L'éruption du mont Pinatubo, en juin 1991, illustre bien que la projection d'une grande quantité de gaz volcaniques dans la stratosphère peut produire un refroidissement généralisé de la surface de la Terre. Son effet a pu être ressenti pendant quelques années et servir à contrebalancer temporairement le réchauffement de la planète issu de l'effet de serre.

Les volcans en éruption rejettent dans l'atmosphère d'immenses nuages de poussières et de gaz, y compris de l'anhydride sulfureux. En effet, des mégatonnes d'anhydride sulfureux peuvent se retrouver dans la stratosphère à la suite d'une éruption majeure. Cette molécule réagit avec l'eau pour former des aérosols d'acide sulfurique persistants qui réfléchissent le rayonnement solaire, empêchant ainsi le soleil de réchauffer la Terre.

Les périodes de froid généralisé correspondent souvent à des éruptions volcaniques majeures. Surnommée « l'année sans été », l'année 1816 a été remarquable à cet égard. La Nouvelle-Angleterre et l'Europe de l'Ouest étaient aux prises avec des perturbations météorologiques importantes tandis que le Canada et le restant des États-Unis recensaient des gelées meurtrières en plein été. On attribue directement l'étrange « été noir » à l'intense éruption volcanique du Tambora en Indonésie, en 1815. La couche d'aérosols formée d'anhydride sulfureux éjecté dans la stratosphère a donné des couchers de soleil spectaculaires pendant plusieurs années, visibles dans le monde entier.

Malgré les témoignages historiques, l'on questionne que des poussières volcaniques soient à l'origine de refroidissements. Deux éruptions récentes apportent à cet égard des données contradictoires. D'abord, celle du mont Agung, en 1963, qui a apparemment causé une diminution des températures sur presque toute la Terre. Ensuite, celle d'El Chichon, en 1982, qui semble avoir eu peu d'effet, peut-être en raison de sa position géographique ou en raison d'El Niño, phénomène météorologique qui sévissait dans le Pacifique la même année. Ayant des répercussions sur la variabilité du temps à l'échelle mondiale, El Niño a peut-être contrebalancé les effets de l'éruption d'El Chichon.

Éruptions volcaniques et appauvrissement de l'ozone

Les éruptions volcaniques peuvent aussi causer la diminution de la quantité d'ozone stratosphérique. Les scientifiques avancent maintenant que des particules de glace contenant de l'acide sulfurique à la suite des déjections volcaniques jouent un rôle déterminant dans la perte d'ozone. En présence de particules de sulfate, les produits chlorés dans la stratosphère, issus de la désintégration de chlorofluorocarbures, sont transformés en une substance qui peut réduire l'ozone encore plus rapidement.

Suivi des éruptions volcaniques

Même à proximité d'un volcan en éruption, il est impossible de mesurer l'ampleur des déjections gazeuses à défaut d'avoir une vue d'ensemble du nuage de poussières volcaniques. L'avion ne nous sert à rien, car son altitude de vol est trop basse et les risques sont trop grands. Mais grâce aux mesures du spectromètre imageur d'ozone total TOMS (*Total Ozone Mapping Spectrometer*) de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), nous apprenons davantage sur la quantité d'anhydride sulfureux émise dans l'atmosphère au cours d'éruptions volcaniques majeures. Les images issues des mesures effectuées après l'éruption du mont Pinatubo illustrent la dispersion de l'anhydride sulfureux au-dessus de l'océan Pacifique.



ANNEXE 31 : Les éruptions volcaniques et leurs effets sur le climat – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Après plusieurs semaines, le nuage gazeux entoure la Terre, comme nous le permet de constater les données relevées par l'antenne micro-onde MLS (*Microwave Limb Sounder*) à partir de la satellite de recherche sur la haute atmosphère UARS (*Upper Atmosphere Research Satellite*) de la NASA.

En plus de détecter l'anhydride sulfureux issu du mont Pinatubo, le spectromètre TOMS a permis de faire des observations semblables à l'endroit de plus de 100 éruptions volcaniques, y compris l'éruption majeure du Cerro Hudson au Chili, en 1991. Par ailleurs, le satellite russe Météor-3 s'est muni d'un TOMS en 1991, tout comme le satellite Earth Probe de la NASA, en 1994, et le satellite japonais du système avancé d'observation de la Terre ADEOS (*Advanced Earth Observing System*), en 1996. Il est prévu que l'exploitation du spectromètre dans l'étude des effets d'éruptions volcaniques se poursuivra au XXI^e siècle.

Les données recueillies à bord du satellite d'étude du bilan radiatif de la Terre (*NASA Earth Radiation Budget Satellite*) au cours de l'expérience sur les aérosols et les gaz stratosphériques SAGE II (*Stratospheric Aerosol and Gas Experiment*) ont permis de démontrer que, pendant les cinq premiers mois suivant l'éruption du mont Pinatubo, l'épaisseur optique des aérosols stratosphériques a augmenté d'un facteur 100 à certains endroits. L'épaisseur optique atmosphérique est une mesure générale de la capacité qu'a l'atmosphère d'empêcher le passage de la lumière visible. Ainsi, plus l'épaisseur optique est grande, moins il y a de lumière. L'énergie solaire qui parvient à la surface de la Terre pour la réchauffer est donc considérablement diminuée.

Les observations de l'effet sur le climat planétaire qu'ont eu les aérosols projetés par le mont Pinatubo ont servi à renforcer chez les scientifiques la compréhension du changement climatique et la capacité de faire des prévisions météorologiques à long terme. Les scientifiques de l'institut Goddard de la NASA (*Goddard Institute for Space Studies*), à New York, appliquent le modèle de circulation générale à l'étude du climat planétaire. Ils ont réussi à prédire correctement un refroidissement de la surface de la Terre sous l'effet des aérosols de sulfate provenant du mont Pinatubo.

Étude des volcans au moyen de missions exploratoires

Le premier lancement d'une série de satellites dotés du système d'observation de la Terre EOS (*Earth Observing System*), dans le cadre de l'étude sur les processus environnementaux terrestres du programme Mission Terre MTPE (*Mission to Planet Earth*) de la NASA, a eu lieu en 1998.

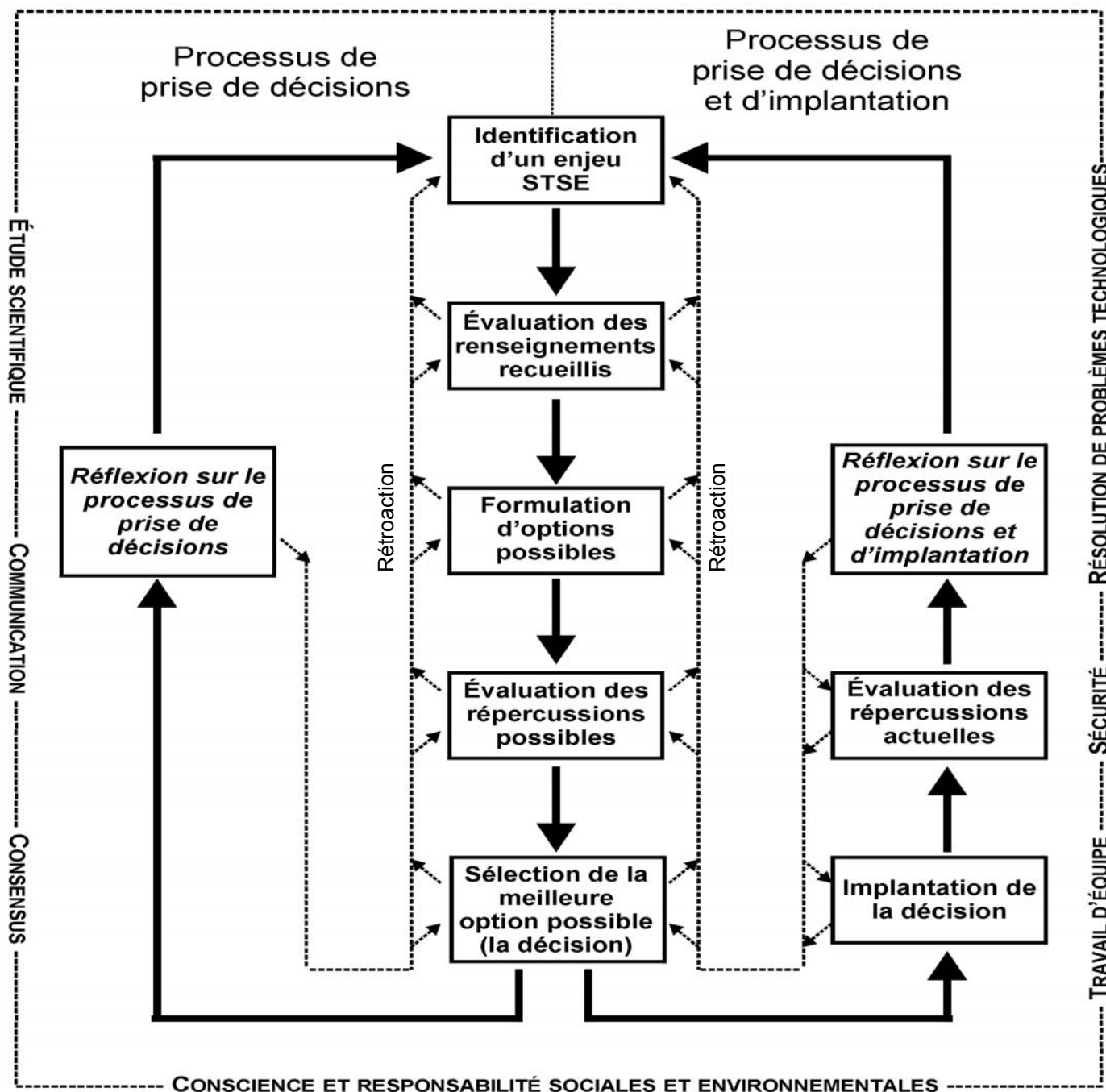
Le radiomètre infrarouge à haute résolution HRIR (*High Resolution Infrared Radiometer*), étreigné en 1964 à bord du satellite Nimbus-1 de la NASA, sert à observer les volcans en activité et les volcans en sommeil. En 1966, le radiomètre à bord du satellite Nimbus-2 a détecté de l'activité volcanique à énergie variable à Surtsey, en Islande. Le scanneur multispectral MSS (*Multispectral Scanner*) et l'instrument de cartographie thématique TM (*Thematic Mapper*) à bord du satellite LANDSAT ont fourni une grande série d'images de l'activité volcanique, p. ex. le déchargement des gaz, la chute des cendres volcaniques et les coulées de lave.

Le programme exploitant le système d'observation de la Terre EOS sera constitué d'instruments techniquement avancés, embarqués dans une série de satellites, et fournira sur une durée prolongée des données précises et autoconsistantes sur bien des aspects des caractéristiques de l'atmosphère terrestre, du sol et des océans. Cette information contribuera à parfaire la connaissance scientifique des liens qu'il y a entre les volcans et le climat.



ANNEXE 32 : Processus de prise de décisions

COMMENT ABORDER UN ENJEU STSE



ANNEXE 33 : 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. _____



LA DYNAMIQUE DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES

Sciences de la nature
Secondaire 2
Regroupement 4

ANNEXE 34 : 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?	



ANNEXE 35 : 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 35 : Grille d'évaluation critériée pour la prise de décisions (suite)

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 : _____

Date : _____

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

Nom : _____

Date : _____

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)

