

---

# Manitoba

Éducation et Enseignement supérieur

**Sujets d'actualité en sciences de la  
nature, 11<sup>e</sup> année**

**Document de mise en œuvre**

ÉBAUCHE

---

## INTRODUCTION

### Historique

Ce document présente tous les résultats d'apprentissage pour *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année*. Ces résultats d'apprentissage sont les mêmes pour les programmes français, anglais et d'immersion française, et découlent d'un partenariat entre la Division des Programmes scolaires et la Division du Bureau de l'éducation française d'Éducation et Enseignement supérieur Manitoba. Ces résultats d'apprentissage s'inspirent de ceux du *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12* (Conseil des ministres de l'Éducation [Canada], 1997). Ce dernier, couramment appelé le *Cadre pancanadien en sciences de la nature*, est issu d'un projet découlant du Protocole pancanadien pour la collaboration en matière de programmes scolaires (1995) et a été élaboré par des éducatrices et éducateurs du Manitoba, de la Saskatchewan, de l'Alberta, de la Colombie-Britannique, des Territoires du Nord-Ouest, du Territoire du Yukon, de l'Ontario et des provinces de l'Atlantique.

« On entend par résultats d'apprentissage une description concise des connaissances, des habiletés [et des attitudes] que les élèves sont censés acquérir pendant un cours ou une année d'études ou dans une matière donnée. »

(Ministère de l'Éducation et de la Formation professionnelle Manitoba 1995 : 14)

*Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* constitue la base pour l'apprentissage, l'enseignement et l'évaluation des sciences dans un cadre interdisciplinaire et axé sur l'actualité. Le document donne aux enseignantes et aux enseignants un soutien en ce qui concerne la mise en oeuvre, y compris des suggestions au chapitre de l'élaboration des unités, de l'enseignement et de l'évaluation. Il constitue également le point de départ pour l'élaboration de suppléments, tels que des exemples d'unités, des listes de ressources, des outils d'évaluation ainsi que pour le perfectionnement professionnel à l'intention des enseignantes et des enseignants.

### Buts pancanadiens de la formation scientifique

Afin de promouvoir la culture scientifique, les buts suivants ont été définis dans le « Cadre pancanadien en sciences de la nature » pour l'enseignement des sciences au Canada. Les programmes d'études en sciences de la nature du Manitoba s'en inspirent.

L'enseignement des sciences :

- encouragera 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;
- amènera 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;
- préparera l'élève à aborder de façon critique des enjeux d'ordre social, économique, éthique ou environnemental liés aux sciences;
- donnera à l'élève une compétence 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;
- développera 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.

## Vision pour une culture scientifique

La **culture scientifique** comprend la capacité de reconnaître les liens au sein des sciences, des mathématiques et de la technologie; de comprendre les notions scientifiques importantes, de bien connaître le monde naturel, d'en reconnaître la diversité et l'unité; de faire preuve de responsabilité environnementale; et de recourir à des façons de penser et aux connaissances scientifiques à des fins personnelles et sociales, tout en élaborant des solutions aux problèmes locaux et mondiaux (Hodson 1988 : 13).

L'interdépendance mondiale; l'évolution rapide de la technologie et des sciences; la nécessité d'une société, d'une économie et d'un environnement durables; et le rôle de plus en plus grand des sciences et de la technologie dans la vie de tous les jours renforcent l'importance de la culture scientifique. Les personnes qui détiennent une culture scientifique peuvent plus efficacement interpréter l'information, résoudre des problèmes, prendre des décisions éclairées, s'adapter au changement et générer de nouvelles connaissances. L'enseignement des sciences constitue un élément clé dans le développement d'une culture scientifique et la préparation d'un avenir solide pour la jeunesse canadienne.

*Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* est conçu de façon à appuyer et à promouvoir la vision d'une culture scientifique telle qu'elle est articulée dans le document *Cadre pancanadien en sciences de la nature*.

Le [*Cadre pancanadien en sciences de la nature*] 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 ses 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 pancanadien en sciences de la nature*] 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 : 4)

Le développement d'une culture scientifique s'appuie sur des situations d'enseignement où l'élève est en mesure de s'approprier les processus suivants :

- **L'étude scientifique** : l'élève se pose des questions au sujet des phénomènes naturels, par le biais d'une exploration globale et de recherches ciblées;
- **La résolution de problèmes technologiques (le processus de design)** : l'élève cherche à résoudre des problèmes en trouvant diverses façons de mettre en application ses connaissances scientifiques;

- **La prise de décisions** : l'élève entreprend des recherches dans le but de mieux cerner des enjeux et d'être en mesure de prendre des décisions réfléchies et éclairées en ce qui les concerne.

C'est à travers ces processus que l'élève découvre la signification des sciences dans sa vie et en vient à apprécier la relation entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement. Chacun de ces processus constitue un point de départ possible pour l'apprentissage des sciences. Ces processus peuvent comprendre une variété de démarches pédagogiques visant l'exploration d'idées nouvelles, le développement de recherches précises et l'application des idées ainsi apprises.

Pour atteindre cette vision de la culture scientifique, l'élève doit davantage prendre part à la planification, au développement et à l'évaluation de ses propres expériences d'apprentissage. L'élève devrait avoir l'occasion de travailler en collaboration avec ses pairs, de prendre l'initiative d'entreprendre des recherches, de présenter ses conclusions et de réaliser des projets qui démontrent son apprentissage.

Au début de l'élaboration d'une unité, les enseignantes et enseignants, et les élèves se réfèrent aux résultats d'apprentissage prévus et déterminent des critères de performance. Il est important que ses critères correspondent aux résultats d'apprentissage fixés par la province. Une communication ouverte entre les élèves et les enseignantes et enseignants permet de déterminer clairement ce qu'il y a à accomplir, favorisant ainsi le processus d'apprentissage.

Lorsque les élèves sont au courant des résultats attendus, ils s'intéresseront davantage à leur apprentissage et seront plus susceptibles d'évaluer leur propre progrès. De plus, ils peuvent participer à la création de critères de mesure et d'évaluation appropriés. Les méthodes d'évaluation doivent être valides, fiables et équitables envers les élèves.

### **Convictions au sujet de l'apprentissage, de l'enseignement et de l'évaluation des sciences**

Afin de promouvoir une culture scientifique parmi les citoyennes et les citoyens de l'avenir, il est crucial de reconnaître comment l'élève apprend, comment les sciences peuvent être enseignées à leur meilleur et comment l'apprentissage peut être évalué.

[Traduction] « L'apprentissage en sciences est à la base même de la compréhension du monde dans lequel nous vivons et travaillons. Cet apprentissage aide les gens à clarifier des idées, à poser des questions, à vérifier des explications grâce à la mesure et à l'observation et à utiliser leurs constatations pour établir la valeur d'une idée. » (New Zealand Ministry of Education 1993 : 7)

L'élève est actif et curieux, et ses intérêts, ses habiletés et ses besoins sont uniques. À son entrée à l'école, elle ou il possède déjà un riche bagage de connaissances, d'expériences personnelles et culturelles qui sous-tendent un éventail d'attitudes et de convictions au sujet des sciences et de la vie.

L'élève apprend mieux lorsque son étude des sciences est enracinée dans des activités concrètes lorsqu'elle s'inscrit dans une situation ou un contexte particulier et lorsqu'elle est

mise en application dans la vie de tous les jours. Les idées et la compréhension de l'élève devraient être progressivement étendues et reconstruites au fur et à mesure que l'élève accroît ses expériences et ses habiletés à conceptualiser. L'apprentissage de l'élève exige la formation de liens entre ses nouvelles connaissances et ses connaissances antérieures ainsi que l'ajout de nouveaux contextes et de nouvelles expériences à ses compréhensions actuelles.

[Traduction] « (...) l'importance sans cesse croissante des enjeux scientifiques dans notre vie de tous les jours exige une population dont la compréhension et les connaissances sont suffisantes pour suivre avec intérêt la science et les débats scientifiques, et pour examiner les enjeux qui découlent des sciences et de la technologie – pour ces deux éléments individuellement et pour notre société dans son ensemble. » (Millar et Osborne 1998 : 1)

### Apprentissage conceptuel en sciences

A son entrée à l'école, l'élève possède déjà un riche bagage de connaissances, d'expériences personnelles. L'exhaustivité des connaissances antérieures varie d'un élève à l'autre, étant un reflet de leurs expériences tant en salle de classe qu'à l'extérieur. Les points de vue et les idées au sujet du monde naturel sont formés longtemps avant de devenir un enseignement formel. Il se peut que certaines connaissances du niveau d'entrée de l'élève soient limitées ou incorrectes, ce qui nuit à un nouvel apprentissage.

[Traduction] « Les élèves ne se présentent pas dans la classe de sciences dénués de toutes connaissances; ils ont au contraire de nombreuses idées solidement formées au sujet du fonctionnement du monde naturel. Par exemple, un grand nombre d'entre eux croient que certains matériaux (comme la laine) sont intrinsèquement chauds alors que d'autres (comme le métal) sont froids de nature. Ces idées fausses sont solidement ancrées, même quand l'enseignement scientifique formel donne les preuves du contraire. » (Raizen et Kaser 1999 : 719)

Pour qu'il y ait nouvel apprentissage, il est important que les enseignantes et les enseignants reconnaissent et activent les connaissances antérieures, reconnaissent les idées fausses, et incitent les élèves à établir un rapport entre les nouveaux renseignements et les expériences antérieures.

[Traduction] « Le changement conceptuel, tel que nous le concevons en ce moment, fait intervenir l'apprenante ou l'apprenant qui reconnaît ses idées et croyances actuelles, évalue ces idées et croyances (de préférence sur le plan de ce qui doit être appris et de quelle façon cela se fera), puis décide personnellement de reconstruire ou non ces idées et croyances actuelles. » (Gunstone 1994 : 132)

Les idées fausses constituent souvent le fondement sur lequel doit reposer une élaboration plus approfondie des concepts. Les processus grâce auxquels l'élève vient à reconnaître que certaines idées ne sont pas étayées par les preuves actuelles et construit par la suite de nouvelles représentations sont essentiels à l'apprentissage. Les théories d'un élève peuvent être nouvelles et sujettes à changement, ou être bien ancrées et très difficiles à changer. Certaines idées fausses peuvent perdurer malgré l'enseignement du contraire.

À mesure que l'élève chemine dans sa compréhension des sciences, il se rapproche de plus en plus de la compréhension scientifique actuelle du phénomène à l'étude. Ce faisant, il pourrait acquérir une compréhension plus profonde de la nature des connaissances qu'il a acquises et de la nature des processus mentaux qui ont rendu ce cheminement possible (Murray, 2002).

[Traduction] « Un bon apprentissage incorpore la création de liens, et un bon enseignement en fait la promotion. Il s'ensuit même un meilleur apprentissage lorsque les élèves comprennent pourquoi les liens sont importants et les recherchent activement pour eux-mêmes entre les sujets et parmi les matières. » (Fensham, Gunstone, et White 1994 : 7)

L'élaboration de liens conceptuellement cohérents entre de nouveaux renseignements ou concepts et les connaissances antérieures fait augmenter la probabilité qu'une nouvelle idée sera acceptée et intégrée dans une structure cognitive existante, par conséquent faisant le lien et perdurant dans l'esprit de l'élève (Biological Sciences Curriculum Study [BSCS] 2000; Driver et Oldham 1991).

Certaines études laissent entendre que de nombreux adolescents préfèrent la plupart des concepts à un niveau concret, la réussite en sciences dépendant davantage de compétences précises et d'une expérience antérieure que de l'aspect cognitif (Driver et Easley 1978). Le contexte et le contenu dans une résolution de problèmes sont importants pour l'apprentissage d'habiletés conceptuelles précises.

Les conceptions que l'élève a au sujet de la nature des sciences peuvent ne pas être cohérentes ni uniformes, et les exposés des enseignantes et des enseignants sur le sujet peuvent avoir des répercussions importantes sur ces conceptions. L'expérience et la matière peuvent influencer sur les opinions des enseignantes et des enseignants, opinions qui ne coïncident pas nécessairement avec ce qui se passe dans la salle de classe (Monk et Dillon 2000). Selon Driver et Oldham (1991 : 62), l'enseignant « facilite le changement conceptuel en encourageant les élèves à s'impliquer activement dans la construction personnelle de la signification » et fournit les mécanismes favorisant une rétroaction appropriée.

[Traduction] « Lorsque l'enseignement est ancré dans le contexte du monde de l'apprenant, les élèves sont plus susceptibles d'assumer la propriété de leur apprentissage et d'en déterminer l'orientation. » (Sutten et Krueger 2001 : 7)

Au Manitoba, la diversité culturelle donne des occasions d'établir des liens entre une mine de références et de ressources pédagogiques importantes sur le plan culturel et l'apprentissage des sciences. Les élèves venant de milieux variés apportent des valeurs, des références et des significations attribuées par la société aux expériences d'apprentissage des sciences, de même que leurs propres méthodes d'apprentissage. Tel qu'il est inscrit dans *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, « pour bien fonctionner, la classe doit refléter la diversité culturelle des élèves, la respecter et en être fière » (Éducation et Formation professionnelle Manitoba 2000 : 7.13).

On invite les enseignants à faire le lien entre les habitats naturels des collectivités environnantes et les objectifs d'apprentissage en sciences. La sélection minutieuse de ressources pédagogiques qui reconnaissent les différences sur le plan de la culture, de la race et des sexes permettra aux élèves d'affirmer et de renforcer leurs identités personnelles, culturelles et sociales uniques.

Procurer un environnement d'apprentissage significatif à tous exige de la part des enseignants qu'ils soient sensibles aux milieux variés que l'on retrouve dans une salle de classe du secondaire.

### Intégration des sciences

Depuis le début des années 1900, on discute de l'enseignement des sciences à l'aide d'une approche intégrée. À partir des années 70, de nombreux exemples d'enseignement intégré étaient évidents, mais l'idée de rendre les sciences significatives en enseignant les disciplines d'une façon solidaire et en contexte a commencé à s'imposer de plus en plus à la fin des années 80 (McComas et Wang 1998).

Dans le but de donner des connaissances plus exhaustives et de rendre les sciences plus significatives, leur enseignement devrait couvrir les principales idées de la science de même que l'interdépendance entre les divers phénomènes au sein des disciplines (U.S. Department of Education 1993 : 1). Un nombre de plus en plus grand de carrières nécessitent une base solide et vaste en sciences. Au secondaire, les cours de sciences devraient promouvoir l'acquisition d'habiletés pratiques, les processus et les méthodes liées à la science, une connaissance des concepts scientifiques, une reconnaissance des liens complexes entre les sciences, la société et l'environnement, et favoriser des attitudes positives envers les sciences (Driver et Oldham 1991; Hodson 1988). Un cours de sciences intégrées est une solution de rechange précieuse et viable aux cours de sciences ordinaires au secondaire car il fait participer un plus grand éventail d'élèves, il reflète les principes et concepts unificateurs des sciences, il reflète la réalité du monde naturel et il peut mieux préparer les élèves à penser de façon globale à un monde sans cesse plus complexe (BSCS 2000; Willis 1992).

[Traduction] « Le monde qui nous entoure évolue rapidement. La façon dont les gens vivent, travaillent et apprennent a changé. De même, la culture et la pratique des sciences continuent d'évoluer. La science évolue moins dans des disciplines délimitées comme la physique ou la biologie, et davantage dans des domaines de recherche transdisciplinaires, la biologie en comptant à elle seule plus de 400. L'enseignement des sciences en salle de classe devrait mettre l'accent sur l'avenir (utilisation des sciences pour résoudre les dilemmes de la société) et non sur le passé (les sciences étant enseignées en tant qu'histoire de la discipline). Si l'on vise à produire des citoyens qui possèdent une culture scientifique et qui peuvent appliquer le raisonnement scientifique à la résolution de problèmes réels, alors l'intégration de la matière est essentielle. » (Sutton et Krueger 2001 : 56)

Une approche intégrée de l'étude des sciences rend le contenu plus pertinent et utile, favorisant la formation d'apprenants indépendants, proactifs, possédant une culture scientifique, et mieux préparés à interagir et à participer dans un monde sans cesse plus complexe et interrelié (BSCS 2000; Relan et Kimpston 1991 : 2). Faire le lien entre des domaines grâce à un enseignement interdisciplinaire permet aux élèves de relier leur apprentissage au monde réel, de prendre une part plus active à la prise de décisions et à la résolution des problèmes dans leur propre éducation (Drake 1993; Fogarty 1991; Relan et Kimpston 1991; Willis 1992).

Une approche unifiée peut donner une cohérence aux faits en illustrant de quelle façon ils sont interreliés et utilisent cette unité des connaissances pour voir les problèmes sous plusieurs angles (Lewko et McCorquodale 1994; Willis 1992). Les élèves apprennent comment les

disciplines fonctionnent ensemble et ils ont une vue plus large du domaine de chacune, reconnaissant l'importance des diverses disciplines et faisant des recoupements entre elles (Lewko et McCorquodale 1994; Willis 1992).

Des recherches récentes sur le cerveau indiquent que l'enseignement et l'apprentissage interdisciplinaire permettent aux élèves d'assimiler, d'apprendre, de retenir et d'appliquer des connaissances avec plus d'efficacité (Palmer 1991; Relan et Kimpston 1991; Willis 1992). Le cerveau recherche des modèles et des interconnexions pour établir une signification (Drake 1993). L'information qui est interreliée et présentée dans un contexte significatif est mieux comprise et retenue (Shoemaker 1991; Sutton et Krueger 2001).

Un programme scientifique conceptuellement cohérent qui intègre la connaissance du contenu dans les différentes disciplines procure des occasions réelles d'apprendre pour un vaste éventail d'élèves (BSCS 2000). Les thèmes généraux et les principes unificateurs créent un contexte riche et un milieu d'apprentissage créateur ce qui motive les élèves à apprendre en établissant des liens significatifs et pertinents, en améliorant l'acquisition d'habiletés de raisonnement d'un niveau plus élevé et en donnant aux élèves la certitude qu'ils prendront part aux enjeux scientifiques et technologiques qui sont importants dans leur monde (Andrade 1998; BSCS 2000; Shanahan, Robinson, et Scheider 1995).

### Description du cours

Le présent document constitue le cadre de planification et d'élaboration des modules thématiques de *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année*. Chaque sujet qui est choisi comme unité d'étude devrait englober un nombre de résultats d'apprentissage spécifiques (RAS), qui découlent des quatre RAG (voir la vérification des RAS à l'annexe). Au terme du cours, l'élève doit avoir rencontré au moins une fois chaque RAS. Certains RAS peuvent incorporer un mélange de connaissances, d'habiletés et d'attitudes et, en conséquence, l'atteinte de ce résultat d'apprentissage par l'élève dépendra souvent de plusieurs unités d'étude.

Des sujets multidisciplinaires fondés sur des questions actuelles servent de thèmes organisateurs pour le présent cours, dans lequel on présente les connaissances scientifiques et leurs répercussions d'une façon unifiée en intégrant les domaines de la biologie, de la chimie, de la physique et des sciences de la terre et de l'espace. Le programme, au lieu de mettre l'accent sur l'enseignement de concepts et de faits, met l'accent sur l'enseignement de la pensée critique et de techniques de résolution de problèmes mises au point grâce à l'étude d'un sujet donné à partir duquel les concepts et les faits principaux évolueront.

Le présent document repose sur la doctrine selon laquelle tous les élèves peuvent apprendre les sciences et devraient avoir l'occasion de le faire. L'approche intégrée des sciences répond à la diversité que l'on retrouve chez les élèves et reconnaît que « différents élèves comprendront de façons différentes et que différents élèves auront une compréhension plus ou moins importante de la matière selon l'intérêt, la compétence et le contexte. » (National Research Council 1996 : 2)

[Traduction] « La chance favorise l'esprit préparé, et un esprit préparé est un esprit ouvert. Dans l'expérience des sciences intégrées, il s'agit d'un principe de fonctionnement important pour les élèves, les enseignants et les administrateurs. Soyez prêts à voir les choses d'une façon

différente, à réagir différemment aux situations, à répondre aux questions de façon différente, à réagir différemment au contenu et à répondre aux élèves différemment. Faire preuve d'ouverture, tant pour ce qui est de la nature du contenu que des rouages d'un tel programme, donnera aux enseignants, élèves et administrateurs l'occasion de mieux apprendre et enseigner les sciences. » (BSCS 2000 : 154)

Dans *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année*, les résultats d'apprentissage de l'élève englobent les points suivants dont on a modifié l'importance dans la **diffusion du contenu de l'enseignement des sciences**, telle que les conçoivent les *National Science Education Standards*\*:

<b>L'apprentissage des sciences aujourd'hui</b>	
<b>Insister moins sur :</b>	<b>Privilégier plutôt :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• la connaissance de faits et de données scientifiques</li> <li>• l'étude de chaque discipline en soi (sciences de la vie, sciences chimiques et physiques, sciences de la Terre et de l'espace)</li> <li>• la distinction entre les connaissances scientifiques et la démarche scientifique</li> <li>• le survol de nombreux sujets scientifiques</li> <li>• l'exécution d'une étude scientifique au moyen d'un ensemble prescrit de procédés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la compréhension de concepts scientifiques et le développement d'habiletés pour la recherche scientifique</li> <li>• 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</li> <li>• l'intégration de tous les savoirs (attitudes, habiletés, connaissances) à l'étude scientifique</li> <li>• l'étude de quelques concepts scientifiques fondamentaux</li> <li>• l'étude scientifique comme un apprentissage continu de stratégies, d'habiletés et de concepts</li> </ul>

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

Dans *Sujets d'actualité en sciences de la nature*, les résultats d'apprentissage de l'élève englobent les points suivants dont on a modifié l'importance dans la **diffusion du contenu de l'enseignement des sciences**, telle que les conçoivent les *National Science Education Standards*:

<b>Changement de priorités pédagogiques pour favoriser l'étude scientifique.</b>	
<b>Insister moins sur :</b>	<b>Privilégier plutôt :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• les activités de démonstration et de vérification des connaissances scientifiques</li> <li>• la recherche ou l'expérience effectuée sur une seule période de classe</li> <li>• l'application des habiletés scientifiques hors contexte</li> <li>• l'application d'une seule habileté isolément, telle que l'observation ou l'inférence</li> <li>• l'obtention d'une réponse</li> <li>• les sciences à titre d'exploration et d'expérience</li> <li>• la livraison de réponses aux questions sur des connaissances scientifiques</li> <li>• l'analyse et la synthèse des données, individuellement ou collectivement, sans affirmer ni justifier une conclusion</li> <li>• l'étude d'une grande quantité de connaissances au détriment du nombre de recherches ou d'expériences</li> <li>• la conclusion d'une étude scientifique aussitôt que les résultats d'une expérience sont obtenus</li> <li>• la gestion du matériel et de l'équipement</li> <li>• la communication des idées et des conclusions de l'élève à l'enseignante ou l'enseignant seulement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les activités de recherche et d'analyse liées à des questions scientifiques</li> <li>• la recherche ou l'expérience effectuée sur une période de temps prolongée</li> <li>• l'application des habiletés scientifiques dans un contexte réel</li> <li>• l'application de multiples habiletés intégrées, faisant appel à la manipulation, à la cognition et au traitement</li> <li>• l'exploitation des données et des stratégies pour développer ou réviser une explication</li> <li>• les sciences à titre d'argument et d'explication</li> <li>• la communication d'explications scientifiques</li> <li>• l'analyse et la synthèse fréquentes de données par des groupes d'élèves <b>après</b> qu'ils ont affirmé et justifié leurs conclusions</li> <li>• de nombreuses recherches et expériences pour développer une compréhension de l'étude scientifique et pour apprendre des attitudes, des habiletés et des connaissances scientifiques</li> <li>• l'application des résultats d'une expérience à des arguments et à des explications scientifiques</li> <li>• la gestion des idées et de l'information</li> <li>• la communication ouverte des idées et du travail de l'élève à toute la classe</li> </ul>

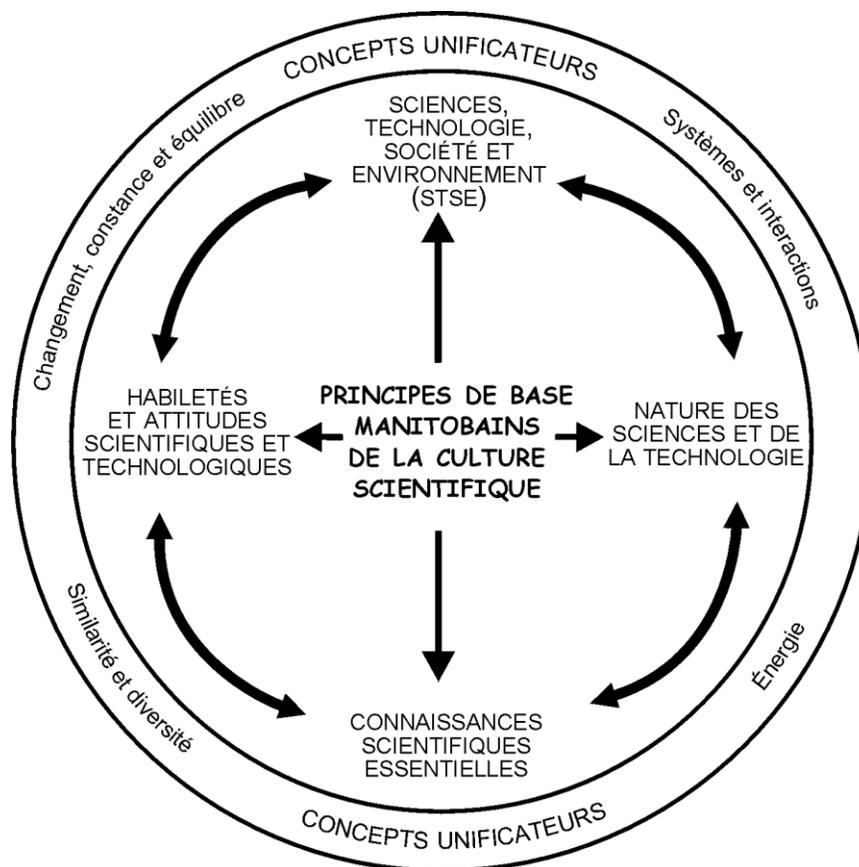
Traduction d'un extrait du document *National Science Education Standards*, p. 113, publié par la National Academy of Sciences.

## PRINCIPES DE BASE MANITOBAINS DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE

### Les cinq principes de base manitobains

La culture scientifique de l'élève passe par des expériences d'apprentissage qui intègrent les aspects essentiels des sciences et de ses applications. Ces aspects essentiels constituent les principes de base de la culture scientifique. Tirés du *Cadre pancanadien en sciences de la nature*, ces principes de base ont été adaptés afin de mieux répondre aux besoins des élèves manitobains. Les programmes d'études en sciences sont construits à partir des cinq principes de base manitobains de la culture scientifique que voici :

- A. Nature des sciences et de la technologie;
- B. Sciences, technologie, société et environnement (STSE);
- C. Habiletés et attitudes scientifiques et technologiques;
- D. Connaissances scientifiques essentielles;
- E. Concepts unificateurs.



*Principes de base manitobains de la culture scientifique.*

Une description de chaque principe de base se trouve dans les pages qui suivent. Ces principes se veulent un portrait global de l'apprentissage des sciences de la maternelle à la 12<sup>e</sup> année et ont mené à l'élaboration des 4 résultats d'apprentissage généraux pour *Sujets d'actualité en sciences de la nature*, 11<sup>e</sup> année.

## Nature des sciences et de la technologie

Les élèves apprennent que 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.

« La production du savoir scientifique est une entreprise essentiellement collective : il n'y a pas de science idiosyncratique. Les modèles et les solutions proposés sont soumis à l'évaluation des pairs qui en apprécient la pertinence logique et expérimentale par rapport au savoir établi. »  
(Larochelle et Désautels 1992)

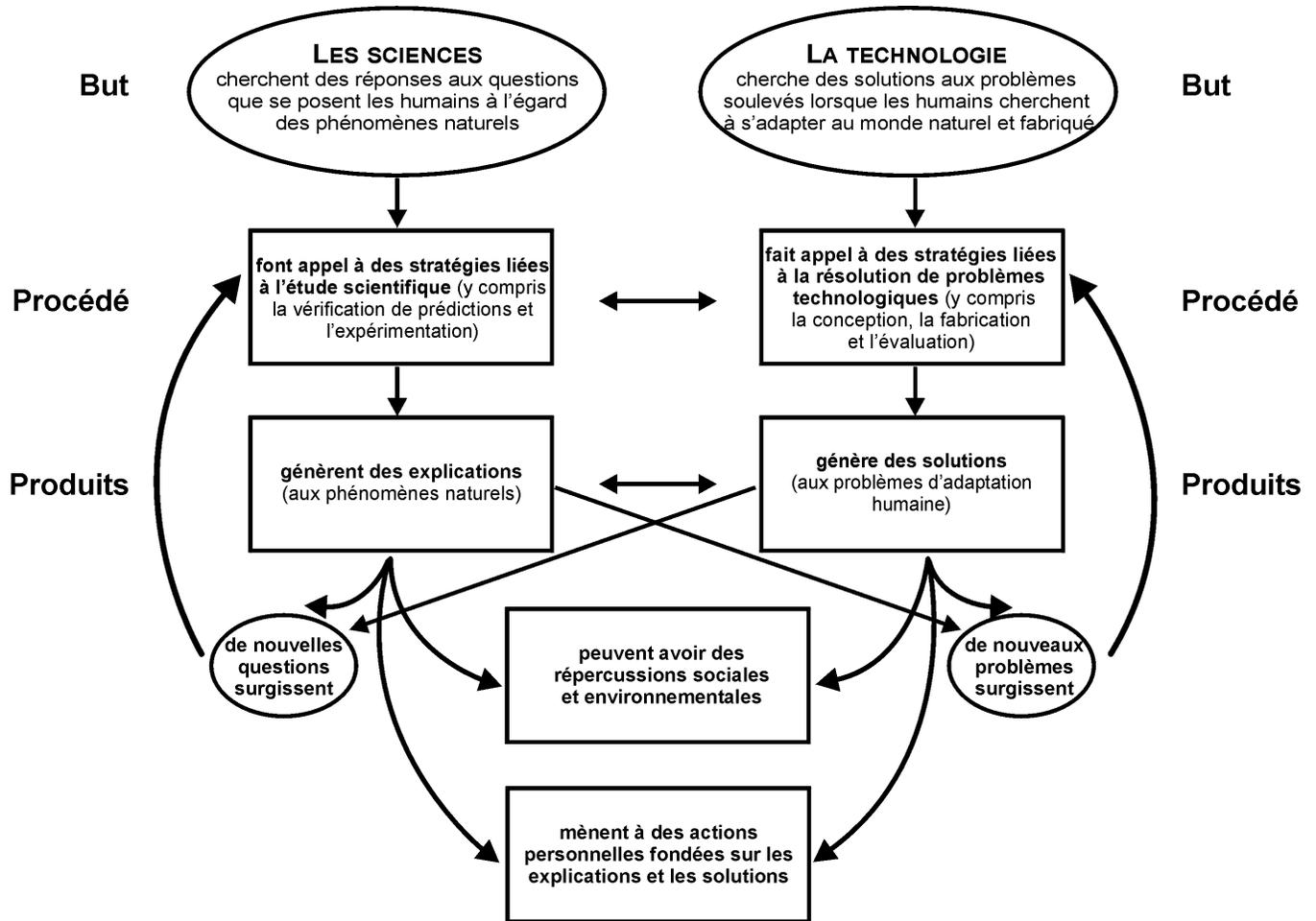
Les connaissances et les théories scientifiques sont constamment mises à l'épreuve, modifiées et perfectionnées au fur et à mesure que de nouvelles connaissances et théories les précisent. À travers l'histoire, plusieurs intervenantes et intervenants d'origines et de formations diverses ont débattu chaque nouvelle observation 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. »  
(Ministère de l'Éducation et de la Formation professionnelle Manitoba 1998a)

Il faut bien saisir que la technologie comprend beaucoup plus que les connaissances et les habiletés liées aux ordinateurs et à leurs applications. La technologie est à la fois une forme de connaissances qui utilisent 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.

*Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* souligne à la fois les distinctions et les relations entre les sciences et la technologie. La figure qui suit 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.



*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 Rodger W. Bybee, ©The Network, Inc. (adaptation autorisée).

Cette prémisse a mené à l'élaboration du **résultat d'apprentissage général** (RAG) suivant dans *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année*:

L'élève sera apte à :

**RAG A : distinguer les sciences de la technologie, reconnaître à la fois leurs capacités et leurs limites à avancer notre compréhension du monde, et apprécier les interactions entre la culture et la technologie;**

**RAS A1** : 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;

**RAS A2** : 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;

**RAS A3** : identifier et apprécier comment l'histoire et la culture influencent la philosophie des sciences d'une société ainsi que sa création ou son utilisation de la technologie;

**RAS A4** : reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et souvent, progressent mutuellement;

**RAS A5** : décrire et expliquer des démarches disciplinaires et interdisciplinaires utilisées pour permettre la compréhension de phénomènes naturels et le développement de solutions technologiques.

## **Sciences, technologie, société et 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 poussés par des besoins sociétaux et environnementaux que par la recherche pure. Pourtant, plusieurs solutions technologiques ont donné 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.

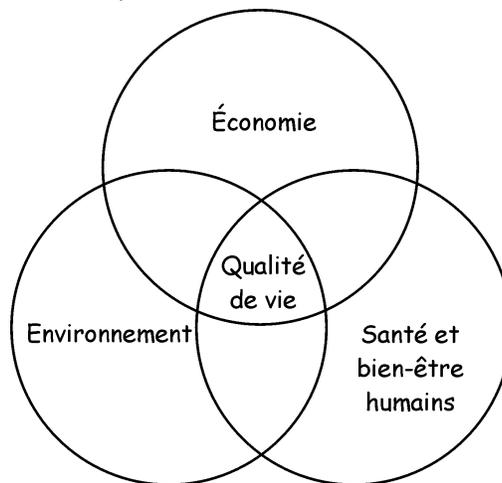
Pour parvenir à cette culture scientifique, l'élève doit reconnaître l'importance du développement durable. Le développement durable est un modèle de prise de décisions qui considère les besoins des générations présentes et futures, et qui tient compte à la fois de l'environnement, de la santé et du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

On encourage les enseignantes et enseignants à consulter *L'éducation pour un avenir viable* (Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba 2001). Ce document présente des façons d'incorporer des

préceptes, principes et pratiques favorisant un environnement d'apprentissage menant les élèves vers un avenir engagé à l'égard de la viabilité de la planète.

- **Santé et bien-être durable des humains** : cela signifie que les gens coexistent dans l'harmonie au sein de leur communauté locale, nationale et mondiale, et avec la nature. Une société viable est une société que est saine sur les plans physique, psychologique, spirituel et social, et qui accorde une importance primordiale au bien-être des particuliers, des familles et des collectivités.
- **Environnement durable** : il s'agit d'un environnement où les processus essentiels au maintien de la vie et les ressources naturelles de la Terre sont préservés et régénérés.
- **Économie durable** : c'est une économie qui permet un accès équitable aux ressources et qui offre des débouchés à tous. Elle se caractérise par des décisions, des politiques et des pratiques de développement qui respectent les réalités et les différences culturelles et qui ménagent les ressources de la planète. Une économie durable se remarque à la mise en œuvre de décisions, de politiques et de pratiques de façon à limiter au maximum leurs effets sur les ressources et à maximiser la régénération de l'environnement naturel.

Les décisions ou changements se rapportant à l'un ou l'autre de ces trois éléments—santé et bien-être des humains, environnement et économie—ont de grandes répercussions sur les deux autres et donc, sur notre **qualité de vie**. La prise de décisions doit tenir compte des trois éléments de façon à assurer une qualité de vie équitable, raisonnable et durable pour tous.



### ***Développement durable, responsabilité sociale et équité***

Le développement durable va de pair avec les principes de responsabilité sociale et d'équité. Williams (1994) estime que le concept d'équité est essentiel à la réalisation de la durabilité. Cela sous-entend l'équité entre les nations, au sein des nations, entre les humains et les autres espèces ainsi qu'entre les générations actuelles et à venir.

Le développement durable est également un processus de prise de décisions, une façon de penser, une philosophie et une éthique. La notion de compromis est une idée importante qui soutend la prise de décisions dans le contexte du développement durable. Pour atteindre l'équilibre nécessaire entre la santé et le bien-être humains, l'environnement et l'économie, il faudra recourir à certains compromis.

« 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)

[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)

Au fur et à mesure que l'élève avance dans sa scolarité, elle ou il reconnaît et cerne diverses interactions STSE et 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 d'entre elles 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.

Cette prémisse a mené à l'élaboration du **résultat d'apprentissage général (RAG)** suivant dans *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* :

L'élève sera apte à :

**RAG B : explorer des problèmes et des enjeux qui démontrent l'interdépendance entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement;**

**RAS 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;

**RAS 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;

**RAS 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;

**RAS 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;

**RAS 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.

## Habilités et attitudes scientifiques et technologiques

Une culture scientifique 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. On se réfère à ces processus comme étant l'étude scientifique, la résolution de problèmes technologiques et la prise de décisions (voir la fig. 3). 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
<b>But :</b>	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.
<b>Procédé :</b>	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 ?
<b>Produit :</b>	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
<b>Exemples :</b>	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. 3 – Les processus de la formation scientifique.**

Adaptation autorisée par le Minister of Learning de la province de l'Alberta (Canada), 2001.

Une description de chacun de ces processus se trouve à la page suivante. On y aborde également un aspect important de ces processus, soit les attitudes.

### **Étude scientifique**

L'étude scientifique est une façon de comprendre un peu plus l'Univers. Cette étude exige la recherche d'explications de phénomènes. Il n'existe pas à proprement parler une seule méthode scientifique 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 également 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 dans le but de déterminer l'explication la plus utile et la plus précise pour comprendre le phénomène à l'étude. En règle générale, de nouvelles questions peuvent surgir pour relancer le cycle.

### **Résolution de problèmes technologiques**

La résolution de problèmes technologiques amène l'élève à chercher des solutions aux problèmes qui se présentent lorsque les humains cherchent à s'adapter à l'environnement. De la maternelle à la 8<sup>e</sup> année, les élèves ont développé 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 comprend diverses étapes telles que la conception, la fabrication et la mise à l'essai d'un dispositif, d'un appareil, d'un système ou d'un procédé dans le but d'obtenir une solution optimale à un problème donné. Dans les années secondaires, les habiletés et les attitudes liées à la résolution de problèmes technologiques sont incorporées dans le processus de prise de décisions.

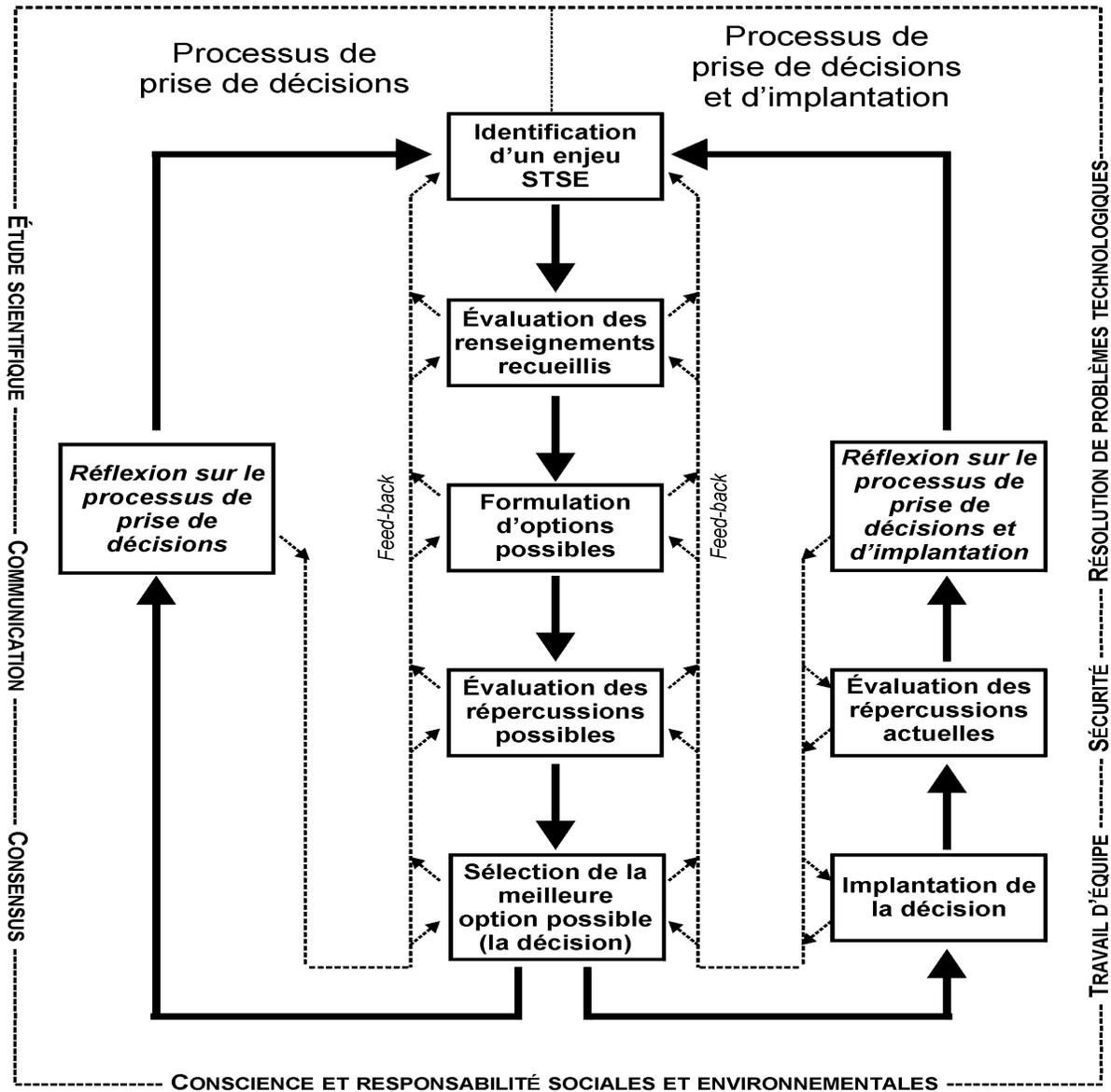
### **Enjeux STSE et prise de décisions**

L'élève, personnellement et en tant que citoyenne et citoyen du monde, doit être en mesure de prendre des décisions. De plus en plus, les types d'enjeux auxquels elle ou il 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;
- une réflexion sur le processus lui-même.

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 (voir la figure qui suit).

## COMMENT ABORDER UN ENJEU STSE



Étapes du processus de prise de décisions liées aux enjeux STSE.

**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 sont mises en évidence par des manifestations non sollicitées au fil du temps. Le développement des attitudes est un processus permanent auquel participent le foyer, l'école, la communauté et la société en général. Le développement d'attitudes positives joue un rôle important dans l'épanouissement de l'élève.

Cette prémisse a mené à l'élaboration du **résultat d'apprentissage général (RAG)** suivant dans *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* :

L'élève sera apte à :

**RAG C : démontrer des habiletés et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique, s'engage dans la résolution de problèmes technologiques ou dans le processus de prise de décisions;**

**RAS C1** : démontrer des habiletés, des attitudes et des méthodes de travail appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique;

**RAS C2** : démontrer des habiletés et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes liés aux besoins des humains;

**RAS C3** : démontrer des habiletés de prise de décisions et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur la l'information scientifique et technologique;

**RAS C4** : Utiliser des habiletés de communication efficaces et une variétés de ressources afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;

**RAS C5** : Travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui.

**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 physiques**, qui englobent la chimie et la physique, 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 nucléaire 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.

### 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. En conséquence, les concepts unificateurs aident l'élève à se construire une compréhension plus globale des sciences et de leur rôle dans la société.

Les deux principes de base précédents ont mené à l'élaboration du **résultat d'apprentissage général (RAG)** suivant dans *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* :

L'élève sera apte à:

**RAG D : étudier, comprendre et se servir des connaissances scientifiques dans une variété de contextes.**

**RAS D1** : se servir des concepts de similarité et de diversité pour organiser nos expériences avec le monde;

**RAS D2** : reconnaître que l'Univers est constitué de systèmes et que des interactions complexes ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux à divers intervalles et échelles de temps;

**RAS D3** : comprendre le déroulement de divers processus ainsi que les conditions nécessaires au changement, à la constance et à l'équilibre;

**RAS D4** : comprendre comment l'énergie permet les interactions des matériaux, des fonctions vitales et le fonctionnement des systèmes.

### Sujets d'actualité en sciences de la nature

En offrant un aspect multidisciplinaire, *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* procure une solide fondation pour la culture scientifique. Le programme d'études, qui comporte quatre résultats d'apprentissage généraux (RAG), chacun comportant plusieurs résultats d'apprentissage spécifiques (RAS), s'appuiera sur ce que les élèves savent et sont en mesure de faire après leurs études de la maternelle à la 10<sup>e</sup> année.

Le tableau qui suit constitue une référence rapide aux différents regroupements thématiques de la maternelle à la 10<sup>e</sup> année. Il permet aux enseignants d'examiner en un coup d'œil l'exposition antérieure des élèves aux connaissances scientifiques dans différents domaines.

Tableau des sujets de la maternelle à la 10<sup>e</sup> année

	<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	<b>Les habiletés et les attitudes transversales</b>	Les arbres	Les couleurs	Le papier	---
1 <sup>re</sup> année		Les caractéristiques et les besoins des êtres vivants	Les sens	Les caractéristiques des objets et des matériaux	Les changements quotidiens et saisonniers
2 <sup>e</sup> 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 <sup>e</sup> 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 <sup>e</sup> année		Les habitats et les communautés	La lumière	Le son	Les roches, les minéraux et l'érosion
5 <sup>e</sup> 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 <sup>e</sup> année		La diversité des êtres vivants	Le vol	L'électricité	L'exploration du système solaire
7 <sup>e</sup> année		Les interactions au sein des écosystèmes	La théorie particulaire de la matière	Les forces et les structures	La croûte terrestre
8 <sup>e</sup> année		Des cellules aux systèmes	L'optique	Les fluides	Les systèmes hydrographiques
9 <sup>e</sup> année		La reproduction	Les atomes et les éléments	La nature de l'électricité	L'exploration de l'Univers
10 <sup>e</sup> année		La dynamique d'un écosystème	Les réactions chimiques	Le mouvement et l'automobile	La dynamique des phénomènes météorologiques

*Regroupements en sciences de la nature.*

## **MISE EN OEUVRE DE SUJETS D'ACTUALITÉ EN SCIENCES DE LA NATURE**

### **L'élève de 11<sup>e</sup> année et le milieu d'apprentissage des sciences**

La compréhension qu'ont les enseignants des qualités uniques de chaque élève et de leurs façons d'apprendre va leur aider à prendre des décisions concernant le contenu du cours, les ressources et documents pédagogiques, ainsi que les méthodes d'évaluation et d'enseignement.

Au cours des dernières décennies, la psychologie cognitive, la technologie de l'imagerie cérébrale et la théorie des intelligences multiples ont transformé notre compréhension de l'apprentissage. Le perfectionnement professionnel continu est important pour les enseignants étant donné qu'ils cherchent à mettre à jour leur connaissance du processus de l'apprentissage.

Les élèves que les enseignants rencontrent aujourd'hui sont différents à de nombreux égards des élèves de la génération précédente. Les élèves sont plus susceptibles de vivre dans une famille monoparentale ou dans une famille reconstituée. Un plus grand nombre occupent un emploi à temps partiel. Les élèves sont plus avancés dans leurs connaissances et leur utilisation de la technologie de l'information, et une grande partie de leur compréhension du monde vient de la télévision. Les classes sont plus susceptibles d'être variées sur le plan ethnique.

Les relations familiales, les expériences de culture générale et de la vie, la personnalité, les intérêts, les méthodes d'apprentissage, le statut socio-économique et le rythme du développement influent tous sur la capacité qu'a un élève d'apprendre.

### **Caractéristiques des apprenants de 11<sup>e</sup> année**

Pour un grand nombre des élèves, la 11<sup>e</sup> année est une année stable et productive. De nombreux élèves de 11<sup>e</sup> année ont acquis un degré de sécurité au sein de leur groupe affinitaire ainsi qu'un sentiment d'appartenance à l'école. Ils font preuve d'une maturité de plus en plus grande face aux libertés et responsabilités de la fin de l'adolescence : relations romantiques, emplois à temps partiel, permis de conduire. En 11<sup>e</sup> année, la plupart des élèves ont beaucoup d'énergie et une plus grande capacité sur le plan de la pensée abstraite et de la pensée critique. Un grand nombre d'entre eux sont prêts à s'exprimer avec confiance et à prendre des risques créateurs et intellectuels. Les pressions et préoccupations ou les préparatifs liés à la remise des diplômes, les études post secondaires ou les emplois à temps plein ne viendront que dans un an. Pour de nombreux élèves, la 11<sup>e</sup> année est peut-être l'année scolaire la plus profitable de leur secondaire.

Bien qu'un grand nombre des élèves de 11<sup>e</sup> année s'acquittent de nouvelles responsabilités et gèrent leur temps avec facilité, d'autres ont par contre de la difficulté. Les intérêts externes peuvent sembler plus importants que l'école. En raison de leur autonomie accrue, les élèves qui avaient auparavant des problèmes à gérer leur comportement à l'école peuvent maintenant exprimer leurs difficultés par une piètre assiduité, la consommation d'alcool ou de drogues ou d'autres comportements qui le mettent à risque.

Les élèves qui ont de la difficulté à contrôler leur vie et leurs situations peuvent faire des choix qui semblent aux enseignants contraires à leurs meilleurs intérêts. La communication avec les

parents et la sensibilisation à ce que vivent leurs élèves en dehors de l'école continuent d'être des aspects importants pour les enseignants de la 11<sup>e</sup> année. Bien que l'écart au plan du développement qui est évident dans les années précédentes ait diminué, les élèves de la 11<sup>e</sup> année peuvent quand même changer beaucoup dans l'espace d'un an, ou même d'un semestre. Les enseignants de la 11<sup>e</sup> année doivent être sensibles à l'ambiance dynamique en salle de classe et savoir reconnaître les changements au niveau des intérêts, des capacités et des besoins lorsqu'ils se produisent de façon à pouvoir adapter les expériences d'apprentissage de leurs élèves.

Le tableau des pages suivantes énumère certaines caractéristiques de la fin de l'adolescence observées dans des études pédagogiques (Glatthorn 1993; Maxwell et Meiser 1997; Probst 1988) et par les enseignants du Manitoba, et traite des répercussions de ces caractéristiques pour les enseignants.

---

Caractéristiques des apprenants de 11<sup>e</sup> année : Traduit et adapté de Éducation et Formation professionnelle Manitoba, *Senior 3 English Language Arts : A Foundation for Implementation* (Winnipeg, MB : Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1999) Sections 1-4 à 1-5.

<b>Apprenants de 11<sup>e</sup> année : Répercussions pour les enseignants*</b>	
Caractéristiques des apprenants de la 11 <sup>e</sup> année	Importance pour les enseignants de la 11 <sup>e</sup> année
<p><b>Caractéristiques cognitives</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La plupart des apprenants de la 11<sup>e</sup> année peuvent faire preuve d'une pensée abstraite et sont en train de réviser leur raisonnement concret et de le transformer en une compréhension plus intégrale de principes.</li> <li>▪ Les élèves sont moins absolus dans leur raisonnement, plus en mesure de tenir compte de divers points de vue. Ils reconnaissent que les connaissances peuvent être apparentées au contexte.</li> <li>▪ De nombreux processus d'apprentissage de base sont devenus automatiques en 11<sup>e</sup> année, ce qui libère les élèves et leur permet de se concentrer sur l'apprentissage complexe.</li> <li>▪ Les élèves ont une compréhension de soi plus nette et ont acquis une expertise et des intérêts spécialisés. Ils ont besoin de faire le lien entre ce qu'ils apprennent et tout ce qui est extérieur à l'école.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enseigner en fonction de la vue d'ensemble. Aider les élèves à créer des liens entre ce qu'ils savent déjà et ce qu'ils apprennent. Être au courant des différences individuelles et construire des ponts pour les élèves qui font preuve d'un raisonnement concret.</li> <li>▪ Mettre l'accent sur l'acquisition d'habiletés en matière de résolution de problèmes et de pensée critique, plus particulièrement les habiletés reliées à la prise de décisions et à la STSE.</li> <li>▪ Cerner les connaissances, habiletés et stratégies que les élèves possèdent déjà et monter le cours autour de nouveaux défis. Au moyen d'une évaluation, identifier les élèves qui n'ont pas maîtrisé les processus d'apprentissage en 11<sup>e</sup> année et leur donner un soutien et une aide supplémentaires</li> <li>▪ Utiliser des stratégies qui améliorent la métacognition des élèves. Encourager les élèves à acquérir des habiletés scientifiques par l'exploration de domaines d'intérêt. Mettre l'accent sur les spécialistes en classe et inviter les élèves qui ont des intérêts personnels à enrichir l'expérience d'apprentissage de l'ensemble de la classe.</li> </ul>
<p><b>Caractéristiques psychologiques et affectives</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Il est important pour les élèves de 11<sup>e</sup> année de constater que leur autonomie et nouvelle indépendance sont respectées. Ils ont besoin d'exercer un certain contrôle sur ce qui leur arrive à l'école.</li> <li>▪ Les élèves se préparent à assumer des rôles de direction au sein de l'école et peuvent avoir des liens plus grands avec les dirigeants de leurs collectivités.</li> <li>▪ Les élèves doivent comprendre l'objet et la pertinence des pratiques, politiques et processus. Ils peuvent exprimer leur indépendance accrue par un cynisme généralisé au sujet de l'autorité et des institutions.</li> <li>▪ Les élèves de 11<sup>e</sup> année ont un sens plus net de l'identité qu'auparavant et sont en mesure d'être plus réfléchis et plus conscients de soi. Certains élèves sont davantage prêts à s'exprimer et à communiquer leurs pensées et idées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Donner un choix. Permettre aux élèves de choisir un grand nombre des ressources qu'ils examineront et des formes qu'ils utiliseront pour faire la démonstration de leur apprentissage. Collaborer avec les élèves à l'évaluation. Enseigner aux élèves à être des apprenants indépendants. Donner graduellement plus de responsabilités aux élèves.</li> <li>▪ Donner aux élèves des occasions d'assumer une direction au sein de la classe et leur donner un forum pour qu'ils mettent en pratique l'art de parler en public et l'animation de groupe.</li> <li>▪ Utiliser la tendance qu'ont les élèves à remettre en question les moeurs sociales pour les aider à acquérir une pensée critique. Négocier des politiques et faire preuve d'une volonté de faire des compromis. Utiliser les questions des élèves pour alimenter l'interrogation en salle de classe.</li> <li>▪ Donner des occasions facultatives et graduelles de révélation de soi. Inviter les élèves à explorer et à s'exprimer par leur travail. Célébrer les différences entre les élèves.</li> </ul>
<p><b>Caractéristiques physiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Un grand nombre des élèves de 11<sup>e</sup> année ont atteint leur apparence physique adulte. D'autres, en particulier les garçons, sont encore à une étape d'une croissance extrêmement rapide et font l'expérience d'une image corporelle changeante et de la conscience de soi.</li> <li>▪ Dès la 11<sup>e</sup> année, les élèves sont en mesure de rester assis et de se concentrer sur une tâche d'apprentissage pendant des périodes plus longues qu'auparavant, mais ils ont encore besoin d'interaction et de variété. Ils ont beaucoup</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Être sensibles au risque que les élèves peuvent ressentir dans des prestations publiques et accroître graduellement les attentes. Donner aux élèves des renseignements positifs à leur sujet.</li> <li>▪ Mettre l'énergie physique au service de l'apprentissage actif au lieu d'essayer de la contenir. Donner de la variété; modifier le rythme fréquemment; utiliser des expériences d'apprentissage kinesthésiques.</li> </ul>

<p>d'énergie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les élèves de la 11<sup>e</sup> année ont encore plus besoin d'heures de sommeil que les adultes, et peuvent se présenter à l'école fatigués en raison d'emplois à temps partiel ou d'une surcharge d'activités.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Savoir que l'inertie et l'indifférence peuvent être le résultat de la fatigue. Collaborer avec les élèves pour établir des objectifs et planifier des activités de façon réaliste afin que le travail scolaire ait une priorité plus élevée.</li> </ul>	
<p><b>Caractéristiques morales et éthiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les élèves de la 11<sup>e</sup> année s'emploient à acquérir une éthique personnelle au lieu de suivre un ensemble de valeurs attribué et un code de comportement.</li> <li>▪ Les élèves sont sensibles à l'injustice personnelle ou systémique, mais sont de plus en plus réalistes quant aux facteurs qui ont une incidence sur le changement social.</li> <li>▪ Les élèves font la transition entre un point de vue égocentrique du monde et un point de vue axé sur les rapports et la collectivité. Ils sont en mesure de reconnaître différents points de vue et de s'adapter à des situations difficiles.</li> <li>▪ Les élèves deviennent réalistes quant à la complexité des responsabilités à l'âge adulte, mais résistent à l'autorité arbitraire.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Explorer la signification sur le plan de l'éthique de situations de la vie dans des contextes de vie et des contextes scientifiques. Donner aux élèves des occasions de révéler leurs pensées dans la discussion, la rédaction ou la représentation.</li> <li>▪ Explorer de quelles façons les activités relatives à la prise de décisions peuvent influencer sur le changement social, et faire un lien avec le continuum des sciences, de la technologie, de la société et de l'environnement.</li> <li>▪ Donner aux élèves des occasions de prendre des engagements et d'y donner suite, en plus de peaufiner leurs habiletés interactives.</li> <li>▪ Expliquer la raison d'être de chaque expérience d'apprentissage. Obtenir la collaboration des élèves dans l'élaboration des politiques s'appliquant à la salle de classe. Chercher l'uniformité.</li> </ul>	
<p><b>Caractéristiques sociales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dès la 11<sup>e</sup> année, certaines personnes vont prendre des risques en assumant une identité individuelle. Cependant, de nombreux élèves continuent de se préoccuper énormément de ce que pensent leurs pairs, comment ils jugent leur apparence et leur comportement. Une grande partie de leur sentiment de soi provient des pairs, avec lesquels ils peuvent adopter une « conscience collective » au lieu de prendre des décisions de façon autonome.</li> <li>▪ Les adolescents expriment fréquemment leur identification à des groupes de pairs par l'emploi du jargon, leurs choix musicaux, leur habillement, leurs décorations corporelles et leur comportement.</li> <li>▪ Les peines d'amour, les crises d'amitié et une préoccupation au sujet des rapports peuvent distraire les élèves de leurs travaux scolaires.</li> <li>▪ Les élèves commencent à reconnaître les enseignants comme des personnes et apprécient une relation personnelle.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Veiller à ce que la salle de classe offre un climat d'acceptation. Modéliser le respect pour chaque élève. Utiliser les expériences d'apprentissage qui favorisent l'auto-réflexion et la compréhension de soi chez les élèves. Mettre les élèves au défi de porter des jugements personnels sur des situations de la vie et de leur environnement naturel.</li> <li>▪ Favoriser une culture et une identité de classe. Veiller à ce que chaque élève soit inclus et valorisé. Structurer l'apprentissage de façon à ce que les élèves puissent interagir avec leurs pairs et enseigner des stratégies pour une interaction efficace.</li> <li>▪ Ouvrir la porte aux élèves pour étudier les relations dans les sciences, par exemple, par des biographies de scientifiques. Respecter la confidentialité, sauf si la sécurité de l'élève est à risque.</li> <li>▪ Entretenir et profiter des rapports avec chaque élève. Essayer de découvrir des points d'intérêt communs avec chaque élève. Répondre avec ouverture, empathie et chaleur.</li> </ul>	

\* Traduit et adapté du document de Éducation et Formation professionnelle Manitoba, *Senior 3 English Language Arts: A Foundation for Implementation* (Winnipeg, MB: Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1999) 1-4 – 1-7.

### Favoriser une volonté d'apprendre

Les expériences de participation intense sont des occasions optimales d'enseigner l'implication dans l'apprentissage, et les enseignants devraient s'employer à faire en sorte qu'elles se produisent souvent en salle de classe. Cependant, ce ne sont pas toutes les tâches d'apprentissage nécessaires qui peuvent être intrinsèquement enrichissantes pour chaque apprenant. Pour être un apprenant qui réussit, il faut également un degré élevé de ce que Corno et Randi (1997) appellent « l'effort volontaire soutenu »—une attitude qui se manifeste par le fait qu'une personne s'engage à exécuter des tâches moins intéressantes, persiste à résoudre des problèmes, accorde une attention consciencieuse aux détails, gère le temps, s'autorégule, et choisit entre des valeurs concurrentielles comme le désir de réussir un travail à la maison et le désir de passer la soirée avec des amis. La volonté de faire cet effort soutenu constitue de la motivation.

La motivation est une préoccupation des enseignants, non seulement parce qu'elle est essentielle à l'apprentissage en salle de classe, mais aussi parce que la volonté et l'auto-orientation sont des éléments centraux de l'apprentissage continu. Les cours de sciences cherchent à enseigner aux élèves la façon d'interpréter et d'analyser des concepts scientifiques et à favoriser le désir de le faire. La motivation n'est pas un facteur unique que les élèves amènent ou non en salle de classe. Elle est un facteur multidimensionnel, individuel qui comporte souvent des éléments intrinsèques et extrinsèques. Les élèves ont des présuppositions au sujet de l'apprentissage des sciences qui ont une incidence sur leur façon d'apprendre. Il y a certaines aptitudes et habiletés que les enseignants peuvent promouvoir pour faciliter l'implication des élèves dans chaque tâche d'apprentissage, tout en reconnaissant et affirmant les compétences de niveau d'entrée.

Les enseignants, lorsqu'ils tiennent compte de la façon dont ils peuvent favoriser la motivation, peuvent explorer l'appréciation qu'ont les élèves de la valeur (intrinsèque et extrinsèque) des expériences d'apprentissage et leur conviction quant à la probabilité qu'ils connaissent du succès. Good et Brophy (1987) laissent entendre que ces deux éléments peuvent s'exprimer sous la forme d'une équation; les efforts que les élèves sont prêts à consacrer à une tâche sont le produit de leur attente de succès et de la valeur qu'ils accordent au succès.

<b>Attente</b> (la mesure dans laquelle les élèves s'attendent à pouvoir exécuter avec succès la tâche s'ils s'y consacrent)	<b>x</b>	<b>Valeur</b> (la mesure dans laquelle les élèves valorisent les effets stimulants d'exécuter une tâche avec succès)	<b>=</b>	<b>Motivation</b>
---	----------	---	----------	-------------------

Par conséquent, les enseignants pourraient chercher à s'assurer que les élèves puissent connaître le succès s'ils y mettent l'effort raisonnable, et aider les élèves à reconnaître la valeur des expériences d'apprentissage en classe. Le tableau qui suit donne aux enseignants des suggestions pour favoriser la motivation.

Favoriser une volonté d'apprendre : Traduit et adapté de Éducation et Formation professionnelle Manitoba, *Senior 3 English Language Arts : A Foundation for Implementation* (Winnipeg, MB : Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1999), section 1-8.

<b>Favoriser la motivation*</b>	
<b>Façons de favoriser les attentes de succès</b>	<b>Pratiques exemplaires et recherches</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aider les élèves à acquérir un sentiment d'auto-efficacité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schunk et Zimmerman (1997) ont constaté que les élèves qui ont un sentiment d'auto-efficacité sont davantage prêts à participer, à travailler plus fort, à persister plus longtemps lorsqu'ils rencontrent des difficultés et ont de meilleurs résultats que les élèves qui doutent de leurs capacités d'apprentissage.</li> <li>▪ Les enseignants favorisent l'auto-efficacité des élèves en reconnaissant que chaque élève peut connaître le succès, et en communiquant cette conviction à l'élève. Silver et Marshall (1990) ont constaté que la perception qu'a l'élève qu'il ou elle n'est pas un bon apprenant est un solide indicateur d'un mauvais rendement, qui supprime la capacité naturelle et l'apprentissage antérieur. Tous les élèves retirent un avantage de savoir que l'enseignant croit qu'ils peuvent connaître le succès et donnera le soutien nécessaire pour faire en sorte qu'il y ait apprentissage.</li> <li>▪ Les enseignants favorisent également un sentiment d'auto-efficacité en enseignant aux élèves qu'ils peuvent apprendre à apprendre. Les élèves qui ont de la difficulté considèrent souvent le processus d'apprentissage comme mystérieux et indépendant de leur volonté. Ils croient que les autres qui réussissent à l'école le font uniquement en raison de compétences naturelles et supérieures. Il est extrêmement motivant pour ces élèves de se rendre compte qu'ils peuvent également apprendre et mettre en application les stratégies que les élèves qui réussissent utilisent pour apprendre.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aider les élèves à connaître leurs propres processus d'apprentissage et à en assurer le suivi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La recherche (p.ex. Turner 1997 : 199) indique que les élèves qui ont une métacognition élevée (les élèves qui comprennent comment ils apprennent) apprennent plus efficacement, sont plus habiles à transférer leurs connaissances à d'autres situations et sont plus autonomes que les élèves qui sont peu sensibilisés à leur façon d'apprendre. Les enseignants améliorent la métacognition en incorporant—dans tous les aspects du programme d'études—l'enseignement dans l'importance de planifier, de contrôler et de s'auto-évaluer.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Attribuer des tâches de difficulté appropriée, communiquer clairement les critères d'évaluation et faire en sorte que les élèves aient des consignes claires, une modélisation et de la pratique de façon à pouvoir terminer les tâches avec succès.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ellis et coll. (1991) ont constaté que l'enseignement systémique aide les élèves à apprendre des stratégies qu'ils peuvent mettre en application indépendamment.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aider les élèves à fixer des objectifs personnels précis et réalistes et à apprendre des situations dans lesquelles ils n'atteignent pas leurs objectifs, et célébrer les réalisations des élèves.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La recherche indique que l'apprentissage s'en trouve amélioré lorsque les élèves fixent des objectifs qui incorporent des normes de rendement et des critères précis (Foster 1996; Locke et Latham 1990).</li> <li>▪ Les enseignants favorisent cela en travaillant en collaboration avec les élèves à mettre au point l'évaluation.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Offrir des choix.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La motivation intrinsèque est étroitement liée à l'auto-sélection par les élèves de sujets, textes, activités et formes créatrices. Les enseignants peuvent faire participer les élèves au choix d'un sujet à développement thématique. Les enseignants doivent appuyer les élèves dans la recherche de ressources pédagogiques qui sont appropriées au plan du développement et qui présentent un grand intérêt, et encourager les élèves à apporter en salle de classe les visions du monde qu'ils jugent importantes. L'auto-sélection permet aux élèves de bâtir leur apprentissage sur la fondation de leur enthousiasme et de leurs intérêts personnels.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fixer des objectifs scolaires intéressants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Au lieu de demander aux élèves d'exécuter des exercices sans contexte ou de faire preuve d'habiletés isolées, les enseignants doivent incorporer l'enseignement dans des activités et des événements significatifs qui simulent des cadres réels, et faire en sorte que les élèves partagent les produits et les rendements avec des pairs.</li> </ul>

Favoriser la motivation*	
Façons de favoriser les attentes de succès	Pratiques exemplaires et recherches
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aider les élèves à connaître leurs propres processus d'apprentissage et à en assurer le suivi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les enseignants, lorsqu'ils enseignent des stratégies d'apprentissage précises, doivent se concentrer sur l'utilité de chaque stratégie pour rendre l'information significative ou pour exprimer des idées d'importance aux élèves. Les enseignants doivent mettre l'accent sur l'importance des sciences pour la richesse et l'efficacité de la vie des élèves et enlever l'accent mis sur des conséquences et des récompenses externes comme les notes.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Veiller à ce que les expériences scientifiques soient interactives.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Une collectivité qui encourage les élèves à faire part de leur apprentissage entre eux accorde de la valeur aux sciences. Les enseignants qui modélisent la curiosité, l'enthousiasme et le plaisir d'apprendre des notions reliées aux sciences et qui font part de leurs expériences, favorisent la motivation pour une culture scientifique.</li> </ul>

\* Adapté du document de Éducation et Formation professionnelle Manitoba, *Senior 3 English Language Arts: A Foundation for Implementation* (Winnipeg, Manitoba : Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1999) 1-9 – 1-10.

### Créer un environnement d'apprentissage stimulant

Une classe de sciences vitale émerge d'un environnement physique stimulant et invitant, et s'y reflète. Bien que les ressources et les réalités physiques des salles de classe varient, une salle de classe de sciences bien équipée offre ou contient un éventail de ressources qui aident à stimuler l'apprentissage. Il est utile de faire participer les élèves à la conception de la salle de classe.

Les façons de créer un environnement d'apprentissage stimulant comprennent ce qui suit :

- *Dispositions souples des places* : Utiliser des tables ou des pupitres mobiles pour aménager des dispositions qui reflètent une doctrine axée sur l'élève et qui permettent aux élèves d'interagir dans diverses configurations.
- *Un environnement médiatique* : Avoir en salle de classe une bibliothèque pour les lectures auto-sélectionnées. La bibliothèque dans la salle de classe peut comprendre des magazines scientifiques, des articles de journaux, des bulletins de nouvelles, des articles parus sur Internet, des ouvrages de science-fiction et des travaux publiés par les élèves. Elle peut également comporter des recommandations et des révisions faites par les élèves et peut être décorée à l'aide d'affiches conçues par les élèves ou de couvertures de livres. Les ouvrages de référence en salle de classe pourraient comprendre des dictionnaires et des encyclopédies des sciences, des livres de faits, des logiciels et des titres sur CD ROM, des examens antérieurs réunis dans des reliures et des manuels.
- *Accès au matériel électronique* : Donner l'accès à un ordinateur, un téléviseur, un magnétoscope et un enregistreur vidéo, si possible.
- *Panneaux synoptiques* : Poser des affiches, créer un panthéon de la renommée, accrocher des murales et des banderoles qui célèbrent les réalisations des élèves. Les changer fréquemment de façon à refléter les intérêts des élèves et leur participation active à la classe de sciences.
- *Exposer des objets et des artefacts* : avoir des modèles, des plantes, des photos, des reproductions artisanales, des cartes, des articles de magazines et de journaux, des fossiles, des instruments de musique, etc., dans votre salle de classe pour stimuler l'interrogation et exprimer le lien entre la salle de classe et le monde extérieur.
- *Animaux* : Donner une interaction avec une sélection d'animaux dans la salle de classe.

- *Communication* : Afficher des listes de contrôle, des processus et des stratégies pour faciliter et encourager l'apprentissage indépendant par les élèves. Fournir un babillard pour les annonces administratives et les horaires.
- *Laboratoire bien équipé et sécuritaire* : L'accès régulier à un laboratoire de sciences bien équipé et sécuritaire encourage le développement d'habiletés de laboratoire importantes.

### 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.

### La nature de la science et des théories scientifiques

La science est une méthode qui vise à expliquer les phénomènes du monde naturel. Elle suppose que toute chose qui peut être observée ou mesurée peut faire l'objet d'une recherche scientifique. La démarche scientifique suppose également que l'univers fonctionne selon des règles précises qui peuvent être élucidées et comprises grâce aux travaux de chercheurs. La vérification de la validité des diverses explications de phénomènes naturels par rapport aux données empiriques représente une partie essentielle de la méthodologie scientifique. Les explications qui ne corroborent pas les preuves empiriques ou qui ne peuvent pas être vérifiées selon une approche empirique ne font pas partie du domaine des sciences. Par conséquent, les explications de phénomènes naturels qui ne se fondent pas sur des preuves mais plutôt sur des mythes, des convictions personnelles, des valeurs religieuses et des superstitions ne sont pas scientifiques. En outre, comme la science se limite à expliquer des phénomènes naturels au moyen de preuves empiriques, elle ne peut fournir d'explications à caractère religieux ou au niveau de l'absolu.

Les explications scientifiques les plus importantes sont généralement appelées « théories ». En langage courant, le mot « théorie » est souvent utilisé au sens de « spéculation » ou de « thèse », alors que dans le domaine scientifique, une théorie est un ensemble d'énoncés universels qui tentent d'expliquer un aspect particulier du monde naturel. Les théories sont des outils puissants. Les scientifiques s'efforcent d'élaborer des théories qui :

- reposent sur des arguments et des preuves solides;
- sont compatibles avec d'autres principes généralement établis;
- expliquent davantage que des thèses rivales;

- peuvent paver la voie vers des connaissances nouvelles.

Notre bagage de connaissances scientifiques s'enrichit à mesure que l'on enregistre de nouvelles observations et découvertes. Les théories et autres explications évoluent. De nouvelles théories voient le jour et d'autres sont modifiées ou rejetées. Tout au long de ce processus, des théories sont formulées et mises à l'essai à partir de données probantes, selon leur cohérence intrinsèque et leur capacité à expliquer des phénomènes.

### **Questions éthiques et nature des théories scientifiques**

L'élaboration de modules thématiques dans *Sujets d'actualité en sciences de la nature* devrait mener à des questions et des enjeux qui vont au-delà du programme d'études traditionnel. Par exemple, l'application de la recherche sur la biologie des populations en vue du rétablissement d'espèces dans leurs anciens habitats, ou la mise en oeuvre de protocoles internationaux liés au changement climatique mondial, soulèvent des questions d'éthique, des valeurs ainsi que de l'utilisation responsable de informations scientifiques. Les conséquences pour l'environnement des applications industrielles de la chimie ou le changement climatique soulèvent des problèmes tout à fait fondés, au même titre que le clonage et les aliments modifiés génétiquement. Ce sont là quelques-uns des enjeux importants pour lesquels nous nous tournons vers la science pour obtenir des conseils. À mesure que les élèves et les enseignants examineront ces problèmes, ils seront naturellement attirés vers l'étude de concepts scientifiques sous-jacents. Les élèves devraient se rendre compte que la science ne donne que le contexte pour la prise de décisions sociales et personnelles éclairées et que, en tant que décideurs éclairés, ils pourraient avoir une incidence sur la société et le monde.

Bien que les résultats d'apprentissage spécifiques de la section *Sujets d'actualité en sciences de la nature – 11<sup>e</sup> année* n'exigent pas explicitement que les élèves abordent les aspects éthiques (qui seront mis en évidence en 12<sup>e</sup> année), il serait souhaitable que l'enseignant accorde une attention particulière aux valeurs et questions éthiques, surtout si une unité met l'accent sur la nature des sciences et de la technologie (RAG A) ou sur les sciences, la technologie, la société et l'environnement (RAG B).

### **Philosophie de l'enseignement des sciences de la nature**

Enseigner *Sujets d'actualité en sciences de la nature* en se concentrant sur les principaux enjeux actuels devrait naturellement prévoir l'utilisation d'un éventail de stratégies pédagogiques, notamment la collecte et l'analyse de données de travaux faits en laboratoire et sur le terrain; l'enseignement collectif et individuel; un éventail de techniques d'interrogation; des activités liées à la prise de décisions, à la résolution de problèmes et à la conception; ainsi qu'une approche de l'apprentissage fondée sur les ressources. La programmation en sciences dans les dernières années du secondaire devrait favoriser les habiletés en matière de pensée critique et promouvoir l'intégration des connaissances et l'application des faits à des situations réelles. Des notions scientifiques provenant d'autres cours de sciences des dernières années du secondaire peuvent devenir partie intégrante de la matière à mesure que se développe le module dans *Sujets d'actualité en sciences de la nature*. Il s'agit d'un moyen utile et précieux de renforcer et de valider ces notions comme ayant des applications pertinentes et contextuelles.

En général, on devrait enseigner les sciences comme une façon de penser qui comporte des règles pour juger de la validité des réponses applicables à la vie de tous les jours. On devrait

présenter la science comme une activité humaine intense, remplie d'essais et d'erreurs, qui subit l'influence des perspectives et priorités culturelles. Le mythe de l'objectivité totale qui s'insinue souvent dans le dialogue doit également être exposé. Dans les sciences de la nature, on ne considère plus la vérité comme une réalité objective attendant d'être découverte; on la place plutôt dans le contexte de quelque chose que l'on doit toujours rechercher. Compte tenu de la nature provisoire des connaissances actuelles, la « vérité scientifique » n'est pas un objectif que l'on peut atteindre de façon absolue.

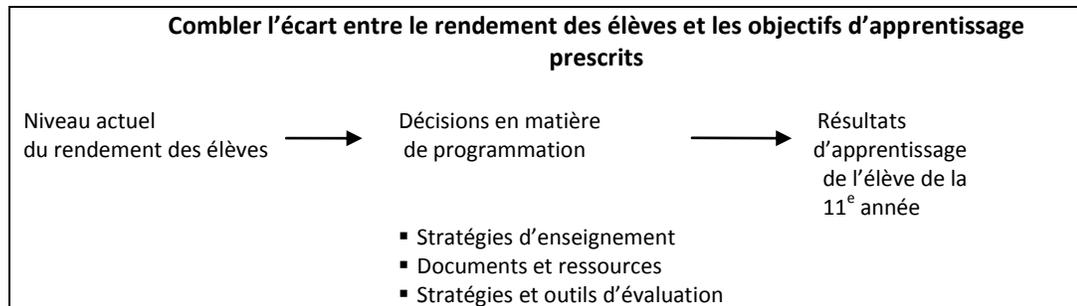
On devrait encourager les élèves à faire des distinctions entre ce qui est observable et vérifiable, ainsi qu'entre les déductions abstraites, les modèles et les thèmes qui découlent de l'évolution de la pensée et de la recherche scientifique.

Il faut également intégrer les connaissances conceptuelles en sciences aux principes d'autres disciplines. Les répercussions sociales, historiques et politiques doivent être incluses et les élèves doivent avoir l'occasion d'acquérir une facilité de communiquer efficacement les idées de vive voix et par écrit. Enfin, on devrait donner aux élèves l'occasion de se sensibiliser aux options qui leur sont offertes en fait de carrières et de professions dans la vaste diversité des sciences.

*Sujets d'actualité en sciences de la nature*, en tant qu'une composante de toute l'expérience pédagogique des jeunes, les préparera à une existence complète et comblée dans le monde du XXI<sup>e</sup> siècle. Ce cours maintiendra et suscitera la curiosité des jeunes envers le monde naturel qui les entoure et leur donnera confiance dans leur capacité d'en examiner le comportement, maintenant et à l'avenir. Le cours cherche à favoriser un sentiment d'émerveillement, d'enthousiasme et d'intérêt dans les sciences de façon à ce que les jeunes s'estiment confiants et compétents de s'impliquer dans des solutions et des applications technologiques et scientifiques de tous les jours. À mesure que les élèves étudieront un éventail du sujet grâce à divers thèmes, ils acquerront une compréhension vaste et générale des idées importantes et des cadres explicatifs des sciences, ainsi que des procédures de l'interrogation scientifique, qui ont eu une incidence importante sur notre environnement matériel et notre culture. Ils sauront pourquoi ces idées sont valorisées et connaîtront la justification qui sous-tend les décisions qu'ils pourraient vouloir prendre ou se faire conseiller de prendre dans des contextes quotidiens, tant maintenant que plus tard. Ils seront également en mesure de comprendre les rapports dans les médias sur des questions comportant une composante scientifique, et aussi de réagir de façon critique. Ils se sentiront habilités à avoir et à exprimer un point de vue personnel sur des questions comportant une composante scientifique qui fait l'objet de débats publics, et peut-être de s'impliquer activement dans certaines de ces questions (Alsop et Benoze 2000; Millar et Osborne 1998 : 12).

### **Apprentissage fondé sur les résultats**

Dans l'apprentissage fondé sur les résultats, la programmation porte principalement sur ce que les élèves savent peuvent faire plutôt que sur la matière qui est « couverte ». Les objectifs d'apprentissage constituent une élaboration des connaissances, habiletés et stratégies, ainsi que des attitudes que l'on attend de chaque élève de *Sujets d'actualité en sciences de la nature*. Toutes les décisions en matière de programmes sont axées sur l'écart entre le rendement actuel des élèves et le rendement précisé dans les objectifs d'apprentissage.



Traduit et adapté du document de Éducation et Formation professionnelle Manitoba, *Senior 3 English Language Arts: A Foundation for Implementation* (Winnipeg, Manitoba : Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1999) 2-3.

Les objectifs d'apprentissage des élèves ne sont pas enseignés séparément ni isolément. Ils ne sont pas non plus enseignés de façon consécutive dans l'ordre dans lequel ils sont présentés dans le programme d'études. La plupart des leçons ou modules puisent dans les connaissances, habiletés et stratégies ainsi que dans les attitudes visées dans plusieurs ou la totalité des résultats d'apprentissage généraux. Pendant la planification, on invite les enseignants à cerner les résultats d'apprentissage qu'ils comptent évaluer.

Dans la mise en œuvre de programmes d'études axés sur les résultats, les enseignants expérimentés pourraient se rendre compte qu'ils utilisent un grand nombre de ressources et stratégies pédagogiques qu'ils ont utilisées auparavant. Cependant, la nature de l'apprentissage axé sur les résultats refaçonnera leur programmation de plusieurs façons :

- La planification est continue tout au long du semestre ou de l'année car l'enseignement est éclairé par les exigences pédagogiques qui deviennent évidentes dans le cadre de l'évaluation continue.
- Un grand nombre des résultats d'apprentissage sont examinés à maintes reprises de différentes façons tout au long du semestre ou de l'année. On devrait avoir maîtrisé les résultats d'apprentissage au terme du semestre ou de l'année. En plus d'acquérir de nouvelles connaissances, habiletés et stratégies scientifiques, ainsi que des attitudes, les élèves doivent mettre en pratique et peaufiner celles qu'ils ont apprises auparavant.

### **Approches pédagogiques variées**

Les enseignants portent plusieurs « chapeaux pédagogiques » différents et modifient leur style d'enseignement par rapport aux gains cognitifs, attitudes et habiletés que requiert la tâche (Hodson 1988). Au moment de planifier l'enseignement de *Sujets d'actualité en sciences de la nature*, les enseignants peuvent puiser à même un répertoire de méthodes et d'approches pédagogiques et utiliser des combinaisons de ces méthodes et approches dans chaque module et leçon.

On peut catégoriser les approches pédagogiques comme

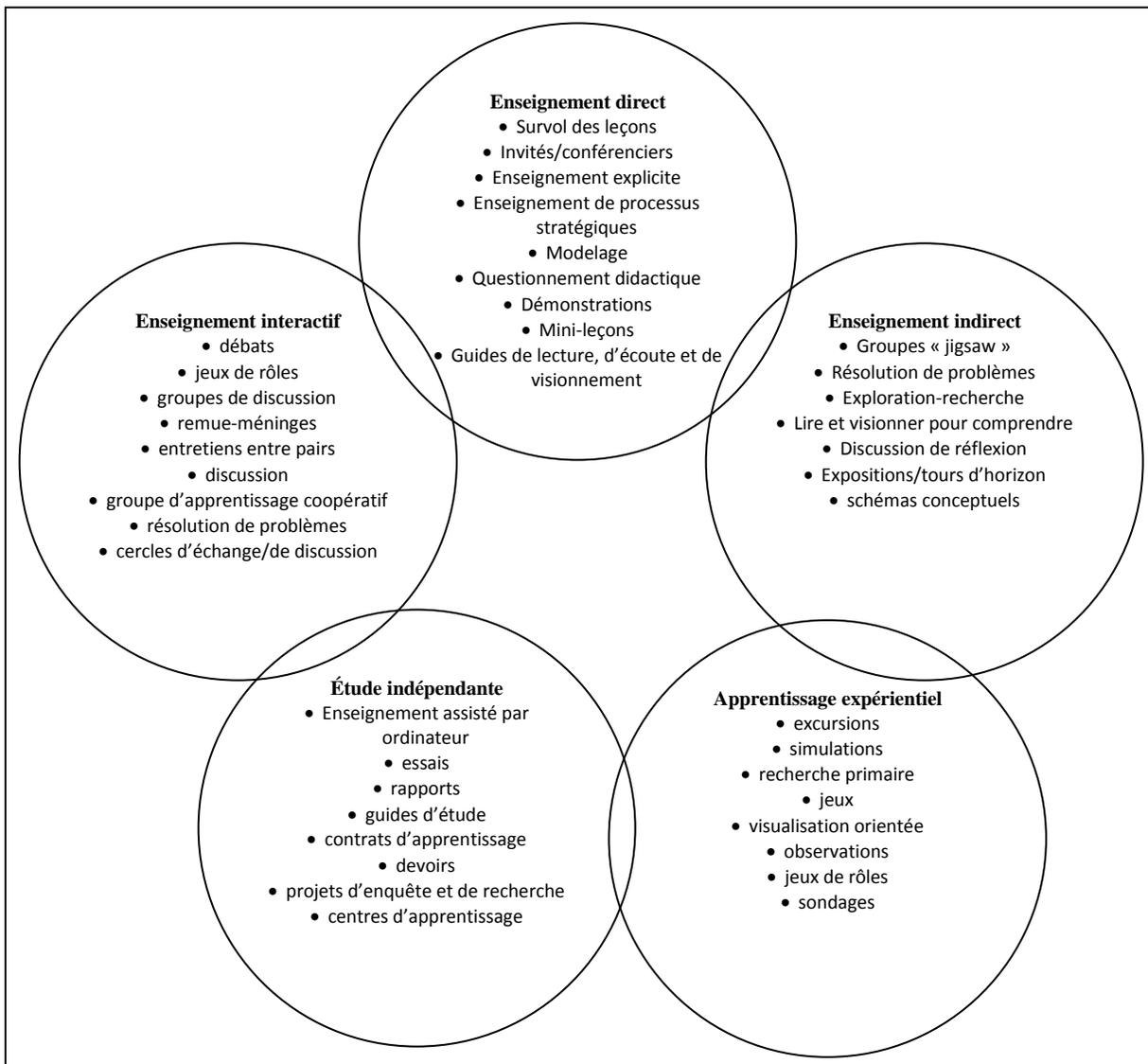
- Enseignement direct
- Enseignement indirect

- Apprentissage expérientiel
- Étude indépendante
- Enseignement interactif

La plupart des enseignants puisent à même toutes ces catégories afin d'assurer une variété dans leurs expériences d'apprentissage en salle de classe, afin d'impliquer les élèves avec diverses intelligences et un éventail d'approches d'apprentissage et afin d'atteindre les objectifs pédagogiques.

Le diagramme qui suit illustre les approches pédagogiques et donne des exemples de méthodes dans chaque approche. Remarquez que les approches se chevauchent.

**Approches pédagogiques**



Au moment de choisir les méthodes et approches pédagogiques, les enseignants examinent la combinaison qui aidera les élèves à atteindre les résultats d'apprentissage visés pour une leçon

ou un module donné. Les enseignants examinent les avantages et les limites des méthodes et approches, de même que les intérêts, connaissances, habiletés et attitudes de leurs élèves. Un certain nombre de ces éléments sont représentés dans le tableau qui suit.

<b>Approches pédagogiques : Rôles, objets et méthodes*</b>				
<b>Approches pédagogiques</b>	<b>Rôles</b>	<b>Objets/Utilisations</b>	<b>Méthodes</b>	<b>Avantages/Limites</b>
<b>Enseignement direct</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Très axé sur l'enseignant</li> <li>• L'enseignant veille à une certaine participation des élèves en posant des questions d'ordre didactique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fournir de l'information</li> <li>• Acquérir des stratégies et habiletés étape par étape</li> <li>• Mettre en place d'autres méthodes et approches</li> <li>• Enseigner l'écoute active et la prise de notes</li> </ul>	Enseignants : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enseignement explicite</li> <li>• Aperçu des leçons</li> <li>• Conférenciers invités</li> <li>• Enseignement des processus stratégiques</li> <li>• Enseignement magistrale</li> <li>• Questionnement didactique</li> <li>• Démonstration et modélisation avant l'apprentissage par découverte guidée</li> <li>• Mini leçons</li> <li>• Guides pour lire, écouter et visualiser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efficace pour donner aux élèves une connaissance des étapes de stratégies et d'habiletés très séquentielles</li> <li>• Utilisation limitée dans l'acquisition d'habiletés, de processus et d'attitudes pour la pensée critique et l'apprentissage interpersonnel</li> <li>• Les élèves peuvent être des apprenants passifs plutôt qu'actifs</li> </ul>
<b>Enseignement indirect</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principalement axé sur l'élève</li> <li>• Le rôle d'enseignant passe à celui d'animateur, de soutien, de personne-ressource</li> <li>• L'enseignant suit les progrès afin de déterminer quand intervenir ou utiliser une autre approche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activer la curiosité et l'intérêt des élèves</li> <li>• Acquérir des stratégies et habiletés personnelles ainsi que la créativité</li> <li>• Explorer diverses possibilités</li> <li>• Former des hypothèses et élaborer des concepts</li> <li>• Résoudre des problèmes</li> <li>• Tirer des conclusions</li> </ul>	Élèves : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observer</li> <li>• Rechercher</li> <li>• Exploration-recherche</li> <li>• Groupe de résolution de problèmes</li> <li>• Résolution de problèmes</li> <li>• Lire et voir pour trouver une signification</li> <li>• Discussion réfléchie</li> <li>• Schéma conceptuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les élèves apprennent efficacement à partir d'une participation active</li> <li>• Permet un niveau élevé de différenciation et la poursuite d'intérêts personnels</li> <li>• L'enseignant a besoin d'excellentes habiletés organisationnelles et d'animation</li> <li>• L'enseignement exclusif du contenu et des concepts peuvent être difficiles à intégrer</li> </ul>

<b>Approches pédagogiques : Rôles, objets et méthodes*</b>				
<b>Approches pédagogiques</b>	<b>Rôles</b>	<b>Objets/Utilisations</b>	<b>Méthodes</b>	<b>Avantages/Limites</b>
<b>Enseignement interactif</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Axé sur l'élève</li> <li>• L'enseignant forme des groupes, enseigne et guide les stratégies et habiletés en petits groupes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activer la curiosité et l'intérêt des élèves</li> <li>• Acquérir des stratégies et habiletés interpersonnelles et la créativité</li> <li>• Explorer diverses possibilités</li> <li>• Former des hypothèses et élaborer les concepts</li> <li>• Résoudre des problèmes</li> <li>• Tirer des conclusions</li> </ul>	<p>Élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussion</li> <li>• Partager</li> <li>• Produire d'autres façons de penser et de se sentir</li> <li>• Prendre des décisions</li> <li>• Débats</li> <li>• Jeux de rôles</li> <li>• Communiquer</li> <li>• Remue-méninges</li> <li>• Entretien avec les pairs</li> <li>• Groupes d'apprentissage coopératif</li> <li>• Résolution de problèmes</li> <li>• Cercles de discussions</li> <li>• Entrevues</li> <li>• Modification par les pairs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apprentissage et la motivation des élèves augmentent grâce à la participation active dans des groupes</li> <li>• Les connaissances de l'enseignant et ses aptitudes à former des groupes, à enseigner et à guider la dynamique de groupe sont importantes pour le succès de cette approche</li> <li>• Efficace pour aider à l'acquisition par les élèves des connaissances de base en matière de coopération et de collaboration</li> </ul>
<b>Apprentissage expérientiel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Axé sur l'élève</li> <li>• L'enseignant peut vouloir attribuer l'ordre et les étapes du processus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre l'accent sur les processus de l'apprentissage au lieu des produits</li> <li>• Développer les connaissances et l'expérience des élèves</li> <li>• Préparer les élèves à l'enseignement direct</li> </ul>	<p>Élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participer à des activités</li> <li>• Excursions pédagogiques</li> <li>• Simulations</li> <li>• Recherche principale</li> <li>• Jeux</li> <li>• Visualisation guidée</li> <li>• Jeux de rôles</li> <li>• Sondages</li> <li>• Communication d'observations et de réflexions</li> <li>• Parler de façon éclairée des expériences</li> <li>• Élaborer des hypothèses et des généralisations dans de nouvelles situations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus grande assimilation des connaissances et compréhension de la part des élèves</li> <li>• L'apprentissage pratique peut nécessiter du temps et des ressources supplémentaires</li> </ul>

Approches pédagogiques : Rôles, objets et méthodes*				
Approches pédagogiques	Rôles	Objets/Utilisations	Méthodes	Avantages/Limites
<b>Étude indépendante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Axé sur l'élève</li> <li>• L'enseignant guide ou supervise l'étude indépendante des élèves, enseigne les connaissances, habiletés et stratégies dont les élèves ont besoin pour l'apprentissage indépendant, et donne la pratique adéquate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtenir et développer l'initiative chez les élèves</li> <li>• Développer la responsabilité chez les élèves</li> <li>• Acquérir l'autonomie et l'indépendance</li> </ul>	Élèves : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projets de recherche et d'interrogation</li> <li>• Utiliser un éventail de méthodes et d'approches</li> <li>• Enseignement assisté par ordinateur</li> <li>• Essais et rapports</li> <li>• Guides d'étude</li> <li>• Contrats d'apprentissage</li> <li>• Travail à la maison</li> <li>• Centres d'apprentissage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les élèves deviennent des apprenants indépendants permanents</li> <li>• La maturité, les connaissances, les habiletés et les stratégies des élèves sont des éléments importants du succès</li> <li>• Il est essentiel que les élèves aient accès à des ressources</li> <li>• On peut utiliser l'approche avec souplesse (on peut l'utiliser avec des élèves individuellement tandis que d'autres élèves utilisent d'autres approches)</li> </ul>

- Adapté du document de Éducation et Formation professionnelle Manitoba, *Senior 3 English Language Arts: A Foundation for Implementation* (Winnipeg (Manitoba): Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1999) 2-5 – 2-6.

### Lien entre les méthodes d'enseignement et des stratégies d'enseignement spécifiques

Les interactions entre les cinq démarches pédagogiques ci-dessus peuvent être associées à des stratégies d'enseignement plus précises qui sont couramment utilisées dans le présent programme d'études. Bien que la liste ne soit pas exhaustive, les stratégies d'enseignement énumérées ci-dessous peuvent être utilisées en parallèle avec la section *Sujets d'actualité en sciences de la nature – 11<sup>e</sup> année* comme points de départ vers un large éventail d'expériences d'apprentissage stratégiques à offrir aux élèves.

#### Enseignement direct

- **Démonstration de l'enseignant** On peut recourir à des démonstrations, notamment des événements incohérents, pour susciter l'intérêt des élèves et permettre la visualisation des phénomènes. Les démonstrations peuvent activer les connaissances antérieures et engendrer une discussion sur les objectifs d'apprentissage.
- **Lien avec la collectivité** Les excursions scolaires et les conférenciers invités peuvent donner aux élèves l'occasion de voir la science appliquée à leur collectivité et aux environnements naturels locaux.
- **Connaissances antérieures** Les élèves apprennent de façon optimale lorsqu'ils sont en mesure de faire un lien entre les nouvelles connaissances et ce qu'ils savent déjà. « Remueméninges », « tableau SVA », et « écoute, dessine, trouve un partenaire, discute » (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*) ne sont que quelques-unes des stratégies qui peuvent être utilisées pour activer et évaluer les connaissances antérieures des élèves.

### **Enseignement indirect**

- **Discussions en classe (gérées par l'enseignant)** Les discussions peuvent servir de diverses façons. Elles peuvent déclencher l'intérêt pour un sujet ou un objectif d'apprentissage, activer des connaissances antérieures en invitant à la spéculation sur pourquoi certains événements se produisent, ou générer des idées de solutions à des problèmes.
- **Travail d'équipe en collaboration** Des stratégies d'enseignement, comme le « Jigsaw » ou la « table ronde » (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*), encouragent les élèves à apprendre d'un autre et à acquérir les aptitudes pour le travail en équipe. L'utilisation d'activités d'apprentissage en collaboration peut mener à une meilleure compréhension du contenu et à une amélioration des techniques de raisonnement.

### **Enseignement interactif**

- **Discussions en classe (gérées par les élèves)** Les discussions peuvent servir de diverses façons. Elles peuvent déclencher l'intérêt pour un sujet ou un objectif d'apprentissage, activer des connaissances antérieures en invitant à la spéculation sur pourquoi certains événements se produisent, ou générer des idées de solutions à des problèmes.
- **Débats** Les débats font intervenir les positions mêmes des élèves sur les questions liées à la STSE. Lorsqu'ils sont minutieusement structurés, les débats peuvent servir à encourager les élèves à tenir compte des préoccupations de la société et de l'opinion des autres, et améliorent leurs habiletés en matière de communication et de recherche.

### **Apprentissage expérientiel**

- **Rapports/recherches des élèves** Les projets d'apprentissage qui font intervenir la recherche par les élèves sont l'une des façons les plus efficaces de personnaliser l'enseignement dans une de classe diversifiée. Ces activités d'apprentissage donnent aux élèves l'occasion de perfectionner leurs habiletés en matière de recherches à mesure qu'ils recueillent, traitent et évaluent l'information.
- **Apprentissage basé sur la résolution de problèmes (PBL)** Le PBL est un concept qui est axé sur un problème réel. On attribue aux élèves des rôles et on leur remet un problème qui ne comporte pas une solution nette et unique. Les élèves acquièrent une connaissance du sujet au fur et à mesure de leur cheminement vers la résolution des problèmes.
- **Rédaction de journal** La tenue d'un journal scientifique permet aux élèves d'explorer et de consigner divers aspects de leurs expériences en classe de sciences. En mettant leur cheminement sur papier ou en pensant à leur apprentissage (métacognition), les élèves sont plus en mesure de traiter ce qu'ils apprennent.
- **Activités en laboratoire** Les activités en laboratoire, qu'elles soient conçues par l'enseignant ou par l'élève, donnent aux élèves l'occasion de mettre en application leurs connaissances scientifiques et leurs habiletés reliées à un groupe d'objectifs d'apprentissage. Les élèves aiment l'expérience pratique des sciences.

### **Étude indépendante**

- **Recherches sur Internet** Une recherche sur Internet est une activité axée sur une demande de renseignements dans le cadre de laquelle la plus grande partie sinon la totalité de l'information utilisée par les apprenants vient de ressources sur Internet. Les recherches sur Internet sont conçues de façon à bien utiliser le temps des apprenants, à mettre l'accent sur

l'utilisation de l'information plutôt que sur sa recherche, et à appuyer le raisonnement des apprenants aux niveaux de l'analyse, de la synthèse et de l'évaluation.

- **Présentation visuelle** Lorsque les élèves créent des présentations visuelles, ils rendent leur raisonnement visible. La production de diagrammes, d'affiches ou de modèles donne aux élèves l'occasion de représenter l'information abstraite sous une forme plus concrète.

### Stades du processus d'apprentissage

Les enseignants, lorsqu'ils préparent les objectifs et plans d'enseignement, constatent qu'il est utile de tenir compte des trois stades de tout processus d'apprentissage :

- *mise en branle* (préparation de l'apprentissage)
- *acquisition* (intégration et traitement des connaissances)
- *mise en application* (consolidation de l'apprentissage)

Ces étapes ne sont pas tout à fait linéaires, mais elles constituent une façon pratique de penser et de planifier. On traite d'un éventail de stratégies d'activation, d'acquisition et d'application dans *Le succès à la portée de tous les apprenants : Manuel concernant l'enseignement différentiel* (Éducation et Formation professionnelle Manitoba 1997).

### Mise en branle (préparation de l'apprentissage)

L'une des plus grandes indications de la mesure dans laquelle les élèves comprennent la nouvelle information est leur connaissance antérieure du sujet. Certains éducateurs font remarquer qu'il y a un plus grand apprentissage des élèves pendant cette étape qu'en autre temps. Au moment de planifier l'enseignement et l'évaluation, les enseignants élaborent des expériences d'apprentissage pour les élèves et choisissent des stratégies pour activer les connaissances antérieures de leurs élèves. Ces expériences d'apprentissage donnent des renseignements sur l'ampleur des connaissances antérieures des élèves sur le sujet à étudier, leur connaissance des sortes de supports à utiliser et leur familiarité avec ces supports, ainsi que leur connaissance et leur adresse pour ce qui est d'appliquer les habiletés à l'apprentissage au moyen de ces supports.

Les expériences d'apprentissage qui puisent dans les connaissances antérieures des élèves :

- aident les élèves à établir un rapport entre les nouvelles informations, habiletés et stratégies et ce qu'ils savent et peuvent déjà faire (p. ex., si un texte comporte des termes non familiers, les élèves pourraient ne pas faire le lien entre ce qu'ils savent et la nouvelle information qui leur est présenté);
- permettent aux enseignants de reconnaître les idées fausses qui pourraient rendre l'apprentissage difficile pour les élèves;
- permettent aux enseignants d'augmenter et de renforcer la base de connaissances des élèves lorsque ces derniers ne possèdent pas l'expérience et les connaissances antérieures adéquates pour assimiler de nouvelles informations et idées;
- aident les élèves à reconnaître les lacunes dans leurs connaissances;
- stimulent la curiosité et amorcent le processus d'interrogation qui orientera l'apprentissage.

### **Acquisition (intégration et traitement des connaissances)**

Au cours de la deuxième étape de l'apprentissage, les élèves assimilent de nouvelles informations et les intègrent à ce qu'ils savent déjà, complétant ainsi et révisant leurs connaissances antérieures. À cette étape, une partie du rôle de l'enseignant est de présenter ces nouvelles informations ou d'aider les élèves à les obtenir de diverses ressources.

Cependant, étant donné que l'apprentissage est un processus interne, faciliter l'apprentissage exige davantage des enseignants que le simple fait de présenter l'information. À l'étape de l'acquisition, les enseignants donnent aux élèves des stratégies qui les aident à rendre l'information significative, à l'intégrer à ce qu'ils savent déjà et à exprimer leur nouveau savoir. En outre, les enseignants assurent un suivi de ces processus afin de veiller à ce que l'apprentissage se fasse; à cette fin, ils ont recours à divers instruments, outils et stratégies tels que les observations, les conférences et l'examen du travail des élèves.

Dans la pratique, dans le cadre d'un module ou d'une leçon réelle, l'étape de l'acquisition peut comprendre une série d'opérations et de stratégies, notamment :

- fixer l'objet (p. ex., événements incohérents, aperçus de leçons, registres d'apprentissage, fiches d'entrée);
- présenter l'information (p. ex., démonstration en laboratoire, conférenciers, mini leçons, lecture active);
- traiter l'information (p. ex., prendre des notes, discussions de groupe, journaux, représentation visuelle);
- modéliser (p. ex., jeux de rôles, démonstrations);
- vérifier la compréhension (p. ex., jeux-questionnaires, conférences informelles).

### **Mise en application (consolidation de l'apprentissage)**

Si l'on ne renforce pas ce que l'on vient d'apprendre, on l'oublie rapidement. Les produits et rendements grâce auxquels les élèves démontrent qu'ils ont acquis de nouvelles connaissances ne sont pas seulement requis pour l'évaluation; ils ont un objet essentiel sur le plan pédagogique du fait qu'ils donnent aux élèves l'occasion de faire la démonstration de leurs nouvelles connaissances, habiletés et stratégies, ainsi qu'attitudes, et de les consolider. Les élèves ont besoin également d'occasions pour assimiler ce qu'ils ont appris et voir comment ces nouvelles connaissances s'appliquent à de nouvelles situations. En restructurant l'information, en exprimant de nouvelles idées d'une autre façon ou en intégrant ce qu'ils ont appris en sciences à des concepts venant d'autres matières, les élèves renforcent et élargissent l'apprentissage.

Pour faire en sorte que les élèves consolident les nouvelles connaissances, les enseignants planifient diverses expériences d'apprentissage faisant intervenir :

- la réflexion (p. ex., journaux, fiches de sortie);
- la fermeture (p. ex., partage des produits, compte rendu sur les processus);
- l'application (p. ex., interrogation, processus de conception).

### **Différencier l'enseignement\***

Comment les enseignants des sciences dans les dernières années du secondaire peuvent-ils répondre aux exigences d'apprentissage de chaque élève et quand même rendre les expériences d'apprentissage stimulantes et significatives pour tous? Une façon d'aider tous les élèves à atteindre les résultats d'apprentissage prescrits est de différencier les stratégies d'enseignement.

Grâce à l'enseignement différentiel, les enseignants peuvent :

- activer les connaissances antérieures des élèves;
- tenir compte des intelligences multiples et de la diversité des approches d'apprentissage et de raisonnement;
- aider les élèves à interpréter, appliquer et intégrer l'information;
- faciliter le transfert des connaissances, habiletés et attitudes dans la vie de tous les jours des élèves;
- mettre les élèves au défi de progresser et de faire des réalisations au plan personnel et scolaire.

L'enseignement différentiel ne veut pas dire que l'on offre un programme différent à chaque élève. On peut différencier les expériences en salle de classe en donnant aux élèves des choix et en variant les stratégies d'enseignement et d'évaluation de façon à procurer des expériences d'apprentissage stimulantes et efficaces pour tous.

---

\* Des idées et des stratégies pour différencier l'enseignement sont données dans *Le succès à la portée de tous les apprenants : Manuel concernant l'enseignement différentiel* (Winnipeg (Manitoba) : Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1997).

### **Promouvoir l'apprentissage stratégique**

Un grand nombre des tâches que les élèves en sciences exécutent ont trait à la résolution de problèmes comme trouver des sources d'information pour un projet d'interrogation, donner une signification à un texte difficile, ou organiser un corpus de données. Pour résoudre des problèmes, les élèves doivent avoir une mentalité stratégique; lorsqu'ils sont face à un problème, les élèves examinent plusieurs stratégies possibles, choisissent celle qui leur semble la meilleure pour la situation et essaient une autre méthode si la première ne donne pas de résultats.

Non seulement les apprenants stratégiques en sciences doivent avoir une mentalité stratégique, ils doivent aussi avoir un répertoire de stratégies pour donner une signification, pour traiter l'information et pour exprimer des idées et des informations de manière efficace. Puisque les *habiletés* sont en grande partie des processus mentaux inconscients que les apprenants utilisent dans l'exécution des tâches d'apprentissage, les *stratégies* sont des actions, pensées et plans conscients et systématiques que les apprenants choisissent ou inventent et adaptent à chaque tâche. On décrit souvent les stratégies comme « savoir quoi faire, comment le faire, quand le faire et pourquoi c'est utile ».

***Soutien à l'apprentissage : Appuyer les élèves dans l'apprentissage stratégique***

Un grand nombre de tâches scientifiques font intervenir une interaction complexe d'habiletés. Cependant, la façon la plus efficace d'apprendre n'est pas de fragmenter les tâches en parties pratiques et d'enseigner les habiletés séparément et isolément. En fait, cette approche pourrait fort bien être inefficace. Purcell-Gates (1996) se sert de l'analogie de l'apprentissage pour aller à bicyclette, une habileté qui exige des enfants qu'ils acquièrent un sens intuitif de l'équilibre tout en apprenant à pédaler et à guider. Les enfants n'apprennent pas à aller à bicyclette en se concentrant sur une seule de ces habiletés à la fois. Au contraire, ils observent les autres qui peuvent aller à bicyclette, puis s'essaient. Dans les premières étapes de cet apprentissage, un enfant compte sur une autre personne pour lui offrir du soutien---pour retenir la bicyclette pendant que l'enfant l'enfourche, garder une main sur la selle pour stabiliser la bicyclette pendant les premiers mètres, montrer comment faire et donner des encouragements. Graduellement, ces soutiens sont retirés, à mesure que le cycliste devient de plus en plus compétent. En bout de ligne, le processus devient automatique et le cycliste n'a plus conscience des tâches qu'il exécute.

En enseignement, ce genre de soutien est ce que l'on appelle le « soutien à l'apprentissage », selon l'ouvrage de Wood, Bruner, et Ross (1976). Les enseignants donnent un soutien à l'apprentissage en :

- structurant les tâches de façon à ce que les apprenants commencent par quelque chose qu'ils peuvent faire;
- réduisant la complexité des tâches;
- attirant l'attention des élèves sur les caractéristiques critiques des tâches;
- modélisant les étapes;
- donnant un apprentissage par découverte guidée et indépendant.

D'une certaine façon, chaque stratégie d'apprentissage est un soutien externe. Au début, employer une nouvelle stratégie peut être compliqué et constituer le principal point d'attention des élèves. Graduellement, les élèves utilisent automatiquement la stratégie et comptent sur cette dernière comme un outil d'apprentissage. Les élèves internalisent graduellement le processus de la stratégie. Ils commencent à adapter et à personnaliser le processus et à appliquer automatiquement le raisonnement à la base de la stratégie.

En enseignement stratégique, les enseignants observent et surveillent l'utilisation par les élèves d'une stratégie pendant un certain temps, intervenant au besoin. Le temps pendant lequel les élèves ont besoin du soutien à l'apprentissage varie selon les élèves. À cet égard, l'enseignement stratégique est également un outil utile de différenciation. Les apprenants qui ont de la difficulté peuvent employer des versions simplifiées d'une stratégie, et ils peuvent continuer à utiliser les soutiens d'une stratégie (par exemple, un organisateur graphique pour les rapports de laboratoire) après que d'autres ont internalisé le processus.

L'enseignement stratégique donne de meilleurs résultats lorsque les enseignants adoptent un rythme adéquat de l'enseignement des nouvelles stratégies (de sorte que les élèves ont le temps de pratiquer chacune), et lorsqu'ils enseignent une stratégie dans le contexte d'une tâche précise d'une expérience scientifique pertinente.

### **Ressources pédagogiques**

Traditionnellement, l'enseignement des sciences dans les dernières années du secondaire a été en grande partie un exercice axé sur les manuels. L'utilisation d'un seul manuel comme seule ressource pour l'enseignement et l'apprentissage des sciences limite gravement l'acquisition des connaissances, habiletés et aptitudes qui sont essentielles aux élèves d'aujourd'hui. En outre, cela met en valeur l'idée que toutes les réponses se retrouvent dans un manuel. La mise en œuvre réussie de *Sujets d'actualité en sciences de la nature* dépend d'une approche pédagogique axée sur les ressources, dans laquelle on utilise les manuels uniquement comme l'une de nombreuses sources de référence. La recherche indique que nous devrions offrir un large éventail de ressources pédagogiques pour structurer l'enseignement et les expériences d'apprentissage. Il s'agit notamment de ressources humaines, de manuels, de magazines et revues spécialisées, de films, d'enregistrements audio et vidéo, de ressources multimédia informatiques, d'Internet et d'autres documents.

Les ressources dont il est fait renvoi dans le présent programme d'études comprennent des documents imprimés tels que *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire : Une ressource didactique* (Éducation et Formation professionnelle Manitoba 2000) et *La sécurité en sciences de la nature: Un manuel ressource à l'usage des enseignantes et des enseignants, des écoles et des divisions scolaires* (Éducation et Formation professionnelle Manitoba 1999).

Le choix de ressources pédagogiques telles que des manuels, des ressources multimédia, y compris des bandes vidéo, des logiciels, des CD-ROM, des logiciels PROBE de laboratoire pilotés par calculatrice, et des sites web sur Internet, dépendront du module, de la situation locale, de la capacité de lecture des élèves, des antécédents de l'enseignant, des ressources communautaires et de la disponibilité d'autres documents. On devrait déployer des efforts concertés pour utiliser des ressources pédagogiques appropriées venant d'un vaste éventail de sources. En effet, ce ne sont pas tous les résultats d'apprentissage que l'on peut atteindre en se servant de n'importe quelle ressource dans l'étude d'un thème donné.

## Utilisation du présent document

Par le passé, les programmes d'études en sciences ont porté principalement sur la présentation d'un éventail de connaissances (c'est-à-dire une grande quantité de contenu) jugées essentielles. Bien que le présent programme d'études vise à ce que les élèves acquièrent les connaissances pertinentes, il cherche également à favoriser l'acquisition de diverses habiletés (habiletés en matière de processus axé sur le contexte, aptitudes en matière de prise de décisions, habiletés à résoudre des problèmes, aptitudes liées aux expériences en laboratoire, aptitudes en matière de pensée critique, habiletés d'apprentissage indépendantes), et à susciter un changement d'attitude. Un point important de *Sujets d'actualités en sciences de la nature* est de faire un lien entre la science et la vie expérientielle de l'élève.

En offrant un aspect multidisciplinaire, *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* procure une solide fondation pour la culture scientifique. Le programme d'études, qui comporte quatre résultats d'apprentissage généraux (RAG), chacun comportant plusieurs résultats d'apprentissage spécifiques (RAS), s'appuiera sur ce que les élèves savent et sont en mesure de faire après leurs études de la maternelle à la 10<sup>e</sup> année (voir la figure 6 : *Tableau des sujets de la maternelle à la 10<sup>e</sup> année*, à la fin de l'introduction de ce chapitre).

*Sujets d'actualités en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* suppose **110** heures de temps d'enseignement.

### Élaboration des modules

*Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* est axé sur des processus et des résultats d'apprentissage. Cette conception habilite les enseignants à planifier des expériences d'apprentissage appropriées basées sur la nature de leurs élèves, de leur école et de leur collectivité. Nous invitons les enseignants à trouver leur propre niveau d'aisance en ce qui concerne le nouveau programme d'études, à partager leurs approches et expériences avec leurs collègues et à utiliser le programme pour mettre au point et élargir les connaissances et les expériences des élèves. L'approche thématique de l'enseignement intégré permettra aux enseignants de travailler en étroite collaboration lorsqu'ils élaborent des regroupements interdisciplinaires (Willis 1992).

Le fait de travailler avec des idées plus larges permettra une interrogation plus approfondie. Le fait d'organiser les regroupements autour d'un problème ou d'un thème présentera de façon générale l'information dans le contexte d'applications réelles (Willis 1992). Les élèves auront des occasions de découvrir des concepts de chacune des sciences au cours de l'année et de faire les liens cohérents entre elles.

[Traduction] « La science traite de thèmes importants auxquels les gens s'intéressent déjà ou peuvent facilement s'intéresser : la vie et les objets vivants, la matière, l'univers, l'information, le « monde matériel ». Par conséquent, une raison importante d'enseigner les sciences aux jeunes est de leur communiquer certaines de ces connaissances au sujet du monde matériel, uniquement parce que c'est à la fois intéressant et important – et pour communiquer le sentiment d'enthousiasme que les connaissances scientifiques apportent. » (Millar et Osborne 1998: 7)

### Choisir un sujet d'actualité

La souplesse du document *Sujets d'actualité en sciences de la nature* permet aux enseignants de concevoir des regroupements interdisciplinaires significatifs et intéressants basés sur des sujets et des développements scientifiques actuels. On suggère aux enseignants d'élaborer trois ou quatre regroupements pour chaque cours. La première étape dans l'élaboration d'un regroupement pour *Sujets d'actualité en sciences de la nature* sera de choisir un sujet.

Choisir un bon sujet est la clé du succès de *Sujets d'actualité en sciences de la nature 30S*. Quelques critères possibles à satisfaire lorsqu'on choisit un sujet sont énumérés ci-dessous :

- Il est adapté à l'âge de l'élève.
- Il est significatif et intéressant pour les élèves.
- Il revêt une signification pour la société et l'époque actuelles.
- Il comprend un certain nombre de résultats d'apprentissage identifiés pour ce cours.
- Il relie entre elles tout naturellement plusieurs disciplines scientifiques.
- Il cadre dans le contexte d'une question ou d'un problème.
- Il fournit des occasions de recherche en profondeur conduite par les élèves.
- Il offre à la fois tout naturellement des occasions d'acquisition de connaissances et de développement d'habiletés.

- Il apporte une perspective d'activité basée sur la performance en tant qu'expérience culminante.

Les enseignants peuvent décider de choisir un sujet dans la liste de suggestions ci-dessous, élaborer un sujet basé sur l'un des points forts des élèves ou de leurs centres d'intérêt, ou impliquer les élèves dans un remue-méninges sur un sujet d'actualité scientifique intéressant.

**Thèmes ou sujets d'actualité possibles :**

- Sommes-nous seuls dans l'univers? La recherche pour la vie au-delà de la terre
- La biotechnologie aujourd'hui – Perspectives, problèmes et politique
- Qu'entend-on par changement climatique dans le monde?
- Le clonage – Que pouvons-nous faire et que devrions-nous faire?
- Les sciences légales : investigations sur la scène d'un crime au moyen des lentilles de la science
- Où aura lieu le prochain tremblement de terre?
- L'énergie aujourd'hui et demain : pouvons-nous éviter les pannes à grande échelle?
- Les interactions environnementales
- L'évolution de l'espèce humaine : d'où venons-nous, où allons-nous?
- Le réchauffement global : fait, fiction ou quelque chose entre les deux
- Vivre dans l'espace
- Technologies médicales émergentes
- Le monde fait-il assez pour réduire la pollution?
- Le recyclage : est-ce que cela fonctionne?
- La science de la musique : pourquoi l'aimons-nous autant?
- La science des sports : comment la science et la technologie aident-elles l'athlète?
- La recherche sur la cellule souche : idées et enjeux
- Les technologies de l'avenir : qu'avait-on prédit (en 1950) et où sommes-nous rendus maintenant?
- Les moyens de transport de l'avenir : aller d'un point A à un point B
- L'eau : va-t-on en manquer un jour?
- Causes et conséquences des feux de forêts
- La croissance de la population : que signifie la courbe?

*Sujets d'actualité en sciences de la nature 30S* accueille le point de vue des élèves et favorise le choix et le développement de sujets par l'élève. Les enseignants peuvent choisir d'impliquer les élèves dans l'élaboration d'un regroupement thématique. Une session de remue-méninges avec la classe (voir Annexes) pourrait permettre aux élèves de générer des sujets d'intérêt, à partir desquels un regroupement peut être planifié ou développer l'essentiel des connaissances au sein du regroupement choisi.

## ÉVALUATION EN SCIENCES

L'évaluation en salle de classe fait partie intégrante de l'enseignement des sciences. L'évaluation est le « processus systématique de cueillette de l'information au sujet de ce qu'un élève sait, peut faire et apprend à faire ». L'objet premier de l'évaluation en salle de classe n'est pas d'évaluer et de classer les élèves, mais bien d'informer l'enseignant et d'améliorer l'apprentissage et de suivre la progression des élèves vers l'atteinte des objectifs d'apprentissage en fin d'année.

...Au lieu de mettre l'accent sur la mémorisation de « faits » précis, détaillés et non reliés, [l'évaluation en sciences] devrait accorder plus de poids à une évaluation d'une compréhension holistique des principales idées scientifiques et une compréhension critique des sciences et du raisonnement scientifique (Millar et Osborne 1998 : 25).

On définit grosso modo l'évaluation en salle de classe comme une activité ou une expérience qui donne de l'information sur l'apprentissage des élèves. Les enseignants en apprennent sur la progression des élèves non seulement par l'entremise de projets, d'examens et de tests formels, mais aussi par l'observation suivie des élèves à l'oeuvre. Ils procèdent souvent à l'évaluation par des activités d'enseignement.

La plus grande partie de l'apprentissage des élèves est interne. Pour évaluer les connaissances, habiletés et stratégies des élèves en sciences, ainsi que les attitudes, les enseignants ont besoin d'un éventail d'outils et d'approches. Ils posent des questions, observent les élèves qui exécutent un éventail de processus et d'activités d'apprentissage, et examinent le travail des élèves en cours. Ils soumettent également les élèves à une évaluation par les pairs et à des activités d'auto-évaluation. Les renseignements que les enseignants et les élèves retirent des activités d'évaluation informent et façonnent ce qui se passe dans la salle de classe; l'évaluation sous-entend toujours qu'une action suivra.

Pour déterminer si les objectifs d'apprentissage des élèves ont été atteints, l'évaluation des élèves doit faire partie intégrante de l'enseignement et de l'apprentissage. L'évaluation de l'apprentissage des élèves fait intervenir une planification minutieuse et une mise en oeuvre systématique (*Fair Assessment and Reporting on Student Progress and Achievement*, Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba 2002).

### Planification de l'évaluation

On devrait élaborer les objectifs, approches et outils d'évaluation en même temps que les approches d'enseignement au cours de la planification du module. Au moment d'élaborer les méthodes et tâches d'évaluation, les enseignants déterminent :

- ce qu'ils évaluent;
- pourquoi ils l'évaluent;
- comment ils utiliseront les renseignements découlant de l'évaluation;
- qui recevra les renseignements découlant de l'évaluation;
- quelles activités ou tâches d'évaluation permettront aux élèves de faire une démonstration de leur apprentissage de façons authentiques.

## Caractéristiques d'une évaluation efficace

Une évaluation efficace aide à concentrer l'effort sur la mise en oeuvre de stratégies visant à faciliter l'apprentissage tant dans la salle de classe qu'à l'extérieur, et est :

- conforme à l'enseignement et en fait partie intégrante
- continue et permanente
- fondée sur des tâches authentiques ainsi que des contextes et processus d'apprentissage des sciences significatifs
- fondée sur des critères que les élèves connaissent et comprennent, faisant appel à leurs points forts
- un processus de collaboration faisant intervenir les élèves
- multidimensionnelle et a recours à un vaste éventail d'outils et de méthodes
- Axée sur ce que les élèves ont appris et peuvent faire

Une discussion de ces sept caractéristiques de l'évaluation efficace suit.

### L'évaluation efficace est conforme à l'enseignement et en fait partie intégrante

L'évaluation exige des enseignants d'être continuellement au courant de l'objectif de l'enseignement : qu'est-ce que je veux que mes élèves apprennent? Que peuvent-ils faire pour montrer qu'ils l'ont appris?

La façon qu'utilisent les enseignants pour évaluer dépend de ce qu'ils évaluent—à savoir s'ils évaluent des connaissances déclaratives, des connaissances procédurales ou des attitudes et des habitudes intellectuelles.

- **Connaissance déclarative** : La connaissance déclarative est la dimension de l'apprentissage la plus simple à mesure à l'aide d'outils traditionnels—si le enseignants veulent mesurer une mémorisation de faits. Cependant, la raison pour laquelle on favorise la culture scientifique n'est pas satisfaite si les élèves se contentent de mémoriser la connaissance déclarative en rapport aux sciences; ce qui est plus important, c'est de savoir si les élèves comprennent et sont en mesure de mettre ces connaissances en application. Par exemple, il est plus important qu'ils comprennent la raison d'être et les répercussions de la biodiversité, qu'ils réagissent à ce que signifie la biodiversité pour eux personnellement et pour l'environnement, qu'ils interprètent cette signification de la biodiversité, et qu'ils utilisent avec aisance la terminologie de façon à enrichir leurs aptitudes en matière de communications scientifiques, et représentent—plutôt que reproduire—une définition de la biodiversité. Le défi pour les enseignants est de concevoir des outils qui vérifient l'application de la connaissance déclarative.
- **Connaissance procédurale** : Les outils qui sont conçus pour vérifier la connaissance déclarative ne peuvent pas évaluer efficacement les processus et habiletés. Par exemple, au lieu d'essayer de déduire les processus utilisés par les élèves en examinant le produit final, les enseignants évaluent la connaissance procédurale en observant les élèves à l'oeuvre, en discutant de leurs stratégies avec eux dans le cadre de conférences et d'entrevues et en recueillant des données sur la réflexion des élèves, notamment dans les journaux.

- **Attitudes et habitudes intellectuelles** : On ne peut pas évaluer directement les attitudes et habitudes intellectuelles. Elles sont implicites dans ce que disent et font les élèves. Habituellement, les outils d'évaluation décrivent les comportements qui sont un reflet des attitudes et habitudes de personnes cultivées. Ils identifient les attitudes et habitudes intellectuelles qui améliorent l'utilisation et l'apprentissage du langage lié aux sciences et donnent aux élèves les moyens de penser à leurs propres processus internes. Par exemple, au lieu d'attribuer des notes globales pour la participation en classe, les enseignants évaluent les objectifs d'apprentissage reliés à l'apport réel des élèves au sein des groupes, grands et petits.

L'évaluation vise à informer les élèves des points importants de la programmation et à les aider à se concentrer sur les aspects importants de l'apprentissage. Si les enseignants évaluent uniquement les éléments les plus faciles à mesurer, les élèves pourraient se concentrer uniquement sur ces aspects. Par exemple, si les cours de sciences accordent une grande importance à la collaboration, à la créativité et au raisonnement divergent (des objectifs d'apprentissage qui peuvent être plus difficiles à mesurer), alors les processus et outils d'évaluation doivent refléter ces valeurs. Les façons qu'utilisent les enseignants pour évaluer (quoi et comment) informent les élèves de ce qui est jugé important dans l'apprentissage.

#### **L'évaluation efficace est continue et permanente**

L'évaluation qui fait partie intégrante de l'enseignement quotidien donne aux élèves des occasions fréquentes d'avoir une rétroaction, de modifier leurs méthodes et approches d'apprentissage et d'observer leurs progrès. Les enseignants donnent une évaluation informelle en posant des questions aux élèves et en leur faisant des observations. Ils procèdent également à des évaluations formelles à diverses étapes d'un projet ou d'une unité d'étude.

L'évaluation continue crée continuellement des occasions pour les enseignants d'examiner et de réviser l'enseignement, le contenu, les points importants du processus et les ressources pédagogiques.

#### **L'évaluation efficace est fondée sur des tâches authentiques ainsi que des contextes et processus d'apprentissage des sciences significatifs**

En sciences, les tâches devraient être authentiques et significatives—des tâches qui méritent d'être maîtrisées en soi plutôt que des tâches conçues tout simplement pour démontrer la compétence de l'élève vis-à-vis des enseignants et des autres. Grâce à l'évaluation, les enseignants découvrent si les élèves peuvent utiliser les connaissances, les processus et les ressources de façon efficace pour atteindre des objectifs utiles. Par conséquent, les enseignants conçoivent des tâches qui reproduisent le contexte dans lequel les connaissances seront appliquées à l'extérieur de la salle de classe.

Par exemple, des tâches authentiques de rédaction scientifique emploient les formules utilisées par un grand éventail de personnes (par exemple, scientifiques, journalistes, cinéastes, poètes, romanciers, publicistes, conférenciers, rédacteurs techniques, ingénieurs et universitaires). Le plus souvent possible, les élèves écrivent, parlent ou représentent leurs idées pour des auditoires réels et à des fins réelles. Au moment d'élaborer les tâches d'évaluation, les enseignants peuvent envisager de fournir aux élèves les ressources que les gens utilisent lorsqu'ils exécutent les mêmes tâches dans des situations réelles en rapport à des problèmes en sciences.

Les tâches d'évaluation authentiques ne sont pas seulement des vérifications de l'information que les élèves possèdent, mais aussi de la façon dont leur compréhension d'une matière s'est approfondie et de leur capacité de mettre en application l'apprentissage. Elles démontrent aux élèves la pertinence et l'importance de l'apprentissage. Les tests axés sur le rendement sont également une façon de consolider l'apprentissage des élèves. Le problème éternel qu'ont les enseignants avec « l'enseignement en fonction du test » est moins préoccupant si les tests sont des évaluations authentiques des connaissances, habiletés et stratégies des élèves, ainsi que des attitudes.

**L'évaluation efficace est fondée sur des critères que les élèves connaissent et comprennent, faisant appel à leurs points forts**

Les critères d'évaluation doivent être clairement établis et être explicités aux élèves avant un travail ou un test de sorte que les élèves peuvent se concentrer sur leurs efforts. En outre, dans toute la mesure du possible, les élèves doivent participer à l'élaboration des critères d'évaluation. L'annexe 8 décrit un processus permettant de créer des rubriques d'évaluation en collaboration avec les élèves.

Les élèves devraient également comprendre parfaitement à quoi ressemble la réalisation de chaque tâche proposée. Des modèles de travaux effectués par les élèves au cours d'années précédentes et d'autres exemplaires de référence aident les élèves à élaborer des objectifs personnels d'apprentissage.

Chaque tâche d'évaluation devrait vérifier uniquement les objectifs d'apprentissage mentionnés aux élèves. Par exemple, cela signifie que les tests sur les aptitudes en laboratoire doivent être conçus et annotés de façon à recueillir des données sur les aptitudes en laboratoire des élèves, et non sur leur capacité d'exprimer efficacement des idées par écrit dans un rapport de laboratoire.

**L'évaluation efficace est un processus de collaboration faisant intervenir les élèves**

L'objet final de l'évaluation est de permettre aux élèves de s'évaluer *eux-mêmes*.

L'augmentation graduelle de la responsabilité des élèves en ce qui concerne l'évaluation vise à développer l'autonomie des élèves en tant qu'apprenants permanents. L'évaluation devrait faire diminuer, au lieu de la favoriser, la dépendance des élèves vis-à-vis des commentaires des enseignants qui donnent une orientation de l'apprentissage et des notes pour valider leurs réalisations.

L'évaluation améliore la métacognition des élèves. Elle les aide à porter des jugements sur leur propre apprentissage, et leur fournit l'information nécessaire pour fixer des objectifs et s'auto-contrôler.

Les enseignants augmentent les responsabilités des élèves au plan de l'évaluation en :

- exigeant des élèves qu'ils choisissent les produits et performances permettant de démontrer leur apprentissage;
- faisant participer les élèves à l'élaboration des critères d'évaluation dans toute la mesure du possible (Cela clarifie les objectifs d'une tâche donnée et donne aux élèves le vocabulaire nécessaire pour discuter de leur propre travail.);

- soumettant les élèves à une évaluation par les pairs, de façon informelle par le biais de conférences avec leurs pairs, et de façon formelle en utilisant des listes de contrôle;
- demandant aux élèves d'utiliser des outils de réflexion et d'auto-évaluation à toutes les occasions possibles (par exemple, listes de contrôle d'auto-évaluation, journaux, détermination et choix des objectifs, et auto-évaluation d'éléments du portefeuille);
- établissant un protocole pour les élèves qui veulent contester une note attribuée par un enseignant (les appels formels sont des exercices précieux en rédaction persuasive et donnent aux élèves des occasions d'examiner leur rendement en fonction des critères d'évaluation).

**L'évaluation efficace est multidimensionnelle et a recours à un vaste éventail d'outils et de méthodes**

L'évaluation en sciences doit reconnaître la complexité et la nature holistique de l'apprentissage en ce qui concerne la culture scientifique. Pour compiler un profil complet des progrès de chaque élève, les enseignants recueillent des données en utilisant de nombreux mécanismes en de nombreuses occasions. Les profils des élèves peuvent faire intervenir à la fois les élèves et les enseignants dans l'évaluation et la collecte de données.

Le tableau qui suit cerne les domaines à évaluer et présente quelques instruments, outils et méthodes d'évaluation.

Profil de la cueillette de données			
Observation des processus		Observation des produits et performances	
Enseignant : <ul style="list-style-type: none"> <li>Listes de contrôle</li> <li>Conférences et entrevues</li> <li>Dossiers et commentaires anecdotiques</li> <li>Examens des ébauches et révisions</li> <li>Présentations orales</li> <li>Rubriques et barèmes de notation</li> </ul>	Élèves : <ul style="list-style-type: none"> <li>journaux</li> <li>outils et instruments d'auto-évaluation (p. ex., listes de contrôle, échelles de cotation, graphiques d'avancement)</li> <li>outils et instruments d'auto-évaluation (p. ex., dossiers des conférences avec les pairs, échelles de notation)</li> </ul>	Enseignant : <ul style="list-style-type: none"> <li>travaux écrits</li> <li>démonstrations</li> <li>présentations</li> <li>séminaires</li> <li>projets</li> <li>portefeuilles</li> <li>carnets et journaux des élèves</li> <li>listes de contrôle</li> <li>rubriques et barèmes de notation</li> </ul>	Élèves : <ul style="list-style-type: none"> <li>journaux</li> <li>outils et instruments d'auto-évaluation</li> <li>outils et instruments d'évaluation par les pairs</li> <li>analyse de portefeuille</li> </ul>
Tests en salle de classe		Tests des divisions et des normes provinciales	
Enseignant : <ul style="list-style-type: none"> <li>tests papier et crayon (p. ex., tests conçus par l'enseignant, tests de module, tests à réponse élaborée)</li> <li>tests de rendement et simulation</li> <li>rubriques et barèmes de notation</li> </ul>	Élèves : <ul style="list-style-type: none"> <li>journaux</li> <li>outils et instruments d'auto-évaluation</li> </ul>	Enseignant noteur : Rubriques et barèmes de notation	

Caractéristiques d'une évaluation efficace : Traduit et adapté du document de Éducation et Formation professionnelle Manitoba, *Senior 3 English Language Arts: A Foundation for Implementation* (Winnipeg (Manitoba) : Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1999) 2-10 – 2-14.

### L'évaluation efficace est axée sur ce que les élèves ont appris et peuvent faire

L'évaluation doit être équitable; elle doit donner des occasions de réussite à chaque élève. L'évaluation efficace fait la démonstration des connaissances, habiletés et attitudes, ainsi que des stratégies de chaque élève et des progrès que fait l'élève, au lieu de tout simplement relever les lacunes au niveau de l'apprentissage.

Pour évaluer ce que les élèves ont appris et peuvent faire, les enseignants doivent recourir à un éventail de stratégies et d'approches, notamment :

- Utiliser un vaste éventail d'instruments pour évaluer les expressions multidimensionnelles de l'apprentissage de chaque élève, en évitant de se fier à la mémorisation des notes.
- Donner aux élèves des occasions d'apprendre à partir de la rétroaction et à peaufiner leur travail, en reconnaissant que ce n'est pas chaque projet qui sera un succès, ni que cela fera partie d'une évaluation sommative.

- Examiner plusieurs éléments du travail de l'élève en évaluant un objectif d'apprentissage donné afin de s'assurer que les données recueillies sont des bases valables pour faire des généralisations au sujet de l'apprentissage de l'élève.
- Élaborer des profils complets de l'élève en utilisant l'information obtenue à la fois d'une évaluation par rapport à un objectif d'apprentissage, qui compare la performance d'un élève à des critères déterminés à l'avance, et d'une évaluation qui compare la performance d'un élève à sa performance antérieure.
- Éviter d'utiliser l'évaluation à des fins disciplinaires ou de contrôle. Ryan, Connell et Deci (1985) ont constaté que l'évaluation qui est perçue comme un outil de contrôle du comportement des élèves, qui sert à l'attribution de récompenses et de punitions au lieu de donner une rétroaction sur l'apprentissage de l'élève, fait diminuer la motivation de l'élève.

Des élèves reçoivent parfois une note de zéro pour un travail incomplet. Cependant, attribuer une note de zéro à l'élève signifie que la note ne communique plus de renseignements précis sur l'atteinte par l'élève des objectifs d'apprentissage en sciences. Des travaux non terminés sont une indication de problèmes personnels ou de motivation qu'il faut régler de la façon appropriée.

- Permettre aux élèves, lorsque cela convient et lorsque c'est possible, de choisir de quelle façon ils feront démonstration de leur compétence.
- Utiliser des outils d'évaluation appropriés pour évaluer des performances, processus et produits individuels et uniques.

### **Gérer l'évaluation en salle de classe**

L'évaluation est l'un des plus grands défis auxquels est confronté l'enseignant en sciences. Les pratiques qui rendent les classes de sciences vitales et efficaces—promouvoir le choix par les élèves, évaluer les processus et évaluer l'aspect subjectif de l'apprentissage—font que l'évaluation est une chose complexe.

Les systèmes et soutiens qui peuvent aider les enseignants à gérer l'évaluation comprennent :

- se défaire des moyens inefficaces d'évaluation;
- utiliser des gains de temps;
- partager la charge;
- tirer parti de la technologie;
- mettre en place des systèmes pour consigner les renseignements découlant de l'évaluation.

On discute de ces suggestions de façon plus détaillée dans la section suivante.

### **Se défaire des moyens inefficaces d'évaluation**

Les enseignants doivent remettre en question l'efficacité, par exemple, de la rédaction de longs commentaires sur l'évaluation sommative des projets des élèves. Des observations détaillées sont préférables :

- si elles sont données en tant qu'évaluation formative, lorsque les élèves peuvent se servir immédiatement de la rétroaction;

- si elles sont communiquées verbalement lors de conférences, ce qui donne des occasions de discussions entre l'enseignant et l'élève.

Le temps consacré à l'évaluation doit être un temps d'apprentissage, tant pour l'enseignant que l'élève.

### **Utiliser des outils pour gagner du temps**

De nombreux outils d'évaluation efficaces permettent de gagner du temps. L'élaboration de listes de contrôle et de rubriques prend beaucoup de temps; cependant, des rubriques bien rédigées peuvent éliminer la nécessité de rédiger des commentaires exhaustifs et peuvent signifier que les performances de l'élève peuvent être évaluées en grande partie pendant le temps de classe.

### **Partager la charge**

Bien que la responsabilité ultime en ce qui concerne l'évaluation revient à l'enseignant, l'auto-évaluation par l'élève fournit également une mine de renseignements. Collaborer avec les élèves pour produire des critères d'évaluation fait partie d'un enseignement efficace. Les élèves de la 11<sup>e</sup> année peuvent élaborer des listes de contrôle et garder des exemplaires de leurs propres objectifs dans une reliure pour des conférences périodiques. Des élèves pourraient être prêts à fournir des échantillons de travail qui serviraient de modèles dans d'autres classes.

La collaboration avec d'autres enseignants pour la création d'outils d'évaluation permet de gagner du temps et donne des occasions de discuter des critères d'évaluation.

### **Tirer parti de la technologie**

Les outils électroniques (par exemple, les bandes audio, les bandes vidéo et les fichiers informatiques) peuvent aider les enseignants à formuler et consigner des observations. Le traitement de texte permet aux enseignants d'enregistrer, de modifier et de réutiliser des rubriques et des listes de contrôle propres aux tâches.

### **Mettre en place des systèmes pour consigner les renseignements découlant de l'évaluation**

Recueillir des données des observations des élèves est particulièrement compliqué pour les enseignants des dernières années du secondaire, qui peuvent enseigner à plusieurs classes d'élèves au cours d'un semestre ou d'une session. Les enseignants pourraient vouloir identifier un groupe d'élèves dans chaque classe qui ferait l'objet d'une observation chaque semaine. Des reliures, des fiches, des bases de données électroniques sont des outils utiles pour consigner des données, tout comme les notes auto-collantes consignent de brèves observations sur les dossiers des élèves, que l'on peut par la suite transformer en rapports anecdotiques.

Les enseignants pourraient également vouloir mettre au point des formulaires complets pour inscrire les objectifs d'apprentissage prescrits et pour consigner les données.

## Changements dans l'évaluation

Cette façon de voir l'évaluation efficace en sciences au Manitoba est un reflet des changements survenus dans les points importants de l'enseignement des sciences au niveau national et est conforme aux changements survenus à l'échelle internationale dans l'enseignement des sciences. Le tableau qui suit résume un certain nombre des changements survenus dans le domaine de l'évaluation.

### Aspects importants changeants dans l'évaluation de l'apprentissage des élèves\*

<b>MOINS D'IMPORTANCE SUR</b>	<b>PLUS D'IMPORTANCE SUR</b>
Évaluer ce qui est facilement mesuré	Évaluer ce qui a le plus de valeur
Évaluer la connaissance discrète	Évaluer la connaissance riche, bien structurée
Évaluer la connaissance scientifique	Évaluer le raisonnement et la compréhension scientifique
Évaluer pour apprendre ce que les élèves ne savent pas	Évaluer pour apprendre ce que les élèves comprennent
Évaluer seulement les réalisations	Évaluer les réalisations et les occasions d'apprendre
Évaluations de fin de session par les enseignants	Les élèves participent à une évaluation continue de leur travail et de celui des autres
Élaboration d'évaluations externes par des spécialistes de la mesure seulement	Les enseignants participent à l'élaboration des évaluations externes

\* Traduit à partir de *National Science Education Standards* (Washington : DC: National Academy Press, 1996) 100. Reproduit avec l'autorisation.

## Types d'évaluations\*

L'évaluation peut être formative, sommative ou diagnostique.

- **L'évaluation formative** est faite pendant le module d'enseignement et donne à l'élève et aux enseignants des renseignements sur les progrès des élèves en ce qui concerne l'atteinte des objectifs d'apprentissage prescrits. L'évaluation formative permet également d'évaluer l'efficacité du contenu, des méthodes, de la séquence, et du rythme de la programmation de l'enseignement.
- **L'évaluation sommative** (évaluation) se fonde sur une interprétation de l'information d'évaluation recueillie et se fait à la fin d'un module d'enseignement. Elle aide à déterminer la mesure dans laquelle chaque élève atteint les objectifs d'apprentissage prescrits. L'évaluation devrait se fonder sur un éventail de renseignements relatifs à l'évaluation. L'évaluation sommative sert principalement à mesurer les réalisations de l'élève, à faire rapport aux parents ou aux tuteurs, aux élèves et à d'autres parties intéressées ou à mesurer l'efficacité de la programmation de l'enseignement.
- **L'évaluation diagnostique** se fait avant l'enseignement et détermine la compréhension par l'élève des sujets avant que se fasse l'apprentissage.

## Stratégies d'évaluation

*Sujets d'actualité en sciences de la nature* propose un éventail de stratégies d'évaluation. La même stratégie peut servir à la fois à l'évaluation formative et à l'évaluation sommative, selon l'objet de l'évaluation. Les stratégies d'évaluation proposées qui peuvent servir en classe de sciences font l'objet d'une discussion détaillée dans la section suivante. On encourage fortement les enseignants à élaborer leurs propres évaluations en ce qui concerne les sciences dans les dernières années du secondaire en fonction des exigences en matière d'apprentissage de leurs élèves et des objectifs d'apprentissage prescrits.

- **Observation**  
L'observation des élèves fait partie intégrante du processus d'évaluation. Elle offre une efficacité maximale lorsqu'elle porte sur les habiletés, concepts et attitudes. Le fait de consigner des notes brèves sur des fiches, des notes auto-collantes ou des grilles, et le fait de tenir des listes de contrôle aide les enseignants à tenir des dossiers des réalisations et des progrès continus.
- **Entrevues**  
Les entrevues permettent aux enseignants d'évaluer la compréhension d'une personne et son atteinte des objectifs d'apprentissage prescrits. Les entrevues donnent aux élèves des occasions de modéliser et d'expliquer leur compréhension. Les entrevues peuvent être à la fois formelles et informelles. Poser des questions en rapport avec les sciences pendant les entrevues planifiées permet aux enseignants de se concentrer sur les attitudes et les habiletés de chaque élève. Les élèves révèlent leurs processus de raisonnement et leur utilisation des habiletés lorsqu'on leur pose des questions au sujet de la façon dont ils résolu des problèmes ou répondu à des questions relatives aux sciences. L'utilisation d'un ensemble de questions déjà prêtes fait en sorte que toutes les entrevues suivent une structure semblable. Il est important de tenir un dossier des réponses des élèves et/ou de leurs connaissances.

- **Évaluation de groupe ou par les pairs**

L'évaluation de groupe donne aux élèves des occasions d'évaluer dans quelle mesure ils travaillent au sein d'un groupe. L'évaluation par les pairs leur donne l'occasion de parler de leur travail mutuel, en fonction de critères clairement établis. Pendant l'évaluation par les pairs, les élèves doivent tenir compte de leurs propres connaissances afin d'évaluer la performance d'un autre élève.
- **Auto-évaluation**

L'auto-évaluation est cruciale pour tout apprentissage et, par conséquent, fait partie intégrante du processus d'évaluation. On devrait encourager chaque élève à évaluer son propre travail. Les élèves appliquent des attentes et des critères connus à leur travail et parlent des résultats pour déterminer leur progression vers la maîtrise d'un objectif d'apprentissage prescrit. La participation à l'établissement des attentes et des critères d'auto-évaluation aide les élèves à se considérer comme des scientifiques et des personnes pouvant résoudre des problèmes. Il est important que les enseignants modélisent le processus d'auto-évaluation avant de s'attendre à ce que les élèves s'auto-évaluent.
- **Inscriptions dans le journal scientifique**

La tenue d'un journal scientifique donne aux élèves l'occasion de réfléchir à leur apprentissage et de faire une démonstration de leur savoir à l'aide d'images, de dessins étiquetés et de mots. Ils peuvent constituer des outils puissants d'évaluation formative, permettant aux enseignants d'évaluer l'ampleur des connaissances d'un élève.
- **Rubriques/listes de contrôle**

Les rubriques et les listes de contrôle sont des outils qui cernent les critères à partir desquels on évaluera les produits, les performances ou les processus des élèves. Elles décrivent également les qualités du travail à divers niveaux de compétence pour chaque critère. On peut élaborer les rubriques et les listes de contrôle en collaboration avec les élèves.
- **Présentations visuelles**

Lorsque des élèves ou des groupes d'élèves préparent des présentations visuelles, ils participent à un traitement de l'information et produisent un cadre de connaissances. L'affiche terminée, la carte conceptuelle, le diagramme, le modèle, etc, sont le produit grâce auquel les enseignants peuvent déterminer ce que pensent leurs élèves.
- **Rapports de laboratoire**

Les rapports de laboratoire permettent aux enseignants d'évaluer la capacité des élèves d'observer, de consigner et d'interpréter des résultats d'expérience. Ces outils peuvent aider les enseignants à déterminer dans quelle mesure les élèves comprennent le contenu.
- **Tâches crayon et papier**

Les jeux-questionnaires peuvent servir d'outils d'évaluation discrète et les tests peuvent constituer des expériences d'évaluation plus large. Ces tâches écrites peuvent comprendre des éléments comme des questions à choix multiples, terminer un dessin ou un diagramme étiqueté, résoudre des problèmes ou donner des réponses élaborées à des questions. Veiller à ce que des réponses magistrales, de même que limitées et étendues fassent partie de ces mécanismes d'évaluation.
- **Exposés/rapports de recherche**

Les projets de recherche permettent aux élèves de réaliser les objectifs d'apprentissage de façon individuelle. L'évaluation devrait être incorporée au projet à chaque étape, depuis la planification jusqu'à la présentation du produit fini en passant par la recherche.

- **Démonstrations des élèves/évaluation du rendement**

Les tâches de rendement donnent aux élèves l'occasion de faire une démonstration de leurs connaissances, de leurs processus de raisonnement et de leur acquisition d'habiletés. Les tâches nécessitent l'application de connaissances et d'habiletés relativement à un groupe d'objectifs d'apprentissage des élèves. Les tests fondés sur le rendement ne vérifient pas l'information que les élèves possèdent, mais la façon dont leur compréhension d'un sujet a été approfondie, et leur capacité d'appliquer leur apprentissage dans une performance simulée. Une rubrique de notation qui comporte une échelle pour l'exécution de la tâche aide à organiser et à interpréter les éléments de preuve. Les rubriques permettent un continuum des niveaux de rendement associés à la tâche qui est évaluée.

---

\*Types d'évaluation : Traduit et adapté de Éducation et Formation professionnelle Manitoba, *Senior 3 English Language Arts : A Foundation for Implementation* (Winnipeg, Manitoba : Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1999) 48-50.

**Approches reliées aux démonstrations des élèves**

- **Interprétation des rapports scientifiques dans les médias\***  
On pourrait utiliser de petits extraits d'articles de journaux pour évaluer si les élèves comprennent le contenu scientifique de l'article; s'ils peuvent identifier et évaluer les risques possibles de même que la qualité des éléments de preuve présentés; s'ils peuvent offrir des réactions bien réfléchies aux prétentions; et finalement, s'ils peuvent donner leur opinion au sujet des mesures que pourraient prendre des personnes, le gouvernement ou d'autres organismes.
- **Démonstration d'une compréhension des principales histoires explicatives des sciences**  
Les questions devraient viser à examiner, par exemple, si les élèves ont compris ce qu'est le modèle de particules de la matière; s'ils peuvent en donner un bref compte rendu; s'ils peuvent l'utiliser pour expliquer des phénomènes de tous les jours; et s'ils peuvent expliquer pourquoi c'est une idée importante en sciences.
- **Poser des questions et y répondre en fonction de données**  
Ces questions devraient évaluer la capacité des élèves de représenter des données de diverses façons; de formuler et d'interpréter les messages que l'on peut tirer des données; et de déceler des erreurs et une malhonnêteté dans la façon dont les données sont présentées ou choisies. La capacité de manipuler et d'interpréter des données est une habileté de base qui a de la valeur, non seulement en sciences, mais dans un vaste éventail d'autres contextes et professions.
- **Reconnaître le rôle des éléments de preuve**  
Au cœur de la rationalité scientifique se trouve un engagement vis-à-vis des éléments de preuve. La science contemporaine met en présence le citoyen moderne et des prétentions qui sont contestées et incertaines. On peut utiliser des questions fondées sur des exemples historiques ou contemporains pour examiner la compréhension qu'ont les élèves du rôle des éléments de preuve dans la résolution d'arguments contradictoires entre des comptes rendus théoriques différents.

\*Traduit et adapté de *Beyond 2000: Science Education for the Future* (Londres, Angleterre : King's College London, School of Education, 1998 26).

## ORGANISATION DU DOCUMENT

### Organisation du document et format

Les suggestions d'enseignement et d'évaluation et les annexes contenues dans le document de mise en œuvre du cours *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* proposent aux enseignants et autres éducateurs en sciences un plan facilitant l'atteinte des résultats d'apprentissage spécifiques par les élèves. Le document est structuré en quatre résultats d'apprentissage généraux (RAG), et sa mise en œuvre repose sur ces quatre RAG.

- RAG A : La nature de la science
- RAG B : Sciences, technologie, société et environnement
- RAG C : Compétences et attitudes liées aux sciences et à la technologie
- RAG D : Concepts essentiels

Étant donné le caractère unique de ces quatre domaines de base, la façon de présenter chacune des sections de RAG comporte nécessairement des différences. Conformément à la nature généralement *constructiviste* de la démarche pédagogique et du cycle d'apprentissage, l'enseignant trouvera des entêtes tels qu'**Activation**, **Acquisition** et **Application**. Sous chacun de ces entêtes se trouvent des suggestions d'enseignement proposant un éventail de stratégies pour l'enseignant et de consignes appropriées à donner aux élèves.

En outre, les annexes renferment de l'information sur le développement des unités, du matériel de soutien pour l'enseignement et l'évaluation et des grilles d'évaluation. Ces ressources complémentaires sont adaptées précisément aux résultats d'apprentissage et visent à appuyer, à faciliter et à renforcer l'apprentissage et l'évaluation des élèves.

### Guide de lecture des résultats d'apprentissage spécifiques et format du document

Les sections de RAG sont structurées comme suit :

- Les **résultats d'apprentissage généraux** indiqués en entête énoncent les attentes en matière d'apprentissage auxquelles l'élève doit répondre d'ici la fin du programme d'études. Les RAG sont appuyés par les **résultats d'apprentissage spécifiques (RAS)**, qui s'appliquent au domaine de base en question.
- Les **suggestions d'enseignement** s'inscrivent directement dans la visée des résultats d'apprentissage spécifiques mentionnés au haut de la page.
- Les **suggestions d'évaluation** proposent des stratégies pour l'évaluation de l'atteinte des résultats d'apprentissage spécifiques chez les élèves.
- Les encadrés des **renseignements pour l'enseignant** permettent d'ajouter des annotations écrites de planification ou concernant un sujet d'intérêt particulier, ou d'approfondir le traitement de diverses questions liées aux résultats d'apprentissage. Ces encadrés de notes sont présentés tout au long du texte.

Les pages suivantes fournissent des détails plus précis sur le format du document à lire, et sont présentées selon un modèle de deux pages tiré du document *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année*.

**À développer**

## Lien entre les résultats d'apprentissage généraux et spécifiques et les stratégies d'enseignement et d'évaluation

Dans le document *Sujets d'actualité en sciences de la nature* (11<sup>e</sup> année), les quatre grands domaines des résultats d'apprentissage généraux (RAG) ci-dessous sont souvent abordés simultanément plutôt que successivement ou séparément.

- RAG A : Nature des sciences et de la technologie
- RAG B : Sciences, technologie, société et environnement (STSE)
- RAG C : Habiletés et attitudes scientifiques et technologiques
- RAG D : Concepts scientifiques essentiels

Ces résultats d'apprentissage sont abordés dans les pages suivantes.

Le document *Sujets d'actualité en sciences de la nature : Document de mise en œuvre* se fonde sur un concept d'enseignement particulier, qui laisse au corps professoral le soin de choisir le contenu et qui comporte naturellement un ensemble de caractéristiques différent de celui auquel les enseignants des sciences de la nature sont habitués au Manitoba. Par exemple, on ne peut pas utiliser ce document du programme d'études en commençant par le RAG A, pour passer ensuite au RAG B, et ainsi de suite. En plus de son principal document d'accompagnement, le manuel de *L'enseignant en sciences de la nature au secondaire* (d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba) — *Sujets d'actualité* propose des suggestions d'enseignement et d'évaluation qui suivent des méthodes correspondant plus précisément à l'un des quatre domaines de base.

Par conséquent, si l'enseignant entame une partie d'une unité donnée qui traite surtout de la nature des sciences, il devrait consulter les stratégies d'enseignement et d'évaluation suggérées dans la section du document intitulée RAG A : Nature des sciences et de la technologie. Si les tâches envisagées nécessitent plus d'habileté ou de maîtrise dans les approches fondées sur l'apprentissage, l'enseignant trouvera des stratégies efficaces dans la section intitulée RAG C : Habiletés et attitudes scientifiques et technologiques.

Il importe de souligner que cette section du document suit aussi une *approche constructiviste* dans le cycle d'enseignement et d'apprentissage (Activation, Acquisition et Application). Les priorités d'évaluation peuvent être résumées comme suit :

- Identifier les résultats d'apprentissage ciblés qui s'inscrivent *naturellement* dans le contexte de la matière scientifique présentée dans l'unité à l'étude.
- Formuler un ensemble de priorités d'enseignement et d'apprentissage.
- Choisir et appliquer avec soin les stratégies d'enseignement et d'apprentissage qui seront efficaces pour les élèves, dans leur milieu d'apprentissage.
- Faire l'évaluation tout au long du parcours en observant le déroulement du processus et les résultats ou produits du travail de l'élève.
- Consigner les renseignements appropriés aux fins de la communication des résultats aux élèves, à leurs parents et aux autres éducateurs et intervenants.

**Résultats d'apprentissage généraux et spécifiques pour *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année***

**RAG A : NATURE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE**

Distinguer les sciences de la technologie, reconnaître à la fois leurs capacités et leurs limites à avancer notre compréhension du monde, et apprécier les interactions entre la culture et la technologie;

**RAS A1** : 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;

**RAS A2** : 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;

**RAS A3** : identifier et apprécier comment l'histoire et la culture influencent la philosophie des sciences d'une société ainsi que sa création ou son utilisation de la technologie;

**RAS A4** : reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et souvent, progressent mutuellement;

**RAS A5** : décrire et expliquer des démarches disciplinaires et interdisciplinaires utilisées pour permettre la compréhension de phénomènes naturels et le développement de solutions technologiques.

**RAG B : SCIENCES, TECHNOLOGIE, SOCIÉTÉ ET ENVIRONNEMENT (STSE)**

explorer des problèmes et des enjeux qui démontrent l'interdépendance entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement;

**RAS 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;

**RAS 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;

**RAS 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;

**RAS 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;

**RAS 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.

**RAG C : HABILITÉS ET ATTITUDES SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES**

démontrer des habiletés et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique, s'engage dans la résolution de problèmes technologiques ou dans le processus de prise de décisions;

**RAS C1** : démontrer des habiletés, des attitudes et des méthodes de travail appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique;

**RAS C2** : démontrer des habiletés et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes liés aux besoins des humains;

**RAS C3** : démontrer des habiletés de prise de décisions et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur l'information scientifique et technologique;

**RAS C4** : Utiliser des habiletés de communication efficaces et une variété de ressources afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;

**RAS C5** : Travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui.

**RAG D : CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ESSENTIELLES**

étudier, comprendre et se servir des connaissances scientifiques dans une variété de contextes.

**RAS D1** : se servir des concepts de similarité et de diversité pour organiser nos expériences avec le monde;

**RAS D2** : reconnaître que l'Univers est constitué de systèmes et que des interactions complexes ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux à divers intervalles et échelles de temps;

**RAS D3** : comprendre le déroulement de divers processus ainsi que les conditions nécessaires au changement, à la constance et à l'équilibre;

**RAS D4** : comprendre comment l'énergie permet les interactions des matériaux, des fonctions vitales et le fonctionnement des systèmes.



## **Résultat d'apprentissage général A**

### **Nature de la science et de la technologie**

Distinguer les sciences de la technologie, reconnaître à la fois leurs capacités et leurs limites à avancer notre compréhension du monde, et apprécier les interactions entre la culture et la technologie

#### **Survol**

Les élèves doivent apprendre que les sciences et la technologie sont des activités humaines créatives dont la longue histoire est ancrée dans toutes les cultures de la planète.

Les sciences constituent une façon de connaître l'Univers. Cet apprentissage 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 n'y a pas qu'une seule méthode établie pour permettre de mener une étude scientifique. Elles croient plutôt que les sciences sont dirigées par un ensemble de théories, de connaissances, d'expériences et de processus ancrés dans le monde physique.

La technologie naît en grande partie de la proposition de solutions à des problèmes soulevés par suite des tentatives des humains de s'adapter à leur environnement externe. La technologie comprend beaucoup plus que les connaissances et les habiletés liées aux ordinateurs et à leurs applications.

La technologie est à la fois une forme de connaissances qui utilisent les concepts et les habiletés des autres disciplines, y compris les sciences, et l'application de ces connaissances pour satisfaire à un besoin ou pour résoudre un problème à l'aide de matériaux, d'énergie et d'outils, dont les ordinateurs. La technologie occasionne aussi des effets sur les procédés et les systèmes, sur la société et sur la façon dont les gens pensent, perçoivent et définissent leur monde.

#### **Résultats d'apprentissage spécifiques**

**RAS A1** : 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;

**RAS A2** : 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;

**RAS A3** : identifier et apprécier comment l'histoire et la culture influencent la philosophie des sciences d'une société ainsi que sa création ou son utilisation de la technologie;

**RAS A4** : reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et souvent, progressent mutuellement;

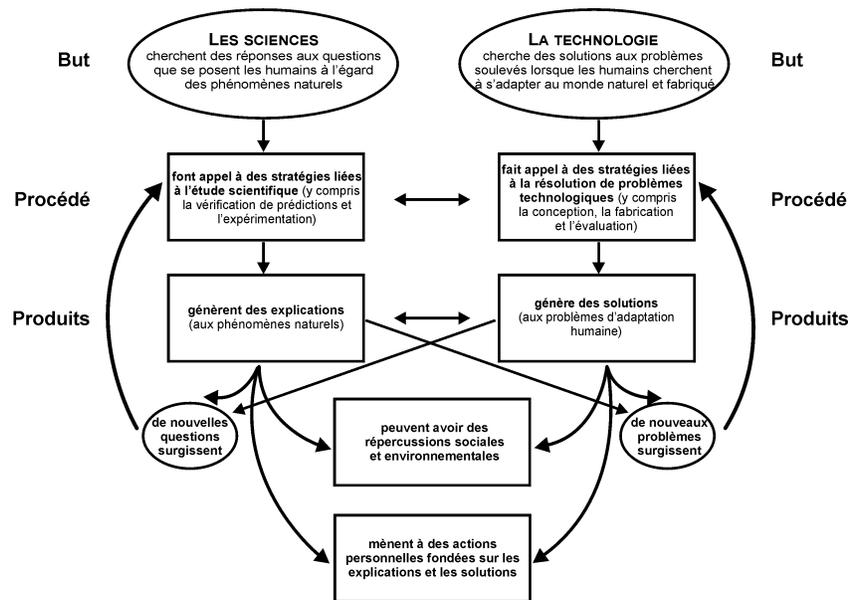
**RAS A5** : décrire et expliquer des démarches disciplinaires et interdisciplinaires utilisées pour permettre la compréhension de phénomènes naturels et le développement de solutions technologiques.

**RAS A1** : 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;

### Stratégies d'enseignement suggérées

#### Renseignements pour l'enseignant

Les sciences et la technologie sont des activités humaines créatives dont la longue histoire est ancrée dans toutes les cultures de la planète. La science est une façon d'apprendre au sujet de l'Univers, qui satisfait la curiosité des humains et produit des connaissances sur les événements et phénomènes du monde naturel. La technologie fournit aux humains des moyens efficaces et efficients d'accomplir des tâches ou de satisfaire à leurs besoins.



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

L'apprentissage des sciences trouve sa source dans la curiosité, la créativité, l'imagination, l'intuition, l'exploration, l'observation, la répétition 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. Bien des historiens, sociologues et philosophes des sciences affirment qu'il n'y a pas qu'une seule méthode établie pour permettre de mener une étude scientifique.

« La production du savoir scientifique est une entreprise essentiellement collective : il n'y a pas de science idiosyncratique. Les modèles et les solutions proposés sont soumis à l'évaluation des pairs qui en apprécient la pertinence logique et expérimentale par rapport au savoir établi. » (Larochelle et Désautels 1992).

Les connaissances et théories scientifiques sont constamment mises à l'épreuve, modifiées et perfectionnées au fur et à mesure que de nouvelles connaissances et théories les remplacent. À travers l'histoire, plusieurs intervenantes et intervenants d'origines et de formations diverses ont débattu chaque nouvelle observation et 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.

L'histoire démontre cependant que de grands progrès dans la pensée scientifique ont débouché sur la disparition complète de certaines disciplines, faisant entrer des praticiens autant que des théoriciens dans un tout nouvel ensemble d'hypothèses directrices. Les *révolutions scientifiques* de ce genre, mentionnées par Thomas S. Kuhn dans son ouvrage majeur *La structure des révolutions scientifiques*, sont des exemples qui peuvent dynamiser l'enseignement des sciences, et fournissent des contextes particulièrement motivateurs et novateurs pour les élèves. La technologie se préoccupe principalement de proposer des solutions à des problèmes soulevés lorsque les humains s'efforcent de s'adapter à leur environnement. La technologie peut être considérée 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 ». (Éducation et Formation professionnelle Manitoba, *La technologie comme compétence de base*).

La technologie comprend beaucoup plus que les connaissances et les habiletés liées aux ordinateurs et à leurs applications. La technologie est à la fois une forme de connaissances qui utilisent les concepts et les habiletés des autres disciplines, y compris les sciences, et l'application de ces connaissances pour satisfaire à un besoin ou pour résoudre un problème à l'aide de matériaux, d'énergie et d'outils, dont les ordinateurs. La technologie occasionne aussi des effets sur les procédés et les systèmes, sur la société et sur la façon dont les gens pensent, perçoivent et définissent leur monde.

## **Activation**

### **Activités fondées sur les connaissances antérieures**

- Demander aux élèves d'examiner l'exemple du café chaud dans le modèle des Processus d'enseignement des sciences. Les inviter à créer d'autres exemples qui correspondent au modèle.

	Étude scientifique	Résolution de problèmes technologiques (processus de design)	Prise de décisions
<b>But :</b>	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.
<b>Procédé :</b>	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 ?
<b>Produit :</b>	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
<b>Exemples :</b>	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.

Adaptation autorisée par le Minister of Learning de la province de l'Alberta (Canada), 2001.

- Proposer aux élèves d'utiliser un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.24) pour établir une distinction essentielle entre les sciences et la technologie.

## Acquisition

### Développement de concepts

- Inviter les élèves à utiliser un cadre de comparaison (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.20, 10.24) pour différencier les questions scientifiques des problèmes technologiques.

*Exemples*

Question scientifique	par rapport à	Problème technologique
<ul style="list-style-type: none"> <li>• « Quel est le mécanisme responsable du mouvement des continents? »</li> <li>• « Comment le corps humain réagit-il à un environnement en apesanteur? »</li> <li>• « Qu'est-ce qu'une cellule? »</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• « Comment peut-on mesurer à quelle vitesse les continents se séparent? »</li> <li>• « Comment peut-on contrer les effets négatifs de l'apesanteur sur le corps humain? »</li> <li>• « Comment peut-on faire pour voir les organelles à l'intérieur d'une cellule? »</li> </ul>

- Demander aux élèves d'expliquer comment évoluent les connaissances scientifiques à mesure que de nouvelles données sont recueillies et que des théories sont mises à l'épreuve et par la suite restreintes, révisées ou remplacées.

*Exemples*

- Proposer aux élèves d'expliquer comment les données sur les fossiles ont contribué à soutenir la théorie de l'évolution des espèces.
- Inviter les élèves à expliquer comment les données sur les phénomènes sismiques, les fossiles et la géologie ont contribué à étayer la théorie de la tectonique des plaques.

**Application****Étude de cas**

- Inviter les élèves à expliquer comment les connaissances scientifiques ont mené à la mise au point d'un produit de la technologie.

*Exemples*

- appareil à dialyse rénale
  - laparoscope
  - appareil d'imagerie par résonance magnétique (scanneur IRM)
  - cœur artificiel
- Demander aux élèves d'expliquer comment un jalon scientifique ou technologique a révolutionné la pensée de la communauté scientifique ou d'un programme de recherche.

*Exemples*

- Comment la théorie des champs a-t-elle aidé les scientifiques à comprendre les mouvements des corps célestes ou ceux des particules dans un champ magnétique?
- Comment les expériences de Pasteur ont-elles contribué à une meilleure connaissance des microorganismes et des maladies?

**Stratégies d'évaluation suggérées**

- Proposer aux élèves d'utiliser un cadre d'organisation des concepts comme le cadre de concept ou le cadre de sommaire de concept (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.35-11.37) pour résumer l'apprentissage relatif aux concepts de sciences et de technologie. Le type de cadre de concept employé peut être déterminé par l'enseignant ou par l'élève. Certains élèves préféreront utiliser un cadre ou l'autre, mais ils devront le présenter à l'enseignant pour obtenir ses commentaires. Comme il s'agit d'une stratégie

d'évaluation formative, qui permet de vérifier la compréhension de l'élève, il n'est pas nécessaire d'attribuer une note officielle pour ce travail.

On trouvera ci-dessous un sommaire des catégories utilisées pour chaque cadre. Pour plus de détails et des feuilles reproductibles, consulter *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire* (11.23-11.24, 11.36-11.37).

Cadre de concept	Cadre de sommaire de concept
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept</li> <li>• Caractéristiques</li> <li>• Exemples</li> <li>• Comparaison (à quoi ça ressemble?)</li> <li>• Contraste (qu'est-ce qui est différent de cela?)</li> <li>• Définition</li> <li>• Illustration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept ou mot clé</li> <li>• Représentation figurative</li> <li>• Explication ou définition dans ses propres termes</li> <li>• Faits</li> <li>• Questions de l'élève au sujet du concept</li> <li>• Analogie</li> </ul>

- *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire et l'annexe 7* offrent une variété de stratégies d'évaluation qui peuvent être adaptées à des démarches pédagogiques précises et aux besoins particuliers des élèves.

**RAS A2** : 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;

## Stratégies d'enseignement suggérées

### Activation

#### Activité fondée sur les connaissances antérieures

- Inviter les élèves à faire un remue-méninges et à discuter ensemble de la mesure dans laquelle les sciences ont répondu à des questions au sujet du monde et ont expliqué des phénomènes naturels, et d'autres questions qui ont alors fait surface.

### Acquisition

- Proposer aux élèves de lire une biographie ou une autobiographie d'un scientifique et de faire rapport sur cette lecture en s'efforçant d'établir la progression et le développement de sa compréhension scientifique.

#### Exemple

– *La double hélice* par James Watson

- Demander aux élèves de dresser une liste de questions scientifiques et de problèmes technologiques reliés au travail de ce scientifique dans chacune des catégories suivantes. Le scientifique :
  - a fourni une réponse ou une solution,
  - n'a pas fourni de réponse ou de solution,
  - a fourni une réponse ou une solution limitée.

### Application

- Demander aux élèves d'indiquer des cas où les sciences et la technologie ont une capacité limitée de trouver des réponses aux questions ou la solution à des problèmes.

#### Exemples

- Quelle est la cause (ou les causes) du cancer? Comment le cancer doit-il être traité? Combien de temps une personne atteinte du cancer peut-elle vivre?
- Comment la vie sur Terre est-elle apparue?
- De quoi est fait l'intérieur de la Terre?
- Comment peut-on établir une colonie permanente dans l'espace?
- Comment peut-on expliquer les changements géologiques survenus sur la surface terrestre?
- Quels sont les causes et traitements du syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA) et du syndrome respiratoire aigu sévère(SRAS)?

### Stratégies d'évaluation suggérées

- Inviter les élèves à analyser avec un esprit critique un texte scientifique comme un article dans une revue scientifique.

- Pour obtenir un synopsis détaillé de la façon d'intégrer le traitement d'une rédaction scientifique comme facteur impératif de l'évaluation de la littératie de l'élève, consulter le chapitre 14 de *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*.

**RAS A3: identifier et apprécier comment l'histoire et la culture influencent la philosophie des sciences d'une société ainsi que sa création ou son utilisation de la technologie;**

## Stratégies d'enseignement suggérées

### Activation

#### Activité fondée sur les connaissances antérieures

- Amorcer une discussion en classe sur les points de vue sociétaux concernant des dossiers scientifiques : *Est-ce que différentes sociétés ont des points de vue philosophiques différents relativement aux sciences? Comment la philosophie d'une société concernant les sciences et la technologie a-t-elle été façonnée par son histoire et sa culture?*

#### Exemples

- Les cultures autochtones nord-américaines
- Les cultures asiatiques
- Les cultures des Indes orientales

### Acquisition

#### Recherche

- Demander aux élèves de faire une recherche sur les contributions des progrès scientifiques et technologiques apportées par des femmes et des hommes de plusieurs sociétés et horizons culturels.
- Les inviter à faire une recherche sur l'élaboration d'une somme de connaissances particulières en science dans une société ou culture, et d'en faire une chronologie. Proposer aux différents groupes de partager et de comparer leurs résultats.

#### Exemples

- connaissance et compréhension de l'Univers
- connaissance et compréhension des maladies
- Proposer aux élèves de se documenter sur le développement de programmes de recherche similaires en sciences et technologie dans différents pays et de les comparer. Leur demander d'adopter une approche multi-perspective, tenant compte des facteurs scientifiques, technologiques, économiques, culturels, politiques et environnementaux locaux.

#### Exemples

- voyages dans l'espace
- technologies médicales
- puissance nucléaire

### Application

#### Débat

- Proposer aux élèves d'utiliser le débat pour analyser comment les programmes de recherche en sciences et technologie sont appuyés et financés par la population, et font l'objet de diverses pressions venant d'influences prioritaires, ou au mérite et d'autres influences prévisibles sur la vie des collectivités.

*Exemples*

- Discuter des avantages et désavantages du financement de la recherche pour la mise au point de médicaments visant à combattre les symptômes du SIDA, plutôt qu'à étudier les aspects médicaux de l'alcoolisme et du syndrome d'alcoolisation fœtale (SAF).
- Discuter du rôle des compagnies pharmaceutiques dans la mise au point de nouveaux traitements de maladies.
- Discuter de la pertinence d'explorer l'espace par rapport à la vie sur Terre.
- Discuter du rôle des traitements homéopathiques par rapport aux traitements médicaux usuels
- Discuter de l'importance de protéger les espèces végétales et animales menacées pour préserver la vie sur Terre.

**Stratégies d'évaluation suggérées**

- Inviter les élèves à se documenter sur le développement des sciences ou de la technologie par suite d'un événement historique, et à l'analyser.  
Leur proposer de jouer le rôle de reporters de la période en question et d'écrire un article pour illustrer une perspective sociale et historique particulière sur un sujet ou un progrès scientifique donné.

*Exemples*

- 1944 : Comment les événements de la Deuxième Guerre mondiale ont influé sur la mise au point et l'usage de la bombe atomique?
  - 1632 : Comment la position de Copernic sur l'Univers a-t-elle influé sur la société d'alors?
- Demander aux élèves de penser à une nouvelle technologie ou invention et d'élaborer un plan d'implantation à l'échelle locale, nationale ou mondiale pour une nouvelle idée, tenant compte des facteurs scientifiques, technologiques, économiques, culturels, politiques et environnementaux.

**RAS A4 : reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et souvent, progressent mutuellement;**

## Stratégies d'enseignement suggérées

### Activation

#### Activité fondée sur les connaissances antérieures

- Au cours d'une discussion en classe, produire un réseau ou une « toile » illustrant les interconnexions entre les sciences et la technologie, en utilisant des exemples précis trouvés par les élèves.

### Acquisition

#### Développement de concepts

- Demander aux élèves de trouver, d'analyser et de décrire des exemples où la compréhension d'enjeux scientifiques a été renforcée ou révisée suivant l'invention d'une technologie.

##### *Exemples*

- Chercher et décrire comment la sismologie a aidé les géoscientifiques à enrichir leurs connaissances sur l'intérieur de la Terre grâce à des applications comme la tomographie sismique.
- Comment le développement du télescope a-t-il modifié la compréhension de l'Univers par notre société et la place de l'humanité dans cet Univers?
- Comment l'amélioration des techniques de cristallographie aux rayons X a-t-elle contribué à la détermination de la structure de l'acide désoxyribonucléique (ADN)?
- Quelles sont les relations ou interactions entre les éléments suivants : le développement d'accélérateurs de particules, la découverte des particules subatomiques et la révision de la théorie atomique?
- Inviter les élèves à analyser les systèmes naturels et technologiques permettant d'interpréter et d'expliquer leur structure et leur dynamique.

##### *Exemples*

- Analyser les nombreuses étapes du raffinage du pétrole pour obtenir de l'essence et divers additifs pour les moteurs d'automobiles.
- Examiner la production d'hydroélectricité.

### Application

- Proposer aux élèves de décrire le fonctionnement de technologies résidentielles, industrielles ou médicales en indiquant les principes scientifiques à la base de ces systèmes.

##### *Exemples*

- Quels sont les principes de physique à la base de la conception et de l'utilisation de technologies relatives à la tomographie axiale transverse commandée par ordinateur (TACO) ou de l'imagerie par résonance magnétique (IRM)?
- Décrire le développement de l'industrie aérospatiale et de l'aéronef moderne.

**RAS A5 : décrire et expliquer des démarches disciplinaires et interdisciplinaires utilisées pour permettre la compréhension de phénomènes naturels et le développement de solutions technologiques.**

## Stratégies d'enseignement suggérées

### Activation

#### Activité fondée sur les connaissances antérieures

- Inviter les élèves à faire un remue-méninges sur certains sujets scientifiques et à utiliser un schéma conceptuel pour établir le lien entre les processus unidisciplinaires et interdisciplinaires facilitant l'étude et la compréhension de ces sujets.

##### *Exemples*

- Clonage
- la vie dans l'espace
- voyage dans le temps
- analyses médico-légales/judiciaires

### Acquisition

#### Développement de concepts

- Demander aux élèves d'expliquer les rôles des données/éléments de preuve, théories et paradigmes dans l'acquisition de connaissances scientifiques, et de discuter comment un changement de paradigme majeur peut modifier la vision scientifique du monde.

##### *Exemples*

- Expliquer comment le fait de prendre conscience que certaines substances acides ne contiennent aucun atome d'hydrogène dans leur formule a mené à la révision de la définition théorique d'acide d'Arrhenius.
- Discuter du changement radical qui a dû être apporté au processus de réflexion lorsque la conception sur la forme de la Terre (qu'on pensait plate et non changeante) a été abandonnée pour adopter la conception d'une Terre ronde et changeante.
- Comparer les preuves et théories de Lamarck et de Darwin.
- Discuter de la façon dont la théorie de la tectonique des plaques explique la répartition des mammifères autour de la planète.

- Inviter les élèves à déterminer et à expliquer l'importance des systèmes de nomenclature scientifique, et à développer leur expérience personnelle dans l'utilisation de ces systèmes, y compris la communication des résultats d'une recherche scientifique à l'aide des conventions et modes linguistiques appropriés.

##### *Exemples*

- Utiliser les conventions applicables à la géologie et plus précisément à la stratigraphie pour expliquer l'importance de préciser les données de datation relative et absolue quand on décrit l'emplacement d'un fossile en particulier.
- Utiliser la nomenclature appropriée pour décrire la composition chimique de solutions.
- Utiliser la désignation correcte des espèces pour comparer des organismes similaires.
- Décrire la fonction des enzymes.

## **Application**

- Demander aux élèves de trouver les caractéristiques de la révision par les pairs dans le développement des connaissances scientifiques, et d'établir le modèle de ces caractéristiques.

### *Exemples*

- Utiliser les grilles d'évaluation pour évaluer les rapports de recherche ou de laboratoire des camarades de classe.
- Rédiger un compte rendu de lecture d'un article de revue scientifique.
- Décrire comment la théorie de l'évolution a été précisée grâce à la contribution de différents scientifiques.
- Chercher comment le manque de reconnaissance ou d'acceptation de la part des pairs a entraîné le rejet de bien des idées scientifiques (par exemple, les idées de Mendel, Jenner et Galilée).



## **Résultat d'apprentissage général B** **Sciences, technologie, société et environnement (STSE)**

Explorer des problèmes et des enjeux qui démontrent l'interdépendance entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement;

### **Survol**

Pour renforcer la littératie scientifique, il faut nécessairement comprendre la complexité des interrelations entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement (STSE). En étudiant le contexte historique, les élèves en viennent à saisir comment les traditions culturelles et intellectuelles ont influé sur les enjeux et les méthodologies scientifiques, et sur la façon dont les sciences, à leur tour, ont influencé le monde sur le plan intellectuel en général. Le savoir scientifique est nécessaire, mais il ne suffit pas à faire comprendre les relations entre les enjeux STSE. Pour saisir pleinement ces relations, il est impératif que les élèves tiennent compte des valeurs liées aux STSE.

Dans la visée d'une littératie scientifique, les élèves doivent aussi prendre conscience de l'importance du développement durable. Le développement durable est un modèle de prise de décisions qui examine les besoins des générations actuelles et futures, et qui intègre et équilibre l'impact des activités économiques avec l'environnement, la santé et le bien-être de la collectivité.

### **Résultats d'apprentissage spécifiques**

**RAS 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;

**RAS 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;

**RAS 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;

**RAS 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;

**RAS 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.

**RAS 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;

## Stratégies d'enseignement suggérées

### Renseignements pour l'enseignant

Le désir de comprendre et d'expliquer les phénomènes naturels et d'élaborer des solutions aux problèmes afin de répondre à un besoin ou de satisfaire un souhait est profondément ancré dans la nature humaine; c'est un sentiment qui s'est développé en même temps que la civilisation. Souvent, la technologie a un effet plus direct sur la société car elle permet de résoudre des problèmes pratiques et de répondre aux besoins des humains. De nouveaux problèmes et besoins peuvent ensuite faire surface. Les sciences repoussent les limites des différentes visions du monde, ou les remettent en question. Une explication scientifique d'un phénomène peut mener à une avancée technologique qui répond à un besoin de nature sociétale. En revanche, un besoin ou un désir à caractère sociétal peut déboucher sur une solution technologique, qui ouvre la voie à une explication scientifique.

Évaluer l'impact d'un progrès scientifique ou technologique suppose qu'il faut se poser des questions. Quels sont les autres moyens existants pour parvenir aux mêmes fins, et comment ces autres options se comparent-elles au plan préconisé? Qui en retire les avantages et qui en subit les conséquences? Quels en sont les coûts financiers et sociaux? Ces coûts augmenteront-ils avec le temps, et qui les assumera? Quels sont les risques liés à l'utilisation (ou à la non-utilisation) de la nouvelle technologie? Ces risques sont-ils sérieux? Qui est à risque?

À mesure que nous évoluons dans notre environnement, l'interdépendance entre les STSE devient manifeste, car les sciences et la technologie vont de pair pour résoudre les problèmes et enjeux sociétaux. La recherche scientifique naît du désir de comprendre le monde naturel, et les inventions technologiques voient le jour quand la société exprime des désirs et des besoins auxquels il faut répondre. La technologie, de par sa nature, a une incidence plus directe que les sciences sur la société parce que sa finalité est de résoudre des problèmes des humains, d'aider les humains à s'adapter et de répondre à leurs aspirations. Les solutions technologiques peuvent créer de nouveaux problèmes. Les sciences, de par leur nature, tentent de répondre à des questions et d'expliquer des phénomènes naturels qui peuvent influencer directement sur les humains (Conseil national de recherches, *NSES* 192). En explorant des problèmes et des enjeux scientifiques, les élèves pourront saisir plus précisément les relations existant entre les aspects STSE.

Nous pouvons observer quotidiennement l'impact des sciences et de la technologie dans notre vie, dans des domaines allant des questions de santé et médicales jusqu'à des progrès en informatique et dans toutes les disciplines technologiques. Voilà pourquoi l'enseignement des sciences ne peut plus se limiter à développer les compétences des élèves par rapport aux concepts et aux méthodes scientifiques de base. Les élèves doivent expérimenter et comprendre les sciences et la technologie dans le contexte de la qualité de l'environnement et des progrès sociaux. L'enseignant peut utiliser une approche pédagogique fondée sur les STSE pour procurer aux élèves un bagage solide qui leur permettra de prendre des décisions

judicieuses en matière de STSE, tenant compte des interrelations entre la recherche scientifique, les solutions technologiques et les impacts sociaux et environnementaux complexes (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 4.3).

Une approche d'apprentissage des sciences fondée sur les STSE permet aux élèves de faire des liens entre ce qu'ils ont appris dans les cours de sciences et les expériences qu'ils vivent quotidiennement. En classe, l'enseignant les aide à faire ces liens entre les STSE par différents moyens, notamment par des explications, des démonstrations et des activités de laboratoire. Grâce aux recherches et aux discussions sur des enjeux portant à controverse, les élèves sont davantage habilités à réfléchir avec un esprit critique, à user de leur raisonnement, à défendre des arguments logiques et à développer des opinions fondées sur des preuves. Ces compétences dans la résolution de différends et la prise de décisions aideront les élèves à devenir des citoyens responsables contribuant à la vitalité économique, sociale et culturelle du Manitoba dans l'avenir.

Les élèves seront appelés à examiner la réaction de la société aux changements technologiques à mesure que de nouvelles technologies sont adoptées ou que les techniques existantes sont actualisées. Notons qu'il existe un lien naturel entre le RAS B1 et le RAS B2.

## **Activation**

### **Connaissances antérieures**

- Tout au long de leur scolarité depuis la maternelle jusqu'en 8<sup>e</sup> année, les élèves développent leur habileté dans le processus de conception (la résolution de problèmes technologiques).
- À partir de la maternelle et jusqu'en 10<sup>e</sup> année, les élèves développent leur capacité à mener des recherches scientifiques.
- Les élèves acquièrent aussi des attitudes clés, une sensibilisation initiale à la nature de la science et d'autres compétences facilitant la recherche, la communication, l'usage des technologies de l'information et l'apprentissage coopératif. La recherche scientifique et le processus de conception sont discutés plus en détail dans le RAG C.

### **Activités fondées sur les connaissances antérieures**

- L'enseignant peut évaluer la compréhension des termes *sciences* et *technologie* chez les élèves. En quoi sont-ils apparentés? En quoi sont-ils différents?
- Les activités d'apprentissage comme celles qui sont présentées ci-dessous permettent à l'enseignant et aux élèves d'activer des connaissances antérieures, de repérer les idées fausses et de faire le lien entre les nouvelles informations et les expériences antérieures.  
*Exemples (Voir l'annexe 2)*
  - Remue-méninges portant sur des exemples de progrès scientifiques et technologiques
  - Tableau des connaissances (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 9.25)
  - SVA (je sais-je veux savoir-j'ai appris) (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 9.18, 9.24)
  - LIEN (liste-interroge-écrit-note) (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 9.18)
  - Écoute-dessine-trouve un partenaire-discute (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 9.15)

- Chaîne de graffitis coopératifs (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.15)

## Acquisition et application

### Analyse d'article

- Demander aux élèves de lire et d'analyser un article décrivant une avancée scientifique ou technologique récente à l'aide du cadre d'analyse d'articles (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.30). Les inviter à déterminer si cette avancée est de nature scientifique ou technologique, et quelle incidence elle aura sur le développement des individus, des sociétés et de l'environnement.

### Recherche

- Proposer aux élèves de se documenter sur une invention technologique et de déterminer à quel besoin répond cette invention. Les inviter à analyser le domaine scientifique touché et à décrire le lien existant entre les sciences et la technologie. Leur demander de déterminer ce qui vient d'abord — la technologie ou les sciences. Demander aux élèves d'analyser, selon diverses perspectives, les risques et avantages pour la société et l'environnement découlant de l'application des connaissances scientifiques ou de l'introduction de la technologie. Enfin, les inviter à discuter de l'impact de cette invention sur les individus, les sociétés et l'environnement. (Voir l'annexe 4, qui présente des techniques de recherche.)

#### Exemples

- Modification des liaisons formées en utilisant de l'ozone au lieu du chlore pour désinfecter l'eau, empêchant ainsi la formation d'hydrocarbures chlorés toxiques dans les réserves d'eau traitée.
- Véhicules alimentés par un carburant de remplacement (électricité, pile à combustible-hydrogène)
- Progrès technologiques dans les domaines suivants :
  - domestique (ampoules, plomberie, réfrigération)
  - communication (télégraphe, radio, téléphone, satellite)
  - transport (automobile, avion, fusée, navette spatiale)
  - électronique (radio, télévision, ordinateur)
  - médecine (ultrasons, prothèses/membres artificiels, électrocardiogramme [ECG], IRM, vaccins)
- Ou encore, demander aux élèves de se documenter sur un progrès scientifique et de déterminer quelles technologies en ont découlé, s'il y a lieu.

### Étude de cas

- Inviter les élèves à examiner un progrès technologique ou scientifique récent et à évaluer son impact sur les individus, la société et l'environnement.

#### Exemples

- traitements du cancer
- progrès dans la construction automobile
- transplantation d'organes
- vols spatiaux
- informatique/ordinateur

### **Stratégies d'évaluation suggérées**

- Grille d'évaluation pour les projets de recherche (voir l'annexe 9).

**RAS 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;

## Stratégies d'enseignement suggérées

### Renseignements pour l'enseignant

Les progrès en sciences et les inventions dépendent en grande partie de ce qui se passe ailleurs dans la société. Les événements du passé influent souvent sur les tendances actuelles dans les avancées scientifiques et technologiques. Les besoins individuels et collectifs dictent le type de technologie que ces principes vont appuyer. Les élèves doivent comprendre que la science témoigne du passé et qu'elle est le résultat d'une activité variable et toujours en évolution.

Tout comme la science, la technologie est une activité humaine créative qui s'est imbriquée dans l'histoire et les cultures du monde. La technologie s'efforce de proposer des solutions à des problèmes que pose l'adaptation des humains à leur environnement. Le fait qu'il existe bon nombre de solutions possibles entraîne inévitablement une foule d'exigences, d'objectifs et de contraintes.

### Activation

#### Connaissances antérieures

En 8<sup>e</sup> année, les élèves ont été exposés au développement des connaissances scientifiques au fil du temps, comme l'élaboration de la théorie de la cellule et l'invention du microscope.

#### Activités fondées sur les connaissances antérieures

- Par des activités d'apprentissage telles que les suivantes, l'enseignant et les élèves pourront faire appel aux connaissances antérieures, détecter les idées fausses et faire un lien entre les nouvelles informations et les expériences antérieures.

*Exemples (voir l'annexe 2)*

- Remue-méninges portant sur une liste de progrès technologiques et scientifiques (ou à partir d'une liste préparée dans le cadre du RAS B1), et discussion du lien entre chaque progrès et le besoin des humains auquel il satisfait
- Tableau des connaissances
- SVA
- LIEN (liste-interroge-écrit-note)
- Écoute-dessine-trouve un partenaire-discute
- Chaîne de graffitis coopératifs

### Acquisition

#### Recherche

- Demander aux élèves de se documenter sur le développement historique et culturel d'une science ou d'une technologie particulière et de déterminer comment ce développement a pu se faire en réponse à des priorités ou à des besoins individuels, communautaires ou sociaux.

*Exemples*

- Transport
- Chaussures
- logement

**Application**

**Étude de cas**

- Proposer aux élèves d'identifier, d'explorer et d'analyser un enjeu social lié aux sciences et à la technologie qui soulève des préoccupations ou représente un dilemme sur le plan éthique.

*Exemples*

- recherche sur les cellules souches
- clonage
- voyage spatiaux
- énergie nucléaire

**Débat**

- Inviter les élèves à élaborer et à défendre une décision ou un jugement, et à démontrer que chaque perspective différente peut susciter des arguments pertinents.

*Exemples*

- Besoin des terres pour diverses utilisations par rapport au besoin d'hydroélectricité dans la construction d'un barrage hydroélectrique
- Recherches pour pousser davantage nos connaissances par rapport au dilemme moral de la recherche sur les cellules souches ou le clonage
- Éradication de la variole par rapport à la conservation d'échantillons du virus à des fins de recherche
- Énergie nucléaire et stockage des déchets radioactifs/nucléaires

**RAS 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;

## Stratégies d'enseignement suggérées

### Renseignements pour l'enseignant

Le terme *santé* ne désigne pas uniquement la santé mentale et physique mais comprend aussi la santé sociale et environnementale. Les choix individuels et sociaux ont une incidence sur la santé des humains. Les élèves devront se pencher sur le lien existant entre les habitudes et choix personnels et la santé individuelle et sociale.

### Activation

#### Connaissances antérieures

- Le programme d'études en éducation physique/éducation à la santé expose les élèves à une grande variété d'enjeux liés à la santé, y compris les habitudes personnelles et les choix liés au mode de vie. L'expérience se situe généralement au niveau personnel.

#### Activités fondées sur les connaissances antérieures

- Par des activités d'apprentissage telles que les suivantes, l'enseignant et les élèves pourront activer des connaissances antérieures, détecter les idées fausses et faire un lien entre les nouvelles informations et les expériences antérieures.  
*Exemples (voir l'annexe 2)*
  - SVA
  - LIEN
  - Écoute-dessine-trouve un partenaire-discute
  - Chaîne de graffitis coopératifs

### Acquisition

#### Recherche

- Demander aux élèves de se documenter sur un enjeu lié à la santé et de présenter les résultats de cette recherche. Les inviter à examiner le lien existant entre les habitudes et choix personnels relatifs au mode de vie, d'une part, et la santé humaine, d'autre part.

#### *Exemples*

- Tabagisme
- Nutrition
- usage de pesticides
- usage d'engrais

### Application

### **Jeux de rôles**

- Proposer aux élèves de jouer différents rôles de personnages d'une ville, comme dans une assemblée publique du conseil de ville, et de réagir à un enjeu touchant la santé communautaire.

#### *Exemples*

- aménagement d'un site d'enfouissement à proximité de la ville
- construction d'un laboratoire de virologie à haut niveau de confinement
- interdiction des produits du tabac dans des lieux publics
- usage de pesticides pour chasser les moustiques
- achat d'un équipement biomédical sophistiqué pour une collectivité du grand Nord
- fuites découvertes dans la station d'épuration des eaux usées locale
- système de ramassage des ordures selon le principe de l'utilisateur payeur
- recyclage

### **Étude de cas**

- Inviter les élèves à examiner des situations dans lesquelles des choix individuels et sociaux ont des répercussions sur la santé des humains et de l'environnement.

#### *Exemples*

- Proposer des directives pour le choix « au mérite » du receveur d'organes parmi un certain nombre de candidats possibles.
- Réagir à une situation où une usine de pâtes et papiers rejette du mercure dans l'eau où vivent des poissons consommés par les humains, causant des intoxications qui entraînent des maladies neurologiques et la cécité.
- Tenter de résoudre les problèmes dus à l'utilisation par des chasseurs de balles contenant du plomb qui sont avalées par des oiseaux aquatiques et causent leur intoxication au plomb.
- Élaborer un plan favorisant le bien-être personnel.

### **Débat**

- Proposer aux élèves d'élaborer une argumentation pour défendre une décision ou un jugement à l'aide d'exemples et de données probantes, et de la présenter selon diverses perspectives.

#### *Exemples*

- Doit-on permettre le développement d'un nouveau complexe résidentiel près d'une ligne d'électricité à haute tension?
- Doit-on aménager un site d'enfouissement près de la ville?
- Doit-on éliminer les déchets nucléaires/radioactifs dans les profondeurs du Bouclier canadien?
- Doit-on permettre la construction d'une ferme porcine près des habitations?
- Les fermiers devraient-ils utiliser des graines de semence génétiquement modifiées ou OGM (canola, blé)?

**RAS 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;

## Stratégies d'enseignement suggérées

### Renseignements pour l'enseignant

La valeur d'une technologie donnée peut varier selon différents groupes de gens et à diverses époques. Les questions liées à la technologie font rarement l'unanimité et sont complexes plus souvent qu'autrement.

Pour déterminer la valeur d'une technologie, il ne suffit généralement pas de s'appuyer sur les faits seulement, même quand ils sont connus et même si l'information pertinente est facilement accessible. Pourquoi? Parce que les groupes opposés défendent souvent différentes valeurs et priorités. Chaque groupe s'expose à gagner ou à perdre le débat dans une mesure plus ou moins grande, ou arrive à des prévisions très différentes des autres concernant les conséquences éventuelles d'initiatives projetées (AAAS, *Benchmarks for Science Literacy*, p. 56).

Le niveau de connaissance et les considérations personnelles ont exercé, et exercent encore, une grande influence sur l'évolution de la technologie. Notre mode de vie a radicalement changé, pour une large part à cause des grandes révolutions survenues en agriculture, dans le domaine manufacturier, dans les services d'hygiène publique et en médecine, ainsi que dans la conduite de la guerre, le transport, le traitement de l'information, les sports et les communications. Les sociétés orientent les choix technologiques qui seront faits et comment les technologies résultantes seront employées. Les humains contrôlent la technologie (et les sciences) et sont responsables de leurs répercussions (AAAS, *Benchmarks for Science Literacy* p. 56).

## Activation

### Connaissances antérieures

Tout au long de leur scolarité de la maternelle à la 10<sup>e</sup> année, les élèves ont été exposés dans les cours de science à divers choix professionnels possibles.

### Activité fondée sur les connaissances antérieures

- Proposer aux élèves de dresser une liste de carrières, d'intérêts et de passe-temps liés aux sciences et à la technologie. Utiliser les schémas conceptuels pour faire le lien entre ces carrières et différents domaines scientifiques.

## Acquisition

### Recherche

- Inviter les élèves à se documenter sur une carrière en science ou en technologie et à présenter les résultats de cette recherche. Préciser qu'ils doivent inclure les exigences de formation académique en plus d'une description du travail dans ce domaine.

#### Exemples

- Comptable

- Ingénieur en génie aéronautique
- Économiste agricole
- Astronome
- Biochimiste
- Biologiste
- Ingénieur de biosystèmes
- Chimiste
- Technicien en informatique
- Médecin
- Biologiste spécialisé en écologie
- Ingénieur en génie de l'environnement
- Chercheur spécialiste de l'environnement
- Scientifique en produits alimentaires
- Expert en criminalistique
- Généticien
- Ingénieur-géologue
- Géologue
- Immunologiste
- Technologue en génie industriel
- Technologiste médical
- Biologiste du milieu marin
- Mathématicien
- Météorologue
- Microbiologiste
- Océanographe
- Pharmacien
- Physicien
- Virologue
- Zoologiste

## **Application**

### **Études de cas/Jeux de rôles**

- Demander aux élèves d'explorer les carrières, intérêts et passe-temps liés aux sciences et à la technologie au moyen d'études de cas et de scénarios pour des jeux de rôles.

#### *Exemples*

- Jouer une saynète intitulée « Une journée dans la vie d'un(e) \_\_\_\_\_ ».
- Rédiger une offre d'emploi dans un domaine scientifique ou technologique précis.
- Passer une journée avec un(e) scientifique ou technologue.
- Organiser un symposium sur les carrières en science et technologie. Il peut s'agir d'une simulation où les élèves jouent les rôles de divers professionnels.

### **Conférencier invité**

- Inviter un spécialiste d'un domaine scientifique ou technologique donné, ou qui a un intérêt ou un passe-temps lié aux sciences ou à la technologie.

## **Stratégies d'évaluation suggérées**

Voir les grilles d'évaluation à l'annexe 9.

- Grille d'évaluation pour les projets de recherche
- Grille d'évaluation pour les présentations d'élèves
- Grille d'évaluation pour les présentations en classe

**RAS 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.

## Stratégies d'enseignement suggérées

### Renseignements pour l'enseignant

Au Manitoba, la notion de développement durable signifie un développement économique qui est soutenable sur le plan environnemental. Le développement durable désigne les initiatives qui présentent des solutions pouvant concilier les intérêts économiques et l'objectif de pérennité du monde naturel. L'environnement et l'économie sont des enjeux interdépendants et interreliés avec la santé et le bien-être de la société.

Les forces sociales et économiques exercent une influence considérable sur les technologies qui seront mises au point et utilisées. Le succès à ce chapitre dépend de nombreux facteurs, comme les valeurs personnelles, l'acceptation par le consommateur, le droit relatif aux brevets, la disponibilité de capitaux de risque, le budget fédéral, la réglementation municipale et nationale, l'attention médiatique, la concurrence économique et les incitatifs fiscaux. Lorsqu'on examine des projets visant à introduire une nouvelle technologie ou à éliminer des méthodes existantes, on doit répondre à certaines questions fondamentales concernant les solutions de rechange, les risques, les coûts et les avantages. De quelles ressources humaines, financières, matérielles et énergétiques aura-t-on besoin pour bâtir, installer, exploiter, entretenir et remplacer la nouvelle technologie, et d'où viendront ces ressources? Par quelles méthodes pourrons-nous nous débarrasser de cette nouvelle technologie (une fois désuète) et des déchets qu'elle produira, et à quel prix? Quelles mesures nous permettront d'assurer la durabilité de l'environnement, de la société et de l'économie? Et finalement, comment peut-on déterminer si nos actions assurent la durabilité du développement?

## Activation

### Connaissances antérieures

- Le concept de développement durable est intégré au programme d'études des sciences de la nature du Manitoba à partir de la 7<sup>e</sup> année et jusqu'en 10<sup>e</sup> année.

### Activités fondées sur les connaissances antérieures

- Par des activités d'apprentissage telles que les suivantes, l'enseignant et les élèves pourront activer des connaissances antérieures, détecter les idées fausses et faire un lien entre les nouvelles informations et les expériences antérieures. L'enseignant devrait vérifier la compréhension du terme *durabilité* auprès des élèves.

*Exemples* (voir l'annexe 2)

- Tableau des connaissances
- SVA
- LIEN
- Écoute-dessine-trouve un partenaire-discute
- Chaîne de graffitis coopératifs

## Acquisition

Pour bon nombre d'activités d'apprentissage ci-dessous, les élèves devront peut-être utiliser le modèle de prise de décisions (voir le RAS C3) pour déterminer la meilleure façon de procéder, d'après les renseignements disponibles.

### Recherche

- Proposer aux élèves de se documenter sur des activités économiques qui ont un grand impact environnemental. Les inviter à analyser le potentiel économique de cette activité et ses conséquences sur l'environnement.

#### *Exemples*

- L'usine de bois et de produits forestiers de Swan River a créé une grande prospérité économique localement et a généré des bénéfices pour la santé et le bien-être des habitants. Comment ces avantages pour l'économie et la santé de la collectivité peuvent-ils compenser les effets potentiels sur l'environnement et les ressources naturelles de la région?
- Examiner les conséquences des pluies acides sur l'environnement. Proposer une façon d'atténuer ces impacts.
- Examiner les effets de l'introduction d'une nouvelle espèce (moule zébrée, grande lamproie marine, étourneau, salicaire pourpre, etc.), notamment sur l'économie, l'environnement, la santé et le bien-être des humains.

## Application

### Débat/Assemblée publique locale

- Inviter les élèves à discuter et à débattre de facteurs et d'enjeux relatifs à la durabilité.

#### *Exemples*

- Débattre du rôle de la technologie dans le processus d'extinction de certaines espèces.
- Discuter de l'impact de la chasse sur l'environnement, l'économie et la santé et le bien-être de la population.
- Débattre du rôle des pesticides, herbicides et engrais chimiques sur la mise en péril ou l'extinction de certaines espèces.

### Étude de cas

- Demander aux élèves de trouver et d'examiner les méthodes actuelles pour résoudre les enjeux sociaux liés aux sciences et à la technologie (ou en proposer de nouvelles), en tenant compte des diverses perspectives, y compris celles de la durabilité.

#### *Exemples*

- Examiner le processus qui a mené de l'essence avec octane obtenue en ajoutant du plomb tétraéthyle (PTE), une substance toxique pour l'environnement, à une essence sans plomb.
- Faire une recherche sur les ressources utilisées par l'école, c'est-à-dire l'eau, l'éclairage, le chauffage, le papier et les aliments, et en déterminer la source, les coûts et l'usage, de même que la méthode pour éliminer les résidus.
- Proposer un plan pour restaurer une certaine zone à son état naturel (par exemple, terre humide, prairie d'herbages).
- Examiner des méthodes pour améliorer la qualité des sols.

- Examiner les effets de la pollution due à l'exploitation minière sur les écosystèmes aquatiques du nord du Manitoba.
- Élaborer un plan personnel pour promouvoir le développement durable.

**Stratégies d'évaluation suggérées**

- Utiliser une grille d'évaluation pour les projets de recherche (voir l'annexe 9)



## Résultat d'apprentissage général C

### Habiletés et attitudes scientifiques et technologiques

Démontrer des habiletés et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique, s'engage dans la résolution de problèmes technologiques ou dans le processus de prise de décisions;

#### Survol

Le résultat d'apprentissage général C (RAG C) se présente en *trois* volets complémentaires :

- étude scientifique
- processus de design (résolution de problèmes technologiques)
- enjeux et prise de décisions en sciences, technologie, société et environnement (STSE)

Une culture scientifique qui découle d'une formation scientifique doit amener l'élève à répondre à des questions, à résoudre des problèmes et à prendre des décisions. Pour les fins du présent document, on réfère à ces processus comme étant *l'étude scientifique*, le *processus de design (ou résolution de problèmes technologiques)* et la *prise de décisions* (voir la fig. 3). 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.

#### Résultats d'apprentissage spécifiques

**RAS C1** : démontrer des habiletés, des attitudes et des méthodes de travail appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique;

**RAS C2** : démontrer des habiletés et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes liés aux besoins des humains;

**RAS C3** : démontrer des habiletés de prise de décisions et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur le l'information scientifique et technologique;

**RAS C4** : Utiliser des habiletés de communication efficaces et une variété de ressources afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;

**RAS C5** : Travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui.

**RAS C1** : démontrer des habiletés, des attitudes et des méthodes de travail appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique;

**RAS C4** : Utiliser des habiletés de communication efficaces et une variété de ressources afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;

**RAS C5** : Travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui.

## Stratégies d'enseignement suggérées

### Étude ou enquête scientifique

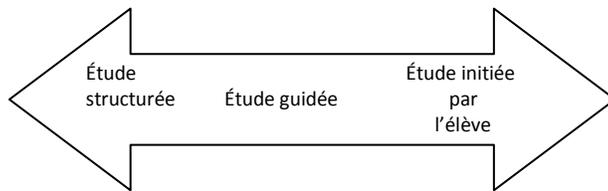
*L'étude ou enquête scientifique* est un moyen efficace pour faire comprendre les processus scientifiques et les enseigner. Une pédagogie globale faisant appel à l'étude scientifique et comportant des stratégies d'enseignement peut améliorer la performance et l'attitude des élèves relativement aux sciences. Elle incite les élèves à prendre une part active dans le processus d'apprentissage quand ils ont l'occasion d'émettre des hypothèses et de mener des recherches. Grâce à cette approche, les élèves développent leur compréhension en posant des questions, en planifiant des enquêtes, en menant leurs propres expériences et en analysant et communiquant leurs résultats. De plus, elle leur permet de passer d'idées concrètes à des concepts abstraits, de reformuler leurs hypothèses, de tenter à nouveau des expériences et d'étudier les problèmes sous un autre angle (Jarrett; NRC, *National Science Education Standards*).

L'étude scientifique doit être élaborée dans un contexte logique fournissant des liens avec un contenu valable. À partir de connaissances pertinentes et exactes, l'enseignant guide les élèves dans le développement logique et l'intégration des idées. L'étude scientifique permet aux élèves de se familiariser avec l'application pratique de la méthodologie scientifique, y compris l'élaboration d'hypothèses, de théories, de métaphores et de lois, l'analyse empirique et mathématique, le design d'expériences et d'analyses, l'observation, l'objectivité et la perception, l'examen par les pairs, la critique et l'établissement d'un consensus. L'étude scientifique améliore les habiletés de réflexion critique, dont celles touchant la déduction, l'inférence ou induction, l'intuition, la causalité, l'association et la probabilité, à mesure que les élèves étudient des phénomènes et construisent la signification de données et d'observations.

L'enseignement basé sur l'étude scientifique se déroule souvent selon un continuum, appliquant des stratégies et proposant des activités appropriées à une situation particulière. À un bout du continuum se trouve *l'étude structurée*, dans laquelle les élèves participent à des activités pratiques très encadrées et suivent des instructions précises. Au milieu du continuum, il y a *l'étude guidée* où les élèves peuvent déterminer eux-mêmes la procédure d'enquête, mais où le choix de la question à étudier appartient à l'enseignant. À l'autre extrémité du continuum se trouve *l'étude initiée par l'élève*, dans laquelle les élèves élaborent leurs propres questions et enquêtes. Ce genre d'étude offre aux élèves l'occasion d'illustrer le processus de réflexion et de travail d'un esprit scientifique en vue de résoudre des problèmes importants au niveau personnel et social. Les élèves se concentrent sur tous les aspects de la recherche, peuvent

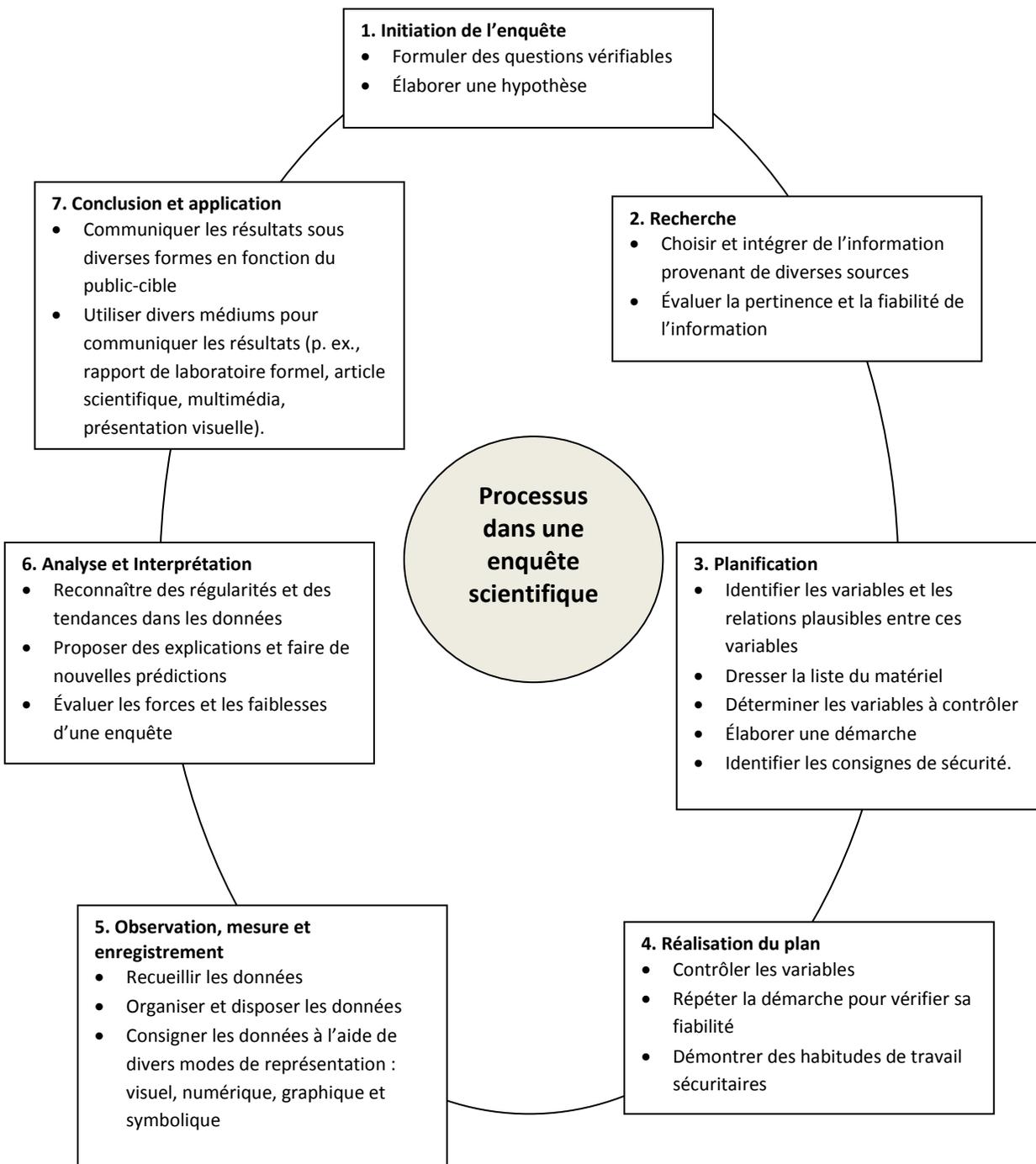
assumant le design de l'étude et l'exploration des avenues possibles en conformité avec les pratiques reconnues par les scientifiques.

**Continuum proposé pour l'enseignement fondé sur l'étude scientifique**



Pour que les élèves se familiarisent avec le jugement critique, ils doivent se pratiquer dans des situations où ils ont la liberté et la responsabilité de diriger leur propre enquête et de choisir le thème à l'étude. (Des stratégies favorisant le passage d'expériences de laboratoire toutes prêtes à des expériences conçues par les élèves sont décrites dans *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 4.10-4.13.) Les étapes de l'étude scientifique sont illustrées à la page suivante.

## Processus impliqués dans une enquête scientifique



## Activation

### Connaissances antérieures

- De la maternelle à la 10<sup>e</sup> année, les élèves ont appris à utiliser le processus d'étude scientifique.
- Les élèves de la 11<sup>e</sup> année ont déjà développé leur habileté en matière d'étude scientifique, ce qui leur permet de proposer des questions menant à une étude scientifique et d'élaborer des hypothèses ou prédictions. Les élèves trouvent, évaluent et résumant les informations pertinentes à partir de diverses sources. Ils planifient et réalisent les procédures, notamment en déterminant le matériel à utiliser et le mode d'emploi, les variables, les contrôles, les méthodes et les considérations liées à la sécurité. Les élèves collaborent ensemble à la collecte, à l'organisation et à la présentation des données. Ils interprètent les profils récurrents et expliquent les liens observés afin de pouvoir tirer des conclusions. Les élèves développent aussi des attitudes clés, se familiarisent avec la nature des sciences et acquièrent d'autres habiletés en recherche et en communication, dans l'usage des technologies de l'information et dans l'apprentissage coopératif.

### Activités fondées sur les connaissances antérieures

- Par des activités d'apprentissage telles que les suivantes, l'enseignant et les élèves pourront activer des connaissances antérieures, détecter les idées fausses et faire un lien entre les nouvelles informations et les expériences antérieures. Dans une étude scientifique, les élèves doivent faire un lien entre des théories scientifiques personnelles et des concepts généralement acceptés par la communauté scientifique. Une discussion peut aider à évaluer cette compréhension, qui peut mener à l'élaboration de questions et d'hypothèses.

*Exemples de stratégies (voir l'annexe 2)*

Activités visant à activer des connaissances antérieures :

- Guide d'anticipation
- Événement/résultat discordant
- Dessin/illustration d'un concept
- Tableau des connaissances
- SVA
- LIEN (liste-interroge-écrit-note)
- Écoute-dessine-trouve un partenaire-discute
- Chaîne de graffitis coopératifs

### Les étapes de l'étude scientifique : Continuum suggéré

Les processus impliqués dans une étude scientifique (illustrées de façon schématique à la page précédente) servent *uniquement de lignes directrices générales*. Il n'est pas obligatoire de suivre toutes ces étapes dans toutes les études scientifiques, ni de les suivre dans le même ordre dans chaque situation. Cependant, il est important que les élèves comprennent, grâce aux diverses expériences, qu'il n'y a pas de « méthode scientifique » et définissable unique qui peut convenir à l'étude du monde naturel dans toutes les situations. Il existe un mythe persistant et généralisé selon lequel la science s'efforce de découvrir les « vérités » au sujet de la nature grâce à ses méthodes d'étude exclusives, et qu'elle réussit très bien dans cette entreprise.

### 1. Amorce de l'étude

La méthode générale pour mener une étude scientifique commence souvent par une question, qui est soulevée quand on observe une relation entre des phénomènes naturels. S'il n'existe aucune réponse connue à cette question, on peut alors formuler une ou plusieurs hypothèses ou explications plausibles et les soumettre à une expérience scientifique qui permettra de répondre à la question. Le succès d'une loi, d'une théorie ou d'un modèle scientifique dépend de son exactitude dans la prédiction d'un phénomène naturel. À mesure qu'ils répètent et améliorent leurs expériences, les scientifiques peaufinent constamment les théories scientifiques prévalant actuellement qui régissent leur interprétation des données et des observations, et construisent des modèles améliorés qui correspondent aux résultats de leurs expériences et leur permettent de faire de meilleures prédictions au sujet du comportement des phénomènes naturels. Par exemple, si une théorie ne réussit pas à prévoir correctement ou à mieux expliquer des phénomènes, il y a lieu de se demander s'il serait préférable de la laisser tomber.

Le processus d'étude scientifique se prête particulièrement bien au travail des élèves quand ils doivent formuler leurs propres questions. Une bonne question menant à l'étude scientifique permet aux élèves de faire des prédictions (p. ex., une *hypothèse de travail*), de créer un plan, d'effectuer des tests fiables, de faire des observations et de tirer des conclusions pertinentes. L'enseignant peut appuyer ce processus en encourageant la formulation de questions et l'approfondissement de ces questions, aidant à préciser, à orienter et à délimiter les questions et problèmes pour faciliter leur étude concrète.

- **Formuler des questions menant à l'étude scientifique (vérifiables)**

Une bonne question, qui est simple et qui mène à l'étude scientifique, est souvent présentée sous la forme suivante : « Quel effet le \_\_\_\_ peut-il avoir sur \_\_\_\_? ». Elle est axée sur un seul facteur (*exemple* : « Quel effet la lumière solaire aura-t-elle sur la croissance des plantes? » au lieu de « Quels sont les facteurs qui ont un effet sur la croissance des plantes? »).

*Exemple de question menant à l'étude scientifique :*

– *Quel effet l'application de chaleur a-t-elle sur la viscosité d'un fluide?*

Cette question englobe la cause (l'application de chaleur) et l'effet (viscosité du fluide). Les deux parties de la question menant à l'étude scientifique sont appelées les variables. Les *variables* sont des facteurs qui peuvent influencer sur un événement ou un processus d'une façon quelconque. La *variable indépendante* est la **seule** variable qu'on décide de modifier. La *variable dépendante* change à cause de la modification de la variable indépendante, ou en réaction à cette modification.

Le fait de placer les variables comme suit peut aider à déterminer chaque portion :

\_\_\_\_\_ dépend de \_\_\_\_\_  
**La variable dépendante**                      **la variable indépendante**

Pour appliquer cette approche à la question vérifiable ci-dessus, on peut dire :

La viscosité d'un fluide dépend de l'application de chaleur.  
**Variable dépendante**                      **variable indépendante**

*Exemple de stratégie*

— Cadre de rapport entre concepts — pour examiner des associations entre les variables  
(*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.20, 11.35)

- **Formuler une hypothèse de travail**

Une *hypothèse* est une suggestion de réponse concernant la façon dont une variable influe sur l'autre. L'hypothèse devrait décrire la relation existant entre les variables indépendante et dépendante. Souvent, elle se présente sous la forme « si ... alors... ».

Si la quantité de chaleur augmente (**variable indépendante**), alors la viscosité diminuera (**variable dépendante**).

*Exemples de stratégies* (Voir les annexes 2 et 6)

Exemples d'activités pouvant susciter des questions menant à l'étude scientifique et à la formulation d'une hypothèse de travail :

- Remue-méninges — Discussion en classe/en groupes
- Événement/résultat discordant
- SVA
- Écoute-réfléchis-trouve un partenaire-discute
- Recherche et débat
- Chaîne de graffitis coopératifs
- Table ronde

## 2. Recherche

La partie recherche de l'étude scientifique peut se situer à divers stades de l'étude.

- **Choisir et intégrer l'information obtenue de diverses sources**

Il importe que les élèves choisissent et intègrent l'information à partir d'une variété de sources, et qu'ils la compilent et l'organisent sous une forme adéquate après un traitement approprié.

- **Évaluer la pertinence et la fiabilité des renseignements généraux**

Les élèves doivent déterminer et appliquer des critères d'évaluation pour les données probantes et les sources d'information, examinant la fiabilité, l'erreur systématique et l'utilité des informations recueillies. Ils peuvent ensuite résumer et consigner l'information sous diverses formes, p. ex., paraphrase, citation d'opinions et de faits pertinents, et renvois à des outils de référence.

*Exemples de sources d'information*

**Imprimées**

- Textes
- Articles de journaux
- Revues
- Magazines

**Électroniques**

- Internet
- Vidéos
- CD-ROM
- Télévision

**Communautaires**

- Personnes-ressources/spécialistes

*Exemples de stratégies* (voir les annexes 4 et 5)

- Cadre d'analyse d'articles
- Études de cas
- Schémas conceptuels
- Analyse d'articles axés sur des faits et d'articles axés sur des enjeux
- Projets de recherche fondés sur des ouvrages spécialisés
- Lecture de documents scientifiques
- Recherche sur le Web (WebQuest)

**3. Design de l'étude**

Le plan de l'étude scientifique peut indiquer l'appareillage, le matériel, les considérations liées à la sécurité et les étapes à suivre. Il précise les principales variables et des mesures de contrôle.

**• Indiquer les variables et la relation plausible entre ces variables**

La clé du design d'expériences réussies est l'identification de toutes les variables associées au phénomène observé et à la question posée. Idéalement, dans une expérience scientifique, toutes les variables de l'expérience sauf une sont contrôlées par le chercheur. À mesure que l'expérience se déroule, seulement une variable peut changer et toutes les autres restent constantes.

**• Dresser la liste du matériel**

Les élèves choisissent les instruments appropriés pour la collecte de données. La manipulation d'outils et d'appareils de laboratoire communs permet aux élèves de créer des simulations et des modèles de travail visant à vérifier leurs idées. Les élèves devraient pouvoir expliquer pourquoi ils ont choisi ce matériel.

*Exemple de stratégie*

- Approche tripartite — décrire et illustrer le matériel (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 10.9, 10.22)

**• Déterminer les variables à contrôler**

Les élèves indiquent les variables à contrôler et expliquent pourquoi il est important de les contrôler.

**• Élaborer une procédure**

Après avoir élaboré une procédure, les élèves résument cette méthode et en discutent, expliquant pourquoi c'est la meilleure procédure et définissant les termes utilisés.

**• Indiquer les considérations liées à la sécurité**

Les élèves déterminent et indiquent les points à prendre en considération concernant la sécurité.

*Exemple de ressource traitant de sécurité :*

- *La sécurité en sciences de la nature – Un manuel ressource à l'usage des enseignants, des écoles et des divisions scolaires (de la maternelle à la 12<sup>e</sup> année* (Éducation et Enseignement Supérieur Manitoba)

#### **4. Réalisation de l'étude scientifique planifiée**

L'enseignant peut illustrer ou faire une démonstration de la façon de procéder et encourage les élèves à suivre les procédures dans une attitude d'ouverture d'esprit. Les élèves doivent savoir quelles sont les procédures prévues et celles qui ont été suivies, en notant tout changement et les motifs expliquant ces changements.

- **Contrôler les variables**

Les élèves indiquent la variable sur laquelle ils agissent et surveillent le déroulement de l'expérience pour s'assurer que les autres variables demeurent constantes.

- **Faire l'essai de la procédure pour vérifier sa fiabilité**

Pour accroître l'exactitude et la fiabilité de la procédure, les élèves doivent effectuer un certain nombre d'essais afin de s'assurer que la collecte de données est valable et qu'elle peut être répétée au besoin.

- **Faire la démonstration d'habitudes de travail assurant la sécurité**

Au cours de la procédure, les élèves démontrent qu'ils ont des habitudes de travail assurant la sécurité.

#### **5. Observation, mesure et consignation des résultats**

Les élèves choisissent et utilisent des méthodes et des outils appropriés à la collecte de données et d'informations. Ils font des estimations et des mesures exactes à l'aide d'unités du Système international (SI) et d'autres unités standard. Ils peuvent/doivent pouvoir lire les instruments correctement et expliquer comment les mesures et les calculs ont été effectués.

- **Recueillir les données**

L'enseignant peut faire la démonstration de la façon « d'observer » durant la collecte de données. Les élèves concentrent leur attention sur la technique et la précision. Afin de démontrer la méthode d'observation, l'enseignant peut poser les questions suivantes :

- Qu'est-ce que chaque point sur la ...(courbe)... représente?
- Avez-vous fait une estimation d'après une procédure dont nous avons démontré l'efficacité...?
- Est-ce que vous obtiendriez la même mesure (ou valeur) si ...?

- **Organiser et présenter les données**

Avant de commencer l'expérience, les élèves déterminent ce qui doit être mesuré et construisent un tableau approprié pour consigner les données. L'enseignant suggère et montre des méthodes logiques et valables pour organiser et présenter les données. Les élèves disposent les données de façon à dégager des profils ou des relations entre les variables, ou à préciser les résultats. Ils consignent, organisent et présentent les observations et données suivant un format approprié, y compris des énumérations, diagrammes, notes télégraphiques, tableaux, listes, chiffriers électroniques, graphiques et fiches de fréquence.

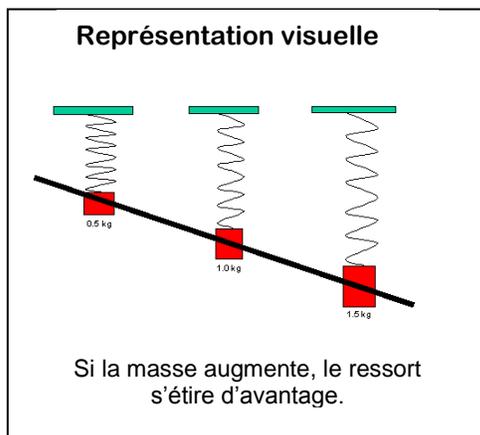
- **Communiquer les données selon divers modes de représentation**

Dans une étude scientifique, les données peuvent être représentées par divers moyens : visuel, numérique, graphique et symbolique.

Exemples de modes de représentation :

### Représentation visuelle

- Illustre les relations visibles entre des variables (voir le graphique ci-dessous).
- Décrit comment se déroule l'expérience.



### Représentation numérique

- Présente les chiffres arrondis et indique les chiffres significatifs.
- Classe les données.
- Utilise l'analyse d'erreur.
- Crée des diagrammes et/ou tableaux.
- Indiquent les profils ou tendances dans les données brutes.

**Représentation numérique**

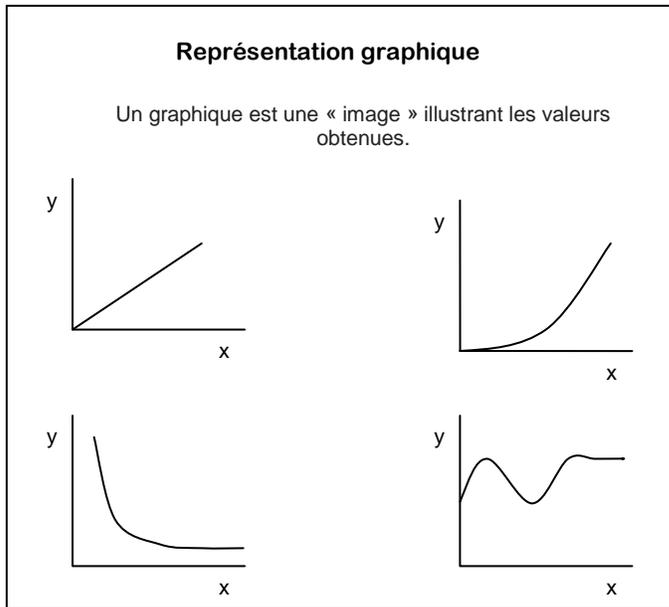
En règle générale, une représentation visuelle n'est pas suffisante pour déterminer précisément une relation. Il faut donc quantifier la relation en prenant des mesures.

F (N)	X (cm)
1,0	0,2
2,0	0,4
3,0	0,6
4,0	0,8

Les élèves tentent de dégager des profils ou tendances à partir des données (par exemple, si la force est doublée, de 1 à 2, quel sera l'effet sur l'extension du ressort?).

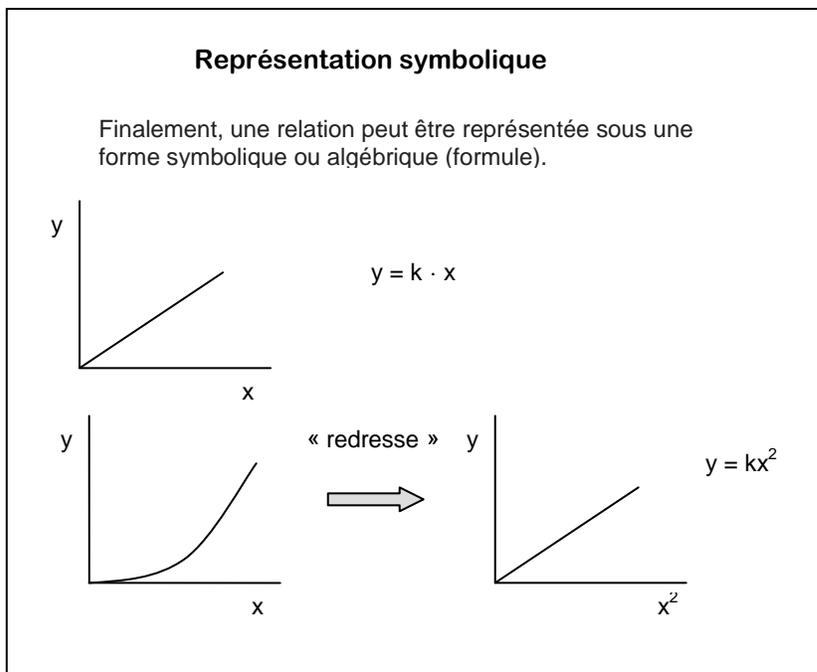
### Représentation graphique

- Utilise le type de graphique approprié (p. ex., Quel graphique ci-dessous se prête à la présentation des données sur l'extension du ressort?)
- Utilise l'échelle appropriée sur chaque axe.
- Illustre le « phénomène » à l'étude à partir de cette représentation des valeurs.
- Indique une courbe de meilleur ajustement (p. ex., régression linéaire).
- Permet l'interpolation et l'extrapolation.



### Représentation symbolique

- Détermine la pente à partir d'une relation linéaire.
- Établit la relation, à un point particulier sur une courbe non linéaire, entre la pente et le taux de variation « instantané ».
- Établit des équations modèles pour traiter les données.
- « Redresse » la courbe afin d'établir les relations non linéaires.



## 6. Analyse et interprétation des résultats

Les élèves analysent les données et appliquent des modèles mathématiques et théoriques appropriés afin d'évaluer les interprétations et explications possibles. Ils choisissent et appliquent les modes de représentation appropriés (visuel, numérique, graphique, symbolique et linguistique) pour communiquer efficacement les idées, les plans et les résultats de l'étude scientifique.

- **Indiquer les profils et relations à partir des résultats**

Les élèves doivent interpréter les profils et tendances dans les données, faire les déductions qui s'imposent et expliquer les relations en présence à l'aide de termes comme augmentation, diminution, linéaire, curviligne, répétition, inchangé et extrapolation. Encourager les élèves à discuter des profils récurrents dans les données, à chercher des profils généraux et spécifiques.

Donner des exemples de termes relatifs aux profils découverts.

- Que nous disent les valeurs présentées dans les tableaux de données au sujet de ce qui s'est produit dans l'expérience?
- Pour tout changement ou variation de ... de la variable *dépendante*, la variable *indépendante* change comme suit : ....

- **Proposer des explications et faire de nouvelles prédictions**

Les élèves proposent des explications et font des prédictions à partir de leurs données, indiquant les limites, les exceptions ou d'autres interprétations des données. Inciter les élèves à revenir à leurs renseignements généraux pour comparer leur réflexion avec leurs conclusions. Les inviter à indiquer et à suggérer des explications pour les écarts ou valeurs discordantes dans les données, y compris les sources d'erreur, comme la difficulté de contrôler certaines variables, le manque de données, le manque d'exactitude des mesures, les limites de l'équipement et les contraintes de temps.

- **Évaluer les forces et les déficiences de l'étude**

Proposer aux élèves d'évaluer le plan original de l'étude et de suggérer des améliorations, d'indiquer les forces et les faiblesses des méthodes de collecte des données et les défauts de design de l'étude.

## 7. Conclusion et application

À ce stade, les élèves doivent réfléchir à leurs connaissances et expériences antérieures afin d'élaborer une nouvelle compréhension du phénomène. Les inviter à tirer une conclusion expliquant les résultats de l'étude, qui appuie ou rejette l'hypothèse ou la prédiction de départ. L'enseignant peut utiliser des techniques de questionnement divergentes qui réorientent la réflexion pour aider les élèves à élaborer leurs conclusions. Si les données confirment l'hypothèse de départ, les élèves doivent fournir les preuves à l'appui de l'hypothèse, discuter de la relation de cause à effet et faire le lien avec des données scientifiques reconnues. Les élèves peuvent également envisager d'autres explications possibles, répéter l'expérience et poser des questions et des hypothèses en vue d'études futures.

- **Communiquer les résultats**

Dans la conclusion, on doit expliquer la relation existant entre la variable indépendante et la variable dépendante si l'étude scientifique est conçue en conséquence.

*Exemple de conclusion de l'expérience*

Voici un exemple de conclusion d'une expérience comportant les facteurs *lumière solaire* et *croissance des plantes*.

*Dans notre expérience, toutes les variables, sauf la quantité de lumière solaire, demeurent constantes. Les géraniums qui ont reçu davantage de lumière solaire ont poussé plus rapidement que celles qui ont été exposées moins longtemps à la lumière du jour. Pendant les 32 jours qu'a duré l'expérience, les plantes qui ont bénéficié de dix heures de plus d'ensoleillement par jour ont poussé en moyenne de 3 cm, tandis que les plantes qui ont été moins exposées à la lumière du jour ont gagné en moyenne 1 cm de hauteur. Nos résultats confirment donc notre hypothèse.*

En plus de réexaminer l'hypothèse, la conclusion doit inclure les sources d'erreur liées à l'expérience, c'est-à-dire les facteurs qui peuvent nuire à l'exactitude des données. Au cours de la réflexion sur le déroulement de la procédure, l'enseignant peut suggérer des façons d'améliorer la qualité de l'expérience.

Une autre composante de la conclusion porte sur les implications ou applications de l'expérience ou du concept dans la vie de tous les jours.

- **Utiliser divers médias pour communiquer les résultats**

Les élèves peuvent présenter leurs constatations et conclusions de diverses façons selon le but ou l'intention de l'étude scientifique et ses résultats. Les résultats d'études sont généralement communiqués sous forme de rapport de laboratoire écrit, d'article scientifique ou d'exposé oral. L'enseignant peut structurer et faciliter les discussions selon une compréhension commune des règles du discours scientifique, comme la justification de l'interprétation, le fondement des arguments sur des données probantes et l'évaluation critique des explications de pairs. Encourager les élèves à formuler leurs propres idées ou commentaires, à débattre de la validité des explications et solutions proposées et à participer à la prise de décisions.

*Exemples de médias pour communiquer les résultats :*

**Rapport de laboratoire écrit**

Les élèves apprennent à résumer et à analyser leurs expériences de laboratoire, notamment par les moyens suivants :

- Cadre de rapport de laboratoire (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 11.28-11.29.*)
- Cadre de rapport de laboratoire formel (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 11.38-11.39.*)

Les élèves peuvent trouver à prime abord que la préparation d'un rapport de laboratoire complet est laborieuse, et s'empêtrer dans le *format standard*, plutôt que de mettre l'accent sur le contenu scientifique qui est vraiment important. L'enseignant peut passer du temps à expliquer les parties du rapport séparément, par exemple, l'énoncé du but du rapport ou la présentation des données.

**Article scientifique**

Un article scientifique peut servir à énoncer un problème scientifique et à tenter de le résoudre, à exposer les résultats d'une recherche récente ou à examiner (pour la valider) la procédure suivie durant les tests afin d'explorer les principales prédictions à

partir d'une théorie scientifique. Les élèves peuvent utiliser un format de rédaction scientifique convenu en consultation avec l'enseignant.

**Présentation**

Les résultats de l'étude scientifique peuvent être communiqués sous forme de présentation :

- multimédia (p. ex., PowerPoint)
- exposé oral

**Représentation visuelle**

L'information recueillie au cours de l'étude scientifique peut être communiquée par des moyens visuels tels que :

- tableaux
- graphiques
- diagrammes étiquetés
- organigrammes
- affiches
- modèles réduits ou maquettes
- schémas conceptuels
- bande dessinée

**Rédaction d'un journal ou carnet scientifique**

Les élèves peuvent réfléchir et répondre à une question à l'aide de divers formats comme le schéma conceptuel.

**Stratégies d'évaluation suggérée**

On trouvera ci-dessous des suggestions de techniques d'évaluation pour le processus d'étude scientifique.

**• Grilles d'évaluation/listes de contrôle**

- Évaluation de rapports de laboratoire (voir l'annexe 9)
- Liste de contrôle d'observations : Étude scientifique— Effectuer un test juste et équitable (voir l'annexe 9)

**• Évaluation de performance**

Les stratégies d'évaluation peuvent inclure les suivantes :

- Faire la démonstration d'une technique de laboratoire (p. ex., comment allumer un brûleur Bunsen, utiliser une pesée, faire la mise au point du microscope).
- Faire la démonstration d'une procédure de sécurité.
- Interpréter les étiquettes du SIMDUT (Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail).
- Identifier une inconnue.

**Note :**

Établir les critères d'évaluation avec les élèves. Ces critères doivent porter notamment sur le contenu et les composantes de la présentation et ils peuvent être similaires quelle que soit la

forme de présentation choisie par les élèves. Assigner un pointage maximum pour chaque critère, ou utiliser un barème simple (p. ex., excellent, bon, passable, médiocre).

**RAS C2** : démontrer des habiletés et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes liés aux besoins des humains;

**RAS C4** : Utiliser des habiletés de communication efficaces et une variété de ressources afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;

**RAS C5** : Travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui.

## Stratégies d'enseignement suggérées

### Processus de design (résolution de problèmes technologiques)

*La résolution de problèmes technologiques a été définie de bien des façons. L'une d'entre elles décrit un problème comme étant un besoin auquel il faut répondre, par exemple, le besoin de comprendre les forces de la nature (sciences), de modifier l'environnement (technologie) ou d'utiliser des connaissances scientifiques pour modifier l'environnement (ingénierie). La résolution de problèmes technologiques peut se subdiviser en trois catégories : design, dépannage et évaluation de technologie (évaluation des impacts).*

La résolution des problèmes technologiques, c'est la réponse universelle aux besoins de base et aux désirs des humains. Les besoins sont des facteurs de base, comme l'alimentation et l'abri, considérés comme étant essentiels à la survie. Les désirs sont des concepts beaucoup plus larges qui comprennent tout l'éventail des choses que les humains aimeraient posséder. Souvent, on ne perçoit un désir qu'après avoir eu l'occasion de le satisfaire. C'est souvent le cas dans notre société de consommation.

L'activité technologique comporte l'application et la consommation de ressources : information, savoir, capital (argent), temps, matières brutes et synthétiques, outils, machines, main-d'œuvre, etc. Les meilleures solutions possibles sont déterminées à partir d'un examen minutieux du problème et des ressources disponibles. Après une évaluation appropriée, on peut adopter une solution. Cette solution comporte toujours des résultats, certains bien connus et d'autres moins, certains positifs et d'autres négatifs. Invariablement, les solutions technologiques ouvrent la porte à d'autres besoins, désirs, problèmes et possibilités, et le cycle continue.

Souvent, la résolution de problèmes technologiques comprend les étapes suivantes : cerner le problème, formuler des solutions possibles, faire l'essai de la meilleure solution et vérifier si le problème est résolu. Pour pouvoir résoudre des problèmes complexes et appliquer leurs acquis à d'autres situations, les élèves doivent posséder des connaissances et comprendre ce qu'elles signifient.

Les projets de design s'articulent autour d'objets du monde physique. Les élèves peuvent appliquer leur connaissance du monde à leur projet de design. En plus de décider à quoi peut ressembler leur concept, les élèves déterminent ce qu'ils veulent que leur concept accomplisse et comment ils évalueront si ce concept atteint le but visé. Les projets de design fournissent un

contexte de communication scientifique. Dans un contexte d'expérience ouverte, le savoir acquis par l'un des élèves peut être appliqué par tous et de façons très différentes.

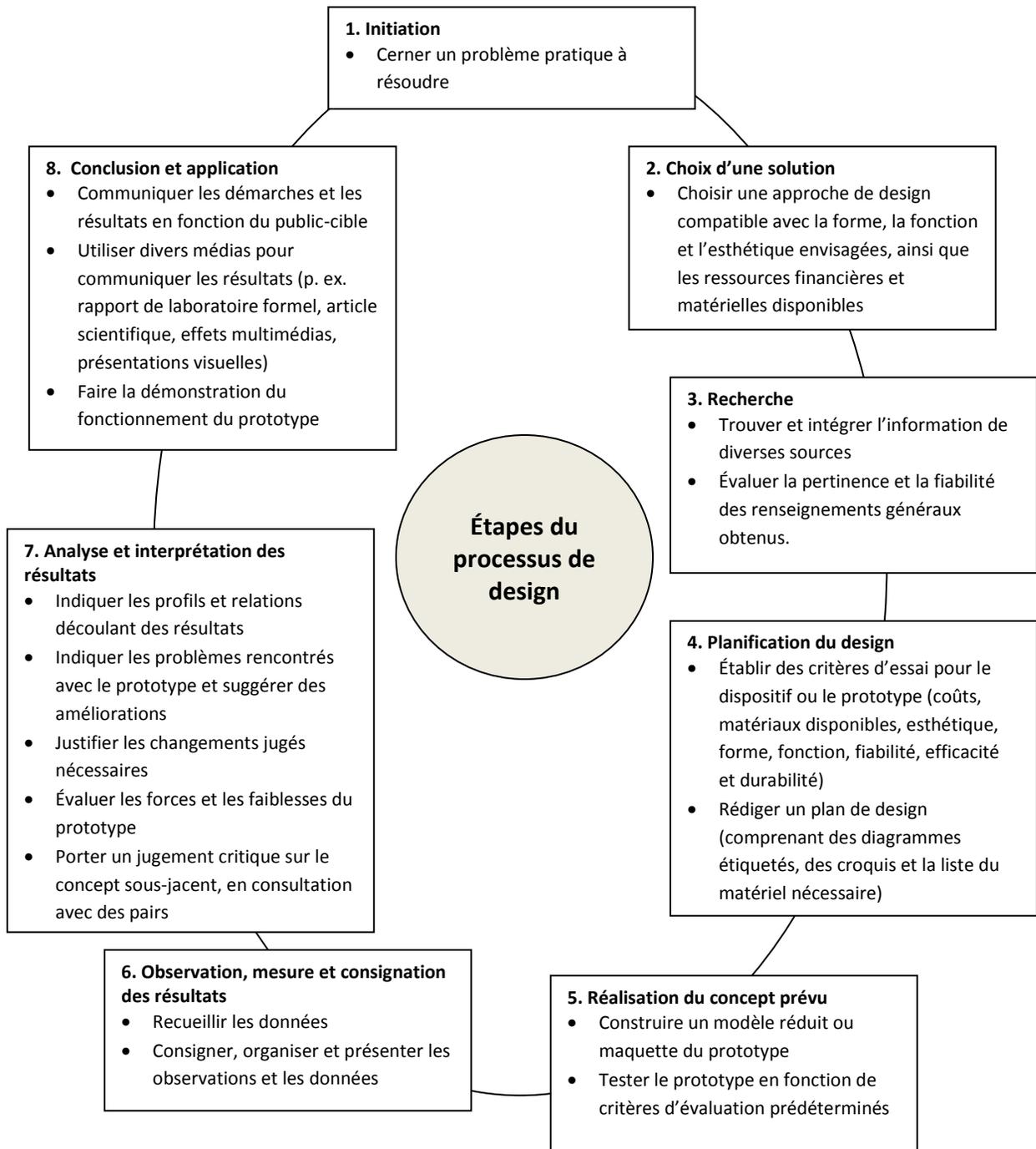
Comme l'essai de modèles produit des données pouvant servir de preuves, les élèves peuvent présenter et critiquer des arguments scientifiques qui tentent d'expliquer la performance de différents modèles.

Les élèves proposent, bâtissent, testent, évaluent et redimensionnent leur modèle. L'enseignant peut poser des défis de design aux élèves, ou bien les élèves décident pour eux-mêmes de l'objet à concevoir et de sa finalité. Les questions d'orientation posées au cours d'activités d'écriture, les remarques de l'enseignant et un journal de design structuré peuvent fournir des explications et inciter les élèves à axer leur expérience sur l'explication et sur la performance. Les activités initiales menant au design du modèle facilitent aux élèves la compréhension de principes scientifiques qu'ils peuvent appliquer à leurs concepts et servir de modèles du processus permettant de répondre à des questions de nature scientifique.

Le fait d'offrir l'occasion de remodeler le projet comporte plusieurs avantages. D'abord, il donne aux élèves la chance d'appliquer ce qu'ils ont appris de leurs efforts antérieurs pour bâtir et tester un modèle. Grâce aux essais, les élèves peuvent aussi découvrir de nouvelles contraintes ou des propriétés importantes qui les incitent à réviser leur expérience et à redéfinir les questions, les méthodes et les moyens de vérifier leur approche. Pour enseigner comment concevoir un projet, l'enseignant doit élaborer une stratégie qui non seulement tolère les solutions de rechange, mais en encourage aussi l'essai.

Le diagramme à la page suivante illustre les étapes suggérées du processus de design (ou de résolution de problèmes technologiques) dans la construction d'un prototype.

## Étapes du processus de design



## Attentes générales

Les élèves peuvent obtenir les résultats d'apprentissage établis au moyen d'expériences d'apprentissage telles que les suivantes :

- Construire un prototype et vérifier son fonctionnement.
- Observer et prendre des mesures, consigner, organiser et présenter les données suivant des formats appropriés : diagrammes étiquetés, tableaux, graphiques, etc.
- Analyser des moyens d'améliorer les données.
- Choisir et appliquer des modes de représentation appropriés (visuel, numérique, graphique, symbolique et linguistique) pour communiquer efficacement les idées, les plans et les résultats de l'étude scientifique.
- Communiquer les questions, les idées et les intentions, et recevoir, interpréter, comprendre, confirmer ou réfuter les idées des autres et y donner suite au moyen de maquettes ou de modèles. (Exemple : *Participer à une activité de groupe montrant la position des continents de la Terre à différentes époques anciennes avec des maquettes tridimensionnelles de la Terre. Utiliser le plâtre ou l'argile pour représenter les continents, qui seront fixés au globe. Est-il possible de placer correctement les continents sur la Terre avec le rayon actuel, ou bien y a-t-il des vides inexplicables? Comment deux théories différentes — la tectonique des plaques ou l'expansion de la Terre — peuvent-elles résoudre les problèmes posés quand on dispose les continents comme dans un casse-tête?*)
- Choisir et intégrer l'information obtenue de diverses sources imprimées, électroniques et multimédias; compiler et organiser l'information en formats appropriés après l'avoir traitée correctement.
- Identifier et appliquer les critères d'évaluation des données probantes et des sources d'information, y compris la présence d'erreurs systématiques.
- Collaborer avec les pairs pour planifier et réaliser les études scientifiques, et pour susciter et évaluer des idées nouvelles.
- Écouter et évaluer les idées d'autres élèves ou groupes d'élèves, et réagir à ces idées, par exemple, évaluer la crédibilité, l'exactitude et la précision ainsi que les erreurs systématiques possibles de l'information présentée.

## Activation

### Connaissances antérieures

- De la maternelle à la 8<sup>e</sup> année, les élèves ont développé le processus de design. Ils peuvent construire des prototypes pour résoudre des problèmes pratiques et les analyser en fonction de critères comme les coûts, l'efficacité et les considérations environnementales.
- Au secondaire, les élèves poursuivent leur progression le long de ce continuum, mais les attentes sont plus élevées relativement à la complexité du processus. Les élèves continuent d'appliquer leur habileté à résoudre des problèmes dans l'évaluation des produits de consommation afin de déterminer le meilleur produit pour un usage particulier. Ils peuvent cerner des problèmes concrets à résoudre, trouver, évaluer et résumer l'information pertinente obtenue de diverses sources, établir des critères d'évaluation et élaborer un plan pour résoudre le problème. Les élèves construisent et testent un prototype en faisant appel à leur compétence en observation et en prise de mesures, et en consignait les données recueillies. Ils collaborent avec des pairs pour la collecte, l'organisation et la présentation des données. Ils peuvent évaluer le prototype et trouver une solution au problème. De plus,

ils développent leurs attitudes clés et se sensibilisent progressivement à la nature des sciences, acquérant d'autres compétences en recherche, en communication, en technologies de l'information et en apprentissage coopératif.

### **Activités fondées sur les connaissances antérieures**

- Par des activités et stratégies d'apprentissage telles que les suivantes, l'enseignant et les élèves peuvent faire appel aux connaissances antérieures, détecter les idées fausses et faire un lien entre les nouvelles informations et les expériences antérieures.

*Exemples de stratégies (voir les annexes 2 et 3)*

- Guide d'anticipation
- Événement discordant
- Dessin
- Tableau des connaissances
- SVA
- LIEN
- Écoute-dessine-trouve un partenaire-discute
- Chaîne de graffitis coopératifs
- Cadre de tri et de prédiction

### **Activités de construction du vocabulaire**

- Grâce aux activités et stratégies d'apprentissage comme ci-dessous, l'enseignant peut aider les élèves à utiliser un vocabulaire qu'ils connaissent déjà ou les préparer à apprendre ce vocabulaire pour pouvoir mieux comprendre la nouvelle matière.

*Exemples de stratégies (voir l'annexe 3)*

- Cadre de tri et de prédiction
- Approche tripartite
- Réseaux et regroupements

## **Les étapes du processus de design**

### **1. Amorce de l'étude scientifique**

- **Cerner un problème concret à résoudre**

Les élèves analysent soigneusement le problème de design et le subdivisent en autant de systèmes et sous-systèmes que possible. Ils cernent plus précisément la source du problème pour déterminer exactement ce qu'ils doivent créer ou concevoir. Les élèves élaborent et appliquent une stratégie faisant appel à diverses sources pour identifier et étudier les problèmes et possibilités de communication dans le monde réel. Ils définissent et énoncent clairement les besoins, les problèmes et les possibilités liés aux communications entre deux personnes, entre une personne et une machine et entre deux machines. Enfin, ils préparent un aperçu de concept qui précise et présente les problèmes de communication à résoudre.

Par exemple, un problème concret pour une solution telle que « *utiliser le processus de design pour construire un prototype qui indique l'heure d'après l'ombre que fait le soleil* » pourrait être présenté comme suit :

*Concevoir et construire un prototype qui indique l'heure du jour d'après l'ombre que fait le soleil, pour un groupe d'adeptes de sports de plein air lors d'une course axée sur l'aventure.*

*Les athlètes n'apporteront ni montre ni horloge et doivent arriver à une destination particulière pour prendre un transport de retour à un moment précis.*

Idéalement, les élèves devront participer à l'identification du problème et le placer en contexte, par exemple, le situer dans le monde réel, ou élaborer un scénario lié à une autre discipline comme en sciences sociales ou en littérature. Il est capital que le défi lié au design présenté aux élèves soit axé sur le problème et non sur le produit. Par exemple, « construire un bateau » est un défi axé sur le produit alors que « construire un dispositif flottant pour transporter une charge de trois blocs sur un plan d'eau d'un mètre de largeur » est un défi axé sur un problème. Le problème doit être assez général pour favoriser la découverte de solutions optimales.

*Exemples de stratégies (voir les annexes 2 et 6)*

- Remue-méninges
- Discussion en classe ou par groupes
- Écoute-réfléchis-trouve un partenaire-discute
- Chaîne de graffitis coopératifs
- Table ronde

## **2. Choix d'une solution**

### **• Choisir une approche de design**

Les élèves créent autant de solutions que possible pour le problème de design avant de tenter de réaliser l'une ou l'autre. Ils choisissent ensuite une approche de design compatible avec la forme, la fonction et l'esthétique du projet, en tenant compte des coûts, du matériel disponible, et ainsi de suite. Les équipes de design se posent des questions telles que les suivantes :

*Exemples de questions*

- Y a-t-il d'autres moyens de résoudre ce problème ou d'utiliser ces matériaux?
- Puis-je emprunter, adapter ou pousser plus loin des solutions ou technologies existantes?
- Est-ce qu'en ajoutant un nouvel élément ou en le plaçant différemment je peux trouver une solution?
- Est-ce qu'en ajoutant des éléments au problème permettrait d'en arriver à une solution?
- Est-ce qu'en enlevant des éléments du problème je peux le résoudre?
- Puis-je appliquer des substituts ou utiliser d'autres matériaux ou technologies?
- Puis-je disposer différemment les éléments du problème pour pouvoir trouver la solution?
- Est-il possible de faire tout le contraire de la solution que j'ai imaginée?
- Puis-je combiner des éléments ou technologies pour résoudre le problème?
- Est-ce qu'en examinant tout l'éventail des idées explorées et des stratégies utilisées dans l'énoncé de design je peux améliorer la solution et présenter un plan d'action cohérent pour la mise en place de la solution?
- Puis-je élaborer de multiples solutions possibles et déterminer la plus appropriée, en tenant compte de la conservation des ressources, du caractère adéquat de la solution, des résultats qu'elle peut engendrer et de la procédure nécessaire pour en arriver à ce modèle?

### 3. Recherche

La portion recherche peut se situer à divers stades du processus de design.

- **Choisir et intégrer l'information obtenue de diverses sources**  
Il importe que les élèves choisissent et intègrent l'information provenant d'une variété de sources, qu'ils compilent et organisent cette information selon les formats appropriés et après avoir appliqué le traitement requis.
- **Évaluer la pertinence et la fiabilité des renseignements généraux**  
Les élèves doivent déterminer et appliquer des critères pour évaluer les données probantes et les sources d'information; ils doivent en examiner la fiabilité, l'erreur systématique et l'utilité de l'information recueillie. Ils vont ensuite résumer et consigner les données sous diverses formes : paraphrases, citation d'opinions et de faits pertinents, et renvois aux documents de référence. Les élèves peuvent intégrer des connaissances, des concepts et des stratégies de résolution de problèmes liés à d'autres disciplines pour résoudre des problèmes technologiques.

*Exemples de sources d'information*

#### **Imprimées**

- Textes
- Journaux
- Revues
- Magazines

#### **Électroniques**

- Internet
- Vidéos
- CD-ROM
- Télévision

#### **Communautaires**

- personnes-ressources

*Exemples de stratégies (voir les annexes 4 et 5)*

- Cadre d'analyse d'articles
- Études de cas
- Schémas conceptuels
- Analyse d'articles axés sur des faits ou d'articles axés sur des enjeux
- Projets de recherche dans des ouvrages spécialisés
- Lecture de documents scientifiques
- WebQuest (recherche sur le Web)

### 4. Planification du design

- **Élaborer des critères pour faire l'essai du dispositif ou prototype**  
Les élèves doivent élaborer et appliquer des critères objectifs et subjectifs appropriés pour l'évaluation d'un besoin. Les spécifications relatives au design et les études conceptuelles peuvent tenir compte des considérations esthétiques et fonctionnelles, de la qualité de construction et de l'utilisateur.

Les critères doivent être suffisamment précis pour limiter la portée des solutions peu pratiques et assurer le succès du projet, mais laisser suffisamment de latitude pour faire place à l'originalité et à la créativité. Il est également important que ces critères soient *vérifiables*.

Ces critères devraient être élaborés en tenant compte des idées des élèves, et être placés dans le contexte de l'apprentissage des sciences dans le regroupement des résultats d'apprentissage ciblés. L'enseignant devra peut-être préciser certains critères relatifs aux résultats d'apprentissage et au matériel disponible, tandis que les élèves seront souvent portés à inclure des critères liés à des réalités quotidiennes. Au cours de l'élaboration des critères, les élèves devraient examiner les aspects fonctionnels et esthétiques et tenir compte des coûts.

Pour s'assurer que chacun des critères spécifiés est vérifiable ou mène à une étude scientifique, les élèves doivent fournir des descripteurs, par exemple, les suivants :

- **Esthétique** : Pour certaines solutions relatives à un prototype, l'aspect esthétique est important. Le critère « attrayant pour la vue » peut être inclus, mais d'autres descripteurs (p. ex., couleur, échelle, finition) facilitent l'évaluation.
- **Coûts** : L'inclusion des coûts rehausse la prise de conscience de l'élève des enjeux liés à la production de l'objet et au rapport coût-efficacité. Ce critère peut être inclus par l'attribution de la valeur financière des matériaux ou procédés entrant dans la construction du prototype.
- **Forme, fonction, fiabilité et efficacité** : Les critères relatifs à la forme, à la fonction, à la fiabilité et/ou à l'efficacité du prototype doivent être précisés clairement afin d'assurer l'uniformité des essais. Il y a souvent un chevauchement important entre ces critères et le processus d'étude scientifique, car on applique le concept d'un test juste et équitable qui peut être reproduit.
- **Durabilité** : Les critères prévoyant l'usage de matériaux recyclés ou tenant compte de considérations environnementales sensibilisent les élèves aux enjeux relatifs à la durabilité et aux impacts des solutions/modèles proposés sur l'environnement, en lien avec la composante STSE (sciences, technologie, société et environnement) du document *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année*.

- **Rédiger le plan de design**

À ce stade, le groupe d'élèves formule plusieurs idées et choisit la meilleure solution possible au problème proposé. L'enseignant aide à stimuler la réflexion des élèves (créativité, aisance, souplesse, approfondissement et originalité), favorisant l'élaboration de solutions optimales au problème. Le groupe détermine ensuite les matériaux appropriés, les considérations relatives à la sécurité et une séquence logique des étapes à suivre. Les élèves rédigent leur plan, incluant des diagrammes étiquetés avec vue latérale et du dessus du prototype, et des croquis tridimensionnels si possible. Il importe que les élèves soient conscients de l'importance du croquis étiqueté, qui permet de visualiser le prototype afin d'orienter la construction et de servir de plan provisoire (avant-projet). Une fois construit, le prototype sera peut être (et probablement) modifié par rapport au croquis initial; un paragraphe expliquant la nécessité des modifications apportées représente un aspect important de l'apprentissage de l'élève. Au moment de créer le plan de design et de construction du prototype, il serait utile que les élèves incluent

un plan/instrument pour vérifier le prototype en fonction des critères établis et suivant une approche juste et équitable.

Les élèves rédigeront un plan dans lequel ils indiqueront :

- l'échéancier,
- les tâches assignées à chacun,
- la liste du matériel (d'après une panoplie d'outils, de matériaux et de procédés),
- les précautions à prendre relativement à la sécurité,
- les diagrammes (montrant les changements apportés au concept)

## 5. Réalisation du modèle prévu

### • Construire un prototype ou modèle

Le fait de construire le prototype qu'ils ont dessiné donne aux élèves la possibilité d'appliquer leurs connaissances sur les propriétés des matériaux et leur usage. Il les encourage à cerner les besoins en informations et à chercher les renseignements nécessaires. De plus, il permet aux élèves d'appliquer leur savoir scientifique et les compétences qu'ils ont acquises durant ce regroupement particulier dans un contexte pratique.

Par exemple, pour un problème de design associé à un problème spécifique comme « *utiliser le processus de design pour construire une structure qui supportera l'application d'une force externe* », les élèves doivent appliquer les connaissances et habiletés suivantes :

- déterminer les forces internes et externes et le stress que ces forces appliquent aux structures;
- déterminer le centre de gravité et son effet sur la stabilité;
- déterminer l'efficacité de la structure par rapport à sa masse, en étudiant l'effet d'une force en fonction de l'amplitude, de la direction, du plan et du point d'application.
- trouver des méthodes permettant d'accroître la force et la stabilité d'une structure.

Les élèves doivent expérimenter les concepts et habiletés clés avant d'entreprendre le projet de design. Au stade de la construction, ils peuvent avoir des idées et les réviser, et déterminer s'ils doivent mener d'autres recherches, ce qui peut déboucher sur une solution différente du plan original.

### • Faire l'essai du prototype en fonction des critères préétablis

Les élèves font l'essai du prototype en se servant des critères d'évaluation établis au préalable. Ils choisissent et utilisent les outils et instruments appropriés pour effectuer un essai non biaisé et qui peut être reproduit. Les élèves utilisent des estimations et des mesures précises et inscrivent leurs observations et résultats. Souvent, il faut leur rappeler de tenir compte de *tous* les critères établis dans leur prototype.

## 6. Observation, mesure et consignation des résultats

Les élèves choisissent et appliquent des méthodes et outils appropriés pour la collecte de données ou d'informations. Ils font des estimations et prennent des mesures précises à l'aide des unités SI (Système international) et d'autres unités standard. Ils doivent pouvoir lire les instruments correctement et expliquer comment les mesures et les calculs ont été réalisés.

- **Recueillir les données**

L'enseignant peut montrer la façon d'effectuer des observations durant la collecte des données. Les élèves doivent se concentrer sur la technique et la précision quand ils réalisent un prototype opérationnel. Pour démontrer la méthode d'observation, l'enseignant peut poser les questions suivantes :

- Qu'est-ce que chaque point sur la ...(courbe)... représente?
- Avez-vous fait une estimation d'après une procédure dont nous avons démontré l'efficacité...?
- Est-ce que vous obtiendriez la même mesure (ou valeur) si ...?

- **Consigner, organiser et présenter les données**

Avant de commencer l'expérience, les élèves déterminent ce qui doit être mesuré et construisent un tableau approprié pour consigner les données. L'enseignant suggère et montre des façons logiques et valables d'organiser et de présenter les données. Les élèves disposent les données de façon à dégager des profils ou des relations entre les variables, ou à préciser les résultats. Ils consignent, organisent et présentent les observations et données suivant un format approprié, y compris des énumérations, diagrammes, notes télégraphiques, tableaux, listes, chiffriers électroniques, graphiques et statistiques de fréquence.

## **7. Analyse et interprétation des résultats du concept**

Durant l'analyse et l'interprétation du processus de design, les élèves :

- déterminent les profils récurrents et les relations à partir des résultats;
- indiquent les problèmes vécus avec le prototype et suggèrent des améliorations;
- fournissent les motifs justifiant les changements nécessaires;
- évaluent les forces et les faiblesses de leur étude;
- évaluent d'un œil critique leurs propres produits et systèmes et ceux des autres, en particulier du point de vue esthétique, du caractère approprié, de la qualité, de l'utilisation des ressources, de la performance des matériaux, des méthodes de production et des aspects économiques et sociaux.

## **8. Conclusion et application**

Au stade de la conclusion et de l'application du processus de design, les élèves proposent et justifient une solution, cernent les nouveaux problèmes et réfléchissent à leurs connaissances et expériences antérieures. Ils présentent une évaluation de leur produit et de ceux des autres, commentant la relation entre les matériaux choisis et les procédures et processus utilisés, formulent des suggestions d'améliorations possibles et justifient ces propositions, commentent l'aspect durabilité du produit pour la fabrication, et estiment les effets et les coûts, y compris les considérations environnementales et économiques.

- **Communiquer l'information sur les méthodes et les résultats**

Les élèves communiquent les méthodes, les résultats, les conclusions et les nouvelles connaissances acquises sous une forme adaptée aux destinataires ciblés.

- **Utiliser divers médias pour communiquer les résultats**

Les élèves peuvent présenter leurs résultats de diverses façons.

*Exemples de médias pour communiquer les résultats*

- **rapport de laboratoire formel**
- **article scientifique**
- **présentation/exposé**
  - o effets multimédias
- **représentations visuelles**
  - o babillard
  - o bande dessinée
  - o organigrammes
  - o schéma conceptuel
  - o démonstration
  - o diaporama
  - o graphique
  - o cartes
  - o maquettes/modèles réduits
  - o annonces dans un journal/magazine/revue
  - o affiches
  - o publicité à la radio
  - o publicité télévisée
  - o vidéos
- **Liens avec la collectivité**
  - o L'enseignant peut inviter des membres de la collectivité à venir partager leurs connaissances en résolution de problèmes technologiques avec la classe. Les élèves peuvent aussi interroger des membres de la collectivité dans leur foyer ou à leur travail au sujet d'un problème qu'ils se sont appliqués à résoudre.
  - o Organiser des excursions à des installations qui montrent clairement comment des solutions à certains problèmes découlent souvent de la mise au point de nouveaux procédés ou technologies. Par exemple, certaines usines de papier fait de fibres recyclées ont une expertise unique dans le désencrage des fibres de papier qui ont passé à la xérogaphie, soit l'application d'un film de carbone fixé par la chaleur.
- **Rédaction d'un journal/carnet scientifique**
  - o Cadre de comparaison (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 10.24*)
  - o Cadre de concept (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 11.36*)
  - o Schéma conceptuel (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 11.14*)
  - o Cadre de sommaire de concept (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 11.37*)
  - o Analyse d'articles de nature factuelle ou d'articles qui traitent d'une question ou d'un problème (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 11.40, 11.41*)
  - o Rédaction PPPST (personnage, public, présentation, sujet, ton) (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 13.23*)
  - o Réflexion et réponse à une question
  - o Cycle de mots (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 10.21*)
  - o Glossaire

• **Démonstration du fonctionnement du prototype**

## Stratégies d'évaluation suggérées

Les résultats d'apprentissage visés dans l'application du processus de design, comme d'autres aspects du programme d'études, sont évalués du point de vue de l'acquisition de connaissances, d'habiletés et de comportements. Diverses techniques peuvent être appliquées pour évaluer la performance d'une tâche liée au design, y compris l'observation par l'enseignant, le questionnement et le journal ou carnet d'apprentissage de l'élève.

Il importe que l'évaluation soit axée sur la démonstration d'un apprentissage réalisé tout au long du processus de design. De même, l'évaluation de la solution ne doit pas porter sur le seul fait que cette solution fonctionne ou pas, mais plutôt sur le degré d'efficacité à résoudre le problème original. Considérant la nature séquentielle et récurrente du processus de design, l'auto-évaluation des élèves et l'évaluation par les pairs se font en continu. Le processus de design offre aussi l'occasion d'une évaluation formative, où l'enseignant peut planifier la prochaine étape d'enseignement et d'apprentissage.

À l'étape d'évaluation du processus de design, l'accent est placé sur les aspects positifs de la solution. Au moyen de questions d'approfondissement non dirigées, l'enseignant peut susciter une réflexion plus poussée sur les améliorations possibles à la solution afin d'aider les élèves à mieux comprendre les concepts scientifiques liés à la tâche de design. Cette approche fournit également des indications sur le niveau d'atteinte des résultats d'apprentissage par les élèves. Les carnets de design, les démonstrations, les exposés oraux utilisant des aides visuelles, et les présentations multimédias peuvent renseigner sur l'apprentissage des élèves à chaque étape du processus de design et faciliter l'évaluation de leur apprentissage.

On trouvera ci-dessous une courte liste de techniques d'évaluation pouvant servir dans le contexte du processus de design.

- **Grilles d'évaluation/Listes de contrôle**
  - Élaboration de grilles d'évaluation en sciences (voir l'annexe 8)
  - Grilles d'évaluation (voir l'annexe 9)
- **Présentations visuelles**
- **Rédaction d'un journal/carnet**
  - Rédaction d'un journal/carnet et évaluation (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 13.21)
  - Cycle de mots (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 10.21)
- **Rapports de recherche/présentations**
- **Évaluation de la performance**
- **Tâches avec crayon et papier**
  - Cadre de comparaison (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 10.24)
  - Cadre de rapport entre concepts (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.20, 11.35)
  - Analyse d'articles de nature factuelle ou d'articles qui traitent d'une question ou d'un problème (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.40, 11.41)
  - Cycle de mots (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 10.21)

**RAS C3** : démontrer des habiletés de prise de décisions et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur le l'information scientifique et technologique;

**RAS C4** : utiliser des habiletés de communication efficaces et une variété de ressources afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;

**RAS C5** : Travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui.

## Suggestions d'enseignement

### Enjeux STSE (sciences, technologie, société et environnement) et prise de décisions

Les élèves sont confrontés de plus en plus souvent à des questions qui nécessitent un traitement de l'information et une réflexion scientifique pour prendre des décisions éclairées. Lorsqu'ils en ont l'occasion, les élèves doivent pouvoir prendre une décision éclairée suivant une méthodologie rationnelle et scientifique. Comme les élèves ont vécu des expériences différentes et ont des intérêts divers, ils ne peuvent voir le même problème selon la même perspective. Il est essentiel que les éducateurs leur offrent des possibilités d'acquérir de l'expérience afin de maîtriser les habiletés nécessaires pour la prise de décisions éclairées.

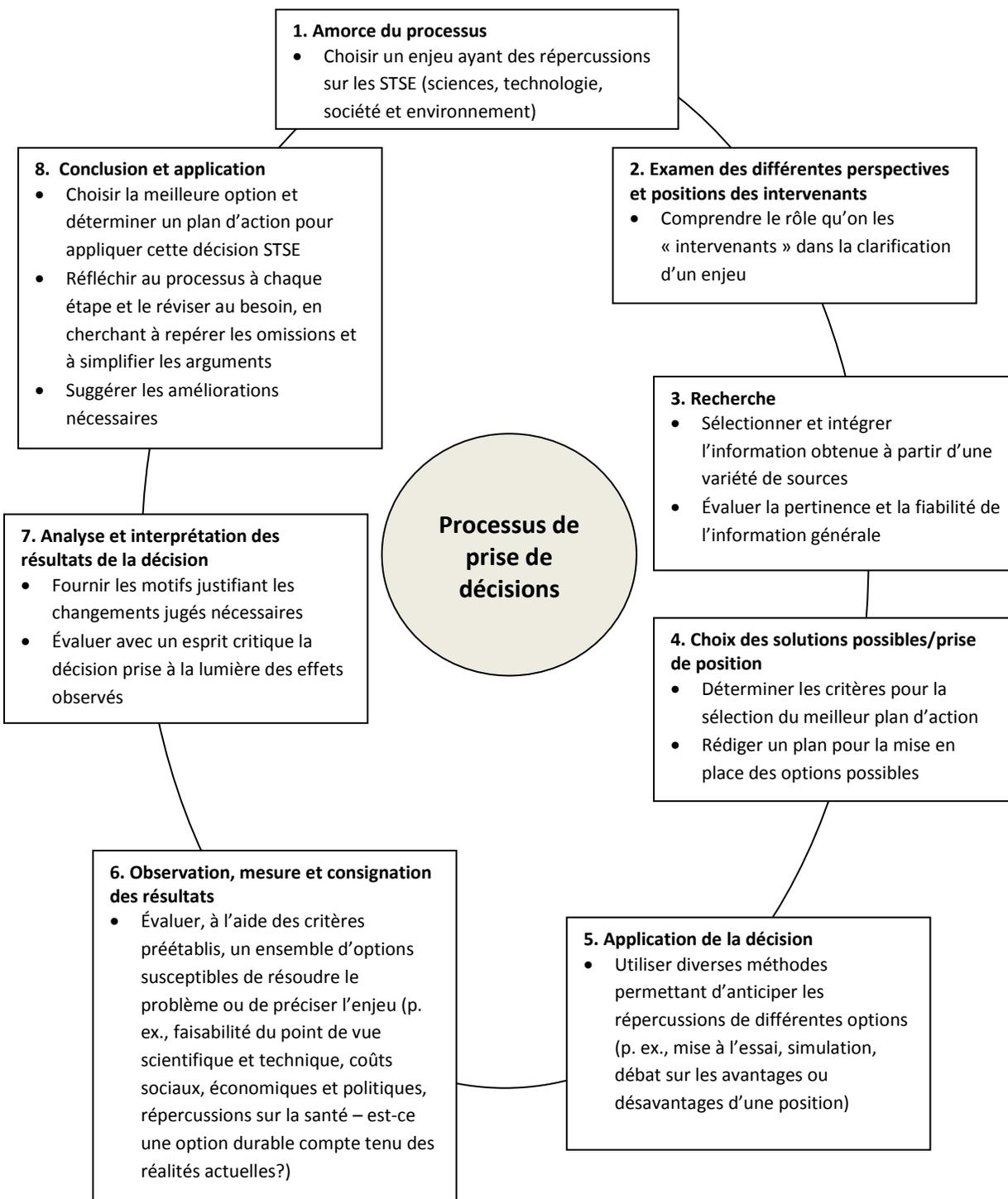
Les modèles traditionnels de prise de décisions sont axés sur des valeurs, des caractéristiques, des buts, des solutions de rechange et un « *raisonnement subjectif* ». Ce raisonnement comprend la collecte de données, l'analyse statistique et des modèles de recherche qui aident à l'évaluation de solutions de rechange possibles pour la prise d'une décision. Le raisonnement subjectif qui fait la relation entre les critères et les caractéristiques est effectué par la personne qui décide. Pour préciser les critères en faveur d'une marche à suivre particulière, les élèves doivent savoir pourquoi certains critères sont nécessaires. En bout de ligne, ce sont les caractéristiques du problème à résoudre qui dictent les critères à utiliser dans l'évaluation de la situation.

La compréhension des enjeux STSE représente une composante essentielle de la littératie scientifique. L'approche STSE favorise la formation de citoyens qui peuvent évaluer une information scientifique avec un esprit critique, comprendre les relations existant entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement et prendre des décisions éclairées et responsables, en plus d'agir en conformité avec ces décisions. Les enjeux STSE sont souvent complexes, et il n'y a pas de « bonne réponse » convenant à toutes les situations. Ces enjeux suscitent souvent la controverse, car ils touchent des valeurs individuelles et collectives. De par leur nature même, les enjeux STSE génèrent des opinions divergentes : les individus doivent remettre en question les limites entre ce qui est bien ou mal, les coûts et les avantages, la justice et l'injustice, et déterminer en quoi consistent l'équité et la tolérance. Ces enjeux englobent des sujets sur lesquels des personnes raisonnables et sincères peuvent être en total désaccord. L'enseignant doit encourager les élèves à exercer leurs habiletés intellectuelles et éthiques dans leur étude des impacts sociaux et environnementaux des innovations scientifiques et technologiques (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 4.4-4.5).

Le processus de prise de décisions propose une approche pour analyser les enjeux STSE et faire un choix entre différentes lignes de conduite. Pour prendre une décision, éclairée, les élèves doivent comprendre les concepts scientifiques liés à l'enjeu et doivent être conscients des valeurs qui orientent une décision. Le processus peut comporter une série d'étapes distinctes, dont celles qui sont décrites dans les pages suivantes. On doit également reconnaître qu'il ne s'agit que d'une séquence possible d'actions — de nature plutôt concrète — qui se sont avérées utiles dans un contexte scolaire. L'enseignant devrait l'utiliser comme modèle initial vers des approches STSE plus sophistiquées avec les élèves de la 11<sup>e</sup> année.

Le diagramme à la page suivante illustre les étapes du processus de prise de décisions : vers une réflexion sur les enjeux STSE.

## Composantes du processus de prise de décisions



Le processus de prise de décisions comporte les étapes suivantes :

1. **Amorce** : Identifier et préciser l'enjeu.
2. **Examen des différentes perspectives et positions des intervenants** : Prendre conscience des différents intérêts et perspectives liés à l'enjeu.
3. **Recherche** : Évaluer avec un esprit critique les résultats de recherche disponibles.
4. **Choix d'options possibles/prise d'une position** : Déterminer les solutions de rechange ou positions possibles relativement à l'enjeu.
5. **Application de la décision** : Évaluer les répercussions possibles des différentes solutions ou positions relatives à l'enjeu.
6. **Observation, mesure et consignation des résultats** : Évaluer la faisabilité de la décision en tenant compte des critères préétablis.
7. **Analyse et interprétation des résultats de la décision** : Prendre une décision avisée et en fournir la justification. Être conscient des valeurs qui peuvent guider une décision.
8. **Conclusion et application** : Agir en fonction de la décision et réfléchir ensuite au processus qui a mené à ce plan d'action.

Les élèves se sont familiarisés avec le modèle de prise de décisions au cours de sciences de 9<sup>e</sup> année. En 11<sup>e</sup> année, dans un programme d'études tels que celui présenté dans les *Sujets d'actualité en sciences de la nature*, les élèves devraient être aptes à fonctionner dans des contextes élargis mais dont les thèmes restent de portée locale et sont personnalisés; ils peuvent examiner des problèmes complexes comportant un *petit nombre de variables* et/ou de perspectives, et prendre leurs décisions d'après des recherches approfondies mettant à contribution une certaine dose de jugement personnel supervisé. Si les élèves ne possèdent pas d'expérience avec le modèle de prise de décisions STSE, l'enseignant peut amorcer le processus en fournissant certaines consignes, donnant aux élèves la chance d'utiliser cette approche dans un environnement structuré. Pour ce faire, il peut leur remettre un scénario ou un enjeu précis à étudier. Les élèves prendront éventuellement une part active au processus en choisissant (individuellement, par petits groupes ou toute la classe ensemble) leurs propres enjeux, feront leur propre recherche, prendront leurs propres décisions et agiront en conséquence.

Le processus de prise de décisions peut être abordé selon diverses méthodes. Par exemple, les élèves peuvent jouer le rôle de différents intervenants concernés relativement à un enjeu, discuter de cet enjeu par petits groupes ou prendre une décision fondée sur leurs propres recherches et leurs idées personnelles. L'enseignant peut également demander aux élèves de prendre position et de débattre d'enjeux, ou les placer en des situations où ils doivent atteindre un consensus. Comme il existe tellement de façons différentes d'aborder un enjeu, le processus de prise de décisions peut donner lieu à divers produits ou événements culminants (par exemple, une assemblée publique du conseil municipal, une table ronde, une conférence, un débat, une étude de cas, un énoncé de position, une présentation en classe ou une discussion de classe).

Quel que soit le produit que les élèves doivent créer ou l'événement auquel ils doivent participer, on peut guider le processus de prise de décisions à l'aide de questions telles que les suivantes :

- Quel est l'enjeu?
- De quelle information scientifique importante ai-je besoin pour comprendre cet enjeu? Où puis-je trouver cette information?

- Qui a des intérêts relativement à cet enjeu? Pourquoi?
- Quelles sont les options possibles?
- Quels sont les arguments pour et contre chacune de ces options possibles?
- Quelle est ma décision? Quels critères m'ont servi à prendre cette décision?

### Guide pour la prise de décisions STSE

<b>L'enjeu</b>	Énoncez l'enjeu en termes clairs.
<b>La question menant à une décision</b>	La formulation de la question est relativement importante car elle peut avoir une incidence sur la décision et les résultats ultimes.
<b>Type de décision requise</b>	Une question peut nécessiter la prise : <ul style="list-style-type: none"> <li>• d'une décision de nature scientifique, technologique, juridique, politique ou morale;</li> <li>• d'une décision relative à une politique gouvernementale — qui prescrit les façons de gérer une situation d'intérêt pour l'ensemble de la collectivité.</li> </ul>
<b>Choix possibles</b>	Indiquez les autres solutions possibles à mesure qu'elles font surface. Pour certaines décisions, il peut n'y avoir que deux options possibles (par exemple, <i>bâtir ou ne pas bâtir</i> ), et d'autres en auront plusieurs.
<b>Analyse des risques par rapport aux avantages</b>	Pour chaque option, énumérez les conséquences négatives et positives du plan d'action.
<b>Validité et probabilité</b>	Vérifiez soigneusement la <i>validité</i> de vos arguments relatifs aux risques et aux avantages pour chaque option. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vos conclusions sont-elles logiques?</li> <li>• Sont-elles fondées sur de fausses hypothèses?</li> <li>• Quelles sont les <i>probabilités</i> que vos conclusions s'avèrent dans les faits?</li> </ul>
<b>Valeurs assumées</b>	Indiquez les valeurs sous-jacentes à chaque option. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exemples de valeurs : création de richesse (argent) pour un pays, harmonie avec les écosystèmes naturels, souci de ne causer aucun dommage aux personnes, application des principes de justice, règle du droit et honnêteté des intentions.</li> <li>• Les valeurs que vous incluez ne correspondent pas nécessairement à vos propres valeurs personnelles, mais vous devez les trouver et les préciser.</li> <li>• Lorsque vous indiquerez vos valeurs, posez-vous la question suivante : Quels sont les éléments auxquels les gens attachent beaucoup de valeur s'ils choisissent l'option 1 au lieu de l'option 2?</li> </ul>
<b>Priorité des valeurs</b>	Classez par ordre d'importance décroissante les valeurs qui ont été défendues.
<b>Choix d'option(s) et motifs à l'appui</b>	Évaluez les conséquences de l'option et la logique de votre raisonnement, le degré de probabilité et vos valeurs. Puis choisissez une option.
<b>Plan d'action recommandé</b>	Décidez des mesures qui doivent être prises, par qui et quand.

<b>Enjeu :</b>			
<b>Question menant à une décision :</b>			
<b>Type de décision :</b>			
<b>Choix possibles</b>	<b>Analyse risques-avantages</b>	<b>Validité et probabilité</b>	<b>Valeurs assumées</b>
<b>Option 1</b>	Conséquences négatives :		
	Conséquences positives :		
<b>Option 2</b>	Conséquences négatives :		
	Conséquences positives :		
<b>Option 3</b>	Conséquences négatives :		
	Conséquences positives :		
<b>Option 4</b>	Conséquences négatives :		
	Conséquences positives :		
<b>Ordre de priorité des valeurs (par ordre décroissant d'importance) :</b>			

--

**Choix d'option(s) et motifs :**

--

**Mesure(s) recommandée(s) (lesquelles, par qui, quand) :**

--

**Attentes générales**

Les élèves peuvent atteindre les résultats d'apprentissage établis grâce à des expériences d'apprentissage telles que les suivantes :

- Connaître que l'étude scientifique est un moyen de mieux comprendre la simplicité et la complexité des écosystèmes naturels, accepter ce fait et agir en conséquence.
- Faire preuve de curiosité, de scepticisme, de créativité, d'ouverture d'esprit, d'exactitude et de précision, d'honnêteté et de persévérance.
- Utiliser des données factuelles, des explications rationnelles et des arguments convaincants dans l'analyse, l'évaluation et la communication des résultats.
- Choisir et appliquer des modes de représentation appropriés (visuels, numériques, graphiques, symboliques et linguistiques) pour communiquer efficacement des idées, des plans et des résultats d'étude.
- Communiquer des questions, des idées et des intentions, et recevoir, interpréter, comprendre, confirmer ou réfuter les idées des autres, et y donner suite. (Par exemple, *Participer à une discussion en classe sur les preuves géologiques laissant penser que la position des continents a changé à la suite de mécanismes liés à la tectonique des plaques ou à l'expansion de la Terre.*)
- Choisir et intégrer l'information obtenue à partir de diverses sources imprimées, électroniques et multimédias; compiler et organiser l'information selon des formats appropriés et une méthode adéquate de traitement des données.
- Indiquer et appliquer des critères pour évaluer les données probantes et les sources d'information, y compris la présence d'erreurs systématiques.
- Travailler en coopération afin de planifier et de réaliser des études scientifiques, et d'élaborer de nouvelles idées et de les évaluer.
- Écouter les autres, évaluer leur travail et y donner suite, notamment du point de vue de la crédibilité et de l'exactitude de l'information présentée, ainsi que des erreurs systématiques possibles.

## **Activation**

### **Niveau initial des connaissances**

- Les élèves commencent à prendre des décisions à partir de données/faits scientifiques et améliorent leur habileté dans la prise de décisions à mesure qu'ils changent de niveau et acquièrent de plus en plus d'indépendance. Ils développent également des attitudes appropriées et se familiarisent avec la nature des sciences, acquérant d'autres habiletés liées à la recherche, à la communication, à l'usage des technologies de l'information et à l'apprentissage coopératif. Les élèves de niveau secondaire se rendent compte que les enjeux STSE nécessitent un traitement plus sophistiqué au cours du processus de prise de décisions.

### **Activités fondées sur les connaissances antérieures**

- Par des activités et des stratégies d'apprentissage telles que les suivantes, l'enseignant et les élèves peuvent activer des connaissances antérieures, repérer les idées fausses et faire un lien entre les nouvelles informations et les expériences antérieures.  
*Exemples de stratégies (voir les annexes 2 et 3)*
  - Guide d'anticipation
  - Tableau des connaissances

- SVA (je sais-je veux savoir-j'ai appris)
- Écoute-dssine-touve un partenaire-dscute
- LIEN
- Cadre de tri et de prédiction
- Chaîne de graffitis coopératifs

### Activités pour la construction d'un vocabulaire

- Les activités et stratégies d'apprentissage telles que les suivantes permettent à l'enseignant d'aider les élèves à utiliser le vocabulaire qu'ils possèdent déjà ou à se préparer à apprendre de nouveaux termes afin de mieux comprendre les nouvelles notions.

*Exemples de stratégies (voir l'annexe 3)*

- Cadre de tri et de prédiction
- Approche tripartite

### Activités d'acquisition et d'application

#### Jeu de rôles

Les scénarios de jeux de rôles visent à montrer certains processus sociaux qui régissent les relations humaines, comme la négociation, le marchandage, le compromis, et le développement de la sensibilité. Les jeux de rôles représentent un moyen efficace pour inciter les élèves à examiner les valeurs des autres et la façon dont ces valeurs orientent les décisions. Les élèves ne doivent pas toujours défendre uniquement les points de vue avec lesquels ils sont d'accord. Ils doivent se placer dans la position d'autres personnes, et défendre les idées à partir de cette perspective durant l'activité. Ils peuvent ainsi apprécier davantage les raisons qui font que des gens soutiennent des points de vue différents. Idéalement, les scénarios basés sur les jeux de rôles développent la pensée critique tout en favorisant la tolérance par rapport aux autres points de vue dans le monde (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 4.18).

- Les activités fondées sur les jeux de rôles peuvent porter sur bien des thèmes différents. Par exemple, une simulation d'assemblée publique du conseil municipal peut servir de plateforme pour discuter d'un dossier local tel qu'un projet de construction de condominiums près d'un parc municipal (voir les renseignements pour l'enseignant concernant la préparation d'activités au sujet d'une assemblée de conseil municipal).
- Les élèves peuvent aussi prendre part à des jeux de rôles où les intervenants doivent atteindre un consensus, par exemple, sous forme de table ronde ou de conférence internationale. Le format serait semblable à celui d'une assemblée du conseil municipal, sauf que tous les intervenants doivent parvenir à un consensus. L'enseignant explorera avec les élèves la signification du mot « consensus » et comment cette notion diffère d'autres formes de prise de décisions.

Le consensus est	Le consensus n'est pas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• basé sur la détermination d'un terrain d'entente;</li> <li>• atteint grâce à des compromis acceptables;</li> <li>• toujours une décision qui reflète les idées et les valeurs de tous les membres d'un groupe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• basé sur le principe de la majorité des voix;</li> <li>• atteint par l'acceptation des idées des participants qui s'expriment davantage;</li> <li>• toujours une décision qui représente le premier choix de toutes les personnes présentes.</li> </ul>

Pour l'étude d'enjeux STSE, on peut adopter une approche de consensus fondée sur le modèle du développement durable, qui vise un consensus en trouvant un juste milieu entre les besoins liés à la santé et au bien-être humains, l'environnement et l'économie (voir Éducation et Formation professionnelle Manitoba, *L'éducation pour un avenir viable*, 14-16).

#### Assemblée du conseil municipal (renseignements pour l'enseignant)

1. Assigner à des groupes d'élèves les rôles de différents intervenants (p. ex., scientifiques, dirigeants de compagnies, promoteurs/développeurs, représentants de chambres de commerce, résidents/contribuables, agents de conservation, politiciens, avocats, environnementalistes) et leur laisser le temps de faire une recherche et de compiler des arguments. Les inviter à préparer un exposé de cinq minutes pour présenter leur position, ainsi que des notes pour les aider à répondre à des questions éventuelles.
2. Préparer un ordre du jour pour l'assemblée, indiquant l'ordre de présentation des différents groupes d'intervenants. En tant que modérateur de cette assemblée, veiller à ce que les élèves respectent le temps alloué pour présenter leur position et leur donner le temps de répondre aux questions après que chaque groupe aura fait sa présentation, ou après que tous les groupes auront fait leur exposé.
3. Accorder cinq minutes à chaque groupe d'intervenants pour présenter et défendre sa position.
4. Laisser aux intervenants la possibilité de poser des questions ou de faire des commentaires aux autres intervenants. Pour assurer la participation de tous les élèves, faire porter une partie de l'évaluation sur leur participation tout au long de l'assemblée.
5. Inviter les élèves à voter sur la proposition à la fin de l'assemblée (à main levée ou par vote secret). Ou encore donner la parole à un « conseil municipal », qui peut être un autre groupe d'élèves de la classe (qui rédigera un rapport présentant la recommandation et les impressions suscitées, mentionnant quels intervenants étaient crédibles et/ou lesquels ne l'étaient pas, et pourquoi) ou d'une autre classe, ou d'autres enseignants, des administrateurs ou des membres du personnel de soutien.

Pour obtenir des exemples de façons de procéder en classe, consulter les activités suggérées dans les annexes du présent document. Ces activités peuvent servir à l'étude de tout enjeu choisi par les élèves, ou comme activité dirigée en vue de démontrer le processus de prise de décisions avant que les élèves n'entament l'étude de leurs propres enjeux.

- Demander aux élèves pourquoi il est important que tous participent au jeu de rôles (c'est-à-dire que tous émettent leur opinion). Les inviter à répondre dans leur journal ou carnet scientifique à des questions telles que les suivantes :
  - Avais-tu l'impression que cette situation a pu se produire réellement?
  - Avais-tu l'impression que tu étais capable de bien jouer ton rôle?
  - Étais-tu d'accord ou en désaccord avec les points de vue exprimés par ton personnage?
  - Qu'est-ce que tu as aimé le plus et que tu as aimé le moins dans cette activité?
- Proposer aux élèves de présenter leur propre point de vue sur l'enjeu sous forme d'énoncé de position, de lettre à un éditeur, de bulletin de nouvelles, etc.

#### Ressources en ligne pour le jeu de rôles

Les sites Web ci-dessous proposent des idées de jeux de rôles :

*ActionBioscience.org* :

<http://www.actionbioscience.org/lessondirectory.html>

Approuvé par la National Association of Biology Teachers, ce site Web fournit aux élèves et aux enseignants des possibilités d'examiner le contenu scientifique dans un contexte d'article scientifique. Les leçons sont présentées de telle sorte qu'une interaction est possible entre le contenu de l'article et la matière qui doit être présentée en classe.

*Australian Academy of Science. NOVA: Science in the News:*

<http://www.science.org.au/nova/topics.htm>

Avec la grande variété de sujets et de leçons qu'il propose (mathématiques, physique, technologie, biosciences, santé humaine, environnement, etc.), ce site Web renferme des contextes actuels et intéressants pour les *Sujets d'actualité en sciences de la nature*, 11<sup>e</sup> année pour des années à venir.

Kemnitz, Judith, Michael O'Hare et Dorothy Reardon. *"Rainforests of Madagascar: Role Playing and Decision Making."* Access Excellence @ the National Health Museum.

6 janvier 2006 [http://www.accessexcellence.org/AE/AEPC/WWC/1991/rainforest\\_role.html](http://www.accessexcellence.org/AE/AEPC/WWC/1991/rainforest_role.html)

Avec cette approche Jigsaw concernant les forêts pluviales menacées de l'île de Madagascar, les élèves pourront mieux comprendre les habiletés et les différentes positions d'intervenants que l'on trouve souvent dans des dossiers controversés. Les résultats peuvent être généralisés et s'appliquer à bien des situations similaires touchant la dégradation de l'environnement.

Mills, Don. *"Darwin/Lamarck Court Case."* Access Excellence @ the National Health Museum. 6

janvier 2006 <http://www.accessexcellence.org/AE/ATG/data/released/0078-DonMills/>

Dans cet exercice pratique de jeu de rôles, des élèves défendent les positions respectives de Darwin et de Lamarck (qui n'étaient pas contemporains) dans une cour de justice. Ce format de débat est très prisé chez les enseignants, qui constatent les résultats d'une activité où l'on place un personnage hors de son siècle et on lui demande de défendre ses idées en face de collègues du « futur ».

Nelson, Sharon. *"Decisions, Decisions! A Genetics Role-Play Activity."* Access Excellence @ the National Health Museum. 6 janvier 2006

<http://www.accessexcellence.org/AE/ATG/data/released/0350-SharonNelson/>

Pour ce jeu de rôles, les élèves font appel à leurs habiletés en recherche pour se documenter sur un trouble génétique particulier et préparent ensuite une présentation devant la classe, abordant des considérations éthiques.

### **Énoncé de position**

Un énoncé de position est un document écrit qui présente une opinion dans le but de convaincre les autres d'adopter ce point de vue. L'enseignant peut demander de rédiger un énoncé de position au lieu d'organiser un jeu de rôles, ou après avoir présenté ce jeu de rôles afin que les élèves défendent leur propre point de vue sur un enjeu donné. L'énoncé de position peut décrire un enjeu et les connaissances scientifiques qui s'y rattachent, les arguments et les preuves à l'appui des deux positions sur cet enjeu, les preuves contredisant les affirmations de la partie opposée, et le point de vue adopté ainsi que les motifs à l'appui.

On trouvera ci-dessous des détails concernant la rédaction d'un énoncé de position. Une partie importante de cet énoncé est le renvoi aux documents de référence et la citation des sources d'information. Les résultats d'apprentissage relatifs à la recherche et à la gestion de

l'information peuvent fournir des stratégies utiles pour l'enseignement et l'évaluation de ces habiletés.

**Débat**

Le débat est efficace pour présenter des opinions diamétralement opposées relativement à des enjeux STSE. Dans un débat formel, l'enseignant assigne une position aux équipes d'élèves, ou bien les équipes décident elles-mêmes de la position qu'elles adopteront. L'enseignant peut demander à une équipe de fournir les renseignements généraux nécessaires pour que l'auditoire comprenne de quoi il s'agit avant que le débat ne commence. Les présentateurs doivent réviser cette information avec les équipes avant le début des discussions.

Il y a bien des façons de présenter un débat en classe. En voici un exemple :

1. Dans un exposé initial, on présente le contexte général du débat pour que l'auditoire comprenne bien le sujet discuté (3 à 4 minutes).
2. Le premier débatteur à prendre la parole présente ses arguments d'introduction (2 à 3 minutes) et les appuie au moyen de preuves comme des statistiques ou des citations.
3. Le deuxième débatteur présente ses propres arguments d'introduction (2 à 3 minutes).
4. Le premier débatteur oppose des contre-preuves (1 à 2 minutes).
5. Le deuxième débatteur présente d'autres arguments pour défendre sa position (1 à 2 minutes).
6. Le deuxième oppose ses contre-preuves (1 à 2 minutes).
7. Le premier débatteur présente des arguments à l'appui (1 à 2 minutes).
8. Chacun présente ses déclarations finales (1 minute chacun).

### Énoncé de position (renseignements généraux pour l'élève)

- **Choisis un enjeu comme thème de l'énoncé de position** : Un bon enjeu doit comporter un élément de controverse et donner lieu à au moins deux positions claires. Choisis un enjeu qui t'intéresse particulièrement et que tu peux traiter. Tu peux avoir déjà une opinion sur cet enjeu, mais tu devras te documenter sur le sujet pour élaborer tes arguments et présenter un point de vue objectif sur le point de vue opposé. Après avoir fait ta recherche, tu pourrais changer d'opinion au sujet de cet enjeu. La préparation d'une liste des arguments pour et contre et la compilation de preuves à l'appui de tes affirmations peuvent t'aider à préparer ton énoncé de position. N'oublie pas de citer les sources de toutes tes données.

Tu dois aussi tenir compte des destinataires de ton article. Tu dois les convaincre d'adopter ta position, alors il faut leur parler à un niveau de langage qu'ils comprendront. Par exemple, pour convaincre ton enseignant de ta position, il faudra utiliser un ton différent que pour un article destiné à convaincre tes amis.

- **Introduction** : Décrit l'enjeu et donne des renseignements généraux à son sujet. Quel est l'enjeu? Pourquoi cet enjeu est-il important? Quelles sont les répercussions possibles de cet enjeu? Tu peux décider de ne pas exprimer d'opinion pour ou contre cet enjeu (seulement le présenter et indiquer son importance), ou bien tu peux énoncer ta position sans présenter toutes les preuves à l'appui. Tu dois placer ton sujet en contexte, stimuler l'intérêt du lecteur concernant le sujet et ensuite présenter ton point de vue sur la question. La prochaine étape consiste à fournir certaines preuves à l'appui de ta déclaration.
- **Arguments** : Fournis les arguments à l'appui de ton point de vue sur l'enjeu. Tu dois fournir des preuves pour les arguments employés (faits, statistiques, témoignages faisant autorité). Ne mentionne pas tes opinions. Présente les données sans omettre de détails et en toute honnêteté et cite toujours tes sources. Tu peux faire des citations directes ou indirectes. N'oublie pas de consigner l'information sur les sources pour faire la bibliographie. Le lecteur de ton article doit savoir d'où viennent les preuves que tu présentes. Tu dois utiliser au moins trois sources d'information quand tu présentes tes arguments.
- **Position opposée** : Présente les arguments en faveur de la position opposée. Tu dois fournir des preuves à l'appui de tes arguments. Évite d'exprimer tes opinions. Utilise au moins trois sources d'information différentes quand tu présentes les arguments contre l'enjeu. Il vaut mieux choisir un ou deux arguments et ensuite les développer en profondeur.
- **Ta position** : Énonce ta position et ajoute les motifs à l'appui. C'est à ce stade que tu peux exprimer ce que tu penses réellement. Tu peux également faire référence à des faits, des opinions ou des données mentionnées dans les autres parties de ton énoncé de position.

### Études de cas

Le recours à des études de cas a l'avantage de fournir aux élèves un niveau élevé de spécificité et de structure tout en leur laissant une grande latitude pour des commentaires.

Pour élaborer ou choisir des études de cas qui suscitent l'intérêt des élèves concernant le devoir assigné et leur donner le sentiment de participer à des situations authentiques, proches de la réalité, l'enseignant peut trouver utiles les suggestions ci-dessous.

- S'assurer que chaque devoir est *réaliste*; les élèves doivent avoir le sentiment qu'il s'agit d'une situation typique, un exemple possible d'une situation qu'ils pourraient rencontrer dans leur vie d'adulte.
- *Établir clairement le but* du devoir; ne jamais laisser les élèves avoir l'impression qu'un devoir est artificiel, que « ça ne se peut pas ».

- S'assurer que l'information générale est détaillée pour que les élèves aient une idée précise de la situation.
- *Faire travailler les élèves.* Plutôt que de leur présenter une information qu'ils n'auront qu'à transcrire, les laisser se débrouiller avec les chiffres, faire les recherches et prendre eux-mêmes une décision.
- Ajouter une touche théâtrale. *Susciter l'intérêt* en choisissant ou rédigeant des idées de devoirs qui se lisent comme de courtes anecdotes. Présenter un élément humain pour que les élèves s'identifient aux personnes dont ils doivent parler ou de qui ils auraient supposément obtenu l'information.
- Dans la mesure du possible, *utiliser le dialogue* ou choisir des études de cas qui renferment des dialogues plutôt que de simples descriptions narratives. Il est trop facile pour les élèves de copier des passages de narrations, mais ils peuvent difficilement copier un dialogue. Le dialogue est plus difficile à composer, et il prend plus d'espace sur des pages de devoir, mais il force les élèves à chercher et à extraire des faits pertinents.

### **Ressources en ligne pour les études de cas**

Les sites Web ci-dessous présentent des études de cas ou des idées pour en composer.

Access Excellence @ the National Health Museum Activities Exchange. Access Excellence Activities Collection: <http://www.accessexcellence.org/AE/index.html>

Ce site Web renferme des archives complètes d'activités scolaires reliées aux sciences de la vie et à la physique. Il y a des idées intéressantes pour à peu près tout le monde, à condition de vouloir explorer les nombreux liens proposés.

Cal State Fullerton. Physics 301—Energy and the Environment. Energy and Environment Cases: <http://energy.fullerton.edu/case-ideas.html>

Ce site Web présente cinq études de cas relatives aux sources d'énergie et à l'environnement, notamment sur la perspective de véhicules mus à l'électricité seulement, le changement climatique, l'énergie thermique par opposition à l'énergie nucléaire. L'accent est placé sur la physique et le génie.

ETHEX (Exploratorium's Ethical Scenarios Forum)

Diving into the Gene Pool: <http://www.exploratorium.edu/genepool/ETHEX.html>

Ce site Web offre à l'enseignant trois scénarios d'études de cas traitant de l'éthique en sciences, principalement dans le domaine des tests génétiques, des aliments génétiquement modifiés et de possibles usages inappropriés de l'information concernant les manipulations génétiques.

Kennesaw State University. ChemCases: Decision Making and Technology:

<http://science.kennesaw.edu/~mhermes/chem.htm>

Ce site comprend une série de cas complémentaires au programme d'études devant servir à l'enseignement de la chimie générale avec l'accent placé sur les sciences et le génie. Chaque étude de cas présente des principes fondamentaux généralement abordés dans un programme d'études traditionnel en chimie générale, puis traite de la prise de décisions qui influent sur la mise au point de nouveaux produits de consommation, de produits agricoles et pharmaceutiques. Ces cas fournissent aux élèves l'occasion de réfléchir aux composantes du processus de la prise de décisions STSE dans le programme d'études du Manitoba.

The McGraw-Hill Companies. General and Human Biology. Bioethics Case Studies:

[http://www.mhhe.com/biosci/genbio/olc\\_linkedcontent/bioethics\\_cases/](http://www.mhhe.com/biosci/genbio/olc_linkedcontent/bioethics_cases/)

Ce site Web présente des liens avec un grand nombre d'études de cas différentes préparées pour des cours liés à la biologie humaine, p. ex., la recherche sur les cellules souches, les techniques de procréation artificielle *in utero*, la recherche sur des embryons, les enjeux liés aux sports, le VIH/SIDA, l'ostéoporose et bien d'autres encore.

National Center for Case Study Teaching in Science. Case Method Teaching:

<http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/cases/teaching/novel.html>

James B. Conant de l'Université de Harvard a été parmi les premiers éducateurs dans le domaine scientifique à utiliser des études de cas dans son enseignement comme moyen de placer le contenu scientifique *en contexte*. Pour l'enseignant intéressé à utiliser des techniques d'apprentissage basées sur la résolution de problèmes, ce site est une véritable mine d'informations et d'analyse du style d'enseignement et d'apprentissage par problèmes.

SCOPE (Science Controversies On-line Partnerships in Education). Genetically Modified Food:

<http://scope.educ.washington.edu/gmfood/>

L'introduction d'aliments génétiquement modifiés dans la chaîne alimentaire humaine a suscité beaucoup de débats publics, de discussions entre scientifiques et de couverture médiatique. Ce site Web offre des pages de FAQ (foire aux questions) et des liens Web sur la question des OGM (organismes génétiquement modifiés) dans notre alimentation.

University at Buffalo. The National Center for Case Study Teaching in Science Case Collection:

<http://ublib.buffalo.edu/libraries/projects/cases/ubcase.htm>

Dans ce site Web, on trouve de nombreux exemples d'études de cas dans le domaine scientifique élaborées par des enseignants pour des enseignants. Les droits d'auteur touchant la plupart de ces cas sont détenus par le National Center for Case Study Teaching in Science. Cet organisme encourage les enseignants à utiliser ses études de cas à des fins d'éducation et sans but lucratif. L'enseignant qui prévoit utiliser les cas de ce site Web dans sa classe à cette seule fin n'est pas tenu de communiquer avec le National Center for Case Study Teaching in Science pour en obtenir l'autorisation. Cependant, il est impératif d'obtenir cette autorisation si l'on veut reproduire sous forme imprimée des cas de cette collection (comme dans des notes de cours) ou pour toute nouvelle publication dans un site Web. L'enseignant devra alors *s'enregistrer* à partir d'une adresse courriel valide pour obtenir un mot de passe afin de pouvoir accéder aux fichiers et les télécharger. Il est possible également de soumettre des cas à cette organisation par téléchargement dans son site Web.

University of Delaware. Problem-Based Learning (PBL) Clearinghouse:

<https://chico.nss.udel.edu/Pbl/index.jsp>

Ce site Web, où l'enseignant doit entrer un nom d'utilisateur et un mot de passe, est consacré à l'apprentissage basé sur la résolution de problèmes, un modèle qui a fait ses preuves au cours des dernières années chez les éducateurs. Le PBL Clearinghouse offre une collection de problèmes et d'articles pour aider les éducateurs à utiliser le mode d'apprentissage par problèmes. Ces problèmes et articles sont soumis à des experts aux fins de révision dans les contextes scientifiques appropriés. Chaque problème est accompagné de notes d'enseignement et de matériel complémentaire, fournissant des idées et des stratégies novatrices mises à l'essai en salle de classe. L'accès à la collection de PBL Clearinghouse est limité aux éducateurs qui *s'enregistrent en direct par Internet*, mais le matériel est fourni gratuitement, et il n'y a aucune obligation imposée sauf qu'il faut limiter l'usage du matériel à la salle de classe seulement.

## Stratégies d'évaluation suggérées

### Jeu de rôles

Pour évaluer les activités de jeux de rôles, utiliser une grille d'évaluation pour les présentations en classe, ou encore l'évaluation par les pairs. Les critères devraient être déterminés avec les élèves, notamment sur le contenu et la présentation, par exemple :

- La position est définie clairement.
- Des preuves sont présentées à l'appui des arguments.
- Les réponses aux questions sont claires et correspondent à la position prise par l'intervenant.
- La présentation est claire et bien structurée.
- La position de l'intervenant est représentée avec justesse.
- La présentation n'est pas biaisée par des convictions personnelles.
- La langue et l'attitude sont appropriées.

### Débat

- Utiliser une grille d'évaluation pour les débats (un exemple est présenté ci-dessous).
- Demander aux pairs d'évaluer les compétences de débatteurs de leurs camarades en fonction des critères élaborés au préalable avec la classe.

### Énoncé de position

Utiliser la grille d'évaluation pour les énoncés de position. Les critères correspondant à l'activité devraient être élaborés avec les élèves et inclure des éléments tels que les suivants :

- La position est définie clairement.
- La compréhension des connaissances scientifiques entourant l'enjeu apparaît clairement.
- Des preuves sont présentées à l'appui des arguments.
- La position contraire est présentée et appuyée par des preuves.
- Des motifs sont invoqués pour justifier le désaccord avec l'autre position.
- L'énoncé est bien structuré et démontre clairement la compréhension de l'enjeu.
- La source des données et arguments provenant d'autres documents est citée correctement.
- Les renvois sont présentés sous le bon format.

L'enseignant peut demander aux élèves de présenter leur position à la classe. Une grille d'évaluation pour les présentations en classe peut être utilisée pour évaluer ce travail.

Grille d'évaluation pour les débats				
Critères	Exemplaire	Accompli	En développement	Débutant

	4	3	2	1
<b>Organisation de l'énoncé de départ</b>	Toujours centré sur le sujet	Généralement centré sur le sujet.	Parfois centré sur le sujet.	Dévie du sujet.
<b>Utilisation de preuves pour appuyer ses affirmations</b>	Fournit toujours des preuves de ses affirmations.	Fournit habituellement des preuves de ses affirmations.	Fournit parfois des preuves de ses affirmations.	Ne fournit pas de preuves de ses affirmations.
<b>Persuasion</b>	Les arguments sont clairs et convaincants.	Les arguments sont généralement clairs et convaincants.	Les arguments sont parfois clairs et convaincants.	Les arguments ne sont pas clairs ni convaincants.
<b>Travail d'équipe</b>	Les membres de l'équipe sont toujours utilisés avec une égale efficacité.	Les membres de l'équipe sont habituellement utilisés avec une égale efficacité.	Les membres de l'équipe sont parfois utilisés avec une égale efficacité.	Les membres de l'équipe ne sont pas utilisés avec une égale efficacité.
<b>Organisation de l'énoncé de conclusion</b>	Répond toujours en utilisant des points touchant précisément le sujet.	Répond généralement en utilisant des points touchant précisément le sujet.	Répond parfois en utilisant des points touchant précisément le sujet.	Ne répond pas en utilisant des points touchant précisément le sujet.

### Études de cas

Proposer aux élèves de faire ensemble un remue-méninges afin de déterminer quels critères doivent être utilisés pour évaluer les réponses aux questions dans une étude de cas. Ces critères devraient inclure les suivants :

- Répond clairement à la question.
- Répond en utilisant des preuves pour cerner les enjeux abordés dans la question.
- La réponse justifie le plan d'action suggéré en fournissant des preuves.

### Grilles d'évaluation/Listes de contrôle

- Élaboration de grilles d'évaluation en sciences (voir l'annexe 8)
- Grilles d'évaluation (voir l'annexe 9)

### Rédaction d'un journal/carnet scientifique

- Rédaction d'un journal et évaluation (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 13.21)
- Réflexion sur le débat (Quels éléments surprises ont été soulevés au cours du débat? Selon toi, y a-t-il une bonne ou une mauvaise réponse? Quels sont les faits validés qui ont été utilisés pour appuyer les arguments? Résume les arguments fournis par chaque équipe.)
- Cycle de mots (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 10.21)

### Évaluation de la performance/collaboration

L'évaluation des expériences d'apprentissage relativement aux habiletés acquises peut être axée sur la performance et la collaboration, et sur la compréhension démontrée par la capacité de l'élève à établir des liens entre ses observations et ses connaissances antérieures. L'enseignant devrait préciser à l'avance quelle sera l'orientation de l'évaluation. Par exemple, si l'enseignant demande aux élèves de démontrer leur compréhension du mouvement de substances à travers la membrane cellulaire, les points suivants pourraient être utiles :

- Fournir des diagrammes *non étiquetés* du transport actif, de la diffusion et de l'osmose et demander aux élèves :
  - d'identifier ce que représente chaque diagramme et d'expliquer le phénomène;
  - de comparer/distinguer le transport passif et le transport actif;
  - de dessiner un schéma conceptuel pour illustrer comment les substances entrent dans la cellule et en sortent;
  - d'expliquer pourquoi la capacité de réguler le mouvement des substances vers l'intérieur et vers l'extérieur de la cellule est importante (préciser que dans leur réponse, les élèves devraient mentionner les processus physiologiques et le concept d'homéostasie).

**Tâches avec crayon et papier**

- Cycle de mots (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 10.21*)
- Cadre de comparaison (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 10.24*)
- Cadre de rapports entre concepts (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 11.20, 11.35*)
- Analyse d'articles de nature factuelle ou d'articles qui traitent d'une question ou d'un problème (*L'enseignement des sciences de la nature au secondaire, 11.40, 11.41*)

## Résultat d'apprentissage général D

### Connaissances scientifiques essentielles

Étudier, comprendre et se servir des connaissances scientifiques dans une variété de contextes.

#### Survol

Les élèves acquerront des connaissances et une meilleure compréhension des concepts liés aux sciences de la vie, aux sciences physiques et aux sciences de la Terre et de l'espace, et s'en serviront pour interpréter, intégrer et élargir leurs connaissances. Bon nombre des suggestions d'enseignement suivantes s'inspirent des recommandations formulées dans le *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature, M à 12* (Conseil des ministres de l'Éducation, Canada), couramment appelé *Cadre pancanadien en sciences de la nature*. L'enseignant devrait consulter ce document afin de mieux saisir le but et le rôle changeant de l'acquisition du savoir scientifique dans l'environnement moderne des cours de sciences.

La matière enseignée en sciences comprend des théories, des modèles, des concepts et des principes essentiels à la compréhension des divers domaines scientifiques : sciences de la vie, sciences physiques et sciences de la Terre et l'espace. Ces connaissances peuvent fournir une base éclairante afin d'explorer des apprentissages essentiels, et il sera de plus en plus important que les élèves en sciences établissent des liens entre les disciplines scientifiques et au sein de chacune de ces disciplines. En bout de ligne, nous voulons répondre pour une époque et un lieu précis à la question : « Quelles connaissances en sciences de la nature revêtent le plus d'importance? » Il ne peut y avoir de réponse définitive à cette question si complexe et subjective. Nous laissons donc aux professionnels des différents domaines et aux élèves qui les côtoient le soin de fournir leurs propres réponses.

#### Résultats d'apprentissage spécifiques

**RAS D1** : se servir des concepts de similarité et de diversité pour organiser nos expériences avec le monde;

**RAS D2** : reconnaître que l'Univers est constitué de systèmes et que des interactions complexes ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux à divers intervalles et échelles de temps;

**RAS D3** : comprendre le déroulement de divers processus ainsi que les conditions nécessaires au changement, à la constance et à l'équilibre;

**RAS D4** : comprendre comment l'énergie permet les interactions des matériaux, des fonctions vitales et le fonctionnement des systèmes.

**RAS D1** : se servir des concepts de similarité et de diversité pour organiser nos expériences avec le monde;

## Stratégies d'enseignement suggérées

### Similitude 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 informelles, l'élève apprend à reconnaître les divers attributs des objets, des substances ou des matériaux, d'êtres vivants ou des événements, ce qui lui permet d'en faire des distinctions utiles. Au fur et à mesure que s'élargissent ses connaissances, elle ou il apprend à se servir de procédures et de protocoles couramment acceptés pour décrire et classer les objets qu'elle ou il rencontre, ce qui lui permet de partager ses idées avec autrui et de réfléchir à ses expériences (Conseil des ministres de l'Éducation, Canada, p. 16).

## Exemple 1 :

### Analyser les constantes et les produits de l'évolution

Les sciences tentent d'expliquer l'origine et l'évolution de la vie sur Terre. On peut trouver des preuves de l'évolution dans l'étude des fossiles, la tectonique des plaques et les empreintes génétiques.

#### Activation des connaissances antérieures

- Inviter les élèves à discuter des relations évolutives possibles entre des groupes d'organismes familiers, comme les mammifères ou les plantes à fleurs. *Quelles caractéristiques structurales ont changé au fil du temps? Quelles sont les preuves évolutives de l'origine génétique d'un animal ou d'une plante du monde moderne?*

#### Acquisition et développement de concepts

- Proposer aux élèves de retracer l'origine génétique ou ascendance du cheval moderne à partir d'*Eohippus* (?), qui pourrait n'avoir jamais existé, jusqu'à *Equus* pour déterminer les changements historiques nécessaires à son évolution depuis un petit animal herbivore des bois jusqu'à un grand brouteur des plaines. Les élèves devraient avoir en main des illustrations (dessins, photographies, objets d'art) comparant des changements possibles dans l'anatomie, comme la stature, la conformation des pattes et des dents, pour pouvoir évaluer des preuves de la théorie de l'évolution. *Comment le changement de régime alimentaire est-il lié aux changements de la morphologie des dents? Quels avantages aurait un cheval de grande stature dans les prairies? Pourquoi le cheval des plaines doit-il être un bon coureur? Comment les changements dans l'environnement entraînent-ils une adaptation évolutive?*
- Demander aux élèves de se documenter sur la science de l'évolution et de faire une grande représentation linéaire (chronologie) à l'échelle de l'histoire de la science de l'évolution (dates, principales découvertes dans la science de l'évolution, noms).

- Proposer aux élèves de faire une recherche sur le lamarckisme et le darwinisme et de débattre des deux théories.
- Inviter les élèves à choisir une structure commune, comme le bec ou les ailes des oiseaux, et de comparer les adaptations évolutives entre des espèces.

**Application**

- Demander aux élèves de faire une recherche et de préparer un rapport sur l'évolution du chat, du chien (ou d'un autre animal familier) et/ou d'un autre animal domestiqué et utilisé en agriculture.
- Les inviter à visiter un musée local qui traite de l'histoire de divers animaux ou plantes du point de vue paléontologique.
- Proposer aux élèves d'enregistrer sur vidéo l'évolution d'un organisme choisi et de faire visionner cette vidéo à la classe.
- Demander aux élèves de se documenter sur le rôle de l'ADN mitochondrial dans l'étude de l'évolution.
- Leur demander de faire une recherche sur le rôle des humains dans l'évolution du chien que l'on connaît aujourd'hui.
- Les amener à examiner la composition d'une structure évolutive similaire comme les poils, les ongles/griffes et les plumes.

**Exemple 2 :****Déterminer et expliquer la diversité des composés organiques et leur impact sur l'environnement**

La chimie organique est une composante importante de l'étude de la biochimie, du génie biologique, de la médecine et de la chimie synthétique. Les élèves doivent être conscients du processus selon lequel les composés porteurs de carbone sont convertis en molécules organiques de base qui deviennent ensuite une grande variété de plastiques, de carburants et de produits pharmaceutiques.

**Activation des connaissances antérieures**

- Demander aux élèves de déterminer des composés organiques synthétiques présents dans leur classe, à la maison et dans l'environnement. Les amener également à trouver combien de composés organiques sont dangereux ou utiles pour les êtres vivants. *Quels sont les risques et les avantages pour la société et l'environnement liés à la mise au point de nouveaux produits synthétiques?*

**Acquisition et développement de concepts**

- Proposer aux élèves d'étudier les propriétés particulières du carbone en accordant une attention particulière aux liaisons qui se forment entre les atomes de carbone. Les caractéristiques de ces liaisons peuvent comprendre les suivantes : force, nombre (simples, doubles ou triples) et structure (chaînes linéaires/droites, ramifiées ou structures cycliques). Les inviter à construire ou à dessiner et à nommer des modèles d'une variété de composés organiques.
- Amener les élèves à se documenter sur le développement historique de produits médicaux, à partir d'extraits bruts de végétaux. *Pourquoi les plantes sont-elles des*

*ressources précieuses? Nommer des médicaments modernes qui sont dérivés de remèdes anciens. Quels en sont les ingrédients actifs? Quelles sont les différentes méthodes de purification?*

### Application

- Demander aux élèves d'effectuer une analyse risques-avantages des activités qui produisent des toxines comme sous-produits. Ces activités peuvent être le brûlage de déchets domestiques dans la cour, l'incinération de déchets toxiques, ou divers procédés industriels. *Quel effet les dioxines ont-elles sur les organismes vivants?*
- Inviter les élèves à choisir un matériau synthétique et à faire des expériences pratiques sur ses propriétés, comme la résistance physique, l'effet de solvants et la combustibilité. Pour cette recherche, demander aux élèves de trouver et de présenter de l'information sur les propriétés, les coûts, les usages, les dangers éventuels, les moyens de production et les répercussions sociales et économique de ce matériau.
- Proposer aux élèves de synthétiser un composé organique comme l'acide acétylsalicylique (AAS), le nylon ou un ester.
- Les inviter à dessiner la structure de composés médicaux et à décrire la partie précise de la structure liée à l'action médicale.

### Exemple 3 :

#### Démontrer une compréhension des solutions et de la stœchiométrie dans divers contextes

Il importe que les élèves comprennent que la plupart des réactions chimiques comportent la dissolution de substances chimiques dans un médium tel que l'eau. Les élèves devraient avoir l'occasion d'étudier la nature des solutés, les solvants, le concept de la mole, l'équilibrage des équations et la stœchiométrie pour mieux comprendre la nature des réactions chimiques.

#### Activation des connaissances antérieures

- Demander aux élèves de comparer les propriétés des différentes solutions utilisant diverses technologies, et d'établir des classes de solutions, par exemple, électrolytiques/non électrolytiques, ou acides/bases. Faire comprendre aux élèves l'importance de contrôler la concentration en leur rappelant qu'une concentration très faible de fluorure peut être bénéfique car elle empêche la carie dentaire, mais qu'une solution concentrée de fluorure est très toxique. *Pourquoi est-ce important pour les chercheurs et les concepteurs de procédés chimiques ou industriels de pouvoir prédire les types et les quantités de produits à utiliser dans une réaction?*

#### Acquisition et développement de concepts

- Demander aux élèves de calculer la concentration molaire d'une solution, qui permet la préparation d'une solution ionique d'une concentration connue. Insister sur l'utilisation d'équipements, p. ex., balance, fiole jaugée, entonnoir et bécher, pour préparer cette solution.
- Proposer aux élèves de prédire, à l'aide de la méthode stœchiométrique, la quantité de réactif utilisée ou produite dans une réaction chimique, compte tenu d'une quantité précise d'un autre réactif utilisé ou produit dans cette réaction.

- Les amener à faire une recherche quantitative pour vérifier la capacité prédictive de la méthode stœchiométrique et des analyses quantitatives pour déterminer une quantité inconnue dans une réaction chimique, comme la concentration inconnue d'une solution ou la masse inconnue d'un soluté.

**Application**

- Proposer aux élèves de discuter avec un chimiste industriel de l'utilité de la méthode stœchiométrique en sciences et technologie pour des applications industrielles.
- Leur demander de faire une recherche sur l'importance de la stœchiométrie en pharmacologie.
- Les amener à déterminer, à partir de la composition chimique, pourquoi certains aliments fournissent plus d'énergie que d'autres.
- Demander aux élèves de déterminer, d'après les principes stœchiométriques, quel type de système de chauffage est le plus efficace dans une maison.
- Leur proposer de se documenter sur la façon dont les concepteurs de coussins gonflables utilisent la stœchiométrie pour déterminer la meilleure composition du gaz à utiliser.

**Exemple 4 :****Décrire la nature de l'espace et de ses composantes, et l'histoire de l'observation de l'espace**

Les étoiles et autres corps célestes ont longtemps fasciné les humains. Aussi loin qu'on s'en souvienne dans notre histoire, les humains ont tenté d'expliquer ce qu'il y a dans l'espace. Les élèves devraient avoir de multiples occasions d'apprentissage pour pouvoir déterminer et décrire les diverses composantes de l'Univers et développer leur compréhension des vastes distances qui séparent ces éléments.

**Activation des connaissances antérieures**

- Proposer aux élèves de participer à une discussion générale ou remue-méninges sur la nature de l'univers. Ces échanges devraient mener à l'examen de progrès technologiques récents, comme le télescope optique, le radiotélescope et le télescope satellisé, qui ont permis aux astronomes d'observer les divers constituants de l'Univers, et de formuler des hypothèses sur ce qui s'est produit par le passé et ce qui pourrait arriver dans l'avenir. *En quoi les autres étoiles sont-elles similaires et différentes du soleil? Que savons-nous de l'Univers? Qu'est-ce que nous tentons de trouver?*
- Inviter les élèves à faire la chronologie des découvertes et de l'exploration spatiales.

**Acquisition et développement de concepts**

- Demander aux élèves d'utiliser le diagramme de Hertzsprung-Russell pour étudier les théories de l'évolution. Amorcer une discussion sur la fréquence des étoiles similaires à notre soleil et sur l'existence possible et probable d'autres planètes comme la Terre.
- Inviter les élèves à examiner la taille de l'Univers et le grand nombre d'étoiles et d'autres corps célestes. Leur faire comprendre le concept selon lequel à cause des distances énormes que compte l'espace, la lumière qui atteint nos yeux et nos instruments a été émise des millions d'années auparavant, et donc ce que l'on voit présentement d'objets lointains dans l'espace équivaut littéralement à un coup d'œil sur le passé.
- Proposer aux élèves d'examiner l'hypothèse nébulaire de la formation du système solaire.
- Les amener à se documenter sur les relations existant entre la Terre et son unique lune. *En quoi et pourquoi sont-elles différentes? Comment en sont-elles venues à orbiter l'une autour de l'autre?*
- Demander aux élèves de trouver comment les astronomes ont déterminé la composition, l'âge et l'historique d'une planète ou d'une étoile.

**Application**

- L'étude de la formation et de l'évolution des étoiles peut aider les élèves à comprendre la chimie des roches, de l'air, de l'eau et de la vie sur Terre. Demander aux élèves de formuler des hypothèses sur la possibilité de formes de vie ailleurs dans l'Univers. Les amener à discuter des éléments essentiels à la vie humaine, et de l'idée que d'autres éléments pourraient être essentiels au maintien de formes de vie différentes.
- Proposer aux élèves de faire une recherche sur la possibilité de la vie dans l'espace.

**RAS D2** : reconnaître que l'Univers est constitué de systèmes et que des interactions complexes ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux à divers intervalles et échelles de temps;

### Stratégies d'enseignement suggérées

#### 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 une collection d'éléments qui interagissent les uns avec les autres; l'effet global de ces interactions est plus grand que celui des parties individuelles du système, souvent même quand elles sont considérées ensemble (Conseil des ministres de l'Éducation, Canada, p. 16).

### Exemple 1 :

#### Comparer et distinguer les mécanismes utilisés par les organismes pour maintenir l'homéostasie

**Note** : Ce sujet est traité en détail dans le programme d'études de biologie 11<sup>e</sup> année. On encourage les enseignants à consulter le document de mise en œuvre de ce programme (*Biologie, 11<sup>e</sup> année : Document de mise en œuvre*) d'Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba pour d'autres détails sur le sujet.

Tous les organismes vivants s'efforcent de maintenir un équilibre interne en réaction aux constantes pressions dues à des phénomènes extérieurs. Les élèves doivent avoir des occasions diverses d'étudier différents facteurs influant sur l'homéostasie d'un organisme. Cette étude leur permettra de saisir la grande complexité des mécanismes en jeu dans la régulation homéostatique.

#### Activation des connaissances antérieures

- Amener les élèves à discuter de la façon dont les organismes (végétaux et animaux) survivent à certaines conditions météorologiques et climatiques rigoureuses au Canada. *Comment les plantes utilisent-elles les mécanismes homéostatiques pour s'adapter et survivre? Quels sont les mécanismes d'adaptation développés par des organismes comme les poissons, les grenouilles et les plantes pour survivre à des conditions météorologiques extrêmes?*

#### Acquisition et développement de concepts

- Proposer aux élèves de faire une recherche sur les thèmes ci-dessous, puis de préparer et/ou de réaliser une expérience pour étudier : la théorie de la tension-cohésion liée à la transpiration des plantes vasculaires; les adaptations comportementales; les types de

tropisme, p. ex., hydrotropisme, géotropisme, chimiotropisme et phototropisme; et l'effet des hormones de croissance sur les plantes.

- Demander aux élèves de répondre à la question suivante : *Comment les jardiniers, les horticulteurs, les agriculteurs et les techniciens forestiers font-ils pour favoriser l'adaptation et la survie des plantes qui seront utilisées par les collectivités humaines?*
- Les inviter à choisir une espèce animale et à étudier son adaptation à l'environnement (à la chaleur, au froid, etc.).
- Amener les élèves à discuter de l'importance des terres humides dans le maintien de l'homéostasie dans l'environnement.

### **Complément à l'apprentissage**

- L'Université du Manitoba abrite le laboratoire d'exercice et d'hygiène de l'environnement, et M. Gordon Giesbrecht, Ph.D., étudie la réponse des humains à l'exercice ou au travail dans des conditions extrêmes. Il a réalisé des centaines d'études d'immersion en eau froide qui ont donné des résultats intéressants sur la physiologie du stress dû au froid et sur les soins pré-hospitaliers en cas d'hypothermie chez les humains. Le P<sup>r</sup> Giesbrecht a entrepris un certain nombre de projets particuliers, tels que le marathon sur glace au lac Winnipeg. Les élèves voudront peut-être se documenter sur le projet le plus récent du P<sup>r</sup> Giesbrecht :  
P<sup>r</sup>. Gordon Giesbrecht  
Faculté d'éducation physique et d'étude en loisirs  
Université du Manitoba  
Courriel : [giesbrec@ms.umanitoba.ca](mailto:giesbrec@ms.umanitoba.ca)

### **Application**

- Inviter les élèves à choisir une plante, à la faire pousser et à favoriser ses mécanismes homéostatiques pour l'aider à survivre dans les conditions prévalant à la maison.
- Leur proposer de faire une recherche sur les zones au climat rigoureux au Canada, et à décrire comment les plantes peuvent survivre dans certaines zones alors que d'autres en sont incapables.
- Proposer aux élèves d'examiner ce qui arrive quand les reins fonctionnent mal chez les humains.
- Les amener à se documenter sur la contribution du système immunitaire à l'homéostasie.

### **Exemple 2 :**

#### **Évaluer les relations qui influent sur la diversité biologique et la durabilité de la vie au sein de la biosphère**

**Note :** Ce sujet est le thème principal du programme d'études manitobain de biologie de 12<sup>e</sup> année. On encourage les enseignants à consulter le document de mise en œuvre de ce programme (*Biologie, 12<sup>e</sup> année : Document de mise en œuvre*) d'Éducation, Citoyenneté et Jeunesse Manitoba, qui traite de la question en détail.

À l'échelle du biome et de l'écosphère dans l'organisation des êtres vivants, il existe une foule d'interactions complexes entre les facteurs biotiques et abiotiques. À partir de leur compréhension des écosystèmes et de certains principes liés à la dynamique des populations, les élèves doivent saisir les nombreuses interrelations influant sur la croissance des populations.

**Activation des connaissances antérieures**

- Proposer aux élèves de prendre un exemple d'une espèce menacées à l'échelle locale ou régionale, et de trouver les déterminants de cette population : natalité, mortalité, émigration et immigration. Les inviter ensuite à faire un remue-méninges au sujet des facteurs agissant sur les taux de natalité et de mortalité chez les humains. *Pourquoi doit-on se préoccuper de la capacité portante de la Terre relativement à la population humaine?*

**Acquisition et développement de concepts**

- Inviter les élèves à utiliser les graphiques fournis dans le matériel pédagogique ou tracés à partir de tableaux de données pour illustrer la croissance historique de la population humaine en utilisant des données estimatives. Leur demander de projeter la courbe de croissance (linéaire ou exponentielle) dans l'avenir comme exercice de prédiction et d'extrapolation en doublant la durée de la période considérée.
- Amener les élèves à recueillir des données et à tracer la courbe de population pour une espèce particulière, comme un poisson de la région, puis d'interpréter les graphiques.
- Les inviter à faire une recherche et à discuter ensemble du rôle des zoos dans le maintien de la biodiversité.

**Application**

- Proposer aux élèves de déterminer les facteurs sociaux et environnementaux qui doivent être examinés et modifiés à l'échelle locale, régionale et mondiale pour assurer la pérennité de la population humaine sur la planète Terre.
- Les inviter à se documenter sur les questions éthiques liées à la limitation des populations humaines, et à en discuter ensemble.
- Amener les élèves à planifier et à réaliser une étude sur la biodiversité de communautés terrestres ou aquatiques.
- Leur demander d'utiliser les données de dénombrement en environnement pour étudier l'état d'une espèce menacée et de présenter un plan pour la survie de l'espèce.

**Exemple 3 :****Démontrer une compréhension des caractéristiques et des interactions relatives aux acides et aux bases**

Les élèves utilisent régulièrement des solutions comprenant des acides et des bases. Ils doivent pouvoir démontrer qu'ils en connaissent suffisamment sur les acides et les bases en choisissant bien l'acide et la base à utiliser pour une tâche donnée. Les élèves doivent également connaître les effets potentiels de ces substances chimiques sur l'environnement. Pour enrichir les connaissances et stimuler l'intérêt des élèves, il faut leur faire comprendre la relation entre différentes théories relatives aux acides/bases et les réactions acido-basiques qui se produisent dans l'environnement.

**Activation des connaissances antérieures**

- Demander aux élèves de déterminer des produits d'usage courant qui contiennent un acide ou une base, comme les shampoings, aliments et produits d'entretien ménager. Les encourager à émettre des hypothèses sur la façon dont les acides et les bases réagissent dans des situations données. *Pourquoi certains acides et bases sont-ils utilisés dans des situations particulières?*

- Proposer aux élèves de faire une recherche sur les causes et les effets des pluies acides, et d'en discuter ensemble.

#### Acquisition et développement de concepts

- Inviter les élèves à montrer, après avoir étudié les étapes de l'élaboration de la théorie acido-basique, comment les théories évoluent à la lumière de nouvelles données expérimentales.
- Inviter les élèves à formuler une définition opérationnelle des acides et des bases d'après leurs observations en laboratoire.
- Au laboratoire, demander aux élèves de déterminer la concentration d'un acide ou d'une base, la concentration d'acide citrique d'un agrume, ou le contenu en acide acétylsalicylique (AAS) d'un comprimé analgésique pour les maux de tête.

#### Application

- Demander aux élèves d'examiner un enjeu environnemental relatif à des acides ou bases, puis de former des équipes et de présenter des données factuelles appuyant diverses perspectives.
- Inviter les élèves à examiner comment le fait de comprendre la chimie des cheveux, par exemple le pH, aide à la mise au point de meilleurs produits pour les soins capillaires.
- Les amener à déterminer comment le pH acide ou basique des sols est important pour la croissance des cultures vivrières.

#### Exemple 4 :

#### Illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent l'ensemble des structures à l'échelle moléculaire, et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure

La chimie moderne contribue directement à la mise au point de nouveaux matériaux. Selon les applications envisagées, on peut maintenant synthétiser des matériaux qui présentent des propriétés précises, par exemple, la masse, la résistance à la chaleur, la flexibilité, la malléabilité et la conductivité électrique. Pour synthétiser un nouveau matériau, il est souvent nécessaire de comprendre l'arrangement des électrons, et donc le type de liaison en jeu dans le matériau. Connaître la nature des liaisons est important pour les élèves parce que ces liaisons sont responsables des propriétés physiques et chimiques des substances.

#### Activation des connaissances antérieures

- Demander aux élèves de déterminer les changements survenus dans la composition de certains matériaux et la structure d'objets courants. L'évolution de la bicyclette et de l'automobile est un bon exemple de la façon dont les caractéristiques des matériaux, comme la légèreté et la résistance à la rouille, ont permis une efficacité accrue de ces véhicules. *Nommez d'autres matériaux qui ont des propriétés utiles. Comment la nature des liaisons moléculaires est-elle déterminante pour les propriétés d'un matériau?*

#### Acquisition et développement de concepts

- Inviter les élèves à prédire et à expliquer les différents types de forces intramoléculaires et intermoléculaires pour un composé donné, en utilisant des modèles reconnus pour illustrer ces forces. Préciser qu'ils doivent suivre les conventions établies pour nommer et

représenter les composés à l'étude. Souligner l'existence de travaux importants de chercheurs faisant le lien entre la structure moléculaire et les propriétés de matériaux.

#### Application

- Amener les élèves à se documenter sur des matériaux modernes, comme les composites, résines, alliages et céramiques, et à établir le rapport entre les liaisons moléculaires et les propriétés de ces matériaux.
- Les inviter à faire une recherche et à concevoir une structure (p. ex, un pont) où le type de matériau utilisé a une importance vitale dans la construction.

#### Exemple 5 :

#### Expliquer les forces fondamentales de la nature à l'aide des caractéristiques des champs gravitationnels, électriques et magnétiques

La télévision est utilisée conjointement avec les caméras vidéo, les vidéodisques et les magnétoscopes à une grande variété de fins, y compris divertissement, éducation, ingénierie et médecine. Ces appareils électriques utilisent les principes de l'électromagnétisme et de l'énergie pour produire une image sur l'écran. L'élève devrait être capable d'appliquer ces principes au fonctionnement du tube-image d'un téléviseur.

#### Activation des connaissances antérieures

- Demander aux élèves d'étudier, au moyen d'une source de courant continu, d'un câble, d'un solénoïde et d'une boussole, les caractéristiques des champs magnétiques. Les inviter à observer à l'aide d'un tube électronique les effets d'un aimant sur le faisceau d'électrons.
- Proposer aux élèves d'utiliser des sources imprimées et électroniques pour étudier les étapes de la mise au point de la technologie de la télévision/écran plat à cristaux liquides. *La qualité de l'image produite par un écran de téléviseur de 27 pouces (68,6 cm) est-elle meilleure que par un écran de 54 pouces (137,2 cm)? Pourquoi?*
- Amener les élèves à examiner les forces gravitationnelles s'exerçant sur les planètes et satellites dans le système solaire. *De quelle façon la force gravitationnelle agit-elle sur nous quotidiennement?*

#### Acquisition et développement de concepts

- Demander aux élèves d'analyser sur le plan qualitatif et quantitatif les forces produites lorsqu'un courant électrique circule dans un câble et de déterminer les facteurs responsables de l'augmentation ou de la diminution de la puissance de la charge mobile.
- Les inviter à élaborer un plan pour comparer la qualité de l'image produite par des petits et des grands écrans en déterminant les principaux critères et variables correspondants.
- Demander aux élèves de décrire le rôle que le magnétisme joue dans les phénomènes solaires, comme les taches solaires.

#### Application

- Inviter les élèves à énumérer les difficultés de conception posées par la fabrication d'un écran plat de téléviseur de 54 pouces (137,2 cm) comparativement à la production d'un écran de 27 po (68,6 cm), et les changements qui doivent être apportés à la conception pour produire une image d'un téléviseur de 54 po (137,2 cm) d'une qualité équivalente à celle d'un écran de 27 po (68,6 cm).

- Proposer aux élèves de déterminer s'il est dans l'intérêt des consommateurs que les téléviseurs à écran plat fabriqués pour l'Amérique du Nord renouvellent l'image couleur 60 fois par seconde au lieu de 75 fois/sec comme c'est le cas actuellement.
- Amener les élèves à expliquer la synchronisation du tube cathodique avec les caméras de télévision et les téléviseurs.
- Leur proposer de planifier un voyage spatial pour s'approcher d'un trou noir. *Quel sera l'effet de la gravitation?*
- Les amener à faire une recherche sur le rôle du champ magnétique sur la migration d'animaux.
- Demander aux élèves de bâtir une pile solaire et d'expliquer comment l'énergie lumineuse est convertie en énergie électrique.
- Les inviter à expliquer comment fonctionne un four à micro-ondes.

### **Exemple 6 :**

#### **Décrire et prédire la nature et des effets de changements aux systèmes terrestres.**

La Terre est le siège d'une grande variété de systèmes complexes et interdépendants. Les systèmes principaux représentent généralement les sphères de la Terre : atmosphère, hydrosphère, lithosphère et biosphère, et à l'intérieur de celles-ci, il y aurait d'autres systèmes ou sous-systèmes.

#### **Activation des connaissances antérieures**

- Demander aux élèves de se documenter sur chacun des systèmes terrestres pour inventorier leurs caractéristiques générales. Cette étude pourrait porter sur les points suivants : suivi des profils météorologiques à l'aide de méthodes et d'outils appropriés; identification et classification de roches et de minéraux; analyse de données océanographiques; et étude d'exemples locaux de phénomènes d'érosion. *Comment est-ce que l'atmosphère et l'hydrosphère interagissent dans le cycle de l'eau?*

#### **Acquisition et développement de concepts**

- Demander aux élèves de décrire les processus physiques d'évaporation, de condensation et de précipitation, y compris le transfert d'énergie qui se produit dans chaque processus. Les inviter à expliquer, à partir de ces données, des phénomènes météorologiques communs, p. ex., pluie, orages électriques, ouragans et tornades. Vérifier s'ils comprennent que, malgré que l'hydrosphère et l'atmosphère peuvent être décrites séparément, les phénomènes qui s'y déroulent sont inextricablement liés.
- Inviter les élèves à rédiger une histoire du point de vue d'une molécule d'eau et, dans le contexte de l'histoire, d'expliquer à fond le cycle de l'eau.
- Proposer aux élèves une excursion pour aller observer les effets de l'érosion.

#### **Application**

- Pour les activités de plein air, il est très utile de connaître la météorologie et les systèmes météorologiques. Proposer aux élèves de se familiariser avec les prévisions météorologiques en établissant des scénarios de conditions météorologiques décrivant certaines conditions atmosphériques. Puis les amener à questionner leurs camarades pour qu'ils prédisent les effets que ces conditions pourraient avoir sur la météo à court terme et à long terme.

- Demander aux élèves d'élaborer un plan visant à limiter l'érosion dans un secteur local.

**Exemple 7 :****Démontrer une compréhension de la formation de la Terre, de son histoire et des changements géologiques survenus**

Des progrès scientifiques et technologiques récents ont jeté beaucoup de lumière sur l'histoire de la Terre mais ils ont en même temps soulevé davantage de questions. Comme la perception humaine du temps porte sur des périodes relativement courtes, le temps géologique est un concept très difficile à comprendre et à apprécier pour les élèves. Mais c'est un concept qu'il est très important de saisir pour les élèves afin de pouvoir comprendre des notions comme la formation des planètes, le mouvement des continents, les changements climatiques, l'évolution des organismes et la formation des montagnes.

**Activation des connaissances antérieures**

- Demander aux élèves de participer à une discussion sur différentes explications de l'origine et de l'âge de la Terre, depuis les explications religieuses et culturelles jusqu'à la théorie du big bang. Leur indiquer qu'en explorant ces idées, ils doivent examiner les preuves recueillies pour appuyer les diverses explications et pour faire leur propre jugement concernant les mérites relatifs de chacune. *Comment les sciences et la technologie ont-elles aidé les humains à déterminer certains événements particuliers de l'histoire de la Terre?*

**Acquisition et développement de concepts**

- L'âge relatif des roches et la période où certains événements se sont produits dans l'histoire de la Terre peuvent être déterminés par l'application de concepts fondamentaux des sciences de la Terre comme les principes d'uniformitarisme, d'horizontalité originale et de superposition. Suggérer aux élèves d'examiner et d'interpréter les coupes géologiques transversales présentant des plis, des failles, des intrusions et de l'érosion pour faire une datation relative ou la séquence des événements.
- On peut déterminer l'âge de certains objets ou événements de l'histoire de la Terre en utilisant diverses techniques de datation radiométriques.
- Une activité de simulation de décroissance de la radioactivité à l'aide de pièces de monnaie ou d'autres objets appropriés peut aider les élèves à comprendre les concepts de désintégration radioactive, d'isotopes et de demi-vie.

**Application**

- Demander aux élèves d'analyser une coupe géologique transversale fictive et d'utiliser d'autres données produites au moyen de la datation relative pour déterminer l'âge de fossiles particuliers.
- Inviter les élèves à se documenter sur les questions liées au changement climatique et à faire un débat sur le sujet.

**Exemple 8 :****Démontrer une compréhension du rapport existant entre les systèmes responsables des changements à la surface de la Terre**

Les études géophysiques de la Terre ont mis en évidence un ensemble de données démontrant que l'intérieur de notre planète est un environnement dynamique en mouvement constant, responsable de la formation des montagnes, de l'enfoncement des bassins et du déplacement de masses de terre, des activités qui ont entraîné une réorganisation continue de la surface des continents et de la configuration des océans. Ces processus qui modifient la surface de la Terre sont expliqués par la théorie de la tectonique des plaques. Les élèves peuvent mieux comprendre la théorie de la tectonique des plaques en examinant divers processus terrestres.

**Activation des connaissances antérieures**

- Proposer aux élèves de déterminer l'emplacement de caractéristiques de la Terre, p. ex., dorsales médio-océaniques, fosses océaniques, arcs insulaires, montagnes et volcans, et de formuler des hypothèses pour expliquer pourquoi ces caractéristiques se trouvent à ces endroits. *Comment la compréhension de l'activité des plaques tectoniques peut-elle profiter au genre humain?*

**Acquisition et développement de concepts**

- Demander aux élèves d'étudier la distribution des caractéristiques de la planète telles que les dorsales médio-océaniques, fosses océaniques, arcs insulaires, montagnes et volcans.
- Les inviter à analyser les types de frontières de plaques et à établir la corrélation entre diverses caractéristiques et un type de frontière de marge particulier.
- Proposer aux élèves de recueillir de l'information dans l'Internet concernant les tremblements de terre ou l'activité volcanique, ou les risques associés aux processus géologiques.
- Les amener à explorer les outils et techniques servant à étudier les processus qui modifient la lithosphère, par exemple, les photographies aériennes ou par satellite, les images retouchées par ordinateur, les images radar et la modélisation informatisée.
- Inviter les élèves à analyser les données sismographiques pour déterminer l'épicentre d'un séisme.

**Application**

- Proposer aux élèves d'utiliser leurs connaissances sur les tremblements de terre et les renseignements recueillis au cours d'événements antérieurs pour élaborer un plan d'intervention d'urgence pour une collectivité située dans une zone géologique active.
- Les inviter à formuler un ensemble de directives pour la construction d'édifices publics ou de résidences, ou sur les types de bâtiments autorisés dans une zone géologique active.

**RAS D3** : comprendre le déroulement de divers processus ainsi que les conditions nécessaires au changement, à la constance et à l'équilibre;

### Constance et changement

Les concepts de constance et de changement sous-tendent la plupart des connaissances sur le monde naturel et technologique. Grâce à l'observation, l'élève apprend que certaines caractéristiques des objets, des substances, des matériaux et des systèmes demeurent constantes au fil du temps (p. ex. : la vitesse de la lumière ou la charge d'un électron), tandis que d'autres changent. À l'aide d'études formelles et informelles, l'élève apprend à comprendre la nature des choses et des phénomènes ainsi que les conditions nécessaires au changement (Conseil des ministres de l'Éducation, Canada, p. 16).

### Exemple 1 :

#### Comparer et distinguer les modes de reproduction et le développement d'organismes représentatifs.

La reproduction est un processus essentiel à tous les organismes vivants. En plus de comprendre certains principes régissant la façon dont les organismes vivants se reproduisent, les élèves peuvent commencer à saisir la complexité et l'impact des technologies de reproduction. L'analyse, sous divers angles, des risques et des avantages liés à ces technologies offre aux élèves l'occasion d'appliquer leurs connaissances, leurs habiletés et une attitude appropriée au domaine scientifique dans des situations stimulantes.

#### Activation des connaissances antérieures

- L'élevage d'animaux domestiques (ou zootechnie) a révolutionné l'usage des techniques de fécondation *in vitro*. Les taux de reproduction des bestiaux ont augmenté de façon spectaculaire, tout comme les caractères avantageux des nouvelles espèces. Demander aux élèves d'examiner les techniques suivantes et de déterminer celles dont ils ont entendu parler : la superovulation de donneuses au moyen de gonadotrophines; l'insémination artificielle (IA); le prélèvement d'embryons sans l'aide de la chirurgie; le transfert d'embryons chez des femelles porteuses; et la naissance après le transfert d'embryons. *La biotechnologie devrait-elle être utilisée pour la multiplication rapide d'une espèce en danger? Devrait-on utiliser le clonage pour « copier » un organisme?*

#### Acquisition et développement de concepts

- Inviter les élèves à faire une recherche et un débat sur l'énoncé suivant : *Si les animaux domestiques les plus recherchés sont capables de produire un troupeau entier dans chaque cycle de reproduction, cette technique pourrait-elle s'appliquer à une espèce menacée?* (En avril 1990 est née Mary Alice, rare spécimen de tigre de Sibérie, à la suite d'une technique de fécondation *in vitro*.)
- Proposer aux élèves d'interroger un technologiste de la reproduction, par exemple en lui demandant : *Devrait-on chercher à préserver les espèces menacées? À quel prix? Qui devrait en décider? Cette technologie de reproduction pourrait-elle finir par produire un monstre incontrôlable?*

- Inviter les élèves à faire une recherche et un débat sur l'application des technologies de reproduction chez les humains.

**Application**

- Pour évaluer l'application éventuelle des résultats des élèves, leur proposer d'effectuer une analyse risques-avantages de la pertinence de préserver les espèces menacées en tenant compte des points suivants : sécurité, efficacité de la technique, qualité de vie et rapport coût-efficacité.

**Exemple 2 :****Démontrer une compréhension de la structure et des fonctions du matériel génétique.**

La structure et la fonction de chaque organisme vivant sont déterminées en grande partie par le matériel génétique. Il est important qu'une personne possédant une culture scientifique comprenne certains principes et concepts fondamentaux liés au matériel génétique : quel patrimoine génétique il contient, sa manipulation par les humains et les répercussions de cet important domaine d'activité scientifique et technologique sur les humains et la Terre.

**Activation des connaissances antérieures**

- Demander aux élèves de faire un remue-méninges concernant le matériel génétique et de décrire leurs idées préconçues. Puis les inviter à rassembler leurs idées et à montrer les interrelations entre ces idées au moyen d'une carte conceptuelle sur le Web, d'après leur compréhension actuelle de ce sujet. *Comment les principes sous-jacents à la génétique peuvent-ils être appliqués dans une étude de cas comme le Projet du génome humain terminé en 2002?*

**Acquisition et développement de concepts**

- Proposer aux élèves d'extraire de l'ADN d'oignons ou de bactéries.
- Les inviter à faire une recherche sur les outils et techniques utilisés pour étudier la génétique, comme dans les domaines suivants : réaction en chaîne de la polymérase (PCR), analyse des empreintes génétiques, analyse des gènes à l'aide d'une sonde, ADN recombinant, clonage, marqueurs génétiques, et cartographie génétique.
- Leur demander de séparer les brins d'ADN par électrophorèse.

**Application**

- Inviter les élèves à préparer un grand rapport de recherche sur le Projet du génome humain. Leur suggérer d'utiliser diverses sources imprimées et électroniques pour étudier les aspects suivants : *Comment et pourquoi le Projet du génome humain a-t-il été réalisé? Quelles sont les implications du décodage du génome humain complet? Quel cheminement professionnel pourrait permettre à des élèves de participer aux suites du Projet du génome humain?*
- Comme activité de suivi au rapport, proposer aux élèves de discuter de la question pour déterminer si la société devrait appuyer des projets comme celui sur le génome humain.

**Exemple 3 :****Utiliser la théorie de l'oxydoréduction dans divers contextes liés à l'électrochimie.**

Il nous arrive souvent d'appliquer les concepts d'électrochimie dans notre vie quotidienne. L'étude de la conception et de la fonction de diverses technologies électrochimiques permettra aux élèves de mieux comprendre la relation existant entre les sciences et la technologie en regard du progrès, de l'évolution et des nombreux usages de la technologie de la cellule électrochimique. Dans ce contexte, on peut aussi proposer l'étude d'autres procédés et applications en électrochimie, comme la corrosion, la protection contre la corrosion et l'électrolyse.

**Activation des connaissances antérieures**

- Proposer aux élèves de discuter des différents usages des cellules électrochimiques dans leur vie courante, par exemple, les piles et cellules électrochimiques utilisées dans les voitures, les stimulateurs cardiaques, les appareils auditifs et l'équipement électronique. Leur demander d'indiquer les différences entre ces piles et cellules, comme la différence entre les piles rechargeables et alcalines. *Comment pouvons-nous accroître l'efficacité des cellules électrochimiques dans notre vie de tous les jours?*

**Acquisition et développement de concepts**

- Inviter les élèves à manipuler et à « disséquer » plusieurs types de piles et de cellules électrochimiques et leur demander de comparer les structures internes, pour ensuite expliquer comment fonctionne chaque pile ou cellule électrochimique en regard des principes de l'électrochimie.
- Demander aux élèves de concevoir et de bâtir une cellule électrochimique avec une tension (voltage) prévisible.
- Proposer aux élèves de faire l'essai de la cellule électrochimique pour le voltage prévu et de suggérer des moyens possibles d'en augmenter l'efficacité.

**Application**

- Demander aux élèves de former des équipes et de préparer un rapport sur l'utilisation des cellules électrochimiques dans divers contextes. Leur demander aussi d'évaluer la pertinence de ces applications.
- Inviter les élèves à collaborer à la conception et à la construction d'une cellule électrochimique afin d'alimenter un petit moteur électrique ou une lampe de poche, et de déterminer des façons de maximiser son efficacité.

**Exemple 4 :****Analyser et décrire des rapports entre la force et le mouvement.**

Notre compréhension des forces et du déplacement a un effet sur notre vie, que ce soit dans la conduite d'un véhicule ou dans une course folle dans les montagnes russes d'un parc d'attractions. Les lois du mouvement de Newton étaient révolutionnaires car elles expliquaient le comportement des objets en mouvement et des systèmes sur Terre et dans l'univers. Les élèves devraient avoir l'occasion d'examiner diverses situations faisant intervenir les lois de Newton.

**Activation des connaissances antérieures**

- Inviter les élèves à demander les spécifications de fabricants touchant la conception et le fonctionnement de dispositifs de sécurité comme les ceintures de sécurité, les sièges d'auto pour enfants et les coussins gonflables. Les inviter à discuter, à partir de ces spécifications, de la façon dont les dispositifs de sécurité contrebalancent l'effet des forces produites lors d'une collision. *Quels sont les principes physiques à l'origine des dispositifs de sécurité comme les coussins gonflables?*

**Acquisition et développement de concepts**

- Proposer aux élèves d'utiliser le scénario d'une collision d'automobile avec un mur pour déterminer les forces agissant sur l'automobile et les passagers à différentes vitesses, selon la masse d'une voiture et avec ou sans dispositif de sécurité.
- Leur demander d'indiquer les principes et hypothèses scientifiques qui sous-tendent la conception des dispositifs de sécurité.

**Application**

- Demander aux élève de déterminer si c'est une bonne idée, pour les fabricants, de permettre aux automobilistes de désactiver leurs coussins d'air, d'augmenter la vitesse d'activation actuelle des coussins d'air de 30 km/h à 55 km/h, ou de réduire l'accélération du déploiement du coussin d'air de 300m/s à 210 m/s.
- Les inviter à suggérer des façons d'améliorer le niveau de conformité en ce qui concerne l'utilisation de mécanismes de sécurité comme les ceintures de sécurité, les sièges d'auto pour enfants et les coussins d'air.
- Leur proposer de concevoir et de construire un modèle réduit de montagnes russes.

**Exemple 5 :****Prédire et expliquer les interactions existant entre les ondes et avec la matière à partir des propriétés des ondes.**

La compréhension des ondes mécaniques comme le son a des implications artistiques et esthétiques. Les ordinateurs, par exemple, sont équipés de cartes de son qui peuvent produire des sons semblables à ceux des instruments de musique conventionnels. La difficulté, pour les concepteurs de logiciels, consiste à faire en sorte que l'ordinateur reproduise les sons d'un instrument de musique. Il est important de permettre aux élèves de se familiariser avec des principes de base associés aux sons et de les encourager à explorer ces phénomènes à l'aide de matériel concret.

**Activation des connaissances antérieures**

- Demander aux élèves d'utiliser une variété d'instruments pour produire le do du milieu du piano. Leur suggérer par exemple d'écouter les sons du do pur et du do en utilisant une carte de son d'ordinateur. Leur demander ensuite de décrire chaque son produit. *Comment faire pour qu'un ordinateur produise le son do du milieu du piano exactement pareil à celui produit par un piano de concert?*

**Acquisition et développement de concepts**

- Demander aux élèves d'utiliser des termes comme le ton, la tonalité, la fréquence et le mixage de la fréquence pour décrire les ressemblances et les différences entre les sons produits par les différents instruments.
- Les inviter à utiliser la carte de son d'un ordinateur pour produire différents sons en mixant la fréquence d'un do à d'autres fréquences.
- Leur proposer d'utiliser un oscilloscope pour produire des graphiques des sons produits par différents instruments.
- Demander ensuite aux élèves d'utiliser la méthode par essais et erreurs pour faire le mixage, et faire en sorte que l'ordinateur produise les mêmes graphiques que ceux produits par le piano de concert pour le do du milieu du piano.
- Les inviter à examiner la formation d'ondes de raz de marée (tsunami).

**Application**

- Demander aux élèves de créer des profils sonores pour différents instruments en utilisant la technologie appropriée.
- Les inviter à utiliser l'ordinateur pour créer des imprimés de notation musicale correspondant aux sons produits par la carte sonore.

**RAS D4** : comprendre comment l'énergie permet les interactions des matériaux, des fonctions vitales et le fonctionnement des systèmes.

### Énergie

La notion d'énergie est un outil conceptuel qui rassemble plusieurs connaissances liées aux sciences des phénomènes naturels, des objets, des substances et des matériaux et du processus de changement. L'énergie qu'elle soit transmise ou transformée est la force motrice à la fois du mouvement et du changement. L'élève apprend à décrire l'énergie par ses effets et à acquérir au fil du temps un concept de l'énergie comme un élément inhérent des substances et de leurs interactions (Conseil des ministres de l'Éducation, Canada, p. 16).

### Exemple 1 :

**Déterminer comment les cellules utilisent la matière et l'énergie pour maintenir un niveau d'organisation nécessaire à la vie.**

Un être vivant est plus qu'un ensemble de réactions chimiques ou une machine physique. Bon nombre de connaissances sur les systèmes vivants ont été acquises à la suite d'études sur le métabolisme cellulaire et les processus physiques qui ont lieu au sein d'une cellule. Les élèves devraient pouvoir apprécier la complexité de la vie aux niveaux de l'organisation cellulaire et moléculaire.

#### Activation des connaissances antérieures

- Demander aux élèves de discuter des quatre principaux groupes de substances biochimiques : hydrates de carbone, lipides, protéines et acides nucléiques. *Quelles sont les caractéristiques des groupes fondamentaux de molécules biochimiques si importantes à la vie? D'où vient l'énergie des cellules?*

#### Acquisition et développement de concepts

- Inviter les élèves à identifier des hydrates de carbone, des lipides et des protéines en se servant de divers genres de tests et d'indicateurs.
- Leur demander de mesurer la quantité d'énergie (kcal) qui se trouve dans les aliments au moyen d'un calorimètre.
- Leur proposer de mesurer le taux métabolique d'un organisme unicellulaire et d'en extraire l'ADN.
- Leur demander ensuite d'examiner le processus de métabolisme, y compris le rôle de l'adénosine triphosphate (ATP).

#### Application

- Proposer aux élèves de mener une entrevue avec un biochimiste pour en apprendre davantage sur les possibilités de carrière dans ce domaine.

- Les inviter à faire une recherche pour déterminer quels micro-organismes sont utilisés dans la fabrication biotechnologique de certains produits biochimiques tels que les hormones et les médicaments.
- Amener les élèves à faire une recherche sur la façon dont diverses molécules biochimiques participent aux structures et processus cellulaires.

### **Exemple 2 :**

#### **Prédire et expliquer les transferts d'énergie dans des réactions chimiques.**

Au Canada, plusieurs centrales électriques dépendent de la combustion de combustibles tels que le charbon, le diesel, les copeaux de bois et le gaz naturel. Comme la production d'énergie et l'utilisation subséquente de cette énergie coûte de l'argent, il faut s'assurer de l'efficacité de la méthode pour produire et utiliser de l'énergie. Les élèves devraient avoir l'occasion de produire et d'utiliser de l'énergie, et d'étudier le concept ainsi que les enjeux liés à l'utilisation de la chaleur pour produire de l'électricité.

#### **Activation des connaissances antérieures**

- Demander aux élèves de comparer différentes méthodes de production d'électricité utilisées au Canada. Diverses sources d'énergie, comme l'énergie nucléaire, l'hydroélectricité et l'énergie éolienne, seront probablement mentionnées, mais amener progressivement les élèves à se concentrer sur les méthodes qui utilisent des réactions de combustion. *Quel est le meilleur combustible à utiliser dans les centrales électriques?*

#### **Acquisition et développement de concepts**

- Inviter les élèves à prédire la quantité de chaleur produite dans diverses réactions de combustion utilisant des énergies de liaison, des chaleurs de formation et la loi de Hess. Leur suggérer d'illustrer graphiquement les calculs à la base de leurs prédictions à l'aide de diagrammes de l'énergie potentielle.
- Les amener à déterminer expérimentalement les changements d'énergie de diverses réactions chimiques à l'aide de la calorimétrie basique pour mesurer la chaleur utilisée ou produite. Puis leur demander de comparer leurs résultats expérimentaux avec leurs prédictions.

#### **Application**

- Inviter les élèves à visiter une centrale électrique pour mieux comprendre l'ampleur et la complexité de la technologie en jeu. Puis leur demander de faire le lien entre leur compréhension et les applications technologiques directes, et avec les carrières éventuelles dans ce domaine.
- Proposer aux élèves de préparer un rapport recommandant l'usage d'un combustible en particulier pour une centrale électrique. Leur préciser qu'ils doivent comparer les émissions de gaz à effet de serre et d'autres polluants de la réaction. Ajouter que le rapport devrait comprendre des références aux enjeux économiques, scientifiques, technologiques et éthiques, et la question de la durabilité.

**Exemple 3 :****Analyser et décrire différents moyens de transmission et de transformation de l'énergie.**

Les humains sont exposés quotidiennement à diverses sources de radiation. Dans certaines situations la radiation, comme celle des rayons X, procure des avantages. Dans d'autres situations, le rayonnement, comme celui provenant du Soleil, pose certains risques. Les élèves évalueront les avantages et les inconvénients du contact avec la radiation à partir de sources de radiations naturelles et artificielles.

**Activation des connaissances antérieures**

- Demander aux élèves de participer à une activité visant à démontrer la demi-vie à l'aide de matériaux disponibles comme des pièces de monnaie, des jetons de couleur et des bonbons. Leur suggérer ensuite de tracer un graphique puis d'établir une corrélation avec des courbes de désintégration, obtenues de sources variées, d'autres substances radioactives.
- Inviter les élèves à former des équipes pour mettre au point un protocole d'échantillonnage convenable qui servira à déterminer le niveau de radiation auquel leur corps est exposé à la maison ou à l'école. *Quel est le degré de radiation auquel sont exposés les humains dans une journée typique et quels sont les avantages et les inconvénients de ces contacts avec la radiation?*

**Acquisition et développement de concepts**

- Proposer aux élèves de mesurer au moyen d'un compteur Geiger la radioactivité d'une variété de sources (comme les détecteurs de fumée, qui émettent peu de radiations, et le gaz radon dans des sous-sols).
- Inviter les élèves à consulter des sources écrites et électroniques pour trouver et résumer des renseignements sur les sources communes de radiation, les périodes radioactives et le degré d'exposition radioactive par année. Leur demander ensuite de déterminer le degré de radiation auquel leur corps est exposé.
- Proposer aux élèves de comparer les causes de mortalité dues à la radiation, à d'autres causes comme les accidents automobiles, le tabagisme, l'exercice de certains métiers ou des activités récréatives.

**Application**

- Inviter les élèves à organiser une analyse des avantages et des inconvénients du contact avec des sources de radiation artificielles ou des traitements biomédicaux comme les traitements au cobalt et les traceurs radioactifs utilisés pour les diagnostics médicaux.

**Exemple 4 :****Analyser les interactions à l'intérieur des systèmes, en utilisant les lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement.**

Les grands sauts bungee sont devenus populaires auprès des amateurs de sensations fortes du monde entier. La conception des cordes bungee et le fait de déterminer une hauteur sécuritaire pour la plate-forme sont des considérations importantes dans la réduction des risques. Les

élèves devraient être en mesure de considérer les lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement pour l'analyse de situations comme les sauts de bungee.

**Activation des connaissances antérieures**

- Demander aux élèves de regarder, en direct ou sur vidéo, un saut en bungee et de noter la séquence du déroulement du saut. Les inviter à examiner et à remarquer les propriétés de la corde utilisée pour le saut. *Comment pourrait-on concevoir un grand saut de bungee pour pouvoir accommoder des personnes pesant entre 35 kg et 120 kg?*

**Acquisition et développement de concepts**

- Proposer aux élèves d'utiliser la loi de la conservation de l'énergie pour déterminer le vecteur vitesse d'une personne au bas de la corde bungee à la fin du saut initial.
- Les inviter à concevoir un prototype de grand saut bungee à l'échelle du laboratoire pouvant accommoder une certaine plage de poids. Leur demander ensuite de construire le prototype de grand saut bungee, d'en faire l'essai à l'aide de divers poids et d'apporter des ajustements au besoin. Puis leur demander de comparer les données théoriques et les données recueillies lors des essais du prototype.

**Application**

- Amener les élèves à extrapoler les résultats des essais du prototype à des conditions réelles en tenant compte de la masse des personnes qui font le saut, de la hauteur de la plateforme pour le saut, de la distance de la chute libre, de la constante d'élasticité, et des énergies potentielles et cinétiques, sous forme mathématique et graphique.
- Demander aux élèves d'identifier les compromis relatifs à la conception d'un saut bungee (par exemple, l'élément sensation fortes par opposition aux précautions nécessaires).

**Exemple 5 :****Démontrer une compréhension de la nature et de la diversité des sources d'énergie et de la matière dans l'Univers.**

Une grande partie des ressources de la Terre sont des ressources non renouvelables, et au cours des dernières années, les humains sont devenus plus conscients de la nécessité de les récupérer et de s'en servir d'une façon responsable. Les élèves devraient développer leur compréhension et une appréciation de la nature limitée des ressources de la Terre et comment ils devraient se servir de ces ressources pour subvenir aux besoins présents en tenant compte des besoins des générations futures.

**Activation des connaissances antérieures**

- Inviter les élèves à participer à une discussion ou à une séance de remue-méninges pour montrer sa compréhension de l'importance d'activités minières ou forestières dans un contexte global et leur contribution à l'économie locale, provinciale ou nationale. *Quels types de renseignements sont nécessaires et de quels procédés se sert-on pour décider si une activité minière devrait continuer ou cesser?*

**Acquisition et développement de concepts**

- Demander aux élèves d'analyser des données sismiques et découlant d'échantillons de carottage pour déterminer la nature et l'étendue d'un gisement de minerai. Leur demander

également d'analyser les facteurs sociaux, économiques et environnementaux permettant de déterminer la durabilité économique ou la faisabilité de l'exploitation du gisement de minerais. Préciser que les élèves doivent prendre une décision et la justifier.

- Proposer aux élèves de participer à un jeu de rôles ou à un débat sur l'exploitation d'une ressource minérale découverte dans une zone protégée. Inciter les élèves à former des groupes et à tenter de parvenir à un consensus pour décider s'il faut mettre en valeur cette ressource.

**Application**

- Inviter les élèves à participer à un jeu de rôles dans lequel ils agiront comme investisseurs et où ils appliqueront leurs connaissances pour interpréter le prospectus d'une compagnie minière.
- Demander aux élèves d'organiser une assemblée de conseil municipal pour discuter de ce scénario : La mine locale vient de fermer et a éliminé beaucoup d'emplois. Une compagnie forestière envisage de faire la coupe à blanc d'une forêt locale.

## ANNEXE 1 : ÉLABORATION DES MODULES POUR SUJETS D'ACTUALITÉ EN SCIENCES DE LA NATURE

### Élaboration des modules

*Sujets d'actualité en sciences de la nature* est axé sur des processus et des résultats d'apprentissage. Cette conception habilite les enseignants à planifier des expériences d'apprentissage appropriées basées sur la nature de leurs élèves, de leur école et de leur collectivité. Nous invitons les enseignants à trouver leur propre niveau d'aisance en ce qui concerne le nouveau programme d'études, à partager leurs approches et expériences avec leurs collègues et à utiliser le programme pour mettre au point et élargir les connaissances et les expériences des élèves. L'approche thématique de l'enseignement intégré permettra aux enseignants de travailler en étroite collaboration lorsqu'ils élaborent des regroupements interdisciplinaires (Willis, 1992).

Le fait de travailler avec des idées plus larges permettra une interrogation plus approfondie. Le fait d'organiser les regroupements autour d'un problème ou d'un thème présentera de façon générale l'information dans le contexte d'applications réelles (Willis, 1992). Les élèves auront des occasions de découvrir des concepts de chacune des sciences au cours de l'année et de faire les liens cohérents entre elles.

[Traduction] « La science traite de thèmes importants auxquels les gens s'intéressent déjà ou peuvent facilement s'intéresser : la vie et les objets vivants, la matière, l'univers, l'information, le « monde matériel ». Par conséquent, une raison importante d'enseigner les sciences aux jeunes est de leur communiquer certaines de ces connaissances au sujet du monde matériel, uniquement parce que c'est à la fois intéressant et important – et pour communiquer le sentiment d'enthousiasme que les connaissances scientifiques apportent. » (*Beyond 2000: Science Education for the Future*, 1998, p. 7).

### Choisir un sujet d'actualité

La souplesse du document *Sujets d'actualité en sciences de la nature* permet aux enseignants de concevoir des regroupements interdisciplinaires significatifs et intéressants basés sur des sujets et des développements scientifiques actuels. On suggère aux enseignants d'élaborer trois ou quatre regroupements pour chaque cours. La première étape dans l'élaboration d'un regroupement pour *Sujets d'actualité en sciences de la nature* sera de choisir un sujet.

Choisir un bon sujet est la clé du succès de *Sujets d'actualité en sciences de la nature 30S*. Quelques critères possibles à satisfaire lorsqu'on choisit un sujet sont énumérés ci-dessous :

- Il est adapté à l'âge de l'élève.
- Il est significatif et intéressant pour les élèves.
- Il revêt une signification pour la société et l'époque actuelles.
- Il comprend un certain nombre de résultats d'apprentissage identifiés pour ce cours.
- Il relie entre elles tout naturellement plusieurs disciplines scientifiques.
- Il cadre dans le contexte d'une question ou d'un problème.
- Il fournit des occasions de recherche en profondeur conduite par les élèves.
- Il offre à la fois tout naturellement des occasions d'acquisition de connaissances et de développement d'habiletés.

- Il apporte une perspective d'activité basée sur la performance en tant qu'expérience culminante.

Les enseignants peuvent décider de choisir un sujet dans la liste de suggestions ci-dessous, élaborer un sujet basé sur l'un des points forts des élèves ou de leurs centres d'intérêt, ou impliquer les élèves dans un remue-méninges sur un sujet d'actualité scientifique intéressant.

#### Thèmes ou sujets d'actualité possibles

- Sommes-nous seuls dans l'univers? La recherche pour la vie au-delà de la terre
- La biotechnologie aujourd'hui – Perspectives, problèmes et politique
- Qu'entend-on par changement climatique dans le monde?
- Le clonage – Que pouvons-nous faire et que devrions-nous faire?
- Les sciences légales : investigations sur la scène d'un crime au moyen des lentilles de la science
- Où aura lieu le prochain tremblement de terre?
- L'énergie aujourd'hui et demain : pouvons-nous éviter les pannes à grande échelle?
- Les interactions environnementales
- L'évolution de l'espèce humaine : d'où venons-nous, où allons-nous?
- Le réchauffement global : fait, fiction ou quelque chose entre les deux
- Vivre dans l'espace
- Technologies médicales émergentes
- Le monde fait-il assez pour réduire la pollution?
- Le recyclage : est-ce que cela fonctionne?
- La science de la musique : pourquoi l'aimons-nous autant?
- La science des sports : comment la science et la technologie aident-elles l'athlète?
- La recherche sur la cellule souche : idées et enjeux
- Les technologies de l'avenir : qu'avait-on prédit (en 1950) et où sommes-nous rendus maintenant?
- Les moyens de transport de l'avenir : aller d'un point A à un point B
- L'eau : va-t-on en manquer un jour?
- Causes et conséquences des feux de forêts
- La croissance de la population : que signifie la courbe?

*Sujets d'actualité en sciences de la nature 30S* accueille le point de vue des élèves et favorise le choix et le développement de sujets par l'élève. Les enseignants peuvent choisir d'impliquer les élèves dans l'élaboration d'un regroupement thématique. Une session de remue-méninges avec la classe (voir Annexes) pourrait permettre aux élèves de générer des sujets d'intérêt, à partir desquels un regroupement peut être planifié ou développer l'essentiel des connaissances au sein du regroupement choisi.

#### Planification

Un plan de regroupement évolue à partir d'un sujet précis. Un certain nombre de compréhensions essentielles peut être généré à l'intérieur de la zone d'intérêt soit par l'enseignant ou avec l'aide des élèves. Les compréhensions essentielles sont les concepts, les habiletés ou un lot de connaissances qu'il est essentiel que les élèves comprennent pour

appréhender le sujet en profondeur. Les compréhensions essentielles vont probablement déterminer les RAS pour les RAG D (concepts de base).

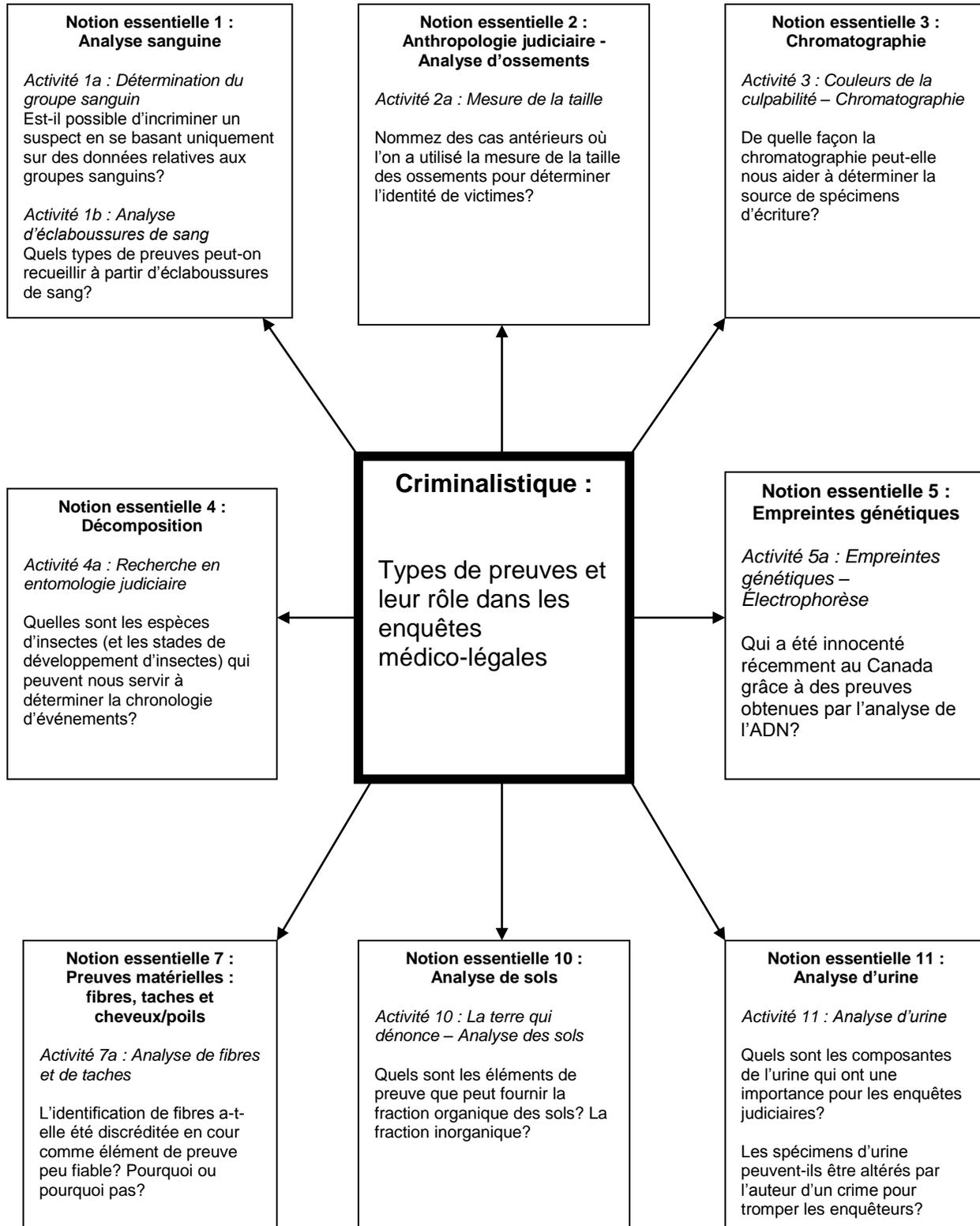
Le nombre de compréhensions essentielles générées dépendront du sujet, du temps attribué au regroupement et de l'intérêt manifesté par les élèves. Il peut se faire que des compréhensions essentielles d'un intérêt particulier pour les élèves se développent durant la présentation du regroupement et on encourage les enseignants à les poursuivre. La durée d'un regroupement peut varier de 8 à 30 heures et les enseignants peuvent poursuivre l'approfondissement d'un sujet si c'est gérable et si c'est relié aux résultats d'apprentissage spécifiques.

Les enseignants peuvent choisir d'utiliser les outils de développement tels que la carte conceptuelle du développement du regroupement qui suit ou le tableau de la planification des compréhensions essentielles illustrant l'élaboration possible d'un regroupement de criminalistique :

<b>Planification d'un module à l'aide d'un tableau de la planification des compréhensions essentielles</b>			
<b>Criminalistique : investigation de la scène d'un crime</b>			
<b>Sujet d'actualité : <u>Criminalistique : investigation de la scène d'un crime</u></b>			
<b>Compréhension Essentielle : <u>Analyse des éclaboussures de sang</u></b>			
		<b>Vérification des RAS</b>	
<b>Connaissances :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il y a une relation entre la distance dans la chute d'une goutte de sang et son diamètre.</li> <li>Il y a une relation entre l'angle et la direction dans une chute de goutte de sang et la forme de l'éclaboussure.</li> </ul>	<b>RAS D3</b> : comprendre le déroulement de divers processus ainsi que les conditions nécessaires au changement, à la constance et à l'équilibre.	
<b>Habiletés :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mesure</li> <li>Collaboration</li> <li>analyse des données</li> </ul>	<b>RAS C1</b> : démontrer des habiletés, des attitudes et des méthodes de travail appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique.	
<b>Activités :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse des éclaboussures de sang en laboratoire</li> </ul>	<b>RAS A2</b> : 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.	
<b>Évaluation :</b>	Formative	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse des éclaboussures de sang en laboratoire</li> </ul>	RAS C1 RAS C4 RAS C5
	Sommativ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rapport de laboratoire d'analyse des éclaboussures de sang</li> </ul>	RAS A2 RAS C4 RAS D3

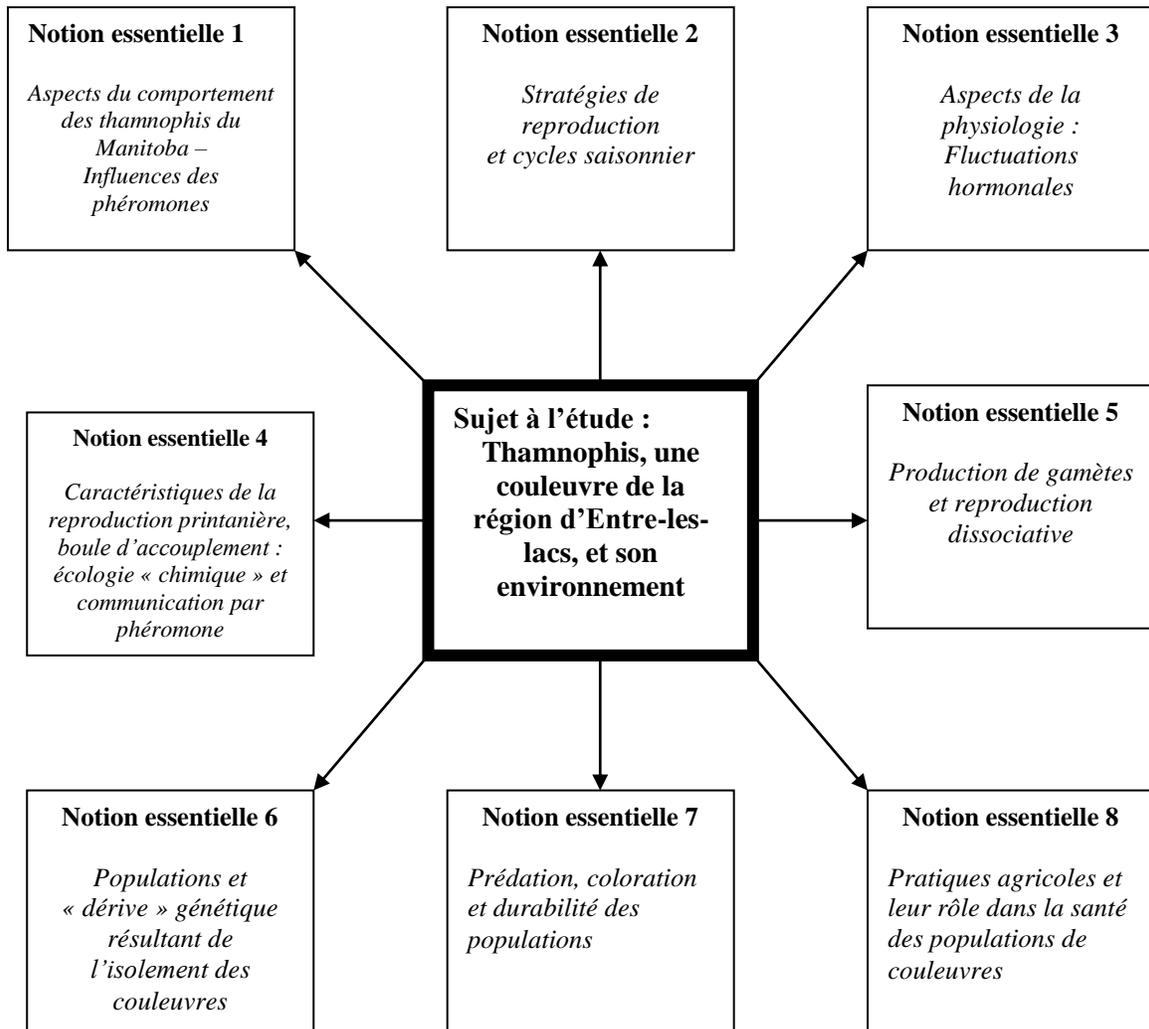
<b>Planification d'un module à l'aide d'un tableau de la planification des compréhensions essentielles</b>		
Sujet d'actualité : _____		
Compréhension Essentielle : _____		
		<b>Vérification des RAS</b>
<b>Connaissances :</b>		
<b>Habiletés :</b>		
<b>Activités :</b>		
<b>Évaluation :</b>	Formative	
	Sommativ	

## Schéma conceptuel de développement du thème : Criminalistique (exemple 1)

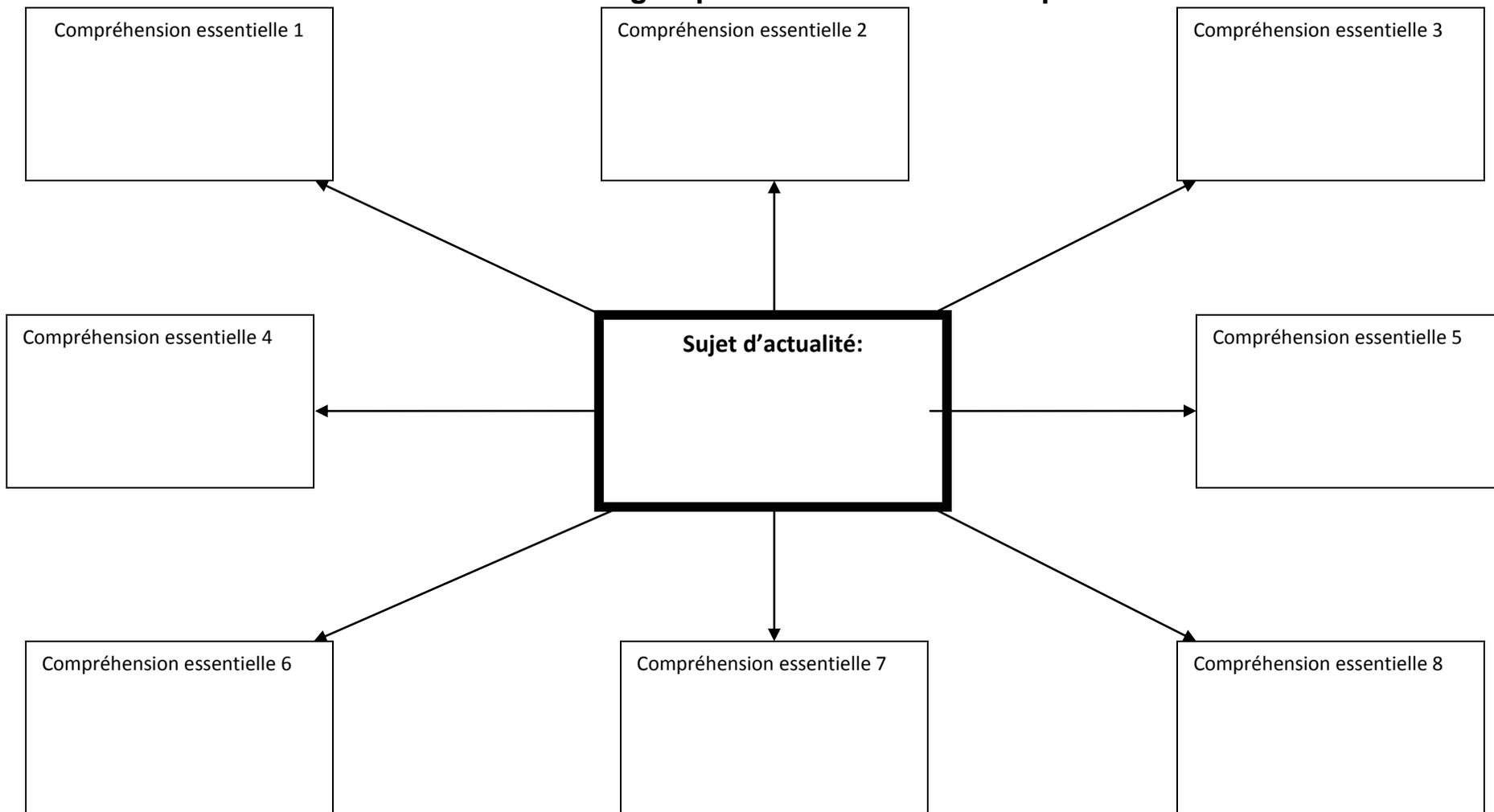


\*Notez qu'il peut y avoir plus de huit compréhensions essentielles ou qu'il peut y en avoir moins. Aussi, les flèches peuvent relier les compréhensions essentielles.

**Schéma conceptuel de développement du regroupement :**  
**Thamnophis, une couleuvre rayée de la région d'Entre-les-lacs, et son**  
**environnement (exemple 2)**



### Élaboration de regroupement – schéma conceptuel\*



\*Notez qu'il peut y avoir plus de huit compréhensions essentielles ou qu'il peut y en avoir moins. Aussi, les flèches peuvent relier les compréhensions essentielles.

### Lien aux résultats d'apprentissage spécifiques (RAS)

Après avoir élaboré le plan initial, la liste de contrôle suivante peut être utilisée pour vérifier les stratégies pédagogiques et les activités d'apprentissage des élèves pour les liens aux résultats d'apprentissage spécifiques (RAS).

Chaque regroupement n'abordera pas nécessairement tous les résultats d'apprentissage spécifiques. Les RAS sont par nature cumulatifs et on espère qu'un élève aura l'occasion d'atteindre tous les résultats avant la fin du cours.

En planifiant les regroupements, les listes de contrôle aideront les enseignants à déterminer qu'il a été tenu compte de chaque résultat d'apprentissage spécifique au moins une fois durant les *Sujets d'actualité en sciences de la nature 30S*. Beaucoup de RAS seront abordés plus d'une fois en fonction du design du regroupement interdisciplinaire.

Le graphique matriciel à la page suivante est un exemple de contrôle d'un résultat d'apprentissage pour un ensemble possible d'activités d'apprentissage d'élèves pour un regroupement de criminalistique.

### Trouver des ressources d'apprentissage

Après avoir élaboré un plan du regroupement et trouvé ou vérifié les RAS, l'enseignant peut décider où et comment obtenir de l'information et des idées d'activités d'apprentissage. L'enseignement peut recueillir cette information ou demander aux élèves de faire une recherche et de la partager avec les autres.

#### Exemples de sources d'information

- |                     |                   |                |               |
|---------------------|-------------------|----------------|---------------|
| • Manuels scolaires | • Journaux/revues | • Entrevues    | • Enseignants |
| • Internet          | • Vidéos          | • Collectivité | • Élèves      |

### Stratégies d'enseignement

L'enseignant peut utiliser différentes démarches pédagogiques selon la nature du regroupement. Pour obtenir des suggestions, consulter une discussion sur les différentes méthodes et stratégies d'enseignement possibles à la section 2, et aux annexes 2 à 6.

### Stratégies d'évaluation

Les stratégies d'évaluation peuvent varier, selon la nature du regroupement, les stratégies d'enseignement utilisées et les caractéristiques des apprenants. Consulter la section 3 et les annexes 7 à 9 pour des suggestions de méthodes d'évaluation.

Vérification des résultats d'apprentissage (RAS) Criminalistique : Investigation de la scène d'un crime (exemple 1)									
Résultats d'apprentissage	Activités pour le module de criminalistique								
	Analyse du sang	Analyse des éclaboussures de sang	Analyse de la taille	Chromatographie	Recherche entomologique	Identification par empreintes génétiques	Analyse des fibres et des taches	Analyse du sol	Analyse d'urine
	1a.	1b.	2a.	3.	4a.	5c.	7a.	10.	11.
<b>NATURE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE</b> <b>RAG A. distinguer les sciences de la technologie, reconnaître à la fois leurs capacités et leurs limites à avancer notre compréhension du monde, et apprécier les interactions entre la culture et la technologie;</b>									
RAS A1: 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;	•				•				
RAS A2: 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;		•					•		
RAS A3: identifier et apprécier comment l'histoire et la culture influencent la philosophie des sciences d'une société ainsi que sa création ou son utilisation de la technologie;									
RAS A4: reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et souvent, progressent mutuellement;	•								
RAS A5: décrire et expliquer des démarches disciplinaires et interdisciplinaires utilisées pour permettre la compréhension de phénomènes naturels et le développement de solutions technologiques.				•	•	•			
<b>SCIENCES, TECHNOLOGIE, SOCIÉTÉ ET ENVIRONNEMENT RAG B. explorer des problèmes et des enjeux qui démontrent l'interdépendance entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement;</b>									
RAS 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;					•				
RAS 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;							•		
RAS 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;	•								
RAS 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;				•				•	
RAS 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.						•			

Sujets d'actualité en sciences de la nature Vérification des résultats d'apprentissage (RAS) (suite)	Accomplies dans l'unité modèle							
	Analyse du sang	Analyse des éclaboussures de sang	Analyse de la taille	Chromatographie	Identification par empreintes	Analyse du sol	Analyse des fibres et des taches	Recherche entomologique
<b>HABILITÉS ET ATTITUDES SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES</b>								
<b>RAG C. démontrer des habiletés et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique, s'engage dans la résolution de problèmes technologiques ou dans le processus de prise de décisions;</b>								
RAS C1 : démontrer des habiletés, des attitudes et des méthodes de travail appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique;	•		•				•	
RAS C2 : démontrer des habiletés et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes liés aux besoins des humains;								
RAS C3 : démontrer des habiletés de prise de décisions et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur le l'information scientifique et technologique;					•			
RAS C4 : utiliser des habiletés de communication efficaces et une variété de ressources afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;								•
RAS C5 : travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui.		•	•		•			
<b>CONCEPTS ESSENTIELS</b>								
<b>RAG D : étudier, comprendre et se servir des connaissances scientifiques dans une variété de contextes.</b>								
RAS D1 : se servir des concepts de similarité et de diversité pour organiser nos expériences avec le monde;	•		•		•	•	•	
RAS D2 : reconnaître que l'Univers est constitué de systèmes et que des interactions complexes ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux à divers intervalles et échelles de temps;								•
RAS D3 : comprendre le déroulement de divers processus ainsi que les conditions nécessaires au changement, à la constance et à l'équilibre;		•		•	•			
RAS D4 : comprendre comment l'énergie permet les interactions des matériaux (des substances?), des fonctions vitales et le fonctionnement des systèmes.								

Sujets d'actualité en sciences de la nature Vérification des résultats d'apprentissage (RAS)	Accomplies dans l'unité modèle							
	Activité 1:	Activité 2:	Activité 3:	Activité 4:	Activité 5:	Activité 6:	Activité 7:	Activité 8:
<b>NATURE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE</b>								
<b>RAG A. distinguer les sciences de la technologie, reconnaître à la fois leurs capacités et leurs limites à avancer notre compréhension du monde, et apprécier les interactions entre la culture et la technologie;</b>								
RAS A1: 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;								
RAS A2: 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;								
RAS A3: identifier et apprécier comment l'histoire et la culture influencent la philosophie des sciences d'une société ainsi que sa création ou son utilisation de la technologie;								
RAS A4: reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et souvent, progressent mutuellement;								
RAS A5 : décrire et expliquer des démarches disciplinaires et interdisciplinaires utilisées pour permettre la compréhension de phénomènes naturels et le développement de solutions technologiques.								
<b>SCIENCES, TECHNOLOGIE, SOCIÉTÉ ET ENVIRONNEMENT (STSE)</b>								
<b>RAG B. explorer des problèmes et des enjeux qui démontrent l'interdépendance entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement;</b>								
RAS 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;								
RAS 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;								
RAS 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;								
RAS 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;								
RAS 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.								

Sujets d'actualité en sciences de la nature Vérification des résultats d'apprentissage (RAS) (suite)	Accomplies dans l'unité modèle							
	Activité 1 :	Activité 2 :	Activité 3 :	Activité 4 :	Activité 5 :	Activité 6 :	Activité 7 :	Activité 8 :
<b>HABILETÉS ET ATTITUDES SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES</b>  <b>RAG C. démontrer des habiletés et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique, s'engage dans la résolution de problèmes technologiques ou dans le processus de prise de décisions;</b> RAS C1 : démontrer des habiletés, des attitudes et des méthodes de travail appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique; RAS C2 : démontrer des habiletés et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes liés aux besoins des humains; RAS C3 : démontrer des habiletés de prise de décisions et des attitudes appropriées lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur le l'information scientifique et technologique; RAS C4 : utiliser des habiletés de communication efficaces et une variété de ressources afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques; RAS C5 : travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui.								
<b>CONCEPTS ESSENTIELS</b>  <b>RAG D : étudier, comprendre et se servir des connaissances scientifiques dans une variété de contextes.</b> RAS D1 : se servir des concepts de similarité et de diversité pour organiser nos expériences avec le monde; RAS D2 : reconnaître que l'Univers est constitué de systèmes et que des interactions complexes ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux à divers intervalles et échelles de temps; RAS D3 : comprendre le déroulement de divers processus ainsi que les conditions nécessaires au changement, à la constance et à l'équilibre; RAS D4 : comprendre comment l'énergie permet les interactions des matériaux (des substances?), des fonctions vitales et le fonctionnement des systèmes.								

## ANNEXE 2 : FAIRE APPEL AUX CONNAISSANCES ANTÉRIEURES

Le recours à des stratégies permettant d'activer le souvenir des connaissances antérieures des élèves peut être considéré comme une entrée en matière pour une nouvelle expérience d'apprentissage. L'emploi de stratégies de rappel des connaissances antérieures peut aider à rehausser considérablement le potentiel d'apprentissage car il met en évidence l'importance des connaissances acquises comme fondement d'une familiarisation avec divers concepts, et présente aux élèves un contexte qui les incite fortement à enrichir leur bagage de connaissances.

Les expériences d'apprentissage qui misent sur les connaissances antérieures des élèves permettent :

- d'aider les élèves à établir un lien entre les nouveaux renseignements (ou habiletés) et ce qu'ils connaissent ou peuvent déjà réaliser;
- d'éliminer les idées fausses ou conceptions naïves qui peuvent nuire au processus d'apprentissage;
- à l'enseignant de prendre des décisions judicieuses pour accroître ou enrichir les connaissances des élèves avant de leur présenter de nouvelles informations;
- de cerner les lacunes possibles dans les connaissances ou les habiletés des élèves;
- de stimuler l'intérêt et la curiosité, ou d'amorcer un processus de recherche qui peut aider à personnaliser l'expérience d'apprentissage.

Les stratégies d'apprentissage ci-dessous peuvent servir dans les cours de sciences pour faire appel aux connaissances antérieures des élèves. On trouvera des renseignements plus détaillés sur ces stratégies en consultant d'autres publications ministérielles, notamment les suivantes :

- *L'enseignement de sciences de la nature au secondaire* (Éducation et Formation professionnelle Manitoba)
- *Senior 3 English Language Arts: A Foundation for Implementation* (Éducation et Formation professionnelle Manitoba) — désigné par l'abréviation *Senior 3 ELA*

**Guide d'anticipation** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 9.20, 9.26, et *Senior 3 ELA*, p. 4-336)

Écrire un certain nombre d'énoncés pour inviter les élèves à se prononcer sur un sujet. Demander aux élèves d'écrire une première réponse sur le sujet, puis de discuter de leurs réponses en petits groupes ou avec le reste de la classe. Les inviter ensuite à écouter un exposé, à visionner un film, à participer à un débat ou à lire un document sur le sujet. Leur proposer ensuite de rédiger une réponse indiquant pourquoi leur opinion a changé ou a été renforcée.

**Remue-méninges** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.12)

Le fait de jeter sur papier ou de saisir à l'ordinateur (sous forme d'organigramme, de diagramme en réseau, de liste, etc.) peut faire surgir des façons originales d'exprimer des idées chez les élèves. Il est possible de structurer et de regrouper les idées exprimées en vrac initialement. L'enseignant peut déléguer cette tâche aux élèves, et utiliser des aides logicielles (p. ex., Inspiration) pour faciliter aux élèves l'organisation de leurs idées.

**Regroupement** (Voir *Senior 3 ELA*, p. 4-288)

Le groupage aide les élèves à étudier des sujets et à voir les liens existant entre diverses associations. Demander aux élèves :

- d'écrire un mot ou de dessiner une image au centre d'une feuille de papier;
- d'inscrire autour de ce « noyau » tous les mots et/ou de dessiner toutes les images qui leur viennent à l'esprit;
- d'encercler chaque mot inscrit sur la page et de le relier par un trait aux points auxquels il est le plus étroitement associé;
- d'examiner cette « grappe » pour trouver des mots ou images interreliés qui pourraient former le sujet d'un regroupement ou l'amorce d'une discussion sur un concept.

**Événement inattendu**

Désigne une situation allant à l'encontre de l'intuition, qui soulève bien des questions passionnées et incite les élèves à se demander « pourquoi ». Par exemple, le changement de couleur instantané qui se produit quand on mélange deux solutions (p. ex., réactions oscillantes/d'oxydoréduction classiques, « l'horloge chimique ») peut aider à amorcer une discussion sur un sujet ou un phénomène à l'étude.

**Tableau des connaissances** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire 9.9, 9.25*)

Un tableau des connaissances est similaire à un diagramme SVA.

**SVA (je sais-je veux savoir-j'ai appris)** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire 9.8, 9.24*)

Proposer aux élèves d'inscrire suivant la stratégie SVA dans un diagramme à trois colonnes ce qu'ils savent déjà, ce qu'ils aimeraient savoir, et ce qu'ils ont appris au cours de la leçon ou du regroupement. Leur suggérer d'employer un organigramme pour structurer l'information dans les colonnes, de préparer un résumé et de réviser l'information.

**LIEN (liste–interroge–écris–note)** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire 9.18*)

Inscrire au tableau (ou sur une affiche, un transparent, etc.) un concept ou une question. Demander aux élèves d'indiquer les pensées et idées qui leur viennent en tête. Amorcer ensuite une discussion et inviter les élèves à se poser des questions qui seront notées par l'enseignant (p. ex., sur un organigramme). Cacher les notes et demander aux élèves d'inscrire sur papier ce qu'ils ont retenu de la discussion (p. ex., recréer l'organigramme). Puis leur proposer de noter ce qu'ils ont appris et ce qu'ils doivent savoir ou apprendre.

**Écoute–dessine–trouve un partenaire–discute** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire 9.15*)

Inviter les élèves à dessiner et à étiqueter un diagramme illustrant ce qu'ils savent d'un sujet. Leur proposer de partager et de comparer leurs dessins avec un autre élève, puis avec la classe. Présenter de nouvelles informations, comme une lecture à faire après la classe, écouter un exposé ou visionner un film, et demander aux élèves de modifier ou d'adapter leur dessin ou d'en faire un tout nouveau. Les inviter à mettre en commun leurs dessins « avant » et « après » et de discuter des changements et des différences.

**Casse-tête**

Trouver une illustration (photographie, dessin, diagramme) dans laquelle le sujet n'est pas évident (comme un grain de pollen ou un morceau de météorite). Proposer aux élèves de discuter de ce que cette illustration peut représenter.

**Projet de rédaction**

Pour les fins du présent programme d'études, un *projet* (ou *proposition*) de rédaction ne désigne pas des techniques de rédaction visant à obtenir des ressources pour le réaliser mais pourrait servir, par exemple, à présenter une solution à un problème environnemental. (Voir English language arts, RAG 3.1.4). Cette activité peut être particulièrement efficace pour des groupes d'élèves qui veulent soumettre un projet de grande envergure. À partir des idées présentées dans ces projets, l'enseignant peut mieux planifier et déterminer les points forts et les faiblesses (ou les obstacles) éventuels des projets.

Un projet ou proposition peut indiquer, mais sans s'y restreindre, les points suivants :

- les principales voies de recherche,
- les ressources à utiliser (p. ex., documents imprimés, en ligne, témoins experts),
- les membres de l'équipe et les responsabilités de chacun,
- les étapes à suivre dans la recherche et la production du rapport final,
- la forme de communication des résultats (p. ex., présentation multimédia, exposé oral, rapport de laboratoire),
- l'échéancier proposé,
- les rubriques (ou des éléments similaires) qui aideront les élèves à faire leur auto-évaluation ou à faire évaluer leur travail par leurs pairs.

**La chaîne de graffitis coopératifs** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire* 3.15)

La chaîne de graffitis coopératifs est souvent utilisée comme stratégie de remue-méninges afin d'exposer et d'examiner les connaissances antérieures des élèves (dans un laps de temps très limité) sur un sujet, une idée, un enjeu ou un concept scientifique déterminé. C'est une activité particulièrement amusante et utile quand la classe est en phase de transition vers un nouveau volet du programme d'études. Une façon de maintenir l'enthousiasme à un niveau élevé est de demander aux groupes de faire circuler de grandes feuilles de papier sur lesquelles sont dessinées/inscrites les idées de chacun. Ces idées peuvent être représentées par des taches de peinture (placées de façon aléatoire sur la page), ou structurées sous forme de liste, d'illustrations, ou d'une bande dessinée. Si désiré, adapter la stratégie en fonction des objectifs visés.



## ANNEXE 3 : DÉVELOPPER DU VOCABULAIRE

Pour goûter au succès dans l'apprentissage du vocabulaire scientifique (souvent comparé à l'apprentissage d'une nouvelle langue), il faut offrir aux élèves un certain nombre d'occasions variées d'utiliser une terminologie scientifique. Certains éléments de ce vocabulaire sont essentiels pour fonctionner adéquatement dans une discipline scientifique (p. ex., en géologie). Pour mieux comprendre ce vocabulaire particulier, les élèves doivent en comprendre l'aspect *définition* (ce que signifient ces termes) et l'aspect *contextuel* (comment les appliquer).

L'approche préconisée dans le guide de l'enseignant en sciences de la nature au secondaire (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, chapitre 10 : Bâtir un vocabulaire scientifique) propose des stratégies d'apprentissage du vocabulaire à divers niveaux :

- Les **stratégies de niveau 1** encouragent l'exposition à des mots par l'utilisation de dictionnaires scientifiques, de jeux de vocabulaire, d'activités « cycle de mots », de lectures suggérées, etc.
- Les **stratégies de niveau 2** invitent l'élève à assimiler des mots par divers moyens : création de ses propres définitions, élaboration de schémas conceptuels à partir de termes scientifiques, cadres de comparaison/contraste, stratégies Trier et prédire, etc.

L'enseignant peut se servir des stratégies d'apprentissage ci-dessous dans les cours de sciences pour aider les élèves à développer leur vocabulaire.

**Cadre de tri et de prédiction** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 10.13, 10.23.)

À partir d'une vingtaine de mots de base, demander aux élèves de déterminer quatre catégories et de regrouper les mots dans ces catégories.

**Procédé tripartite** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 10.9, 10.22.)  
Proposer aux élèves de définir (en leurs propres termes) un mot ou un concept, d'en donner un synonyme ou un exemple et de l'illustrer au moyen d'un dessin ou d'un diagramme.

**Réseaux et regroupements** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 10.11, 11.6.)

On peut établir des liens entre les mots en les organisant en réseau ou en regroupement en fonction de leurs similitudes et de leurs différences. Les réseaux illustrent les liens entre les termes en les rattachant à un fil conducteur. Les regroupements rassemblent des termes apparentés.



## ANNEXE 4 : RECHERCHE

On sait que l'apprentissage découlant de projets dirigés ou proposés par l'élève représente une approche très efficace pour promouvoir l'enseignement personnalisé ou pour tirer le meilleur parti de la diversité au sein de la classe. La méthode de la recherche préconisée dans la section *Sujets d'actualité en sciences de la nature* présuppose que les élèves auront de multiples occasions de développer et de peaufiner leur habileté en recherche par la collecte, le tri, le traitement et l'évaluation des données scientifiques.

Les stratégies d'apprentissage ci-dessous peuvent être employées dans les cours de sciences afin d'aider les élèves à développer leurs compétences et à raffiner leurs stratégies en recherche.

**Plan d'action** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-216, sur les recherches en groupe.)

Offrir aux élèves la possibilité de soumettre leurs plans d'action pour les recherches en groupe comprenant les éléments ci-dessous.

Plan d'action pour une recherche en groupe					
Objectifs	Stratégies	Responsabilités	Délai	Résultats	Ressources

**Schéma conceptuel** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 9.6, 11.7, 11.8, 11.11.)

Un schéma conceptuel aide les élèves à déterminer les termes clés correspondant à un sujet ou à déterminer les liens existant entre les termes touchant un même sujet. L'enseignant peut faire la démonstration de cette technique en disposant des bouts de papier sur lesquels sont inscrits des termes clés et en montrant les liens ou les relations logiques existant entre eux. La stratégie organisationnelle suivie pour les schémas conceptuels peut être axée sur les catégories, ou sous forme linéaire ou encore hiérarchique.

### Courrier électronique

L'enseignant peut établir un lien Internet avec des écoles, des universités ou d'autres installations de recherche ailleurs au Canada ou dans le monde pour permettre aux élèves de mener leurs recherches en parallèle, d'échanger des données et de discuter du sujet grâce au courrier électronique.

**Entrevue** (Voir *Senior 3, ELA* 4-240, 4-226)

Proposer aux élèves d'analyser des modèles d'entrevue et de se pratiquer à se poser des questions avec leurs pairs avant de mener une véritable entrevue avec des membres de leur localité. Il serait utile de faire une entrevue préliminaire où ils se présenteront, décriront le sujet et le but de l'étude, demanderont à leur interlocuteur quelle information ou récit d'expériences il peut leur fournir concernant le sujet, expliqueront comment se déroulera l'entrevue et à quoi serviront les informations, et discuteront du moment, de la durée et du lieu de l'entrevue.

### Projet de recherche sur des ouvrages (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 4.7.)

Une approche fondée sur la recension d'ouvrages spécialisés se prête bien à la recherche sur bon nombre de sujets en STSE. Une série de questions précises peut aider les élèves à s'orienter durant leur recherche ciblée. Les élèves capables de mener des recherches dans des ouvrages spécialisés pourront :

- trouver des informations scientifiques et en analyser la validité,
- éliminer les dédoublements superflus dans les recherches en laboratoire,
- cerner les perspectives multiples des divers groupes d'intérêts,
- déterminer comment se prennent les décisions aux divers paliers de gouvernement : local, provincial et fédéral,
- examiner les aspects scientifiques, environnementaux, technologiques, sociaux et économiques d'un enjeu.

Fournir aux élèves un modèle des cinq étapes d'une recherche efficace : planification, recherche et collecte de l'information, traitement de l'information, échange de l'information et évaluation.

### Attention au plagiat (Voir *Senior 3, ELA 4-260*.)

Privilégier l'enseignement direct pour inculquer aux élèves les conventions relatives aux synthèses/résumés, à la paraphrase et aux citations de matériel de recherche. Pour éviter le plagiat, fournir aux élèves des occasions de se pratiquer, sous supervision, à utiliser des sources secondaires appropriées pour leur recherche.

#### Trois façons d'utiliser des sources secondaires (feuilleton de l'élève)

- **Synthèse/résumé** : Résume les données générales au fur et à mesure de ta recherche. Les informations générales comprennent les faits et concepts qui sont généralement reconnus et qui apparaissent dans plusieurs sources. Si tu ne peux pas juger s'il s'agit d'une information généralement reconnue ou si les droits d'auteur sont à une seule personne, tu dois lire plusieurs autres sources. Pour rédiger ton propre texte, résume dans tes mots les faits et concepts à partir de ces résumés. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de mentionner les auteurs de l'information.
- **Paraphrase** : Lorsque tu ne veux pas citer textuellement l'auteur, tu peux paraphraser ses idées et énoncés. Pour paraphraser, il faut reformuler dans tes propres mots les idées trouvées dans un passage. Tu devras peut-être employer des mots courants que l'auteur a utilisés, mais en évitant de répéter des termes « chocs » ou des expressions spéciales qui peuvent être reconnus comme faisant partie du style de l'auteur original. Indique la source de ce matériel. Il est de bon aloi de nommer l'auteur initial dans sa paraphrase (p. ex., Eldon Craig soutient que le serpent à groin est une nouvelle espèce dans les prairies du Manitoba).
- **Citation** : Cite entre guillemets les expressions frappantes ou les passages importants qui perdraient de leur impact s'ils étaient paraphrasés. Assure-toi de citer exactement ce texte et de ne pas perdre ni modifier sa signification en le plaçant hors de son contexte original. Énonce l'idée dans tes propres mots en l'appuyant d'une citation plutôt que d'utiliser les citations pour exposer les idées clés. Indique le nom du conférencier ou de l'auteur que tu cites et la source de la citation; encadre la citation de guillemets ouvrants et fermants.

**Attention au plagiat** : Adapté d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba, *Senior 3 English Language Arts: A Foundation for Implementation* (Winnipeg, Man. : Éducation et Formation professionnelle Manitoba, 1999) 4-260.

Proposer aux élèves d'utiliser la fiche ci-dessous pour faire la distinction entre les citations directes et leurs propres paraphrases, sommaires et commentaires.

<b>Fiche pour la consignation de l'information</b>	
Nom de l'auteur : (Nom de famille) _____ (Prénom) _____  Titre de la source : _____  Lieu de publication : _____  Éditeur : _____  Année de publication : _____	
<b>Sommaire :</b> Indique brièvement les principales idées du texte complet.	<b>Paraphrase :</b> Inscris les renseignements importants et informations générales en tes propres mots. Marque les numéros de pages.
<b>Commentaires :</b> Indique ton opinion relativement aux questions posées sur ce que tu as lu.	<b>Citations directes :</b> Inscris seulement les passages que tu citeras très probablement dans ton article final. Inscris les numéros de pages.

**Propositions** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-221.)

Inviter les élèves à présenter des propositions pour de grands projets de groupe. Selon le type de projet envisagé, la proposition peut comprendre les catégories suivantes :

- But
- Destinataires
- Grandes lignes
- Ressources
- Membres de l'équipe et responsabilités de chacun
- Étapes de la recherche
- Facteurs de risque et plans pour les éviter
- Format du rapport
- Délais
- Rapports préliminaires/d'étape
- Critères de succès

**Consultation de documents scientifiques** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, chapitre 12.)

Le chapitre 12 du document *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire* présente des stratégies pour aider les élèves à acquérir les compétences nécessaires pour comprendre les documents et données scientifiques provenant de diverses sources multimédias.

Inviter les élèves à utiliser des stratégies interactives et à collaborer ensemble afin de comprendre et d'apprendre le contenu.

Les bons lecteurs commencent par trier et analyser le texte pour dégager le cadre structural et conceptuel dans lequel s'inscrit la nouvelle information. Puis ils lisent le texte en détail, activant trois niveaux de compréhension : compréhension littérale, interprétation et application.

Pour aider les élèves à améliorer leurs compétences en lecture, diviser les exercices de lecture en trois parties :

- **Pré-lecture** : Les stratégies de pré-lecture visent à établir un objectif ou une orientation à la lecture, à activer leurs connaissances préliminaires, à porter attention aux nouveaux termes et au vocabulaire employé, ou à familiariser le lecteur avec les caractéristiques du texte.
- **Lecture** : Les stratégies de lecture ont pour but de promouvoir la collaboration, d'aider les élèves à dégager la structure du texte ou à susciter des questions et des paraphrases.
- **Post-lecture** : Les stratégies de post-lecture montrent aux élèves comment appliquer le contenu du texte en améliorant la compréhension et la mémorisation de l'information, en établissant des liens entre les détails et le tableau global, en créant de nouveaux liens, en appliquant des idées et en opérant le transfert des connaissances.

On trouvera les détails des diverses stratégies dans *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*.

**Sondage et questionnaire** (Voir *Senior 3 ELA* 4-226, annexe C.)

Inviter les élèves à soumettre une proposition de sondage ou de questionnaire dans lequel ils décriront :

- le type d'information qu'ils veulent recueillir,
- le type de sondage qu'ils veulent mener,

- le groupe cible et le plan d'échantillonnage aléatoire,
- comment et quand ils mettront leur sondage à l'essai,
- comment et quand ils réaliseront le sondage proprement dit,
- quelle méthode ils utiliseront pour analyser, interpréter et communiquer les données.

Le sondage représente un outil efficace pour la collecte d'information, en particulier sur des sujets d'actualité pour la collectivité. Au moment de préparer et de mener le sondage, il faut tenir compte des points ci-dessous.

- But
- Pertinence
- Faisabilité
- Clarté
- Fiabilité
- Groupe cible
- Échantillon
- Sélection aléatoire

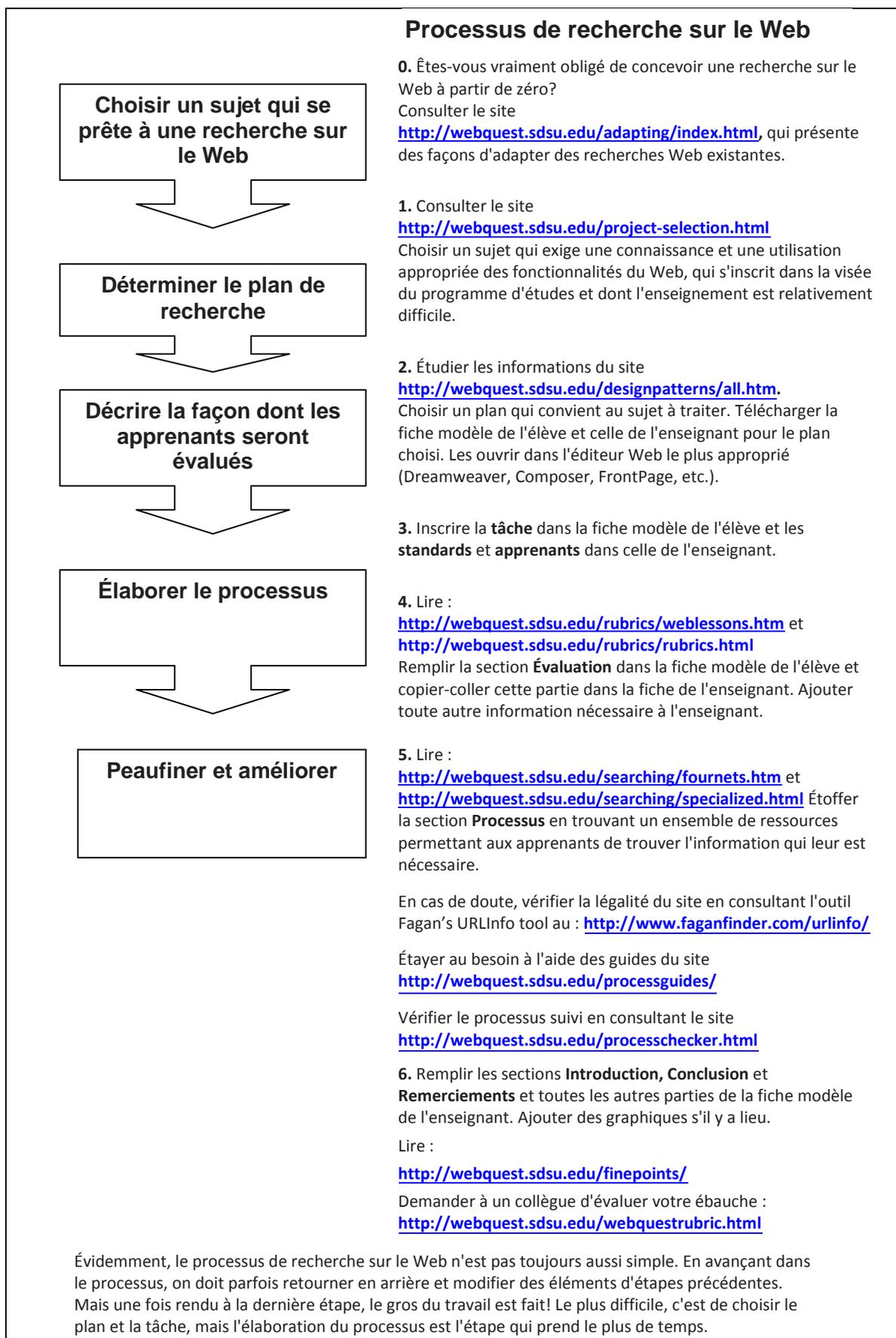
Exemples de types de sondages : questionnaire avec réponses fixes (choix multiples, en accord/en désaccord, listes de réponses), échelles d'évaluation (numérique, par catégorie), questionnaires à réponses libres et approche phénoménologique (entrevues approfondies). Offrir aux élèves la possibilité de mettre leur sondage à l'essai avant de l'administrer.

### **Recherche sur le Web (WebQuest)**

Une recherche sur le Web (WebQuest) est une activité d'enquête où la plupart ou la totalité des données utilisées par les apprenants proviennent de l'Internet. Les recherches sur le Web permettent d'utiliser le temps de façon optimale, de mettre l'accent sur l'utilisation de l'information plutôt que sur la recherche d'information, et favorisent la réflexion de l'apprenant au moment de l'analyse, de la synthèse et de l'évaluation des données.

En général, le plan de recherche sur le Web comprend une introduction, le travail à faire, une série de sources d'information nécessaires pour réaliser la tâche (les sources d'information ne doivent pas nécessairement faire partie du Web), une description claire des étapes du processus, des lignes directrices (comme des questions repères, échéancier, cartes conceptuelles) et une conclusion. Pour obtenir de l'information, des modèles et des exemples de recherches sur le Web, consulter le site *The WebQuest Page* à l'adresse <http://webquest.sdsu.edu/>.

Le tableau suivant indique les étapes possibles de l'élaboration d'une recherche sur le Web.



## ANNEXE 5 : ANALYSE

Les stratégies d'*analyse* visent principalement à développer chez l'élève une facilité à faire surgir des idées et des enjeux, à établir des comparaisons, à faire appel à la réflexion critique et à distinguer les divers aspects d'un enjeu. *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire* suggère une foule d'idées pour faire pratiquer aux élèves des techniques d'analyse (voir le chapitre 10 : Bâtir un vocabulaire scientifique, et le chapitre 11 : Assimiler les concepts scientifiques à l'aide de représentations graphiques).

Les stratégies d'apprentissage ci-dessous peuvent être utilisées dans les cours de sciences pour aider les élèves à développer leurs compétences en analyse.

**Cadre d'analyse d'articles** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.30)

Le cadre d'analyse d'articles sert à orienter la réflexion des élèves avant et après la lecture d'articles. Les élèves déterminent si l'article traite de faits ou bien d'enjeux, puis ils choisissent le cadre d'analyse approprié.

- **Analyse d'articles qui traitent d'une question ou d'un problème** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.40, qui présente un modèle d'analyse.)  
Les élèves utilisent le cadre d'analyse d'articles qui traitent d'une question ou d'un problème quand ils lisent des articles présentant un certain point de vue sur un enjeu faisant l'objet d'un débat.
- **Analyse d'articles de nature factuelle** (Voir le modèle présenté dans *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.41.)  
Les élèves utilisent le cadre d'analyse d'articles de nature factuelle quand ils lisent des articles présentant de l'information mais qui ne soutiennent pas vraiment de position précise.

**Études de cas** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire* 4.14-4.17)

Les études de cas offrent aux élèves l'occasion d'analyser et d'interpréter des données scientifiques, leur interaction avec la technologie et leur impact sur la société et l'environnement. Souvent, les études de cas sont utilisées au lieu d'études expérimentales quand il est difficile de réaliser un travail de laboratoire classique. On peut présenter et analyser les renseignements et données issues de recherches récentes présentant un enjeu sous divers angles, puis en discuter afin de prendre une décision.

**Cadre de rapport entre concepts** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire* 11.20.)

Un cadre de rapport entre concepts a pour but d'aider les élèves à examiner des associations particulières entre des concepts, comme un rapport de cause à effet, problème/solution, les deux/l'un ou l'autre, ou comparer/contraster. En voici un exemple.

<b>Cadre de rapport entre concepts (Comparer science et technologie)</b>		
	<b>Question scientifique</b>	<b>Problème technologique</b>
<b>Contexte</b>		
<b>But(s)</b>		
<b>Méthode(s)</b>		
<b>Produit(s)</b>		
<b>Valeur(s)</b>		

### **En quête des différences**

Les élèves doivent comparer deux présentations différentes d'informations similaires (articles, vidéos, affiches, etc.), observer les divers matériaux et techniques et évaluer l'efficacité de chacun.

### **Évaluation de manuels** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-142)

Le fait d'évaluer des manuels ou guides aide les élèves à développer leur réflexion critique et leur fait prendre conscience de la structure du texte. En analysant un groupe de textes similaires, les élèves peuvent observer les éléments suivants :

- Les légendes de graphiques, de diagrammes et de tableaux sont-elles formulées clairement? Sont-elles placées sur la même page que le texte auquel elles sont liées?
- De quelle façon le nouveau vocabulaire est-il présenté?
- Où sont les questions? Sont-elles claires et bien formulées? Est-ce qu'elles incitent les élèves à synthétiser, à critiquer et/ou à appliquer l'information contenue dans le texte?
- Les auteurs ont-ils illustré leurs idées au moyen d'exemples concrets, de photographies et d'illustrations que les élèves peuvent reconnaître?
- Le niveau de lecture du texte est-il approprié aux destinataires ciblés?
- Le texte est-il intéressant pour les destinataires ciblés?

## ANNEXE 6 : COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

L'une des principales visées pédagogiques des *Sujets d'actualité en sciences de la nature* consiste à fournir de nombreuses possibilités de *communication scientifique*. Dans certaines activités, par exemple, on invite les élèves à mimer les comportements, les coutumes et les types d'organisation de la *communauté scientifique*. D'autres exercices se rapprochent davantage de la réalité et encouragent directement l'acquisition de compétences chez les élèves afin qu'ils puissent satisfaire aux critères d'une communication efficace des idées et des résultats de travaux scientifiques.

Les stratégies suivantes peuvent être utilisées en classe de sciences afin d'assurer la communication de l'information scientifique.

### **Adaptation aux destinataires ciblés**

Les élèves adaptent l'information, par exemple, un paragraphe dans un manuel, pour différents destinataires.

### **Livret, brochure, dépliant**

Les élèves peuvent présenter l'information résultant d'une étude ou recherche sous forme de livret, de brochure ou de dépliant. Ce médium est très efficace lorsque l'information à présenter comporte une série d'étapes ou d'éléments distincts, y compris des diagrammes ou des illustrations. Il s'agit d'un moyen de communication très utile pour les élèves des cours d'arts graphiques, par exemple.

### **Bande dessinée**

Pour communiquer un concept scientifique (une règle de sécurité, par exemple) ou une loi précise, on peut utiliser la bande dessinée, l'illustration ou une série d'images ou photos.

### **Organigramme**

L'organigramme est la meilleure façon de présenter des renseignements ou des résultats illustrant des tendances ou des profils interdépendants. Cet outil permet d'illustrer clairement les étapes d'un processus.

### **Cadre de sommaire de concept** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.25, 11.37.)

Après avoir assimilé un concept, les élèves peuvent préparer un cadre de sommaire de concept, qui résume les nouvelles notions apprises.

### **Tableau de données**

Souvent, la meilleure façon de structurer les données recueillies au cours d'une étude est d'en faire un tableau. Les tableaux de données doivent avoir un titre, des colonnes et des rangs étiquetés, et indiquer l'unité appropriée pour chaque élément. On peut y indiquer les valeurs de plusieurs essais et leur moyenne de même que les équations utilisées (sous diverses formes). Le tableau pour inscrire les données doit être préparé avant le début de l'expérience.

**Débat** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 4.19.)

Le débat est une méthode efficace pour présenter des opinions et points de vue divergents concernant des enjeux STSE (sciences, technologie, société et environnement). Le débat prend comme point de départ les positions personnelles des élèves sur des questions sociales liées à des dossiers scientifiques. Il peut s'articuler autour des arguments pour et contre afin d'illustrer les principaux points et permettre de créer une dialectique au sein des discussions. Souvent, on utilise la simulation pour véhiculer des idées, et les élèves ont toute liberté pour faire des commentaires personnels. Comme il arrive souvent que les participants à un débat défendent leurs opinions avec vigueur, les discussions doivent être structurées de façon à ce que les divers points de vue soient entendus, même s'il n'y a pas consensus.

**Suggestions pour l'organisation d'un débat**

1. Choisir deux groupes de quelques élèves de force égale défendant deux points de vue divergents ou opposés sur une question sociale liée à un enjeu scientifique.
2. Fournir de l'information générale ou demander aux élèves de se documenter sur le sujet.
3. Inviter les élèves de chaque groupe à préparer leurs arguments en se concertant pour éviter la redondance.
4. Choisir un modérateur pour surveiller le temps de parole et pour répondre aux questions.
5. Rappeler aux élèves qu'ils doivent écouter et respecter les opinions divergentes, et qu'il est rare qu'une opinion soit la seule qui soit bonne.

**Démonstration**

La démonstration d'une technique ou d'une procédure représente un moyen efficace pour faire comprendre la façon de procéder.

**Diagramme**

Une communication visuelle est souvent plus efficace qu'une description écrite. Les diagrammes avec légende peuvent servir à illustrer la disposition d'équipements, des cycles ou mécanismes et ainsi de suite.

**Présentation théâtrale**

Bien des élèves à l'imagination fertile aiment présenter l'information (comme l'historique d'une science) sous une forme théâtrale : saynète, jeu de rôles, pièce de théâtre, film, etc., ils doivent d'abord se documenter pour trouver le matériel qui peut être intégré à leur présentation, ce qui peut nécessiter une somme considérable de travail. L'enseignant doit s'assurer que les élèves mettent l'accent sur les concepts et informations scientifiques à véhiculer, et pas seulement sur la prestation.

**Graphique**

La représentation de données sous forme de graphique aide les élèves à mieux saisir les liens existant entre différentes variables.

- Comme l'échelle est le premier point à considérer dans un graphique, demander aux élèves de déterminer d'abord les valeurs maximales pouvant convenir à chaque axe du graphique, puis de construire l'échelle en conséquence.
- Leur demander d'étiqueter les deux axes, vertical et horizontal, en indiquant les facteurs mesurés ainsi que l'unité employée pour chacun.
- Si les points du graphique forment une droite, préciser qu'ils doivent utiliser une règle pour les relier d'un seul jet. Et s'il faut calculer une droite de meilleur ajustement, ils doivent utiliser une calculatrice et indiquer les calculs précis effectués.

- Ajouter qu'ils doivent expliquer dans une phrase ou deux sous le graphique ou dans l'analyse les principales constatations ou conclusions tirées du graphique.

### **Perspective historique**

Les élèves peuvent communiquer l'information du point de vue d'un individu (scientifique, non-initié) venu d'une autre époque. Ainsi, ils peuvent rédiger un article remettant en question une idée controversée en ce temps-là (comme le vaccin antivariolique ou l'orbite terrestre). Ils doivent d'abord se documenter et réfléchir à leur position face à cet enjeu. Comme variante, l'enseignant peut leur demander de défendre un point de vue courant à une autre période ou dans une culture différente.

### **Livret d'information sur l'étude scientifique** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-270.)

Diviser la classe en petits groupes et demander aux élèves de produire un livret d'information indiquant les diverses étapes, le processus et les stratégies à utiliser dans l'étude ou la recherche prévue. Ce livret pourra ensuite servir de référence au cours de l'étude et être modifié ou complété au besoin.

### **Journal/carnet scientifique**

Un journal ou carnet scientifique représente un outil efficace qui permet aux élèves de consigner leurs réflexions et idées en cours d'apprentissage. L'enseignant peut demander aux élèves de réfléchir afin de répondre à des questions précises, par exemple, concernant un problème abordé dans le journal local. On peut aussi proposer aux élèves de consigner les pensées et sentiments qui leur viennent à l'esprit à la lecture d'un ouvrage scientifique.

### **Carnet d'apprentissage**

Les élèves peuvent tenir un carnet pour consigner au fur et à mesure les résultats de leur projet d'étude ou de recherche. Ce carnet peut comprendre des artefacts représentant les différentes étapes du processus, ainsi que des anecdotes relatives à cette expérience.

### **Maquette**

L'enseignant peut proposer aux élèves de construire une maquette bidimensionnelle ou tridimensionnelle pour illustrer un certain concept, une théorie ou une idée précise. À cette fin, ils peuvent utiliser des matériaux tels que papier mâché ou argile (plâtre de Paris).

### **Présentation multimédia**

D'autres moyens de communication de concepts scientifiques sont offerts aux élèves, comme le logiciel PowerPoint, la vidéo ou d'autres médias électroniques.

### **Reportage**

En jouant le rôle de reporters d'une période historique précise, les élèves peuvent étudier un enjeu ou une hypothèse scientifique suivant une perspective différente.

### **Exposé oral**

L'aisance, le naturel et la confiance au cours de présentations orales ne s'acquièrent qu'après plusieurs années d'école et de nombreuses occasions de s'exprimer devant des tiers en dehors des heures de cours. Rendus à un certain point dans leur apprentissage, les élèves sont encouragés à développer cette facilité d'expression devant un auditoire. Cependant, lorsque ces

exposés oraux sont obligatoires dans le programme scolaire, l'enseignant doit faire preuve de prudence et de jugement. En soulignant les réussites des élèves dans ces situations, on peut leur insuffler de la confiance et favoriser leur succès dans leurs prestations futures.

### Affiche

Depuis longtemps, la séance d'affichage dans les conférences destinées aux chercheurs constitue une pièce maîtresse de la communication scientifique et fournit un autre moyen de présenter les résultats de nouvelles recherches lors d'assemblées s'adressant aux membres du public en général qui ne peuvent pas y prendre part personnellement. Le document *Sujets d'actualité en sciences de la nature, 11<sup>e</sup> année* se prête particulièrement bien à la démonstration du travail des élèves au moyen d'affiches. Une présentation sur affiches permet d'entrer dans l'univers de l'auteur (le « créateur »), de lui poser des questions, de souligner des facettes particulièrement intéressantes de son travail et de suggérer des avenues pour pousser la recherche.

### Logiciel de présentation

Les élèves peuvent se servir d'un logiciel de présentation (p. ex., PowerPoint) pour communiquer de l'information. Pour ce faire, ils devront déterminer les sons et images qui conviennent à leur sujet et rehaussent la communication, et apprendre comment utiliser les éléments du programme pour assurer la cohérence de leur présentation.

**Rédaction PPPST (personnage, public, présentation, sujet, ton)** (Voir le format PPPST dans *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 13.23.)

Les devoirs de rédaction PPPST font partie d'une stratégie ayant pour but de produire des textes originaux et novateurs dans le domaine scientifique. Ces rédactions permettent aux élèves de :

- voir un thème ou un enjeu scientifique sous des angles différents,
- découvrir diverses applications de concepts scientifiques,
- faire des liens entre leur bagage d'expériences et leur apprentissage en sciences (p. ex., raisonnements métaphoriques).

**Rapport de recommandation** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-270.)

L'enseignant demande aux élèves d'écrire brièvement leurs réflexions sur l'impact des conclusions de leur recherche, et notamment :

- d'indiquer des sujets d'étude pouvant faire suite à la recherche effectuée,
- de suggérer des façons d'appliquer les données recueillies durant leur étude,
- de recommander des mesures à prendre pour résoudre un problème,
- d'explorer des façons de sensibiliser davantage le public concernant un enjeu,
- de décrire en quoi ils changeront d'attitude ou de comportement par suite de cette recherche.

**Jeu de rôles** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 4.18.)

Les scénarios basés sur les jeux de rôles montrent les différentes règles sociales qui encadrent les relations interpersonnelles, comme la négociation, le marchandage, le compromis et la réceptivité. Avec le temps, les élèves pourront appliquer ces habiletés dans leur démarche pour passer de la vision à l'action relativement à des enjeux STSE. Souvent, le jeu de rôles peut servir à véhiculer des opinions biaisées qui peuvent être conformes ou opposées aux points de vue des élèves. Le plus important, c'est qu'il facilite la formulation d'opinions divergentes et permet aux

élèves d'analyser ces idées, d'y réagir et de comprendre pourquoi on peut avoir différents points de vue. Idéalement, le jeu de rôles favorise la réflexion critique tout en encourageant la tolérance face aux idées d'autres cultures. Toutes les simulations obéissent à des règles qui régissent les interactions humaines. Quel que soit le rôle assumé, certains comportements doivent être encouragés, et d'autres ne doivent pas être tolérés.

### Table ronde

Une discussion en table ronde doit encourager la participation de tous les élèves à des échanges libres sur un sujet scientifique. Pour amorcer la discussion, on peut présenter un article traitant de concepts scientifiques. À l'aide d'une question d'introduction, on invite alors tous les participants à prendre part au débat après cette lecture. L'enseignant peut demander à *chaque* élève de répondre brièvement à la première question afin de « casser la glace », mais ce n'est pas obligatoire. (Exemples de questions d'introduction : « Quelle est l'idée la plus importante dans ce texte? Pourquoi? » ou « Selon vous, ce texte est-il scientifiquement valide, et pourquoi? ») La question de fond peut être modifiée durant la discussion en table ronde de façon à obtenir des réponses plus précises, ou pour recentrer le groupe sur le sujet discuté. Cette question doit être axée précisément sur le texte (par exemple, « Pourquoi les scientifiques ont-ils utilisé cet animal [ou cette technique, cet équipement]? » ou « Expliquez ce que l'auteur voulait dire par le mot \_\_\_\_\_ au paragraphe n°X ».) Cette question devrait inciter les élèves à examiner en quoi leur réflexion a changé au cours des discussions. L'enseignant voudra peut-être poser des questions telles que : « Votre réponse à la question d'introduction a-t-elle changé, et en quoi? », « Quel rapport ce sujet peut-il avoir avec votre vie? », « Que pourrait-on faire ensuite? » ou « Selon vous, qu'est-ce qu'on devrait changer? ». Il n'est pas nécessaire que tous soient d'accord avec les réponses suggérées.

- **Rôle de l'enseignant** : Le rôle de l'enseignant est de faciliter l'échange, et non de valider les propos. Il doit s'efforcer de ne pas donner d'indice de son opinion, que ce soit par une expression du visage, un hochement de tête ou un froncement de sourcils, pour approuver ou désapprouver les réponses. Les questions posées doivent inciter à la réflexion et la porter à un niveau plus élevé. Rappeler aux élèves d'étayer leurs idées au moyen de faits tirés du document. Il peut être utile de tracer un schéma de la disposition des participants, de créer un « réseau » de réponses et d'ajouter un mot ou une expression vis-à-vis du nom de l'élève qui parle. Cette stratégie peut aider à :
  - savoir qui parle et à quelle fréquence
  - fournir une indication sur la pertinence d'introduire une nouvelle question,
  - éviter à l'enseignant de donner des signes physiques d'approbation des réponses.
 Si un élève semble monopoliser la discussion, on peut fournir à chaque élève cinq jetons. Chaque fois que l'élève veut parler, il devra rendre un jeton; donc, chacun aura cinq chances de parler.
- **Rôle de l'élève** : Tous les élèves doivent participer, soit en parlant, soit en écoutant. Ils doivent être courtois et respectueux envers leurs pairs, et parler sans agiter les mains. Ils doivent éviter de se parler entre eux, et lorsqu'ils s'adressent à quelqu'un, ils doivent d'abord nommer cette personne. Une table ronde est une bonne façon pour les élèves d'exprimer ce qu'ils pensent du document, et non leurs sentiments. Ils doivent toujours se référer au texte.

**Article scientifique** (Voir le format dans *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 14.13.)

Au secondaire, il est très important que les élèves aient l'occasion de rédiger un article technique ou scientifique, mais à un niveau de débutant. Bien des élèves rendus au niveau postsecondaire doivent soudainement lire ou rédiger un article scientifique sans avoir une préparation suffisante. En pratique, les journaux ou revues scientifiques ont leur propre exigences quant au style de rédaction ou au format de présentation, etc. Il faut éviter de promouvoir exclusivement un seul style de présentation ou façon d'indiquer les renvois, mais plutôt fournir quelques exemples utiles (par exemple, le style de renvoi de l'American Psychological Association [APA] comparativement aux notes de fin de document avec numérotation).

*L'enseignant des sciences de la nature au secondaire* propose des modèles normatifs standard pour le format de rapport de laboratoire et le format d'article scientifique (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, chapitre 14, Rédaction technique en sciences, 14.11 à 14.15). Il faut garder à l'esprit que l'un des principaux objectifs de l'article scientifique classique est de diffuser les résultats d'une recherche représentant une *nouvelle contribution* dans un domaine particulier. En conséquence, le rôle et les buts de cet article sont distincts de ceux d'un article de recherche ou d'un exposé de position.

### Scénario-maquette

L'enseignant peut proposer aux élèves de créer un scénario-maquette pour montrer le développement d'un concept ou d'une théorie scientifique. Les discussions subséquentes peuvent être centrées sur la suggestion suivante : « Qu'est-ce qui aurait pu arriver si l'ordre des événements avait été différent (chronologie différente)? ».

**Création d'une page Web** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-168.)

La création d'un site Web peut comprendre les étapes suivantes :

- examen des autres sites Web sur le même sujet
- compilation d'une série de critères pour assurer l'efficacité d'un site Web sur le sujet choisi,
- rédaction d'un projet de site Web décrivant les destinataires ciblés et le but visé,
- usage d'un organigramme pour construire un site Web personnel ou apporter sa contribution au site Web de l'école.

**Cycle de mots, glossaire** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 10.21.)

Le cycle de mots est considéré comme une stratégie de niveau 1 dans la construction d'un vocabulaire scientifique (voir notamment *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, chapitre 10 : Bâtir un vocabulaire scientifique). La valeur du cycle de mots vient du fait qu'on prend un concept très général, comme l'écosystème, pour dresser une liste de termes pouvant être liés à ce concept, puis de demander aux élèves de relier ces mots de façon cohérente ou logique. Les élèves apprennent ainsi les liens entre les termes et élargissent la définition de ces termes; cette stratégie favorise la collaboration. L'enseignant devrait utiliser des activités fondées sur les cycles de mots pour promouvoir la collaboration entre les élèves (par jumelage, notamment).

Un glossaire, enrichi constamment au fil des jours, est un outil de choix permettant aux élèves d'organiser les nombreux termes rattachés à des sujets scientifiques. Il convient d'accorder une attention toute particulière à l'usage répétitif des préfixes (p. ex., neuro-) et des suffixes (-logique, etc.) dans le vocabulaire scientifique.

**Rapport de laboratoire** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.38, 11.39 et 14.12.)

Les rapports de laboratoire peuvent être présentés sous divers formats, mais en respectant un cadre commun. Ces rapports peuvent comprendre les renseignements suivants :

- **Résumé/introduction** : Cette version condensée du contenu du document est placée au début du rapport. L'information présentée dans le résumé apparaît dans le même ordre que dans le rapport et doit inclure une phrase ou deux résumant les points saillants de chaque section. Le résumé doit être préparé une fois le rapport terminé.
- **But/objectif/problem** : Il s'agit d'un bref énoncé indiquant le but ou l'objet de l'expérience.
- **Renseignements généraux** : Cette information provient généralement de recherches antérieures.
- **Théorie préalable** : C'est la formulation d'une solution théorique au problème avant le début de l'expérience. Elle peut comprendre une explication conceptuelle et des calculs mathématiques.
- **Hypothèse** : Contrairement à la croyance persistante, une hypothèse n'est pas une supposition fondée sur des observations antérieures concernant un éventuel résultat futur. Un énoncé tel que « le tabagisme cause le cancer » est une hypothèse parce qu'il porte sur un comportement possible dans le monde matériel qui est *vérifiable* par des méthodes scientifiques. Une hypothèse fait généralement une *déclaration conditionnelle* basée sur des modèles reconnus préalablement concernant le fonctionnement du monde. Cette déclaration doit alors être vérifiée par des expériences répétées, le rôle de la méthode d'expérimentation étant de confirmer ou de rejeter l'hypothèse de départ.
- **Variables** : Pour les fins du présent programme d'études, une variable désigne tout élément qui peut se présenter en différents types ou quantités et qui peut avoir une incidence sur les résultats de l'étude. Le type de relation le plus simple à vérifier est celle qui existe entre deux variables (p. ex., taille d'une personne et portée de son bras). Mais il n'est pas toujours facile de *contrôler* toutes les variables pouvant représenter des facteurs de confusion dans une recherche scientifique.
- **Matériel** : C'est la liste de fournitures utilisées dans l'expérience et un diagramme étiqueté de la disposition de l'équipement, s'il y a lieu.
- **Procédé ou technique** : Il s'agit de la série d'instructions écrites, étape par étape, nécessaire pour réaliser l'expérience et en assurer le contrôle, ainsi que d'un sommaire des étapes suivies, grâce auxquelles une personne qui n'aurait jamais fait cette expérience de laboratoire pourrait la répéter. Lorsqu'un mélange doit être chauffé, il faut indiquer la température à atteindre. Toute modification à la technique doit être mentionnée. Lorsqu'une technique est tirée d'une source secondaire, on doit faire un renvoi à la source.
- **Résultats** : Inclure les dessins, mesures, moyennes (s'il y a lieu), observations, tableaux de données, calculs et graphiques correspondants.
- **Observations** : Désignent les interprétations qualitatives de ce qui se produit au cours de l'expérience, par exemple, les changements de coloration, l'odeur, la formation d'un précipité, l'émission d'un gaz, les variations de température, de pression ou de solubilité.

- **Données quantitatives** : Ce sont les mesures prises directement au moyen d'instruments de laboratoire. Les données doivent être lues et consignées avec soin durant l'expérience, en utilisant les valeurs numériques précises et les unités appropriées. En cas de données douteuses, on doit le mentionner dans les conclusions et expliquer pourquoi on ne les a pas utilisées dans l'analyse.
- **Exemples de problèmes** : Ces problèmes montrent comment convertir les données en résultats. On doit étiqueter correctement les calculs et indiquer l'exactitude et la précision des instruments utilisés, et le nombre exact de valeurs significatives employées.
- **Analyse** : Il s'agit d'une section importante du rapport, qui montre la compréhension de l'expérience. Elle propose une interprétation ou une explication des résultats, précisant leur signification et la validité de l'hypothèse originale, les sources d'erreur et leur effet sur les résultats. Cette analyse indique aussi des façons d'améliorer l'expérience, par exemple en modifiant la technique, l'équipement, les variables et ainsi de suite. L'analyse peut établir le lien entre les résultats et le monde matériel et suggérer un suivi possible ou une expérience subséquente.
- **Conclusion** : Synthétise les résultats et indique si le but de l'expérience a été atteint. Souvent, les lecteurs de rapports lisent d'abord la conclusion.

### **Zines/fanzines** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-166.)

Les zines ou fanzines sont des magazines de fiction scientifique. Ils portent généralement sur un thème particulier.

On peut trouver dans ces magazines les éléments suivants :

- bande dessinée
- collage
- article rédactionnel/éditorial
- entrevues
- aide-mémoire
- poème
- revue
- résultats d'études

## ANNEXE 7 : ÉVALUATION

Pour les fins du présent programme d'études, l'évaluation est un processus de collecte systématique d'information sur ce qu'un élève sait, est capable de faire et *apprend à faire* présentement. L'enseignement des sciences aujourd'hui nécessite donc une grande panoplie d'outils d'évaluation variés afin de mesurer l'apprentissage de l'élève. Dans une classe favorisant l'inclusion, on encourage dans la mesure du possible les occasions d'évaluation qui offrent à *tous les élèves* la chance de montrer ce qu'ils savent *la plupart du temps*.

La présente annexe fournit un survol des divers angles d'évaluation qui favorisent l'évaluation juste et équitable des apprenants et renforcent le rôle et la responsabilité des élèves dans leur propre évaluation continue. On y trouve également certains outils concrets d'évaluation qui s'avèrent efficaces dans les classes modernes.

L'enseignant devrait réviser le guide de l'enseignant des sciences au (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, chapitre 15, L'évaluation en sciences).

**Cadre de rapport entre concepts** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 11.20, 11.25, 11.35.)

Cette technique d'enseignement différentiel a pour but d'aider les élèves à examiner en détail certaines relations entre deux concepts (c.-à-d. cause/effet, problème/solution, les deux/l'un ou l'autre, comparaison/contraste). L'objectif est d'éviter une analyse superficielle en cherchant des liens approfondis. Le chapitre 11, Assimiler les concepts scientifiques à l'aide de représentations graphiques, de *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire* montre comment utiliser efficacement le cadre de rapport entre concepts.

**Élaboration de grilles d'évaluation en sciences** (Voir l'annexe 8.)

L'annexe 8 présente diverses approches que l'enseignant peut proposer aux élèves pour l'établissement de grilles d'évaluation. Elle traite de questions telles que les suivantes :

- Qu'est-ce qu'une grille d'évaluation?
- Pourquoi les enseignants se servent-ils de grilles d'évaluation?
- En quoi les grilles d'évaluation améliorent-elles l'enseignement?
- Quelles sont les sources de grilles d'évaluation? Ces grilles peuvent être établies en classe, par l'enseignant ou par des sources externes.

**Rédaction d'un journal et évaluation** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 13.21.)

La rédaction d'un journal représente une stratégie de *rédaction d'apprentissage* qui suscite des sentiments divers chez les élèves. Une partie de l'incertitude ressentie tient à l'incapacité des élèves de demeurer passifs face à leur apprentissage si on leur demande de commenter, de rédiger un texte soigné ou d'exprimer ses réflexions à ce propos. Le ton du journal doit être *naturel* et familier, en évitant d'avoir l'air désintéressé ou méprisant. Les entrées de journal peuvent être simples et brèves, plus ou moins fréquentes, structurées selon un format particulier ou de « style libre ». Il est souhaitable d'examiner la meilleure façon d'utiliser la rédaction d'un journal en classe de sciences, mais d'expérience, on sait que la surutilisation de cet outil entraîne le contraire de l'effet désiré. Par exemple, si la rédaction du journal ne comporte que peu ou pas de potentiel d'évaluation en vue d'améliorer la note finale de l'élève,

ou si elle ne fournit aucune possibilité de rétroaction de l'enseignant, il sera difficile de mener l'expérience à bon terme.

L'établissement d'un dialogue avec les élèves est un élément important de l'évaluation formative. L'enseignant peut réagir aux observations du journal, et porter la réflexion de l'élève à un niveau supérieur par ses commentaires et questions. En évaluant les entrées du journal, l'enseignant peut chercher diverses interprétations et examiner différentes perspectives et analyses, pour évaluer le développement de la pensée.

### **Évaluation de rapports de laboratoire** (Voir l'annexe 9.)

La grille Évaluation de rapports de laboratoire (citée à l'annexe 9) est utile à la fois pour l'auto-évaluation et pour l'évaluation par l'enseignant; elle peut répondre à des critères tels que les suivants :

- formuler des questions vérifiables,
- formuler une prédiction et/ou une hypothèse,
- créer un plan,
- faire un test juste et équitable et inscrire les observations,
- interpréter et évaluer les résultats,
- tirer une conclusion,
- faire des liens.

### **Liste de contrôle d'observation : Étude scientifique — Effectuer un test juste** (Voir l'annexe 9.)

Cette grille (apparaissant à l'annexe 9) comporte cinq critères de performance et peut servir pour toute la classe. Elle met l'accent sur la collecte d'information au fil du temps grâce à l'observation. Les critères de base comprennent les suivants :

- faire la preuve de méthodes de travail respectant les règles de sécurité,
- assurer l'exactitude et la fiabilité,
- observer et consigner les données,
- suivre un plan,
- montrer des preuves de persévérance et/ou de confiance.

### **Évaluation par les pairs** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-307.)

L'enseignant peut organiser des débats entre pairs pour leur permettre de trouver des solutions à des problèmes et d'offrir des suggestions concrètes. Il peut fournir aux élèves des questions et des invites. Par exemple, si les élèves préparent un article sur une recherche, l'évaluation par les pairs peut comprendre les questions suivantes :

- Est-ce que le texte contient suffisamment d'informations?
  - Poser les questions qui sont sans réponses.
  - Marquer les passages qui doivent être développés davantage.
- Le texte est-il bien structuré?
  - Montrer par des flèches comment réarranger les paragraphes.
  - Marquer les endroits où une transition doit être insérée.
- Le texte est-il formulé clairement?
  - Marquer les passages qui sont clairs.
  - Marquer les mots ou passages qui doivent être expliqués ou définis.

- Marquer les passages qui doivent être étayés de tableaux, de graphiques, de diagrammes ou d'exemples.
- L'information communiquée est-elle intéressante?
  - Marquer les sections les plus intéressantes et celles qui le sont moins.
- Les sources sont-elles indiquées par des renvois?
  - Marquer les renseignements dont la source n'est pas indiquée.
  - Suggérer d'autres sources d'information possibles.

### **Fiche d'auto-évaluation/d'évaluation par les pairs pour un projet d'affiche**

(Voir l'annexe 9.)

Cette grille (indiquée à l'annexe 9) sert à l'auto-évaluation ou à l'évaluation par les pairs d'un projet d'affiche en rapport avec une recherche en sciences et technologies. Elle offre la possibilité d'évaluer les caractéristiques physiques de l'affiche (p. ex., structure définie, présentation) en plus de son contenu scientifique.

### **Évaluation de performance**

L'évaluation de performance peut se faire sous forme de :

- démonstration d'une technique de laboratoire (p. ex., allumage d'un brûleur Bunsen, utilisation d'une pesée, mise au point du microscope);
- démonstration d'une technique de sécurité;
- interprétation d'étiquettes du SIMDUT (Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail);
- détermination d'une inconnue.

### **Portfolio** (Voir *Senior 3 ELA*, 4-180.)

Les éléments de portfolio qui permettent aux élèves de montrer l'atteinte de résultats d'apprentissage spécifiques comprennent les suivants :

- carnets scientifique
- propositions de projets
- toiles et cartes
- exemples de notes
- rapports sur des recherches primaires
- réflexions sur papier

### **Lecture de documents scientifiques (évaluation d'un schéma conceptuel)**

(Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 12.15 à 12.19.)

Le chapitre 12 (Lire l'information scientifique) de *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire* suggère des techniques pour comprendre les textes scientifiques. Il présente aux élèves des exemples de méthodes de prise de notes à partir de textes dans un organisateur sous forme d'un schéma conceptuel détaillé (voir 12.16) et comment cette stratégie peut se rattacher à la *lecture pour comprendre*. Une fois que l'enseignant a fait la démonstration des techniques et que les élèves ont eu amplement le temps de pratiquer la lecture de textes scientifiques et la prise de notes, certains critères peuvent être établis pour servir à l'évaluation (voir 12.19).

## Références

Demander aux élèves de remettre une liste préliminaire de documents de référence dans leur proposition d'article de recherche.

## Grille d'évaluation pour les présentations en classe (Voir l'annexe 9.)

Cette grille (mentionnée à l'annexe 9) comprend quatre niveaux de performance et des critères d'évaluation tels que les suivants :

- Contenu
- Intérêt et enthousiasme
- Clarté et organisation du matériel
- Usage d'aides visuelles

## Grille d'évaluation pour les projets de recherche (Voir l'annexe 9.)

Cette grille (indiquée à l'annexe 9) comporte quatre niveaux de performance et des critères d'évaluation tels que les suivants :

- Sources d'information
- Données recueillies
- Organisation du matériel
- Présentation du matériel

## Grille d'évaluation pour les études scientifiques (Voir l'annexe 9.)

Cette grille (figurant à l'annexe 9) présente des conseils pour l'évaluation des élèves concernant leur exécution de *tâches liées à une étude scientifique*. Le contenu de cette grille ne prétend pas être exhaustif mais cherche plutôt à fournir des paramètres de gestion de projet pour l'enseignant qui observe les tentatives initiales des élèves dans des travaux de recherche complexes.

Cette grille comporte quatre niveaux de compétence suivant un continuum évalué en fonction de divers critères dans les domaines suivants :

- élaboration d'un énoncé de position
- objectif/but/question vérifiable
- procédure (conception de l'étude)
- collecte de données
- analyse et interprétation des résultats
- application/discussion des résultats et concepts scientifiques
- facteurs d'indépendance (mesure du degré de dépendance envers une aide extérieure)

## Auto-évaluation

L'auto-évaluation des élèves fait partie intégrante de l'évaluation globale de l'apprentissage. Mais pour évaluer leur propre travail, les élèves doivent avoir une idée claire de ce qu'on attend d'eux (p. ex., critères). Les apprenants plus avancés dans ce processus de réflexion peuvent ensuite participer à l'établissement de critères avec l'enseignant. Il serait souhaitable que l'enseignant fasse une démonstration d'auto-évaluation avant de demander aux élèves de faire la leur.

**Cycle de mots** (Voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, 10.6 à 10.8 et 10.21.)

Un cycle de mots est considéré comme une stratégie de premier niveau dans la construction d'un vocabulaire (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, chapitre 10, Bâtir un vocabulaire scientifique). La valeur de l'emploi d'un cycle de mots est liée au fait de prendre un concept général, p. ex. un écosystème, de rassembler une liste de termes qui ont un lien avec ce concept, et de demander aux élèves de relier ces termes de façon cohérente ou logique. Cette stratégie permet aux élèves d'apprendre les liens existant entre les termes et d'en élargir la signification; elle favorise aussi la collaboration. L'enseignant devrait utiliser les activités axées sur un cycle de mots pour encourager la coopération entre les élèves (p. ex., par jumelage).



## ANNEXE 8 : ÉLABORATION DE GRILLES D'ÉVALUATION EN SCIENCES

### Nature, but et sources des grilles d'évaluation en sciences

#### Que sont les grilles d'évaluation?

Les grilles sont des outils d'évaluation qui indiquent les critères selon lesquels les techniques, la performance ou les résultats/produits des élèves seront évalués. Elles décrivent également les qualités du travail à divers niveaux de compétence pour chaque critère.

Les types de grilles d'évaluation ci-dessous peuvent être utilisés pour l'évaluation en classe.

- **Grilles générales** : Décrivent les niveaux de compétence qui peuvent s'appliquer à un éventail de techniques, de performances ou de résultats/produits des élèves. Le fait d'utiliser la même grille pour des tâches similaires facilite l'attribution de notes par l'enseignant en fonction du choix des élèves. Cette façon de procéder aide aussi les élèves à intérioriser les qualités communes entre les techniques, les performances et les résultats ou produits.
- **Grilles spécifiques à la tâche** : Décrivent les critères utilisés pour l'évaluation de formes particulières, comme l'usage d'une pesée, la rédaction d'un rapport de laboratoire ou l'étalonnage de sondes informatisées. Les projets complexes peuvent nécessiter une grille différente pour chaque phase (par exemple, un projet de recherche en groupe peut exiger une grille pour le niveau de collaboration, la collecte d'informations, les exposés oraux et les rapports écrits).
- **Grilles holistiques** : Servent à attribuer une note globale pour la technique, la performance ou le résultat/produit selon leur conformité avec les critères établis.
- **Grilles analytiques** : Permettent d'attribuer des notes distinctes pour différents aspects d'une technique, d'une performance ou d'un résultat/produit d'après les forces et les faiblesses évaluées en fonction de critères établis. Voir la grille d'évaluation d'activités fondées sur la prise de décisions à l'annexe 9.
- **Listes de contrôle** : Ce sont des listes de critères qui ne font pas de distinction entre les niveaux de performance. Elles servent à évaluer la présence ou l'absence de certains comportements et se prêtent mieux à l'évaluation de techniques (par exemple, « Est-ce que l'élève a suivi toutes les étapes requises? »). Comme l'évaluateur doit répondre par oui ou non, les listes de contrôle sont facilement utilisables par les élèves dans l'évaluation de leurs pairs.
- **Barèmes de notation** : Avec ces barèmes, l'évaluateur doit noter divers éléments d'une technique, d'une performance ou d'un résultat/produit sur une échelle numérique. Il n'y a pas de description complète de la performance à divers niveaux.

---

**Élaboration de grilles d'évaluation** : Adapté du document *Senior 3 English Language Arts: A Foundation for Implementation*, Éducation et Formation professionnelle Manitoba (Winnipeg, Manitoba), 1999, annexes 3 à 10.

**Pourquoi les enseignants se servent-ils de grilles d'évaluation?**

Dans les meilleures stratégies d'évaluation, on demande aux élèves d'exécuter le type de tâches nécessitant une littératie scientifique qu'ils devront exécuter en situation réelle de travail. Ces évaluations permettent aux élèves de démontrer non seulement les connaissances théoriques qu'ils ont acquises, mais aussi l'interaction entre les points de vue, les compétences ou habiletés et les stratégies qui forment le cadre de leur apprentissage. Les tâches d'évaluation authentiques suscitent un éventail de réponses et permettent aux élèves d'exprimer leur individualité. Pour toutes ces raisons, l'évaluation de la littératie scientifique est une tâche complexe.

Les grilles d'évaluation :

- aident les enseignants à préciser les qualités recherchées dans le travail des élèves;
- assurent une évaluation selon les mêmes critères pour tous les élèves;
- aident les enseignants à communiquer les buts de chaque devoir en termes précis;
- permettent la collaboration des enseignants de la même école ou division scolaire dans la province aux fins de l'évaluation des élèves;
- jouent un rôle important dans l'enseignement.

**En quoi les grilles d'évaluation améliorent-elles l'enseignement?**

Les meilleurs outils d'évaluation ne servent pas seulement à classer et à noter le travail des élèves, mais aussi à décrire ce travail en termes précis. L'information tirée de l'évaluation :

- aide l'enseignant à adapter son enseignement afin de répondre aux besoins d'apprentissage des élèves;
- indique aux élèves ce que l'enseignant attend d'eux et les caractéristiques qui seront évaluées dans leur travail, et les aide à orienter leurs efforts;
- permet aux élèves d'évaluer leur propre travail en fonction des critères qu'utilisera l'enseignant pour établir des objectifs et surveiller leurs progrès;
- aide à l'élaboration d'une capacité métacognitive en fournissant aux élèves un vocabulaire leur permettant de discuter de certains aspects de leur travail.

**Quelles sont les sources des grilles d'évaluation?**

Les enseignants établissent les grilles d'évaluation en collaboration avec les élèves, en solo ou en collaboration avec d'autres enseignants, ou bien ils les extraient d'ouvrages publiés.

- **Élaboration de grilles en classe** : L'élaboration de grilles d'évaluation en collaboration avec les élèves peut s'avérer un processus laborieux, mais qui comporte beaucoup d'avantages en matière d'enseignement et d'apprentissage. (Les avantages et le processus sont explorés plus à fond dans les prochaines pages.) Il n'est pas toujours possible de faire participer les élèves au processus chaque fois, mais leur expérience de l'établissement de grilles les aidera à utiliser en toute connaissance de cause les grilles déjà établies.
- **Grilles établies par l'enseignant** : L'enseignant élabore, par lui-même ou en collaboration avec des collègues de son école ou de la division scolaire, des grilles générales portant sur la performance et les résultats/produits. Ces grilles doivent être adaptées régulièrement afin de tenir compte des niveaux de performance des élèves.

Il importe que les grilles élaborées par l'enseignant soient exprimées dans un langage que les élèves comprennent, et que l'enseignant fournisse un exemple de travail pour chaque niveau de compétence. Ces exemples (qu'on peut appeler points de référence ou d'ancrage) illustrent les expressions descriptives utilisées dans les grilles.

- **Sources publiées :** Diverses ressources éducatives fournissent des grilles d'évaluation de très grande qualité, mais le désavantage des grilles toutes faites est qu'elles ne correspondent pas toujours aux résultats d'apprentissage ciblés dans un travail en particulier, et qu'elles manquent parfois de précision dans les descriptions des niveaux et critères de performance applicables à la 11<sup>e</sup> année.

## Élaboration de grilles en collaboration avec les élèves

### Avantages pour les élèves

Pour élaborer des grilles en collaboration avec les élèves, il faut que ceux-ci examinent des échantillons de travaux et déterminent les caractéristiques qui font que certains travaux sont réussis, et d'autres le sont moins. L'enseignant aide les élèves en leur fournissant le vocabulaire permettant d'articuler les divers éléments qu'ils voient, et en s'assurant que les critères sont complets, détaillés et compatibles avec les résultats d'apprentissage. Ce processus de collaboration pour l'établissement de grilles :

- requiert que les élèves jugent le travail qu'ils examinent et déterminent les qualités qui assurent l'efficacité d'une rédaction, d'un exposé oral et de la représentation de concepts scientifiques;
- débouche sur un outil d'évaluation que les élèves comprennent et qu'ils se sont appropriés — ils savent que les critères d'évaluation ne sont pas arbitraires ou imposés, mais qu'ils expriment leurs propres observations au sujet des caractéristiques d'un travail de qualité.

### Processus d'élaboration

Pour leur première expérience dans la conception d'une grille, demander aux élèves d'indiquer les critères qu'ils utilisent pour se faire une idée sur quelque chose qui fait partie de leur vie quotidienne — la qualité d'un restaurant, par exemple. La grille type qu'ils développent pour l'évaluation des restaurants peut aider les élèves à saisir comment agencer les parties d'une grille.

Il peut être utile pour les élèves d'élaborer des grilles après avoir fait un certain travail préliminaire ou déblayage concernant la tâche d'évaluation et s'être familiarisés avec les exigences particulières rattachées au devoir.

Le processus d'élaboration de grilles d'évaluation en collaboration avec les élèves comporte plusieurs étapes.

#### 1. Examiner des échantillons de travaux d'élèves.

Pour élaborer des grilles d'évaluation, il faut analyser des échantillons réels de travaux d'élèves qui illustrent les résultats d'apprentissage sur lesquels porte l'évaluation en question. Ces échantillons sont généralement extraits de travaux d'élèves d'années antérieures, avec leur permission, et le nom de l'auteur a été enlevé. Les nouveaux enseignants qui n'ont pas d'exemples de travaux antérieurs peuvent en emprunter de collègues.

Choisir des échantillons qui sont clairs et caractéristiques de travaux d'élèves à divers niveaux. Uniformiser le processus en distribuant des exemples correspondant à trois niveaux de compétence seulement : excellent, adéquat et inadéquat. Fournir deux ou trois exemples pour chaque niveau. Laisser aux élèves du temps pour lire les exemples et pour en discuter en groupes.

## **2. Décrire les échantillons de travaux.**

Suggérer aux élèves de se concentrer d'abord sur les exemples de travaux jugés excellents. Leur poser la question : « Qu'est-ce qui fait que ce travail est réussi? ». Leur demander ensuite de réfléchir ensemble aux caractéristiques ou critères de succès. Certaines caractéristiques que les élèves énumèrent décriront des comportements utiles pour atteindre les buts visés par le travail (par exemple, le sujet est mentionné au début, il y a quelques erreurs d'orthographe, un graphique est inséré pour présenter les données statistiques).

Ce que les grilles doivent tenter de définir, outre la détermination de ces comportements, c'est l'essence même d'un bon produit ou d'une bonne performance. Comme le souligne Wiggins, le contact visuel peut être important dans la prestation d'un exposé oral, mais il est possible de livrer un discours monotone tout en gardant un contact visuel avec l'auditoire (V1-5: 6). Avec les élèves, indiquer les principales qualités de travaux en sciences qui sont intéressants et efficaces. Ces qualités peuvent être difficiles à définir et à illustrer (par exemple, le conférencier est allé au-delà d'une compréhension superficielle du sujet, le producteur a adapté sa vidéo aux destinataires de la présentation, l'auteur fait passer son opinion dans un reportage sur un sujet scientifique).

## **3. Déterminer des catégories de critères.**

À partir d'une liste de caractéristiques déterminées lors d'un remue-méninges, choisir les catégories de critères qui formeront la grille d'évaluation. La plupart des grilles ne comportent que trois à cinq catégories de critères. Les grilles d'évaluation qui comptent davantage de catégories sont difficiles d'utilisation, surtout dans l'évaluation de performances en direct (sur place). Si la liste de critères est trop longue, les élèves peuvent se sentir dépassés ou mêlés quand ils utilisent la grille pour s'auto-évaluer et établir des objectifs.

Pour définir des catégories de critères, regrouper des caractéristiques apparentées et choisir les trois à cinq plus importantes. Étiqueter les catégories en termes généraux (organisation, style, contenu) et les étoffer en énumérant les éléments précis à examiner dans l'évaluation de la qualité de ces critères (par exemple, dans la catégorie organisation, ces éléments peuvent être l'énoncé du but, les phrases présentant le sujet, les mots et expressions de transition, la longueur des paragraphes, l'ordre des idées).

S'assurer qu'il ne manque aucune caractéristique essentielle définissant une bonne performance, c'est-à-dire qu'il faut inclure les éléments considérés comme étant difficiles à évaluer (comme le style ou la créativité). Le fait d'ignorer des éléments comme ceux-là peut vouloir dire qu'ils ne sont pas importants, alors qu'en les incluant dans les caractéristiques, on aide les élèves à saisir quels sont les éléments qu'ils peuvent améliorer leur travail. Si l'analyse de l'aspect graphique est considérée comme une catégorie de critères, par

exemple, la grille peut comprendre des éléments qui véhiculent les détails d'une telle analyse (par exemple, la place des variables dépendantes et indépendantes, la place des points de données, la droite de meilleur ajustement). On peut aussi ajouter des définitions.

À mesure que les élèves collaborent à l'élaboration des catégories de critères, vérifier si les critères choisis ont un lien avec les résultats d'apprentissage visés.

#### 4. Déterminer le nombre de niveaux de performance que comportera la grille.

La première version d'une grille élaborée par les élèves comptera trois niveaux de performance, selon le classement des échantillons de travaux d'élèves : excellent, adéquat et inadéquat. Dans les grilles définitives, les élèves peuvent raffiner leurs descriptions et ajouter des niveaux intermédiaires. L'enseignant est le mieux placé pour décider du nombre de niveaux requis pour juger correctement tout le spectre des compétences. Si ce spectre est large (sept niveaux, par exemple), on pourra apporter des distinctions plus fines, mais il peut être difficile de distinguer clairement un niveau du suivant. En sciences, les grilles d'évaluation utilisées par les élèves et les enseignants comportent généralement trois, quatre ou cinq niveaux de performance.\*

\* Souvent, les auteurs de grilles préconisent cinq niveaux de compétence. Les niveaux 1, 3 et 5 sont établis à partir d'une présélection d'échantillons de niveau excellent, adéquat et inadéquat. Les niveaux 2 et 4 décrivent des travaux qui se situent entre ces points de référence ou d'ancrage. D'autres éducateurs soutiennent que les échelles avec un nombre pair de niveaux (4 ou 6) nous forcent à faire davantage attention que dans une évaluation avec un nombre impair de niveaux; elle empêche l'évaluateur d'utiliser exagérément une catégorie intermédiaire pour classer des travaux difficiles à évaluer.

L'usage du même nombre de niveaux de performance pour diverses tâches dans tout le programme d'études a l'avantage de donner aux élèves et à l'enseignant un vocabulaire commun pour discuter des façons d'améliorer la performance (par exemple, « Dans ce travail, il n'y a pas autant de détails concrets qu'une rédaction de niveau 4 »). Une fois que le nombre de catégories de critères et de niveaux de performance a été déterminé, une grille type comme ci-dessous peut être préparée pour développer les grilles.

		Catégories de critères			
Niveaux de performance	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

#### 5. Décrire les niveaux de performance.

Durant l'élaboration des critères d'évaluation (étape 3), proposer aux élèves d'analyser des travaux réussis. Leur demander de préparer les descriptions de ce qui constitue une performance excellente, adéquate et inadéquate pour toutes les catégories de critères.

Il y a deux façons de décrire les niveaux de performance :

- **Grilles évaluatives** : utilisent des adjectifs comparatifs (par exemple, « organisation médiocre »).
- **Grilles descriptives** : précisent les qualités du travail à chaque niveau de performance par rapport aux critères (par exemple, « des idées sans lien logique apparaissent dans le même paragraphe »). Les caractéristiques énumérées peuvent être négatives (par exemple, « les valeurs en indice et les coefficients ne sont pas présentés correctement »), car parfois, la caractéristique la plus révélatrice de certains niveaux est l'incapacité de faire ce qu'on est censé faire.

Les grilles descriptives comportent de nombreux avantages par rapport aux grilles évaluatives. Elles sont plus utiles pour les élèves parce qu'elles définissent clairement les comportements et qualités que les élèves doivent évaluer dans leur propre travail ou celui des autres. Elles aident aussi les élèves à déterminer les points qu'ils peuvent améliorer dans leur propre travail.

Au début de leurs descriptions, les élèves peuvent suggérer des adjectifs descriptifs généraux (comme « intéressant », « ennuyeux »), qui ne disent peut-être pas précisément ce qu'est un travail intéressant, et comment améliorer cet aspect de leur travail. La description doit indiquer les caractéristiques ou attributs qui rendent un travail intéressant, et être formulée dans un style acceptable pour une communication scientifique. Au début du cours, il serait souhaitable d'utiliser un vocabulaire de comparaison ou des descriptions générales. À mesure que les élèves et l'enseignant compilent les exemples, ils peuvent raffiner leur grille et préciser leurs descriptions.

À la fin de cette étape, les élèves auront une description de la performance correspondant à trois niveaux. Si la classe a décidé de créer une grille à quatre, cinq ou six niveaux de performance, il sera peut-être plus efficace pour l'enseignant de rédiger une gradation de la qualité pour les niveaux intermédiaires, et de la présenter aux élèves pour qu'ils la révisent. Ces niveaux intermédiaires sont les plus difficiles à rédiger et nécessitent une plus grande expérience et expertise dans l'élaboration d'un bon continuum de compétence.

#### **6. Utiliser la grille pour l'auto-évaluation et l'évaluation par l'enseignant, et pour l'enseignement.**

Avant d'utiliser la grille pour évaluer un devoir, les élèves et l'enseignant peuvent vouloir la mettre à l'essai avec des échantillons non triés de travaux d'années antérieures. L'application de la grille à des travaux d'élèves aide la classe à déterminer si cette grille décrit correctement les qualités du travail qu'ils lisent, et à faire la distinction entre les niveaux de compétence des différents travaux. À mesure que les élèves acquièrent de l'aisance dans l'utilisation de la grille et qu'ils se familiarisent avec les niveaux de performance, l'enseignant peut leur présenter d'autres échantillons plus difficiles à évaluer.

Les grilles permettent aux élèves d'évaluer leur propre travail en fonction des critères qui seront utilisés par l'enseignant. Toute divergence dans les notes d'évaluation attribuées par l'élève et celles de l'enseignant peut être discutée lors d'échanges ciblés avec les élèves, pour leur plus grand bénéfice. S'il faut attribuer une note numérique, on pourra additionner les valeurs ponctuelles assignées à chaque niveau. Si l'enseignant et les élèves décident que certaines catégories de critères doivent avoir plus de poids que les autres, les points assignés à ces catégories peuvent être multipliés par un facteur approprié.

Une grille élaborée en collaboration avec les élèves peut aussi devenir un outil d'enseignement important, car il encourage les élèves à examiner attentivement les aspects précis qu'ils peuvent améliorer dans un travail. Si les élèves décident qu'un échantillon de rédaction en sciences est de niveau 3, par exemple, l'enseignant peut leur demander de travailler par petits groupes pour améliorer le texte afin qu'il soit conforme à la description d'un travail de niveau 4.

**7. Continuer de réviser la grille d'évaluation.**

Toute grille d'évaluation peut être considérée comme un outil évolutif, surtout si elle est saisie à l'ordinateur. L'enseignant et les élèves doivent réviser attentivement la grille chaque fois qu'ils l'utilisent en se demandant « Ces critères décrivent-ils les qualités les plus importantes de l'excellence dans ce travail? », ou « Quels mots et expressions peut-on utiliser pour décrire le travail de ce niveau? ». Conformément à cette approche, les grilles apparaissant à l'annexe 9 du présent document servent de modèles mais peuvent être modifiées en fonction de situations particulières.



## ANNEXE 9 : GRILLES D'ÉVALUATION

<b>Grille d'évaluation pour un projet de recherche</b>				
Nom des élèves _____		Sujet/titre _____		
Critères	Niveaux de performance			
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
<b>Source d'information</b>	<input type="checkbox"/> Une seule source d'information a été utilisée.	<input type="checkbox"/> Deux sources d'information ont été utilisées.	<input type="checkbox"/> Diverses sources d'information ont été utilisées.	<input type="checkbox"/> Une grande variété de sources d'information ont été utilisées.
<b>Renseignements recueillis</b>	<input type="checkbox"/> Les renseignements recueillis ne sont pas pertinents.	<input type="checkbox"/> Les renseignements recueillis ont un lien avec le sujet mais ils ne forment pas un tout cohérent.	<input type="checkbox"/> Les renseignements recueillis ont un lien avec le sujet et ils forment un tout assez cohérent.	<input type="checkbox"/> Les renseignements recueillis ont un lien avec le sujet et sont organisées de façon soignée pour former un tout cohérent.
<b>Organisation du matériel</b>	<input type="checkbox"/> Les renseignements recueillis ne sont pas organisés correctement.	<input type="checkbox"/> Les renseignements sont organisés dans une certaine mesure.	<input type="checkbox"/> Les renseignements recueillis sont assez bien organisés selon des sections distinctes.	<input type="checkbox"/> Les renseignements sont organisés et présentés en sections distinctes dont une introduction, le corps du texte renfermant des données justificatives et une conclusion qui résume le rapport.
<b>Présentation du matériel</b>	<input type="checkbox"/> Le rapport est rédigé à la main, contrairement aux directives établies.	<input type="checkbox"/> Le rapport est écrit à la main, de façon soignée. <input type="checkbox"/> Le rapport contient une bibliographie qui n'est pas présentée correctement.	<input type="checkbox"/> Le rapport a été dactylographié ou saisi à l'ordinateur. <input type="checkbox"/> Le rapport contient des graphiques. <input type="checkbox"/> Le rapport contient une bibliographie qui n'est pas présentée correctement.	<input type="checkbox"/> Le rapport est dactylographié ou saisi à l'ordinateur et d'un format approprié. <input type="checkbox"/> Le rapport a une page titre. <input type="checkbox"/> Le rapport contient des graphiques pertinents. <input type="checkbox"/> Le rapport contient une bibliographie complète et bien présentée.

<b>Grille d'évaluation pour la prise de décisions</b>			
Nom des élèves _____		Sujet/titre _____	
Niveaux de performance			
Critères	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
<b>Identifie l'enjeu STSE</b>	<input type="checkbox"/> Est incapable de déterminer le type d'enjeu (STSE) sans aide.	<input type="checkbox"/> Montre une compréhension du fait qu'un enjeu peut avoir des répercussions STSE mais ne peut pas nécessairement différencier les quatre aspects	<input type="checkbox"/> Démonstre une bonne compréhension de la relation existant entre un enjeu et ses applications STSE <input type="checkbox"/> Démonstre une certaine sensibilisation à la nécessité d'une réponse individuelle
<b>Évaluation de la recherche récente</b>	<input type="checkbox"/> Est capable d'accéder à quelques recherches récentes mais ne les évalue pas.	<input type="checkbox"/> Démonstre une certaine capacité à cerner des positions prises dans les données de recherche mais ne fait aucun énoncé de jugement clair.	<input type="checkbox"/> Rassemble un certain éventail de recherches et en restreint la portée, mais reconnaît clairement les positions prises. <input type="checkbox"/> Peut offrir des opinions personnelles sur un enjeu, mais pas nécessairement une évaluation
<b>Formule les options</b>	<input type="checkbox"/> Est capable de définir clairement les options possibles. <input type="checkbox"/> Peut formuler des options qui n'ont pas un lien très clair avec le problème.	<input type="checkbox"/> Offre au moins une option possible qui a un rapport avec le problème. <input type="checkbox"/> Offre d'autres options qui peuvent avoir un certain rapport avec le problème.	<input type="checkbox"/> Définit au moins deux options possibles qui présentent une cohérence intrinsèque et qui se rapportent directement au problème. <input type="checkbox"/> Reconnaît que certaines options ne tiendront pas la route.
<b>Reconnaît les impacts possibles</b>	<input type="checkbox"/> Est incapable de prévoir les conséquences possibles des options choisies. <input type="checkbox"/> Semble avoir une conception naïve relativement aux conséquences.	<input type="checkbox"/> Reconnaît vaguement ou superficiellement les impacts éventuels des décisions prises. <input type="checkbox"/> Considère que la plupart des options possibles auront probablement des impacts.	<input type="checkbox"/> Reconnaît systématiquement les impacts éventuels des décisions prises. <input type="checkbox"/> Considère toutes les options possibles comme ayant des impacts prévisibles, certains bénéfiques, d'autres néfastes.
			<b>Niveau 4</b>
			<input type="checkbox"/> Démonstre une grande profondeur et une grande sensibilité dans l'établissement d'un lien entre un enjeu et ses implications STSE. <input type="checkbox"/> Démonstre un certain niveau de responsabilité sociale.
			<input type="checkbox"/> Rassemble des recherches qui sont récentes et pertinentes et qui présentent diverses perspectives. <input type="checkbox"/> Démonstre une certaine perspicacité relativement aux positions énoncées et peut en faire l'évaluation.
			<input type="checkbox"/> Démonstre une compréhension approfondie des options possibles, qui dépasse les attentes. <input type="checkbox"/> Présente différentes options qui ont de bonnes chances de réussir.
			<input type="checkbox"/> Offre une analyse coûts/avantages/risques de chaque solution possible. <input type="checkbox"/> Élabore un rapport bien structuré qui présente clairement les impacts de chaque option.

<b>Grille d'évaluation pour la prise de décisions (suite)</b>																					
Nom des élèves _____	Sujet/titre _____																				
Niveaux de performance																					
Critères	Niveaux de performance																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Niveau 1</th> <th style="width: 25%;">Niveau 2</th> <th style="width: 25%;">Niveau 3</th> <th style="width: 25%;">Niveau 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p><b>Choisit une option et prend une décision</b></p> <p><input type="checkbox"/> Est incapable de prendre une décision présentant une solution claire au problème à résoudre.</p> <p><input type="checkbox"/> A besoin d'aide extérieure pour faire son choix.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Décrit une option possible, mais ne peut prendre une décision ferme à ce sujet.</p> <p><input type="checkbox"/> A besoin d'aide extérieure pour défendre une décision avant d'entrer en action.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Choisit une option avec précision et décide d'une marche à suivre mais d'autres peuvent faire voir une meilleure façon de procéder qui n'a pas été examinée.</p> <p><input type="checkbox"/> Reconnaît les risques éventuels en matière de sécurité.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Analyse à fond toutes les options en collaboration avec d'autres.</p> <p><input type="checkbox"/> Prend une décision ferme, fondée sur les arguments tirés de la recherche, et reconnaît la plupart des risques en matière de sécurité.</p> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p><b>Applique la décision</b></p> <p><input type="checkbox"/> Est incapable d'appliquer la décision jusqu'au bout, mais a la possibilité de la modifier.</p> <p><input type="checkbox"/> Manque de clarté dans la marche à suivre.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Applique la décision en sachant d'avance qu'il reste des détails à régler.</p> <p><input type="checkbox"/> Manque de clarté dans son plan de mise en œuvre.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Applique la décision avec une vision claire du but à atteindre.</p> <p><input type="checkbox"/> Manifeste clairement sa confiance que le plan de mise en œuvre est conforme à une approche d'étude scientifique.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Applique la décision avec une vision claire du but à atteindre, étayé par les données de recherche.</p> <p><input type="checkbox"/> Démontre clairement que le plan de mise en œuvre peut être mené à bon terme.</p> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p><b>Détermine et évalue les impacts réels de la décision</b></p> <p><input type="checkbox"/> Ne peut pas déterminer clairement plus d'un impact réel possible de la décision.</p> <p><input type="checkbox"/> Ne peut pas évaluer correctement les effets de la décision prise.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Peut déterminer clairement plus d'un impact réel possible de la décision prise.</p> <p><input type="checkbox"/> Ne peut pas évaluer correctement les effets de la décision prise dans la plupart des cas.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Peut déterminer et commenter les impacts réels observés de la décision.</p> <p><input type="checkbox"/> Démontre une certaine capacité d'évaluer les impacts de la décision.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Peut déterminer et commenter à fond les impacts réels observés de la décision, en notant les résultats imprévus ou exceptionnels.</p> <p><input type="checkbox"/> Peut facilement évaluer les impacts de la décision.</p> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p><b>Réfléchit à la prise d'une décision et à la mise en œuvre d'un plan</b></p> <p><input type="checkbox"/> Commence à démontrer une sensibilisation à la nécessité d'examiner le plan de mise en œuvre.</p> <p><input type="checkbox"/> Éprouve de la réticence à envisager une réévaluation du plan.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Réfléchit aux résultats du plan de mise en œuvre et prévoit communiquer ces résultats.</p> <p><input type="checkbox"/> A de la difficulté à savoir comment procéder pour la réévaluation du plan visant à résoudre le problème.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Réfléchit aux résultats du plan de mise en œuvre et communique ces résultats.</p> <p><input type="checkbox"/> Reconnaît comment procéder pour la réévaluation du plan visant à résoudre le problème.</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Atteint un degré élevé de synthèse dans le processus de réflexion.</p> <p><input type="checkbox"/> Démontre une très grande sensibilisation à l'aspect environnemental, qui s'avère utile durant la période suivant la mise en œuvre.</p> </td> </tr> </tbody> </table>	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	<p><b>Choisit une option et prend une décision</b></p> <p><input type="checkbox"/> Est incapable de prendre une décision présentant une solution claire au problème à résoudre.</p> <p><input type="checkbox"/> A besoin d'aide extérieure pour faire son choix.</p>	<p><input type="checkbox"/> Décrit une option possible, mais ne peut prendre une décision ferme à ce sujet.</p> <p><input type="checkbox"/> A besoin d'aide extérieure pour défendre une décision avant d'entrer en action.</p>	<p><input type="checkbox"/> Choisit une option avec précision et décide d'une marche à suivre mais d'autres peuvent faire voir une meilleure façon de procéder qui n'a pas été examinée.</p> <p><input type="checkbox"/> Reconnaît les risques éventuels en matière de sécurité.</p>	<p><input type="checkbox"/> Analyse à fond toutes les options en collaboration avec d'autres.</p> <p><input type="checkbox"/> Prend une décision ferme, fondée sur les arguments tirés de la recherche, et reconnaît la plupart des risques en matière de sécurité.</p>	<p><b>Applique la décision</b></p> <p><input type="checkbox"/> Est incapable d'appliquer la décision jusqu'au bout, mais a la possibilité de la modifier.</p> <p><input type="checkbox"/> Manque de clarté dans la marche à suivre.</p>	<p><input type="checkbox"/> Applique la décision en sachant d'avance qu'il reste des détails à régler.</p> <p><input type="checkbox"/> Manque de clarté dans son plan de mise en œuvre.</p>	<p><input type="checkbox"/> Applique la décision avec une vision claire du but à atteindre.</p> <p><input type="checkbox"/> Manifeste clairement sa confiance que le plan de mise en œuvre est conforme à une approche d'étude scientifique.</p>	<p><input type="checkbox"/> Applique la décision avec une vision claire du but à atteindre, étayé par les données de recherche.</p> <p><input type="checkbox"/> Démontre clairement que le plan de mise en œuvre peut être mené à bon terme.</p>	<p><b>Détermine et évalue les impacts réels de la décision</b></p> <p><input type="checkbox"/> Ne peut pas déterminer clairement plus d'un impact réel possible de la décision.</p> <p><input type="checkbox"/> Ne peut pas évaluer correctement les effets de la décision prise.</p>	<p><input type="checkbox"/> Peut déterminer clairement plus d'un impact réel possible de la décision prise.</p> <p><input type="checkbox"/> Ne peut pas évaluer correctement les effets de la décision prise dans la plupart des cas.</p>	<p><input type="checkbox"/> Peut déterminer et commenter les impacts réels observés de la décision.</p> <p><input type="checkbox"/> Démontre une certaine capacité d'évaluer les impacts de la décision.</p>	<p><input type="checkbox"/> Peut déterminer et commenter à fond les impacts réels observés de la décision, en notant les résultats imprévus ou exceptionnels.</p> <p><input type="checkbox"/> Peut facilement évaluer les impacts de la décision.</p>	<p><b>Réfléchit à la prise d'une décision et à la mise en œuvre d'un plan</b></p> <p><input type="checkbox"/> Commence à démontrer une sensibilisation à la nécessité d'examiner le plan de mise en œuvre.</p> <p><input type="checkbox"/> Éprouve de la réticence à envisager une réévaluation du plan.</p>	<p><input type="checkbox"/> Réfléchit aux résultats du plan de mise en œuvre et prévoit communiquer ces résultats.</p> <p><input type="checkbox"/> A de la difficulté à savoir comment procéder pour la réévaluation du plan visant à résoudre le problème.</p>	<p><input type="checkbox"/> Réfléchit aux résultats du plan de mise en œuvre et communique ces résultats.</p> <p><input type="checkbox"/> Reconnaît comment procéder pour la réévaluation du plan visant à résoudre le problème.</p>	<p><input type="checkbox"/> Atteint un degré élevé de synthèse dans le processus de réflexion.</p> <p><input type="checkbox"/> Démontre une très grande sensibilisation à l'aspect environnemental, qui s'avère utile durant la période suivant la mise en œuvre.</p>
Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4																		
<p><b>Choisit une option et prend une décision</b></p> <p><input type="checkbox"/> Est incapable de prendre une décision présentant une solution claire au problème à résoudre.</p> <p><input type="checkbox"/> A besoin d'aide extérieure pour faire son choix.</p>	<p><input type="checkbox"/> Décrit une option possible, mais ne peut prendre une décision ferme à ce sujet.</p> <p><input type="checkbox"/> A besoin d'aide extérieure pour défendre une décision avant d'entrer en action.</p>	<p><input type="checkbox"/> Choisit une option avec précision et décide d'une marche à suivre mais d'autres peuvent faire voir une meilleure façon de procéder qui n'a pas été examinée.</p> <p><input type="checkbox"/> Reconnaît les risques éventuels en matière de sécurité.</p>	<p><input type="checkbox"/> Analyse à fond toutes les options en collaboration avec d'autres.</p> <p><input type="checkbox"/> Prend une décision ferme, fondée sur les arguments tirés de la recherche, et reconnaît la plupart des risques en matière de sécurité.</p>																		
<p><b>Applique la décision</b></p> <p><input type="checkbox"/> Est incapable d'appliquer la décision jusqu'au bout, mais a la possibilité de la modifier.</p> <p><input type="checkbox"/> Manque de clarté dans la marche à suivre.</p>	<p><input type="checkbox"/> Applique la décision en sachant d'avance qu'il reste des détails à régler.</p> <p><input type="checkbox"/> Manque de clarté dans son plan de mise en œuvre.</p>	<p><input type="checkbox"/> Applique la décision avec une vision claire du but à atteindre.</p> <p><input type="checkbox"/> Manifeste clairement sa confiance que le plan de mise en œuvre est conforme à une approche d'étude scientifique.</p>	<p><input type="checkbox"/> Applique la décision avec une vision claire du but à atteindre, étayé par les données de recherche.</p> <p><input type="checkbox"/> Démontre clairement que le plan de mise en œuvre peut être mené à bon terme.</p>																		
<p><b>Détermine et évalue les impacts réels de la décision</b></p> <p><input type="checkbox"/> Ne peut pas déterminer clairement plus d'un impact réel possible de la décision.</p> <p><input type="checkbox"/> Ne peut pas évaluer correctement les effets de la décision prise.</p>	<p><input type="checkbox"/> Peut déterminer clairement plus d'un impact réel possible de la décision prise.</p> <p><input type="checkbox"/> Ne peut pas évaluer correctement les effets de la décision prise dans la plupart des cas.</p>	<p><input type="checkbox"/> Peut déterminer et commenter les impacts réels observés de la décision.</p> <p><input type="checkbox"/> Démontre une certaine capacité d'évaluer les impacts de la décision.</p>	<p><input type="checkbox"/> Peut déterminer et commenter à fond les impacts réels observés de la décision, en notant les résultats imprévus ou exceptionnels.</p> <p><input type="checkbox"/> Peut facilement évaluer les impacts de la décision.</p>																		
<p><b>Réfléchit à la prise d'une décision et à la mise en œuvre d'un plan</b></p> <p><input type="checkbox"/> Commence à démontrer une sensibilisation à la nécessité d'examiner le plan de mise en œuvre.</p> <p><input type="checkbox"/> Éprouve de la réticence à envisager une réévaluation du plan.</p>	<p><input type="checkbox"/> Réfléchit aux résultats du plan de mise en œuvre et prévoit communiquer ces résultats.</p> <p><input type="checkbox"/> A de la difficulté à savoir comment procéder pour la réévaluation du plan visant à résoudre le problème.</p>	<p><input type="checkbox"/> Réfléchit aux résultats du plan de mise en œuvre et communique ces résultats.</p> <p><input type="checkbox"/> Reconnaît comment procéder pour la réévaluation du plan visant à résoudre le problème.</p>	<p><input type="checkbox"/> Atteint un degré élevé de synthèse dans le processus de réflexion.</p> <p><input type="checkbox"/> Démontre une très grande sensibilisation à l'aspect environnemental, qui s'avère utile durant la période suivant la mise en œuvre.</p>																		

*Nota : Les critères ci-dessus ne sont que des suggestions et devront être adaptés en collaboration avec les élèves selon le but du travail.*



## Évaluation de rapports de laboratoire

Titre de projet \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Membres de l'équipe \_\_\_\_\_

Domaine d'intérêt	Pointage possible	Auto-évaluation	Évaluation par l'enseignant
<b>Pose des questions menant à l'étude scientifique (ou vérifiables) :</b> La question est vérifiable et précise, et un lien de cause à effet est présenté.			
<b>Formule une prévision ou hypothèse :</b> Indique les variables dépendantes et indépendantes; la prévision ou l'hypothèse indique clairement le rapport de cause à effet entre ces deux variables.			
<b>Crée un plan :</b> Toutes les étapes sont incluses et décrites clairement suivant une séquence logique. Tout le matériel ou équipement nécessaire est indiqué. L'aspect sécurité est abordé. Les principales variables entrant en ligne de compte sont contrôlées.			
<b>Effectue un test juste et équitable et consigne ses observations :</b> Les résultats d'essais répétés sont présentés et toutes les données sont incluses. Les données sont consignées en détail, avec les unités appropriées. Les données sont consignées en un format approprié, clair et bien structuré pour des fins de référence ultérieure.			
<b>Interprète et évalue les résultats :</b> Les profils, tendances ou divergences sont indiqués, ainsi que les forces et les faiblesses de l'approche et les sources d'erreurs possibles. Les modifications au plan original sont mentionnées et justifiées.			
<b>Tire une conclusion :</b> La conclusion explique la relation de cause à effet entre les variables dépendantes et indépendantes. D'autres explications possibles sont mentionnées. L'hypothèse est confirmée ou rejetée.			
<b>Établit des liens :</b> Les applications éventuelles sont indiquées et/ou les liens possibles avec le champ d'étude sont établis.			
<b>Pointage total</b>			

### Fiche d'évaluation par les pairs/d'auto-évaluation pour un projet d'affiche visant à résoudre un problème environnemental

Nom de l'élève qui évalue : \_\_\_\_\_

Nom de l'auteur/présentateur : \_\_\_\_\_

Note totale : \_\_\_\_\_

Attribue une note à l'affiche évaluée en fonction des barèmes suivants. Encercler un seul chiffre par catégorie. Plus le nombre encerclé est élevé, plus le projet d'affiche réussit à illustrer le problème environnemental à l'étude et comment réduire ses effets négatifs.

<b>Titre</b> – énonce clairement la nature de l'information présentée dans l'affiche	Aucun 0	1	Incomplet 2	3	Complet 4
<b>Contenu</b> – décrit clairement le problème environnemental étudié dans l'affiche et la solution pratique à ce problème	Confus, peu réaliste 0	1	Pas très clair ni réaliste 2	3	Très clair et réaliste 4
<b>Légendes/Étiquettes</b> – symboles/caractéristiques désignées par les étiquettes ou la légende	Aucune 0	1	Quelques-unes 2	3	Toutes 4
<b>Impression</b> —la qualité d'impression des étiquettes est bonne; faciles à lire	Non 0	1	Assez 2	3	Oui 4
<b>Organisation</b> —l'information est organisée avec soin pour que le lecteur puisse la comprendre facilement	Non 0	1	Assez 2	3	Oui 4
<b>Aspect général</b> —impression générale laissée par l'affiche quant à sa clarté, le soin apporté à sa composition et la facilité de compréhension	Mauvaise 0	1	Bonne 2	3	Excellente 4

<b>Grille d'évaluation pour les présentations d'élèves</b>				
Nom des élèves _____		Sujet/titre _____		
Niveaux de performance				
Critères	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
<b>Organi- sation</b>	<input type="checkbox"/> La présentation est mal organisée et dénote un manque de préparation.	<input type="checkbox"/> La présentation dénote des signes d'organisation, mais certaines parties ne semblent pas pertinentes au sujet.	<input type="checkbox"/> La présentation est bien organisée, logique et intéressante.	<input type="checkbox"/> La présentation est bien organisée, logique, intéressante et animée.
<b>prépa- ration</b>	<input type="checkbox"/> L'élève démontre une certaine préparation.	<input type="checkbox"/> L'élève démontre un niveau passable de préparation.	<input type="checkbox"/> L'élève démontre un niveau adéquat de préparation.	<input type="checkbox"/> L'élève démontre un niveau élevé de préparation.
<b>Contenu</b>	<input type="checkbox"/> La quantité d'information présentée ayant rapport au sujet est minime.	<input type="checkbox"/> Une partie de l'information présentée n'a pas rapport avec le sujet.	<input type="checkbox"/> Presque toute l'information présentée a rapport au sujet.	<input type="checkbox"/> Toute l'information présentée a rapport au sujet.
<b>Langage</b>	<input type="checkbox"/> Le langage utilisé est difficile à suivre et à comprendre.	<input type="checkbox"/> Une partie du langage utilisé est difficile à suivre et à comprendre.	<input type="checkbox"/> La majeure partie du langage utilisé est facile à suivre et à comprendre.	<input type="checkbox"/> Le langage utilisé est bien choisi et facile à suivre et à comprendre.
<b>Format</b>	<input type="checkbox"/> Les divers types d'aides et de matériel de soutien sont peu utilisés (diagrammes, transparents, cartes, illustrations); peu d'entre eux sont adaptés au sujet.	<input type="checkbox"/> Divers types d'aides et de matériel de soutien sont utilisés adéquatement; la plupart sont adaptés au sujet.	<input type="checkbox"/> Les divers types d'aides et de matériel de soutien sont bien utilisés; presque tous sont adaptés au sujet.	<input type="checkbox"/> L'utilisation des divers types d'aides et de matériel de soutien est excellente; tous sont adaptés au sujet.
<b>Prestation</b>	<input type="checkbox"/> Beaucoup de mots sont mal articulés ou prononcés trop vite ou trop lentement; la voix est monotone; il n'y a pas de pause pour mettre en évidence certains passages; la voix est trop faible pour qu'on l'entende bien.	<input type="checkbox"/> Certains mots sont mal articulés ou prononcés trop vite parfois; la voix est assez nuancée; l'élève a fait quelques pauses pour capter l'attention; la voix est parfois trop faible pour qu'on l'entende bien.	<input type="checkbox"/> La plupart des mots sont prononcés clairement et le débit est généralement correct; la voix varie souvent et maintient l'intérêt; l'élève fait souvent des pauses pour accentuer le discours; la voix est assez forte pour qu'on l'entende bien.	<input type="checkbox"/> Les mots sont prononcés clairement et généralement avec le bon débit; la voix varie souvent et maintient l'intérêt; l'élève fait des pauses qui accentuent le discours; la voix est assez forte pour qu'on l'entende bien.
<b>Auditoire</b>	<input type="checkbox"/> L'auditoire n'est ni attentif, ni intéressé.	<input type="checkbox"/> L'auditoire est un peu attentif et parfois intéressé.	<input type="checkbox"/> L'auditoire est attentif et intéressé.	<input type="checkbox"/> L'auditoire est très attentif et intéressé.

**Nota** : Les critères ci-dessous ne sont que des suggestions et devront être adaptés en collaboration avec les élèves selon le but du travail.

<b>Grille d'évaluation pour les présentations en classe</b>				
Nom des élèves _____		Sujet/titre _____		
Niveaux de performance				
Critères	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
<b>Contenu</b>	<input type="checkbox"/> Ne dénote clairement aucune compréhension du sujet.	<input type="checkbox"/> Dénote une compréhension élémentaire du sujet. <input type="checkbox"/> Aucune tentative pour établir un lien entre la matière présentée et les expériences personnelles des élèves.	<input type="checkbox"/> Dénote une bonne compréhension du sujet. <input type="checkbox"/> Dénote une connaissance approfondie et détaillée du sujet. <input type="checkbox"/> Tente d'établir un lien entre la matière présentée et les expériences personnelles des élèves.	<input type="checkbox"/> Dénote une grande compréhension du sujet. <input type="checkbox"/> Le matériel présenté dépassait les attentes. Excellente recherche. <input type="checkbox"/> A établi des liens entre la matière présentée et les expériences personnelles des élèves.
<b>Intérêt et enthousiasme</b>	<input type="checkbox"/> Les présentateurs ont démontré peu d'intérêt et d'enthousiasme pour le sujet de la présentation. <input type="checkbox"/> Les autres élèves n'ont accordé que peu d'attention à la présentation.	<input type="checkbox"/> Les présentateurs ont démontré un certain niveau d'intérêt et d'enthousiasme pour le sujet. <input type="checkbox"/> Les autres élèves ont démontré un certain niveau d'attention durant la présentation.	<input type="checkbox"/> Les présentateurs ont clairement démontré leur intérêt et leur enthousiasme pour le sujet. <input type="checkbox"/> Les autres élèves étaient remarquablement attentifs durant la présentation.	<input type="checkbox"/> Les présentateurs ont démontré un intérêt et un enthousiasme exceptionnels pour le sujet. <input type="checkbox"/> Les autres élèves ont été captivés par la présentation.
<b>Clarté et organisation de l'information</b>	<input type="checkbox"/> L'information présentée était confuse.	<input type="checkbox"/> L'information présentée était un peu vague. <input type="checkbox"/> La présentation dénotait une certaine organisation.	<input type="checkbox"/> L'information était clairement présentée. <input type="checkbox"/> La présentation était bien organisée.	<input type="checkbox"/> Toute l'information était pertinente et bien présentée. <input type="checkbox"/> La présentation était remarquablement bien organisée. <input type="checkbox"/> Les principaux points étaient mis en évidence et étayés d'exemples appropriés.
<b>Usage d'aides visuelles</b>	<input type="checkbox"/> Il n'y a pas eu d'aides visuelles utilisées.	<input type="checkbox"/> Quelques aides visuelles sont utilisées. <input type="checkbox"/> Les aides visuelles ne sont pas bien construites. <input type="checkbox"/> Les aides visuelles ont un certain rapport avec la présentation.	<input type="checkbox"/> Un certain nombre d'aides visuelles sont utilisées. <input type="checkbox"/> Les aides visuelles sont assez bien construites. <input type="checkbox"/> Les aides visuelles sont bien adaptées à la présentation.	<input type="checkbox"/> Les aides visuelles sont très bien construites et utilisées à bon escient. <input type="checkbox"/> Les aides visuelles sont claires et extrêmement bien construites, dénotant un usage efficace de la couleur. <input type="checkbox"/> Les aides visuelles sont conçues de façon à mettre en évidence et à étayer la présentation; le résultat est très réussi.

**Nota :** Cette grille peut varier selon le type de travail et le format de la présentation.

Grille d'évaluation pour les projets de recherche				
Nom des élèves _____		Sujet/titre _____		
Critères	Niveaux de performance			
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
<b>Compétences en recherche</b>	<input type="checkbox"/> Démontré une capacité limitée	<input type="checkbox"/> Démontré une certaine capacité.	<input type="checkbox"/> Démontré des capacités générales.	<input type="checkbox"/> Démontré de grandes capacités de façon constante.
<b>Capacité de trouver des sources d'information primaires et secondaires</b>	<input type="checkbox"/> Incapable de trouver des sources d'information	<input type="checkbox"/> Démontré une certaine capacité à trouver des sources.	<input type="checkbox"/> Est généralement capable de trouver des sources.	<input type="checkbox"/> Est toujours ou presque toujours capable de trouver des sources d'information.
<b>Capacité de trouver et de consigner l'information pertinente à partir d'une variété de sources</b>	<input type="checkbox"/> Incapable de trouver et de consigner l'information.	<input type="checkbox"/> Parfois capable de trouver de l'information	<input type="checkbox"/> Généralement capable de trouver et de consigner l'information.	<input type="checkbox"/> Toujours ou presque toujours capable de trouver et de consigner l'information.
<b>Capacité d'organiser l'information relative aux problèmes posés</b>	Démontré une capacité limitée.	Démontré une certaine capacité.	Démontré des capacités générales	Démontré de grandes capacités de façon constante.
<b>Capacité de communiquer les résultats d'études dans une variété de formes (exposé oral, médias, rédaction, graphiques, illustrations et autres).</b>	<input type="checkbox"/> Est incapable de communiquer.	<input type="checkbox"/> Démontré une certaine capacité à communiquer.	<input type="checkbox"/> Généralement capable de communiquer.	<input type="checkbox"/> Toujours ou presque toujours capable de communiquer.

**Nota :** Cette grille peut varier selon le type de travail et le format de la présentation.

<b>Grille d'évaluation pour l'étude scientifique</b>				
Norm des élèves _____		Sujet/titre _____		
Critères	Niveaux de performance			
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
<b>Énoncé de position/proto-sommaire (en principe, pas un résumé dans le style et avec les buts des revues scientifiques)</b>	<input type="checkbox"/> n'indique pas la raison d'être de l'étude;	<input type="checkbox"/> mentionne l'importance ou les buts de l'étude, mais sans l'expliquer clairement;	<input type="checkbox"/> discute de l'importance de l'étude mais non de son rapport avec le programme scolaire ou avec la réalité actuelle;	<input type="checkbox"/> résume clairement l'étude, soulignant les informations pertinentes et établissant les liens importants.
<b>Objectif/but/question vérifiable (formulation de questions et d'hypothèses dans le domaine scientifique)</b>	<input type="checkbox"/> omet un objectif/but ou énonce un objectif non pertinent avec le problème à l'étude.	<input type="checkbox"/> énonce un objectif qui n'est ni une hypothèse, ni une question vérifiable, mais indique les variables à étudier;	<input type="checkbox"/> énonce une question vérifiable liée au problème, et indique les variables à étudier;	<input type="checkbox"/> énonce clairement une hypothèse vérifiable relativement au problème et définit clairement les variables à vérifier.
<b>Démarche/méthode (conception de l'étude)</b>	<input type="checkbox"/> n'indique pas les étapes reproductibles de la procédure; <input type="checkbox"/> fait un usage limité de méthodologie, mais n'indique pas la marge d'erreur expérimentale ou systématique;	<input type="checkbox"/> énonce clairement les étapes de la procédure; <input type="checkbox"/> indique la nécessité de tenir compte des variables, mais n'indique pas comment procéder;	<input type="checkbox"/> décrit clairement les étapes de la procédure selon une séquence logique; <input type="checkbox"/> indique la nécessité de tenir compte des variables précises et la façon de procéder;	<input type="checkbox"/> décrit clairement les étapes de la procédure, selon une séquence logique; <input type="checkbox"/> indique la nécessité de tenir compte des variables précises et la façon de procéder; <input type="checkbox"/> fournit un sommaire concis de la procédure.
<b>Collecte de données</b>	<input type="checkbox"/> recueille certaines données qui peuvent être associées à l'étude proprement dite, mais ces données sont inexactes ou incomplètes;	<input type="checkbox"/> fournit des données assez complètes, organisées en tableaux (avec ou sans titres); <input type="checkbox"/> ne montre aucune indication d'utilisation de techniques de base pour assurer l'exactitude et la précision (p. ex., chiffres significatifs);	<input type="checkbox"/> fournit des données complètes, organisées en tableaux (avec ou sans titres); <input type="checkbox"/> montre une certaine utilisation de techniques de base pour assurer l'exactitude et la précision (p. ex., chiffres significatifs)	<input type="checkbox"/> fournit des données complètes avec les facteurs d'erreur, organisées en tableaux (avec ou sans titres) <input type="checkbox"/> montre l'utilisation de techniques de base pour assurer l'exactitude et la précision (p. ex., chiffres significatifs)

<b>Grille d'évaluation pour l'étude scientifique (suite)</b>					
Nom des élèves _____	Sujet/titre _____				
Niveaux de performance					
Critères	Niveaux de performance				
	Niveau 1				
	Niveau 2				
	Niveau 3				
	Niveau 4				
<b>Analyse et interprétation des résultats</b>	<p><input type="checkbox"/> fournit une représentation graphique des données qui est inappropriée et incomplète; aucune tentative d'ajustement optimal des données reportées sur graphique;</p> <p><input type="checkbox"/> a besoin de beaucoup de supervision;</p>	<p><input type="checkbox"/> fournit une bonne représentation graphique appropriée des données;</p> <p><input type="checkbox"/> semble maîtriser la représentation des données sur une droite de régression linéaire et indique la pente et le point d'intersection avec l'axe des y;</p> <p><input type="checkbox"/> s'assure que les axes sont identifiés et placés correctement, indiquant les variables;</p>	<p><input type="checkbox"/> fournit une bonne représentation graphique des données sous diverses formes;</p> <p><input type="checkbox"/> semble maîtriser la représentation des données ajustées sur une droite de régression non linéaire et indique la pente et le point d'intersection avec l'axe des y;</p> <p><input type="checkbox"/> s'assure que les axes sont identifiés et placés correctement, en indiquant les variables;</p> <p><input type="checkbox"/> comprend la relation existant entre les variables et une équation modèle.</p>	<p><input type="checkbox"/> énonce clairement une hypothèse vérifiable relativement au problème et définit clairement les variables à vérifier.</p>	
<b>Application/discussion des résultats et concepts scientifiques</b>	<p><input type="checkbox"/> tente d'expliquer les résultats de l'étude en termes d'erreur aléatoire seulement (« les points où ma procédure était déficiente »);</p> <p><input type="checkbox"/> tire des conclusions inexactes ou inappropriées, ou ne tire aucune conclusion à partir des résultats;</p>	<p><input type="checkbox"/> tente d'établir le lien entre les résultats de l'étude et les modèles étudiés dans les expériences en classe;</p> <p><input type="checkbox"/> indique les endroits où des erreurs systématiques ont probablement causé des problèmes;</p>	<p><input type="checkbox"/> établit une comparaison exacte et détaillée entre le système à l'étude et le scénario possible dans un système idéal;</p> <p><input type="checkbox"/> utilise des analyses statistiques comme introduction;</p> <p><input type="checkbox"/> indique les valeurs aberrantes dans les ensembles de données;</p>	<p><input type="checkbox"/> énonce clairement les étapes de la procédure, selon une séquence logique;</p> <p><input type="checkbox"/> indique la nécessité de tenir compte des variables précises et la façon de procéder;</p> <p><input type="checkbox"/> fournit un sommaire concis de la procédure.</p>	<p><input type="checkbox"/> décrit clairement les étapes de la procédure, selon une séquence logique;</p> <p><input type="checkbox"/> indique la nécessité de tenir compte des variables précises et la façon de procéder;</p> <p><input type="checkbox"/> fournit un sommaire concis de la procédure.</p>
<b>Démarche/méthode (conception de l'étude)</b>	<p><input type="checkbox"/> n'indique pas les étapes reproductibles de la procédure;</p> <p><input type="checkbox"/> fait un usage limité de méthodologie, mais n'indique pas la marge d'erreur expérimentale ou systématique;</p>	<p><input type="checkbox"/> énonce clairement les étapes de la procédure;</p> <p><input type="checkbox"/> indique la nécessité de tenir compte des variables, mais n'indique pas comment procéder;</p>	<p><input type="checkbox"/> décrit clairement les étapes de la procédure selon une séquence logique;</p> <p><input type="checkbox"/> indique la nécessité de tenir compte des variables précises et la façon de procéder;</p>	<p><input type="checkbox"/> décrit clairement les étapes de la procédure, selon une séquence logique;</p> <p><input type="checkbox"/> indique la nécessité de tenir compte des variables précises et la façon de procéder;</p> <p><input type="checkbox"/> fournit un sommaire concis de la procédure.</p>	<p><input type="checkbox"/> décrit clairement les étapes de la procédure, selon une séquence logique;</p> <p><input type="checkbox"/> indique la nécessité de tenir compte des variables précises et la façon de procéder;</p> <p><input type="checkbox"/> fournit un sommaire concis de la procédure.</p>
<b>Facteurs d'indépendance (degré de dépendance envers une aide extérieure)</b>	<p><input type="checkbox"/> a besoin de consulter beaucoup de documents de référence et d'avoir de l'aide de ses pairs pour exécuter les tâches liées à l'étude;</p> <p><input type="checkbox"/> a besoin d'une supervision constante de l'enseignant;</p>	<p><input type="checkbox"/> peut exécuter les tâches liées à l'étude avec un minimum d'aide;</p> <p><input type="checkbox"/> peut interioriser l'intervention de l'enseignant et travailler de façon autonome par la suite;</p>	<p><input type="checkbox"/> n'a pas besoin d'aide pour exécuter les tâches liées à l'étude;</p> <p><input type="checkbox"/> coopère avec ses partenaires; - résiste aux efforts des autres qui veulent l'aider;</p>	<p><input type="checkbox"/> n'a pas besoin d'aide pour exécuter les tâches liées à l'étude;</p> <p><input type="checkbox"/> coopère avec ses partenaires;</p> <p><input type="checkbox"/> cherche des occasions de discuter des procédures et des résultats avec les autres.</p>	<p><input type="checkbox"/> n'a pas besoin d'aide pour exécuter les tâches liées à l'étude;</p> <p><input type="checkbox"/> coopère avec ses partenaires;</p> <p><input type="checkbox"/> cherche des occasions de discuter des procédures et des résultats avec les autres.</p>

