

Science et technologie



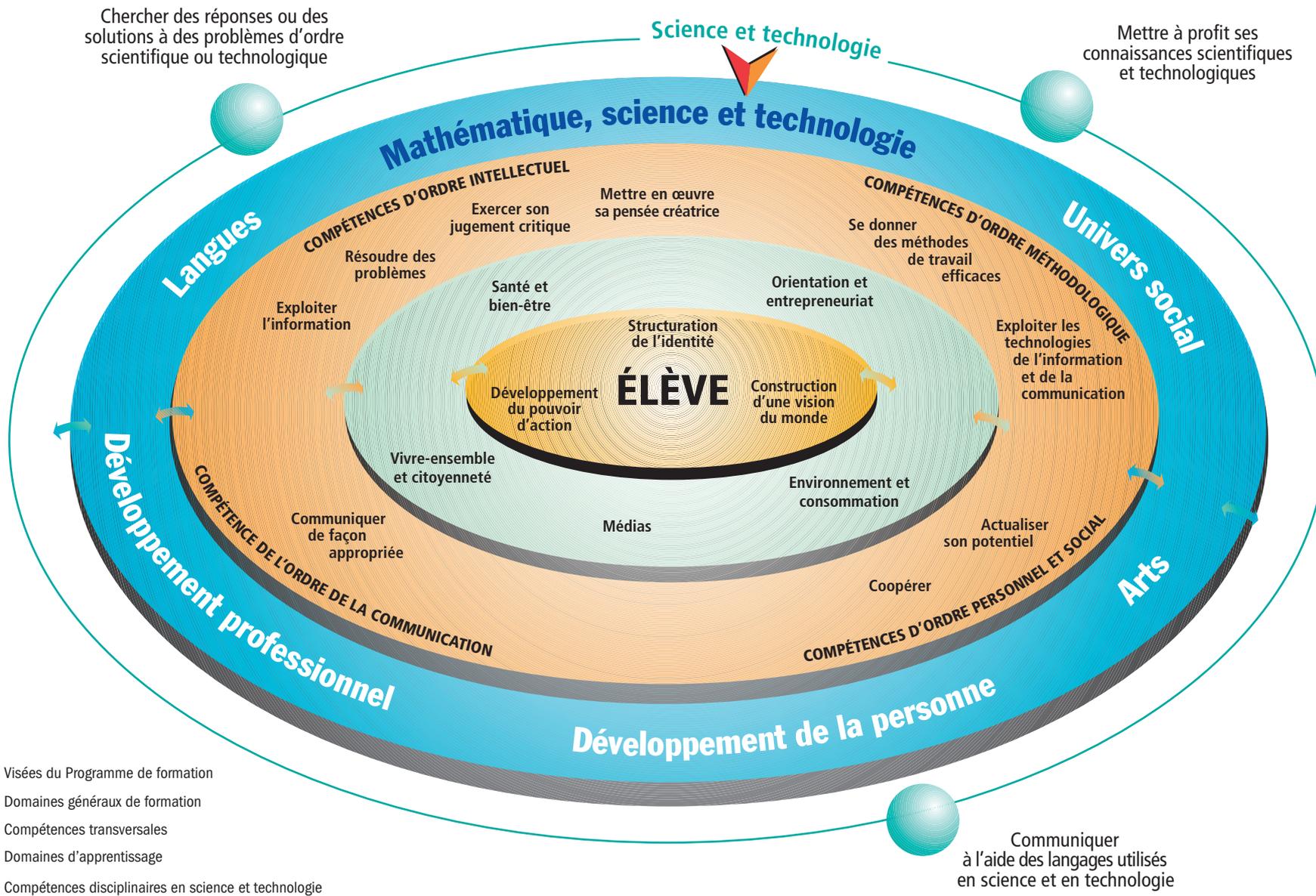
Table des matières

Science et technologie

Présentation de la discipline	1
La vision de la science et de la technologie	1
La culture scientifique et technologique	2
Le programme	2
Relations entre le programme de science et technologie et les autres éléments du Programme de formation	4
Relations avec les domaines généraux de formation	4
Relations avec les compétences transversales	5
Relations avec les autres disciplines	6
Contexte pédagogique	8
Ressources pouvant être mises à profit	8
Rôle de l'enseignant	8
Rôle de l'élève	10
Compétence 1 Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique	12
Sens de la compétence	12
Compétence 1 et ses composantes	14
Critères d'évaluation	14
Attentes de fin de cycle	14
Développement de la compétence	15
Compétence 2 Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques	16
Sens de la compétence	16
Compétence 2 et ses composantes	18
Critères d'évaluation	18
Attentes de fin de cycle	18
Développement de la compétence	19

Compétence 3 Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie	20
Sens de la compétence	20
Compétence 3 et ses composantes	22
Critères d'évaluation	22
Attentes de fin de cycle	22
Développement de la compétence	23
Contenu de formation : ressources à mobiliser et à construire ..	24
Démarches, stratégies, attitudes et techniques	25
Concepts prescrits (première année du cycle)	30
Concepts prescrits (deuxième année du cycle)	48
Bibliographie	70
Annexe – Exemples de situations d'apprentissage et d'évaluation	72

Apport du programme de science et technologie au Programme de formation



- Visées du Programme de formation
- Domaines généraux de formation
- Compétences transversales
- Domaines d'apprentissage
- Compétences disciplinaires en science et technologie



Présentation de la discipline

La science et la technologie jouent un rôle sans cesse grandissant dans nos vies et elles contribuent d'une façon déterminante à la transformation des sociétés. Leur influence est manifeste dans une multitude de réalisations omniprésentes dans notre environnement, et les méthodologies qui les caractérisent, aussi bien que les connaissances qu'elles ont permis de générer, s'appliquent à de nombreuses sphères de l'activité humaine.

Les activités scientifiques et technologiques s'inscrivent dans un contexte social et culturel et elles sont le fruit du travail d'une communauté qui construit de manière collective de nouveaux savoirs. En science et en technologie tout comme dans les autres domaines d'activité, l'évolution des connaissances ne se fait pas de façon linéaire et additive. Fortement marquées par les contextes sociétal et environnemental dans lesquels elles s'inscrivent, les connaissances scientifiques et technologiques avancent tantôt à petits pas, par approximations successives, tantôt par bonds. Elles connaissent parfois des périodes de stagnation auxquelles peuvent succéder des progressions spectaculaires.

L'émergence rapide des savoirs scientifiques et technologiques, leur quantité, leur complexité et la prolifération de leurs applications exigent des individus qu'ils disposent non seulement d'un bagage de connaissances spécifiques de ces domaines, mais aussi de stratégies qui leur permettent de s'adapter aux contraintes du changement. Une telle adaptation nécessite de prendre du recul par rapport aux acquis, de comprendre la portée et les limites du savoir et d'en saisir les retombées. Cela suppose en outre la capacité à prendre une position critique à l'égard des questions d'ordre éthique soulevées par ces retombées.

La vision de la science et de la technologie

La science offre une grille d'analyse du monde qui nous entoure. Elle vise à décrire et à expliquer certains aspects de notre univers. Constituée d'un ensemble de théories, de connaissances, d'observations et de démarches,

elle se caractérise notamment par la recherche de modèles intelligibles, les plus simples possible, pour rendre compte de la complexité du monde. Ces modèles peuvent par la suite être combinés à des modèles existants qui deviennent de plus en plus englobants. Les théories et les modèles sont ainsi constamment mis à l'épreuve, modifiés et réorganisés au fur et à mesure que de nouvelles connaissances se construisent.

Quant à la technologie, elle est plus particulièrement orientée vers l'action et l'intervention. Elle vise à soutenir l'activité humaine exercée sur l'environnement, dont l'être humain est lui-même partie intégrante. Ses champs d'application couvrent toutes les sphères d'activité. Le terme *technologie* désigne de fait une grande diversité de réalisations, qui vont des plus simples aux plus sophistiquées. Parmi celles-ci, on compte aussi bien des techniques et des procédés que des outils, des machines et des matériaux. La technologie tend vers la plus grande rigueur possible dans ses réalisations et elle s'alimente aux principes et aux concepts élaborés par la science ou à ceux d'autres disciplines, selon les besoins auxquels elle cherche à répondre. Elle repose néanmoins sur des savoirs et des pratiques qui lui sont propres. Les préoccupations pragmatiques qui la caractérisent conduisent à la conception et à l'adoption de démarches spécifiques.

La science et la technologie sont de plus en plus marquées par leur interdépendance, au point que, dans un grand nombre de situations, on distingue difficilement la frontière qui les sépare. Dans son effort pour comprendre le monde qui nous entoure, la science s'appuie fréquemment sur les développements de la technologie et sur ses réalisations concrètes. Réciproquement, lorsque la technologie

La science offre une grille d'analyse du monde qui nous entoure. Elle vise à décrire et à expliquer certains aspects de notre univers.

La technologie, plus particulièrement orientée vers l'action et l'intervention, vise à soutenir l'activité humaine exercée sur l'environnement. Ses champs d'application couvrent toutes les sphères d'activité.

La science et la technologie sont de plus en plus marquées par leur interdépendance, au point que, dans un grand nombre de situations, on distingue difficilement la frontière qui les sépare.

s'efforce de répondre à un besoin par la réalisation d'objets techniques¹, de systèmes², de produits³ ou par l'élaboration de procédés⁴, elle tire profit des principes, des lois et des théories scientifiques, tout en leur offrant un champ d'application.

Il arrive aussi que les avancées technologiques précèdent les théories scientifiques qui en expliquent le fondement. On fabriquait depuis longtemps des boussoles quand parut la première étude moderne sur le magnétisme. Les premiers moteurs à explosion ont fonctionné sans l'aide de la thermodynamique tout comme les premiers avions

ont volé sans l'aide de l'aérodynamique. La technologie devient même, dans ce cas, un champ extrêmement fécond d'exploration et de questionnement qui relance la théorisation. Cette complémentarité entre la science et la technologie existe également dans leurs manières respectives d'aborder le monde physique, tant du point de vue conceptuel que du point de vue pratique.

Parties intégrantes des sociétés qu'elles ont contribué à façonner, la science et la technologie occupent une part importante de l'héritage culturel et constituent un facteur déterminant de développement.

La culture scientifique et technologique

Parties intégrantes des sociétés qu'elles ont contribué à façonner, la science et la technologie occupent une part importante de l'héritage culturel et constituent un facteur déterminant de développement. Aussi importe-t-il d'amener les élèves à élargir graduellement leur culture scientifique et technologique, de leur faire prendre conscience du rôle qu'une telle culture peut jouer dans leur capacité

1. Par « objet technique », on entend un objet fabriqué par opposition à un objet naturel. Il s'agit d'un objet de construction simple qui a un but utilitaire. Par exemple : un marteau ou une pince à épiler.
2. Par « système », on entend un ensemble d'éléments, plus ou moins complexes, ordonnés et en interaction. Le système permet de répondre à un besoin déterminé. Par exemple : une bicyclette, un lave-vaisselle ou un système de chauffage et de ventilation.
3. Par « produit », on entend une substance qui résulte de transformations dues à des opérations humaines. Par exemple : un produit alimentaire ou un produit de beauté.
4. Par « procédé », on désigne les moyens et les méthodes utilisés pour faire quelque chose, pour obtenir un résultat. Par exemple : des procédés techniques, industriels ou de fabrication.

à prendre des décisions éclairées et de leur faire découvrir le plaisir que l'on peut retirer de la science et de la technologie.

Les activités scientifiques et technologiques sollicitent la curiosité, l'imagination, le désir d'explorer, le plaisir d'expérimenter et de découvrir tout autant que les connaissances et le besoin de comprendre, d'expliquer, de créer et d'exécuter. À ce titre, la science et la technologie ne sont pas l'apanage de quelques initiés. La curiosité à l'égard des phénomènes qui nous entourent ainsi que la fascination pour les inventions et l'innovation en science et en technologie nous interpellent tous à des degrés divers.

L'histoire de la science et de la technologie est partie prenante de cette culture et doit être mise à contribution. Elle permet de mettre en perspective les découvertes scientifiques de même que les innovations technologiques et d'enrichir la compréhension que l'on en a.

Diverses ressources peuvent être mises à profit. Les musées, les centres de recherche, les firmes d'ingénieurs, le milieu médical, les industries et entreprises locales ou plusieurs autres ressources communautaires constituent autant de sources où puiser pour accroître et enrichir sa culture scientifique et technologique.

Le programme

Le programme préconise un enseignement où la science et la technologie sont abordées selon quatre perspectives. La perspective que l'on qualifie de technocratique aborde l'enseignement sous l'angle de l'expertise scientifique. La perspective démocratique se soucie plutôt de développer l'expertise citoyenne. La perspective humaniste vise le développement du potentiel intellectuel tandis que la perspective utilitariste s'oriente vers l'utilisation de la science et de la technologie au quotidien.

Ce programme regroupe en une seule discipline plusieurs champs disciplinaires, à savoir l'astronomie, la biologie, la chimie, la géologie, la physique et la technologie. Ce regroupement est notamment motivé par le besoin fréquent de faire appel aux contenus et aux méthodes de plusieurs de ces champs pour résoudre des problèmes ou

Ce programme regroupe en une seule discipline plusieurs champs disciplinaires, à savoir l'astronomie, la biologie, la chimie, la géologie, la physique et la technologie.

pour construire son opinion au regard de grandes problématiques scientifiques et technologiques.

Dans le prolongement des programmes du primaire et du premier cycle du secondaire, il cible le développement des trois mêmes compétences :

- Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique;
- Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques;
- Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie.

Étroitement liées, ces compétences se rattachent à des dimensions complémentaires de la science et de la technologie : les aspects pratiques et méthodologiques; les aspects théoriques, sociohistoriques et environnementaux; et les aspects relatifs à la communication. Bien que les intentions globales qui en émergent soient sensiblement les mêmes qu'au primaire et qu'au premier cycle du secondaire, les exigences relatives à leur développement sont de plus en plus élevées.

La première compétence met l'accent sur la méthodologie utilisée en science et en technologie pour résoudre des problèmes. Elle est axée sur l'appropriation de concepts et de stratégies au moyen de démarches où la manipulation occupe une place centrale.

L'élève est appelé à se poser des questions, à résoudre des problèmes et à trouver des solutions en observant, en manipulant, en mesurant, en expérimentant et en construisant, que ce soit dans un laboratoire, dans un atelier ou sur le terrain.

La deuxième compétence met l'accent sur la conceptualisation et sur le réinvestissement des apprentissages en science et en technologie, notamment dans des problématiques de la vie quotidienne. Elle implique aussi une réflexion sur la nature même des savoirs scientifiques et technologiques, leur évolution et leurs multiples retombées, particulièrement sur le plan sociétal et environnemental.

Les trois compétences se développent et s'évaluent en interaction et non de manière isolée et séquentielle.

L'élève est amené à s'approprier les concepts qui permettent de comprendre diverses problématiques et d'analyser le fonctionnement d'objets et de systèmes technologiques. Ces concepts sont abordés en tant qu'éléments utiles pour comprendre le monde et porter des jugements éclairés. Ils ne sont pas étudiés de manière isolée, mais dans leurs interrelations, en fonction des problèmes à résoudre ou des objets et des systèmes à concevoir ou à analyser.

La troisième compétence fait appel aux divers langages propres à la discipline et essentiels au partage d'information, de même qu'à l'interprétation et à la production de messages à caractère scientifique ou technologique. Elle postule non seulement la connaissance d'une terminologie et d'un symbolisme spécialisés, mais aussi leur utilisation judicieuse, notamment par l'adaptation du discours aux interlocuteurs ciblés.

L'élève participe activement à des échanges en faisant appel aux langages propres à la science et à la technologie, conformément aux règles et aux conventions établies. Afin d'en comprendre les enjeux, il construit son argumentation et exprime son point de vue.

Les trois compétences se développent et s'évaluent en interaction et non de manière isolée et séquentielle. L'appropriation des démarches utilisées en science et en technologie demande en effet que l'on connaisse et mobilise

les concepts et les langages qui y correspondent. Elle s'effectue dans les divers contextes qui contribuent à leur donner sens et portée.

Ces compétences sont indissociables des objets d'étude privilégiés par le programme. Provenant de divers champs disciplinaires, ces éléments sont

regroupés en quatre univers : l'univers vivant; l'univers matériel; la Terre et l'espace; et l'univers technologique. Chacun d'eux, présenté dans la section *Contenu de formation*, fournit des ressources essentielles au développement des compétences.

Relations entre le programme de science et technologie et les autres éléments du Programme de formation

Le programme de science et technologie présente de nombreuses relations avec les autres éléments du Programme de formation, à savoir les domaines généraux de formation, les compétences transversales, le programme de mathématique et les autres domaines d'apprentissage.

Relations avec les domaines généraux de formation

Les problématiques associées aux domaines généraux de formation trouvent un écho important dans les enjeux et les défis liés aux découvertes et aux réalisations d'ordre scientifique ou technologique, plus particulièrement dans leurs répercussions sur la santé, le bien-être, l'environnement et l'économie.

Santé et bien-être

Les nombreuses interrogations liées à la santé, au bien-être et à la sexualité des adolescents bénéficient largement des savoirs acquis dans cette discipline. Ceux-ci contribuent de façon significative à l'exploitation de ce domaine général de formation, par exemple en offrant aux élèves la possibilité de mieux connaître leur corps et en les incitant à adopter de saines habitudes de vie. Songeons notamment aux principes biochimiques et énergétiques de la nutrition et des divers produits qui s'y rattachent, aux principes toxicologiques liés à la consommation de cigarettes ou aux principes biomécaniques relatifs à l'adoption d'une bonne posture. Quant aux développements technologiques dans le domaine de la santé, ils constituent autant de sujets susceptibles d'alimenter des situations d'apprentissage et d'évaluation.

Les domaines généraux de formation nomment les grands enjeux contemporains. Par leur manière spécifique d'aborder la réalité, les disciplines scolaires apportent un éclairage particulier sur ces enjeux, supportant ainsi le développement d'une vision du monde élargie.

Environnement et consommation

Les savoirs scientifiques et technologiques contribuent à sensibiliser les jeunes à des questions liées à leur environnement, comme l'exploitation des ressources naturelles, les impacts de certaines réalisations humaines, la gestion des déchets, la richesse des différents milieux de vie, les enjeux éthiques associés aux biotechnologies, la complexité des changements climatiques et la biodiversité. Plusieurs avancées de la science et de la technologie ont entraîné des habitudes de consommation qui ont des conséquences diverses sur l'environnement. Par exemple, si l'on opte pour l'analyse d'une centrale hydroélectrique ou la conception d'une éolienne, on en étudiera les impacts d'ordre social, éthique, économique ou environnemental. Il convient aussi d'amener les élèves à prendre conscience de ces enjeux, à s'interroger sur leurs propres habitudes de consommation et à adopter un comportement responsable à cet égard.

Médias

Que ce soit pour s'informer, apprendre ou communiquer, les élèves ont recours aux différents médias qui sont déjà très présents dans leur quotidien. Dans leur quête d'information, ils apprennent à devenir critiques à l'égard des renseignements qu'ils obtiennent. Ils s'approprient le matériel et les codes de communication médiatiques; ils constatent graduellement l'influence des médias dans leur vie quotidienne et dans la société. Ces ressources devraient être largement exploitées par l'enseignant. Les films, les journaux et la télévision traitent de sujets de nature scientifique ou technologique qui présentent de multiples liens possibles avec le quotidien des élèves. Par ailleurs, l'intérêt,

voire l'engouement, pour plusieurs appareils permettant la diffusion de l'information, tels que la radio, la télévision, l'ordinateur, le téléphone cellulaire ou encore les satellites de communication, peut être exploité pour contextualiser les apprentissages et accroître la motivation des élèves.

Orientation et entrepreneuriat

Les diverses activités que les élèves sont appelés à réaliser dans le cadre de ce programme sont autant d'occasions de les amener à mieux comprendre le travail du scientifique ou du technologue et à s'y intéresser pour leur orientation personnelle.

Plusieurs savoirs de nature scientifique ou technologique s'avéreront utiles dans de nombreux secteurs d'emploi. L'enseignant peut aider les élèves à en prendre conscience et à mesurer leur intérêt pour ces secteurs et leur aptitude à s'engager dans des professions qui s'y rattachent. De telles prises de conscience sont particulièrement importantes au deuxième cycle du secondaire, puisque les élèves sont appelés à préciser leur cheminement scolaire et professionnel.

Vivre-ensemble et citoyenneté

La culture scientifique et technologique que les élèves acquièrent graduellement se traduit par de nouvelles représentations de certains enjeux sociétaux, ce qui peut améliorer la qualité de leur participation à la vie de la classe, de l'école ou de la société dans son ensemble. L'organisation d'une campagne de sensibilisation à une saine nutrition ou l'aménagement écologique de l'école offrent des canevas de situations qui aident les élèves à faire l'apprentissage d'une citoyenneté responsable.

Relations avec les compétences transversales

L'appropriation d'une culture scientifique et technologique, telle qu'elle est proposée dans ce programme, s'opère par le développement des compétences disciplinaires qui font appel à l'ensemble des compétences transversales tout en permettant de les développer.

Les compétences transversales ne se construisent pas dans l'abstrait; elles prennent racine dans des contextes d'apprentissage spécifiques, le plus souvent disciplinaires.

Compétences transversales d'ordre intellectuel

Les compétences d'ordre intellectuel jouent un rôle de premier plan dans le développement et l'exercice des compétences en science et en technologie. Ainsi, la quête de réponses à des questions d'ordre scientifique ou la recherche de solutions à des problèmes d'ordre technologique exigent des élèves qu'ils exploitent l'information de façon judicieuse et se questionnent quant à la crédibilité des sources. Cela les amène aussi à développer des habiletés en matière de résolution de problèmes et à les adapter à la nature particulière de contextes divers. Considérer plus d'une manière de concevoir et de réaliser un objet technique ou un système, élaborer et mettre en œuvre un plan d'action pour résoudre un problème, tenir compte de positions divergentes au regard d'une problématique scientifique ou technologique représentent autant de façons de mettre en œuvre leur pensée créatrice.

La société actuelle n'est pas à l'abri de la présence des pseudo-sciences. Les élèves doivent donc apprendre à exercer leur jugement critique, entre autres lorsqu'ils analysent, même sommairement, certaines publicités, certains discours à prétention scientifique ou encore certaines retombées de la science et de la technologie. Il leur faut conserver une distance critique à l'égard des influences médiatiques, des pressions sociales de même que des idées reçues et faire la part des choses, notamment entre ce qui est validé par la communauté scientifique et ce qui ne l'est pas.

Compétences transversales d'ordre méthodologique

Le souci de rigueur associé aux diverses démarches propres à ce programme contraint les élèves à se donner des méthodes de travail efficaces. Ils apprennent aussi à respecter les normes et les conventions que nécessitent certaines de ces démarches.

L'essor des technologies de l'information et de la communication a largement contribué aux récentes avancées dans le monde de la science et de la technologie. Le fait que les élèves aient à recourir à divers outils technologiques (sondes connectées à des interfaces d'acquisition de données, dessin assisté par ordinateur, logiciels de simulation, etc.) dans l'expérimentation et la

résolution de problèmes scientifiques ou technologiques favorise le développement de leur compétence à exploiter les technologies de l'information et de la communication. La participation à une communauté virtuelle, par exemple se joindre à un forum de discussion ou à une visioconférence, pour partager de l'information, échanger des données, recourir à des experts en ligne, communiquer les résultats de leur démarche et les confronter à ceux de leurs pairs est une autre façon de mettre cette compétence à profit et de la développer.

Compétences transversales d'ordre personnel et social

Lorsqu'ils considèrent des hypothèses ou des solutions, qu'ils passent de l'abstrait au concret ou de la décision à l'exécution, les élèves s'ouvrent à l'étendue des possibilités qui accompagnent l'action humaine. Ils envisagent une plus grande diversité d'options et acceptent de prendre des risques. Avec le temps, ils apprennent à se faire confiance, ils tirent profit de leurs erreurs et ils découvrent des moyens d'actualiser leur potentiel.

Le développement des savoirs technologiques et scientifiques appelle par ailleurs à la coopération, puisqu'il repose largement sur le partage d'idées ou de points de vue, la validation par les pairs ou par des experts et la collaboration à diverses activités de recherche et d'expérimentation ou de conception et de fabrication.

Compétence transversale de l'ordre de la communication

L'appropriation de concepts et celle, indissociable, des langages propres à la science et à la technologie concourent au développement de la compétence des élèves à communiquer de façon appropriée. Les élèves doivent non seulement découvrir graduellement les codes et les conventions de ces langages, mais également apprendre à en exploiter les divers usages.

Relations avec les autres disciplines

Dans une perspective de formation intégrée, il importe de ne pas dissocier les apprentissages réalisés en science et en technologie de ceux qui sont réalisés dans d'autres domaines d'apprentissage. Toute discipline se définit, en partie du moins, par le regard particulier qu'elle porte sur le monde. Elle

peut dès lors s'enrichir de l'apport complémentaire d'autres disciplines et elle contribue à les enrichir à son tour.

Domaine de la mathématique, de la science et de la technologie

La mathématique est étroitement liée aux programmes à caractère scientifique et technologique. D'une part, elle présente un ensemble de connaissances dans lequel la science et la technologie puisent abondamment. Ainsi, les élèves qui entreprennent une démarche scientifique ou technologique sont souvent amenés à mesurer, à dénombrer, à calculer des moyennes, à appliquer des notions de géométrie, à visualiser dans l'espace et à choisir divers modes de représentation. Dans la conception d'objets techniques ou de systèmes technologiques, la mathématique est souvent utile, notamment pour aider les élèves à modéliser les relations qui existent entre certaines variables déterminantes. De plus, par le vocabulaire, le graphisme, la notation et les symboles auxquels elle recourt, la mathématique offre un langage rigoureux dont peuvent tirer profit la science et la technologie.

D'autre part, la mathématique sollicite le développement de compétences axées sur le raisonnement, la résolution de problèmes et la communication, car elles présentent une parenté avec celles qui sont au cœur du programme de science et technologie. Leur exercice conjoint ne peut que favoriser le transfert et s'avère particulièrement propice au développement des compétences transversales, notamment celles d'ordre intellectuel. La science et la technologie contribuent en outre à rendre concrets certains savoirs mathématiques, comme la notion de variable, les relations de proportionnalité, les principes de la géométrie ou les concepts associés aux statistiques.

Domaine des langues

Le domaine des langues fournit aux élèves des outils essentiels au développement de leurs compétences scientifiques et technologiques. L'analyse et la production de textes à l'oral ou à l'écrit ont en effet un rapport étroit avec la compétence *Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie*.

Qu'il s'agisse de lire ou d'écrire des textes variés ou encore de communiquer oralement, les compétences développées dans le cours de français sont essentielles pour interpréter des informations de manière pertinente, pour

décrire ou expliquer un phénomène et pour justifier certains choix méthodologiques. De son côté, le vocabulaire scientifique et technologique, très varié et souvent inédit, contribue à l'enrichissement du langage.

La langue anglaise est très répandue dans les communications scientifiques et technologiques à l'échelle internationale. La connaître constitue un atout. L'atteinte d'un niveau minimal de compétence en anglais s'avère donc indispensable, tant pour comprendre les consignes d'assemblage de certains objets techniques que pour participer à une communauté virtuelle ou à des activités pancanadiennes ou internationales, telle une expo-sciences. De plus, les élèves qui maîtrisent cette langue ont accès à des sources de renseignements beaucoup plus nombreuses et diversifiées.

Domaine de l'univers social

L'étude des avancées scientifiques et des développements technologiques peut éclairer notre compréhension de l'histoire des sociétés, puisque les problématiques auxquelles ces contributions visaient à répondre à divers moments dans le temps étaient inscrites dans des réalités sociales particulières, souvent complexes et diversifiées. En retour, la perspective historique permet de remettre en contexte ces avancées et ces développements et d'en mesurer l'ampleur. Se tourner vers le passé peut également apporter des réponses à des questions portant sur l'origine de certaines explications scientifiques ou réalisations technologiques.

Domaine des arts

La science et la technologie tirent profit de l'exercice de la créativité à laquelle les disciplines artistiques concourent largement. Certaines démarches particulières à ce programme présentent en effet des liens avec la dynamique de la création commune aux quatre programmes du domaine des arts. C'est le cas, entre autres, de la résolution de problèmes, qui fait appel à la créativité.

La réalité se laisse rarement cerner selon des logiques disciplinaires tranchées. C'est en reliant les divers champs de connaissance qu'on peut en saisir les multiples facettes.

La science et la technologie apportent en retour une importante contribution à ces disciplines. Par exemple, une bonne compréhension du fonctionnement du corps humain permet le développement de techniques particulières et l'amélioration des performances en danse. De même, la compétence de production et de transmission de messages à caractère scientifique et technologique touche particulièrement la compétence de création d'images médiatiques du programme d'arts plastiques.

Domaine du développement de la personne

En raison des multiples questions d'ordre éthique qui y sont abordées, ce programme bénéficie également des réflexions menées en éthique et culture religieuse. Par exemple, le phénomène de la fécondation *in vitro* par la production d'embryons surnuméraires soulève de nombreux enjeux éthiques comme celui de leur utilisation ou celui de la santé des femmes.

Des liens intéressants peuvent aussi être tissés avec le programme d'éducation physique et à la santé. Ainsi, l'étude de la biomécanique et des divers principes associés à l'activité physique permet de mieux saisir leur apport à l'amélioration de la performance sportive. De plus, les notions de saine alimentation, de gestion de l'énergie, de besoin énergétique corporel, d'endurance cardiovasculaire ou de santé/sécurité renvoient à des préoccupations communes aux deux programmes.

Le programme de science et technologie se prête donc fort bien à la mise en œuvre d'activités interdisciplinaires. C'est en effet du regard croisé des différents domaines d'apprentissage qui composent le Programme de formation de l'école québécoise que peut émerger la formation la plus complète, la plus adéquate et la plus susceptible d'offrir aux jeunes la meilleure prise sur les réalités du *xxi*^e siècle.

Contexte pédagogique

Le programme de science et technologie mise sur la participation active des élèves, qui sont appelés à faire preuve d'initiative, de créativité et d'autonomie, mais aussi d'esprit critique et de rigueur. Les compétences et les connaissances se construisent dans le cadre de situations d'apprentissage et d'évaluation associées au thème *L'humain, un organisme vivant*, en première année du cycle, et aux quatre problématiques environnementales à l'étude en deuxième année.

Les compétences et les connaissances se construisent dans le cadre de situations d'apprentissage et d'évaluation liées au thème L'humain, un organisme vivant en première année du cycle et aux problématiques environnementales proposées en deuxième année.

Ressources pouvant être mises à profit

Le développement de compétences fait appel à de multiples ressources internes ou externes. Elles sont de plusieurs types : personnelles, informationnelles, matérielles, institutionnelles et humaines. Les ressources personnelles font référence aux connaissances, aux habiletés, aux stratégies, aux attitudes ou aux techniques. On parle de « ressources conceptuelles » pour désigner spécifiquement celles qui font appel aux connaissances provenant de disciplines variées. Les ressources informationnelles comprennent les manuels et documents divers ou tout autre élément pertinent pour la recherche d'information. La catégorie des ressources matérielles comprend notamment les instruments, les outils ou les machines. Les objets usuels de toutes sortes en font également partie. Quant aux ressources institutionnelles, elles sont constituées d'organismes publics ou parapublics tels que les musées, les centres de recherche, les firmes d'ingénieurs, le milieu médical, les industries et entreprises locales ou toute autre ressource communautaire. Ce sont des richesses à exploiter pour favoriser le développement d'une culture scientifique et technologique.

Les enseignants constituent les ressources humaines les plus immédiatement accessibles. Tout comme les techniciens en travaux pratiques, ils sont indispensables sur plusieurs plans, notamment sur celui de la sécurité au laboratoire et à l'atelier. Leur apport peut être complété par celui d'ensei-

gnants d'autres disciplines ou de différents experts, qui pourront apporter des idées ingénieuses ou collaborer à la construction des situations d'apprentissage et d'évaluation.

Rôle de l'enseignant

Le rôle de l'enseignant est multiple. Une pédagogie orientée vers le développement de compétences fait appel autant à l'expertise pédagogique et disciplinaire qu'à la créativité et au jugement professionnel. Il lui revient de proposer des situations d'apprentissage et d'évaluation qui favorisent le développement de compétences, d'ajuster ses interventions dans une perspective de différenciation des apprentissages et de choisir les stratégies pédagogiques les plus susceptibles de répondre aux besoins des élèves.

L'enseignant propose des situations d'apprentissage et d'évaluation qui favorisent le développement de compétences, ajuste ses interventions dans une perspective de différenciation et choisit des stratégies pédagogiques susceptibles de répondre aux besoins des élèves.

Assurer le développement des compétences

Les situations d'apprentissage et d'évaluation que propose l'enseignant doivent lui permettre de porter un jugement sur le développement des compétences à la fin de chacune des années du cycle. Pour y parvenir, il doit en varier la complexité d'une année à l'autre en s'appuyant sur certains paramètres qui les caractérisent.

Ces paramètres sont présentés sous forme de tableaux à la fin de chacune des sections traitant des compétences disciplinaires, sous la rubrique *Développement de la compétence*.

Telles qu'elles sont définies dans le Programme de formation de l'école québécoise⁵, les compétences peuvent se développer selon trois aspects – la mobilisation en contexte, la disponibilité de ressources et le retour réflexif – qui permettent du même coup de cibler les paramètres des situations

5. Se référer au chapitre 1, p. 12.

proposées aux élèves. Le contexte d'action apporte des précisions au regard de certains paramètres liés aux tâches qui composent la situation d'apprentissage. La section sur les ressources propose quelques pistes concernant la mobilisation des ressources personnelles, informationnelles, matérielles, institutionnelles ou humaines. Enfin, la section sur le retour réflexif présente des consignes destinées à soutenir le développement d'habiletés métacognitives chez les élèves.

Ces paramètres, jugés propices au développement des compétences, doivent être pris en considération pour élaborer des situations d'apprentissage et d'évaluation stimulantes, qui présenteront des défis réalistes, sans trop d'embûches, tout en conservant une exigence de rigueur.

Construire des situations d'apprentissage et d'évaluation significatives et adaptées aux exigences du programme

Des situations contextualisées, ouvertes et intégratives

Pour conférer plus de sens aux apprentissages et favoriser l'intégration des savoirs, des savoir-faire et des savoir-être, il convient d'avoir recours à des situations d'apprentissage et d'évaluation contextualisées, ouvertes et intégratives.

Une situation d'apprentissage et d'évaluation est contextualisée dans la mesure où elle s'inspire des questions de l'actualité, des réalisations scientifiques et technologiques liées au quotidien des élèves ou des grands enjeux de l'heure, comme les changements climatiques.

Une situation d'apprentissage et d'évaluation est ouverte lorsqu'elle présente des données de départ susceptibles de mener à différentes pistes de solution. Ces données initiales peuvent être complètes, implicites ou superflues. Certaines peuvent faire défaut et nécessiter une recherche qui débouchera sur de nouveaux apprentissages.

Une situation intégrative fait appel à des concepts provenant d'univers différents. Par exemple, une situation traitant de la problématique associée à la construction d'une centrale thermique se prête à l'intégration de savoirs et de savoir-faire dans la mesure où l'enseignant incite les élèves à mobiliser des savoirs issus de l'univers technologique (ex. analyse d'un système de production d'énergie), de l'univers vivant (ex. conséquences de l'effet de

serre sur la biodiversité) et de l'univers matériel (ex. production et transformation d'énergie). Une situation d'apprentissage et d'évaluation n'est totalement intégrative que lorsqu'elle fait appel à des savoirs, théoriques et pratiques, de diverse nature.

Des situations complexes, adaptées aux exigences du programme

Les situations d'apprentissage et d'évaluation doivent permettre de développer tous les aspects de la compétence visée. Dans le cadre de ce programme, elles font référence à des problématiques liées aux thèmes à l'étude. Les élèves doivent être incités à prendre des décisions, à construire leur opinion au regard des problématiques scientifiques ou technologiques ou à s'engager dans des démarches plus pratiques comme l'expérimentation ou la conception.

Pour concevoir ces situations, l'enseignant s'efforcera, aussi souvent que possible, de tenir compte des particularités de l'école ou de mettre en cause des questions d'actualité s'inscrivant dans un axe de développement d'un domaine général de formation. Il veillera aussi à accorder une place importante à la manipulation concrète et au respect des règles de sécurité.

Pour favoriser le développement de la compétence *Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique*, l'enseignant doit proposer aux élèves des situations d'apprentissage et d'évaluation qui suscitent leur engagement dans la résolution de problèmes faisant appel à une démarche expérimentale ou de conception. Ces situations comportent donc des manipulations. Elles peuvent aussi nécessiter des démarches de modélisation et d'observation ainsi qu'une démarche empirique.

Les problèmes soumis aux élèves doivent les amener à développer la compétence *Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques*. En choisissant une problématique complexe, l'enseignant peut proposer des tâches variées qui rejoignent divers styles d'apprentissage. Différentes stratégies pédagogiques utilisées dans le cadre d'une résolution de problèmes, comme l'approche par problèmes, l'étude de cas, la controverse ou le projet,

Les situations d'apprentissage et d'évaluation doivent permettre de développer tous les aspects d'une compétence visée. Dans le cadre de ce programme, elles font référence à des problématiques liées aux thèmes à l'étude.

peuvent se prêter au développement d'une approche réflexive, dans la mesure où on y contraint les élèves à se poser des questions et à prendre du recul à l'endroit de leur démarche. L'analyse de données ou d'informations permet aux élèves de poursuivre le développement de leurs habiletés cognitives dans des situations de plus en plus complexes.

Afin de soutenir le développement de la compétence *Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie*, l'enseignant doit proposer des situations d'apprentissage et d'évaluation qui demandent de choisir un mode de présentation approprié, d'utiliser un vocabulaire scientifique et technologique adéquat à l'oral comme à l'écrit et d'établir des liens entre des concepts et leurs diverses représentations graphiques ou symboliques. À tout moment, l'enseignant doit mettre l'accent sur la qualité de la langue, que ce soit lors d'une présentation orale, de la schématisation d'un objet technique ou d'un système, de la rédaction d'un rapport technique ou de laboratoire ou encore d'une réflexion sur les impacts de la science et de la technologie.

En travaillant les trois compétences en interrelation, l'enseignant peut choisir de mettre l'accent sur l'une ou l'autre d'entre elles et d'y accorder, par le fait même, une plus grande attention.

Accompagner les élèves dans le développement de leurs compétences

L'enseignant suscite le questionnement et balise le cheminement des élèves en tenant compte des aspects de la démarche sur lesquels il veut les amener à travailler plus particulièrement (par exemple, la construction d'un modèle, la conception d'un prototype⁶, la formulation d'une première explication, le concept de variable, la notion de mesure, la représentation des résultats). Si les situations sont ouvertes quant aux moyens à prendre, elles n'en constituent pas moins un cadre rigoureux comportant une tâche à réaliser, un but à atteindre et certaines ressources à mobiliser. Dans le cadre de la conception d'un prototype, il est prévu que le cahier des charges soit fourni par l'enseignant. Il est également possible d'utiliser des gabarits préparés à l'avance pour faciliter certaines opérations d'usinage exécutées par les élèves. L'ensei-

gnant ne doit pas hésiter à adapter la tâche au niveau de compétence de ses élèves. Il donne des explications au besoin, répond à des questions, propose des pistes de solution, encadre de manière plus soutenue les élèves les moins autonomes et s'assure du respect des règles de sécurité en laboratoire ou en atelier. Par ailleurs, il est important que chacun tire profit de ses erreurs en comprenant qu'elles sont rarement dues au hasard.

L'enseignant doit offrir un encadrement souple aux élèves, mais il doit aussi les inciter à la rigueur. À tout moment, il s'assure qu'ils ne sont pas submergés par la quantité d'informations à traiter et soutient autant la sélection des données pertinentes pour la tâche ou la résolution du problème que la recherche de nouvelles données.

L'enseignant demeure toujours une référence importante pour les élèves. C'est particulièrement vrai en ce qui a trait à la régulation des apprentissages et aux interventions collectives en classe. Ces dernières peuvent devenir des temps forts au cours desquels il recadre les apprentissages notionnels et fait ressortir les liens entre les acquis récents des élèves et leurs connaissances antérieures. Il est également convié à jouer un rôle actif au moment d'effectuer des retours réflexifs ou d'élaborer une synthèse avec tous les élèves.

Les exemples présentés en annexe illustrent des situations d'apprentissage et d'évaluation associées aux thèmes proposés. Ces situations devraient permettre aux élèves de donner un sens à leurs apprentissages et de s'approprier des concepts de la discipline dans un contexte où leur usage s'avère pertinent. Elles établissent plusieurs liens avec les intentions éducatives des domaines généraux de formation de même qu'avec les apprentissages visés par d'autres disciplines. Enfin, elles rendent possible l'exercice de compétences aussi bien transversales que disciplinaires. Les intentions pédagogiques qui y sont poursuivies déterminent le nombre et la nature des liens qui seront exploités.

6. Par « prototype », on entend ici tout objet ou appareil construit pouvant constituer le premier exemplaire d'une éventuelle production en série. Il peut s'agir d'un prototype de conception, de fabrication, de production, d'expérimentation ou d'essai.

Rôle de l'élève

Les élèves doivent s'engager activement dans le développement de leurs compétences. Pour ce faire, ils utilisent de multiples ressources internes

Chaque élève est responsable de son apprentissage et doit s'engager activement dans le développement des compétences en mobilisant de multiples ressources.

(connaissances antérieures, habiletés, stratégies, attitudes et techniques). Si cela est nécessaire, ils cherchent des informations variées, sélectionnent les ressources matérielles utiles à leur démarche d'apprentissage ou font appel à des ressources humaines de leur environnement immédiat. Dans certains cas, il peut être intéressant pour les élèves de sortir du cadre familial ou scolaire. Les industries, les experts, les musées leur permettent de s'ouvrir au monde extérieur et de considérer d'autres points de vue.

Lorsqu'ils utilisent des instruments, des outils ou des machines, les élèves doivent être conscients des normes de sécurité et faire preuve de prudence lors des manipulations en laboratoire et en atelier. Dans le doute, ils doivent faire appel à leur enseignant ou au technicien en travaux pratiques afin de s'assurer que leurs interventions sont sécuritaires ou qu'ils utilisent adéquatement le matériel mis à leur disposition. Il est également important qu'ils soient en mesure de recourir aux techniques appropriées lorsqu'ils exécutent leur plan d'action.

Enfin, qu'ils aient à réaliser un plan, à rédiger un rapport de recherche, à formuler des questions ou à proposer des explications ou des solutions, ils doivent réfléchir à la façon dont ils communiqueront le fruit de leur travail ou partageront leur opinion et doivent s'exprimer dans un langage scientifique et technologique approprié. Ils devraient être en mesure d'expliquer et de justifier les étapes de leur démarche à la lumière de leur analyse de la situation.

COMPÉTENCE 1 Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique

Sens de la compétence

La science et la technologie se caractérisent notamment par la rigueur de leurs démarches de résolution de problèmes. Dans tous les cas, ces problèmes comportent des données initiales, un but à atteindre ainsi que des spécifications servant à en préciser la nature, le sens et l'étendue. Le fait de chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique implique le recours à divers modes de raisonnement ainsi qu'aux démarches associées à ce programme. Celles-ci mobilisent des stratégies d'exploration ou d'analyse et nécessitent créativité, méthode et persévérance. Apprendre à recourir à ces démarches et à les articuler avec pertinence permet de mieux comprendre la nature de l'activité scientifique et technologique.

Bien qu'elles reposent sur des procédés rigoureux, ces démarches ne sont pas à l'abri des erreurs et peuvent faire appel au tâtonnement. Aussi s'accompagnent-elles d'une prise de conscience et d'une réflexion sur les actions, de même que d'un questionnement visant à valider le travail en cours et à effectuer les ajustements nécessaires en fonction des buts fixés ou des choix effectués. Le résultat atteint soulevant parfois de nouveaux problèmes, les acquis sont toujours considérés comme provisoires et s'inscrivent dans un processus continu de recherche et d'élaboration de nouveaux savoirs.

Au deuxième cycle du secondaire comme au premier, un élève compétent dans la recherche de réponses ou de solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique doit savoir mettre en œuvre plusieurs de ces démarches pour résoudre des problèmes qui, dans certains cas, sont relativement complexes. Au premier cycle, on apprend à distinguer la démarche expérimentale de la démarche technologique de conception : l'accent est mis sur leurs spécificités respectives, sur les objectifs distincts qu'elles poursuivent, mais aussi sur

leur complémentarité. Au deuxième cycle s'ajoutent de manière plus explicite la démarche d'observation, la démarche de modélisation et la démarche empirique. On vise alors leur intégration à plus ou moins long terme au sein d'une même recherche de réponses et de solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique.

Rarement simples, les problèmes de départ sont généralement abordés sous un angle scientifique. Ils soulèvent de nombreuses questions plus spécifiques qui peuvent être regroupées en sous-problèmes, chacun renvoyant à des principes scientifiques ou à des procédés technologiques particuliers.

Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'un ordre ou de l'autre repose sur un **processus dynamique et non linéaire**. Cela exige de l'élève qu'il circule entre les différentes phases de la résolution d'un problème et qu'il mobilise démarches, stratégies, techniques, principes et concepts appropriés. L'articulation de ces ressources suppose que l'on soit aussi en mesure de les adapter en tenant compte de la situation et de son contexte.

La résolution d'un problème commence toujours par la construction de sa représentation à partir d'indices significatifs et d'éléments jugés pertinents. Cette première représentation, parfois peu développée, pourra exiger plusieurs ajustements ultérieurs. En effet, la réalisation de nouveaux apprentissages, le recours à des informations ou à des connaissances antérieures qui n'avaient pas encore été prises en compte, des échanges d'idées avec les pairs ou l'enseignant, l'obtention de résultats expérimentaux imprévus donnent souvent lieu à des reformulations plus précises et plus proches du but à atteindre. La représentation initiale d'un problème peut donc être modifiée tout au long du processus. Il arrive aussi que cette représentation soit élaborée dès le départ grâce à un solide bagage de connaissances spécifiques.

La première compétence est axée sur l'appropriation de concepts et de stratégies au moyen de démarches où la manipulation occupe une place centrale.

Sur la base de la représentation du problème, une exploration de diverses possibilités de résolution doit ensuite être effectuée. L'élève doit, après avoir sélectionné l'une d'elles, élaborer un plan d'action qui tient compte, d'une part, des limites et des contraintes matérielles imposées par le milieu et, d'autre part, des ressources dont il dispose pour résoudre le problème.

Lors de la mise en œuvre du plan, l'élève en exécute les étapes en prenant soin de consigner toutes les observations pouvant être utiles ultérieurement. De nouvelles données peuvent exiger une reformulation de la représentation du problème, l'adaptation du plan de départ ou la recherche de pistes de solution plus appropriées.

Vient ensuite l'analyse des résultats qui a trait à l'organisation, à la classification, à la comparaison et à l'interprétation des résultats obtenus au cours du processus de résolution du problème. Elle consiste à repérer les tendances et les relations significatives qui les caractérisent, les relations qui s'établissent entre ces résultats ou encore entre ces résultats et les données initiales. Cette mise en relation permet de formaliser le problème, de valider ou d'invalider l'hypothèse et de tirer une conclusion.

À tout moment du processus de résolution de problèmes, l'élève doit effectuer des retours réflexifs pour favoriser ultérieurement un meilleur contrôle de l'articulation des démarches et des stratégies. Il importe que ce travail métacognitif porte également sur les ressources conceptuelles et techniques utilisées et sur leur adaptation aux exigences des différents contextes.

La plupart des démarches mobilisées et articulées au cours du développement de cette compétence ne peuvent être mises en œuvre qu'en laboratoire ou en atelier. En raison des dangers que présente la manipulation de certains instruments, outils, substances ou matériaux, il importe que des personnes compétentes puissent intervenir en cas de besoin et que la préparation du matériel soit soignée. Les élèves doivent respecter les directives et travailler avec rigueur. La sécurité doit être une préoccupation constante.

Cette compétence est indissociable des deux autres et ne saurait se développer isolément. Ainsi, la recherche de solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique ne peut se faire indépendamment de l'appropriation et de la mise à profit de connaissances spécifiques. Les lois, les principes et les concepts propres à la discipline sont utilisés pour cerner un problème et pour le formuler en des termes qui le rapprochent d'une réponse ou d'une solution. Cette compétence ne peut se développer sans la maîtrise de stratégies de l'ordre de la communication. En effet, le processus de validation par les pairs est incontournable en science et en technologie, tout comme la compréhension et l'utilisation d'un langage partagé par les membres de la communauté scientifique ou technologique.

Cerner un problème

Considérer le contexte de la situation • S'en donner une représentation • Identifier les données initiales • Identifier les éléments qui semblent pertinents et les relations qui les unissent • Reformuler le problème en faisant appel à des concepts scientifiques et technologiques • Proposer des explications ou des solutions possibles

Élaborer un plan d'action

Explorer quelques-unes des explications ou des solutions provisoires • Sélectionner une explication ou une solution • Déterminer les ressources nécessaires • Planifier les étapes de sa mise en œuvre

Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique

Concrétiser le plan d'action

Mettre en œuvre les étapes planifiées • Faire appel aux techniques et aux autres ressources appropriées • Procéder à des essais, s'il y a lieu • Recueillir des données ou noter des observations pouvant être utiles • Apporter, si cela est nécessaire, des corrections liées à l'élaboration ou à la mise en œuvre du plan d'action • Mener à terme le plan d'action

Analyser les résultats

Rechercher les tendances ou les relations significatives • Juger de la pertinence de la réponse ou de la solution apportée • Établir des liens entre les résultats et les concepts scientifiques et technologiques • Proposer des améliorations, si cela est nécessaire • Tirer des conclusions

Critères d'évaluation

- Représentation adéquate de la situation
- Élaboration d'un plan d'action pertinent, adapté à la situation
- Mise en œuvre adéquate du plan d'action
- Élaboration de conclusions, d'explications ou de solutions pertinentes

À la fin du deuxième cycle du secondaire, l'élève est en mesure de mettre en œuvre un processus de résolution de problèmes. Il s'approprie le problème en dégagant le but à atteindre ou le besoin à cerner ainsi que les conditions à respecter. Il formule ou reformule des questions qui s'appuient sur des données issues du problème. Il propose des hypothèses vraisemblables ou des solutions possibles, qu'il est en mesure de justifier.

Il élabore sa planification en sélectionnant les démarches qui lui permettront d'atteindre son but. Il contrôle les variables importantes qui peuvent influencer les résultats. Dans l'élaboration de son plan d'action, il choisit les outils conceptuels et le matériel pertinents parmi ceux qui sont mis à sa disposition.

Il concrétise son plan d'action en travaillant de façon sécuritaire et l'ajuste au besoin. Il recueille des données valables en utilisant correctement le matériel choisi. Il tient compte de la précision des outils ou des équipements. En science, il analyse les données recueillies et en tire des conclusions ou des explications pertinentes. En technologie, il procède à la mise à l'essai de sa solution en s'assurant que cette dernière répond au besoin ciblé ou aux exigences du cahier des charges. S'il y a lieu, il énonce de nouvelles hypothèses ou propose des améliorations à sa solution ou de nouvelles solutions. Il a recours, si cela est nécessaire, aux technologies de l'information et de la communication.

Développement de la compétence *Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique*

Tel qu'il a été indiqué dans la section *Contexte pédagogique*, les compétences disciplinaires se développent selon trois aspects : la mobilisation en contexte, la disponibilité de ressources et le retour réflexif. Le tableau ci-dessous présente des paramètres qui caractérisent, pour chacun de ces aspects, les situations d'apprentissage et d'évaluation proposées aux élèves selon l'année du cycle. Ces paramètres permettent de varier le niveau de complexité et de difficulté des situations tout au long du cycle pour aider chaque élève à développer ses compétences.

	PREMIÈRE ANNÉE DU CYCLE	DEUXIÈME ANNÉE DU CYCLE
Mobilisation en contexte	<ul style="list-style-type: none"> – Le problème est bien circonscrit : la plupart des sous-tâches sont communiquées à l'élève. – La situation propose des hypothèses vérifiables à partir des données initiales du problème. 	<ul style="list-style-type: none"> – Le problème est moins circonscrit : les sous-tâches ne sont pas toutes communiquées à l'élève. – La situation requiert que l'élève propose des hypothèses vérifiables à partir des données initiales du problème.
Disponibilité des ressources	<ul style="list-style-type: none"> – Sur le plan conceptuel, la situation exige la mobilisation des éléments de contenu de la première année du cycle. – La situation vise une compréhension qualitative des concepts abordés, faisant parfois appel à un certain formalisme mathématique. – Le répertoire de ressources matérielles mis à la disposition de l'élève est limité, l'amenant à faire certains choix. – Lorsque le problème suppose le recours à diverses démarches, stratégies ou techniques, la situation indique explicitement celles auxquelles l'élève doit faire appel. 	<ul style="list-style-type: none"> – Sur le plan conceptuel, la situation exige la mobilisation des éléments de contenu de la deuxième année du cycle. – La situation vise une compréhension qualitative et quantitative des concepts abordés, faisant souvent appel à un formalisme mathématique. – Le répertoire de ressources matérielles mis à la disposition de l'élève est étendu, l'amenant à faire des choix. – Lorsque le problème suppose le recours à diverses démarches, stratégies ou techniques, la situation n'indique pas celles auxquelles l'élève doit faire appel, mais exige qu'il en justifie le choix.
Retour réflexif	<ul style="list-style-type: none"> – La situation prévoit des moments de retour réflexif et métacognitif où l'enseignant intervient individuellement et collectivement. – La situation précise clairement la nature des retours réflexifs et métacognitifs et la forme qu'ils doivent prendre. 	<ul style="list-style-type: none"> – La situation prévoit des moments où l'élève effectue, individuellement ou en équipe, des retours réflexifs et métacognitifs. – La situation exige que des retours réflexifs et métacognitifs soient effectués, sans en préciser clairement la nature et la forme. Des traces orales ou écrites sont prévues.

Sens de la compétence

La science et la technologie ont des répercussions sur notre vie. Certaines sont positives et contribuent de façon notable à en améliorer la qualité. D'autres, par contre, soulèvent des enjeux d'ordre éthique à l'égard desquels il faut se situer. Toutes les sphères de l'activité humaine, qu'elles soient personnelles, sociales ou professionnelles, sont touchées à des degrés divers, de telle sorte que la science et la technologie apparaissent aujourd'hui comme des outils indispensables pour comprendre le monde dans lequel nous vivons et pour nous y adapter. Afin de s'intégrer à la société et y exercer son rôle de citoyen de façon éclairée, l'individu doit donc disposer d'une solide culture scientifique et technologique impliquant la capacité de mettre à profit ses connaissances dans le domaine, quel que soit le contexte.

Au premier cycle du secondaire, l'élève a appris à mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques en tentant de dégager des retombées de la science et de la technologie et de comprendre des phénomènes naturels de même que le fonctionnement de quelques objets technologiques. Au deuxième cycle, cette réflexion se poursuit, mais le niveau des exigences est plus élevé. D'une part, l'élève est confronté à diverses problématiques sur lesquelles il est progressivement appelé à se construire une opinion, plusieurs questions étant alors soulevées et examinées selon différentes perspectives (aspects, points de vue, retombées, etc.). D'autre part, bien qu'il soit amené à exploiter, pour leur étude, les ressources conceptuelles qu'il a accumulées jusqu'alors, il est aussi forcé d'en acquérir de nouvelles pour en compenser les lacunes.

Au cours du deuxième cycle, la mobilisation de ses connaissances scientifiques ou technologiques implique que l'élève situe les problématiques dans leur contexte. Cet exercice suppose la construction d'une représentation systémique de ces problématiques, qui prend en compte leurs différents aspects

(sociaux, historiques, économiques, etc.) et divers points de vue sur le sujet (des environnementalistes, des syndicats, des politiciens, etc.). Elle permet aussi d'examiner certaines retombées à long terme, de les comparer aux retombées à court terme et, s'il y a lieu, d'en dégager les enjeux éthiques.

Cette compétence exige que l'élève situe une problématique dans son contexte, qu'il dégage des principes scientifiques et technologiques qui lui sont liés et qu'il construise son opinion.

L'analyse d'une problématique exige de dégager certains principes scientifiques qui y sont liés. L'exercice de cette compétence suppose donc que l'élève se soit approprié les concepts fondamentaux nécessaires à la compréhension de ces principes. Cette appropriation ne saurait toutefois se limiter à la simple

maîtrise d'un formalisme mathématique ou à l'application d'une recette. Comprendre un principe ou un phénomène consiste à s'en donner une représentation qualitative, et dans certains cas quantitative, qui permet de l'expliquer à l'aide de lois et de modèles, de le décrire, d'en saisir les relations et parfois de prédire de nouveaux phénomènes. Les démarches empiriques, d'observation et de modélisation constituent donc autant de ressources dont l'élève peut tirer profit pour comprendre des principes scientifiques.

Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques en cernant une problématique exige fréquemment de l'élève qu'il analyse certains objets, systèmes, produits ou procédés qui lui sont rattachés. Cette analyse consiste à en déterminer la fonction globale; à en comprendre le fonctionnement en reconnaissant leurs diverses composantes et leurs fonctions respectives; à prendre en considération les caractéristiques techniques et les principes scientifiques sous-jacents; et enfin à se pencher sur les solutions adoptées pour les construire.

Par ailleurs, la mobilisation des connaissances scientifiques et technologiques ne serait pas complète sans l'exercice de la pensée critique. L'analyse systématique d'une problématique doit conduire l'élève à se forger graduellement une opinion à son égard. En ayant consulté différentes ressources qui

présentent divers aspects et points de vue, l'élève pourra hiérarchiser les éléments d'information et en privilégier certains de manière à construire son opinion. Il sera alors capable de justifier ou de nuancer cette opinion en fonction d'informations nouvelles qui pourraient lui être présentées.

À tout moment du processus de résolution des problèmes associés à la problématique à l'étude, l'élève doit effectuer des retours réflexifs pour favoriser ultérieurement un meilleur contrôle de l'articulation des démarches et des stratégies. Il importe que ce travail métacognitif porte également sur les ressources conceptuelles et techniques liées à la problématique, sur leur utilisation et sur leur adaptation aux exigences des différents contextes.

Il importe enfin de souligner que, pour développer cette compétence, l'élève doit faire appel à des éléments de communication liés à la production, à l'interprétation et à la transmission de messages à caractère scientifique ou technologique et doit recourir aux langages propres à la science et à la technologie.

Situer une problématique scientifique ou technologique dans son contexte

Identifier des aspects du contexte (social, environnemental, historique, etc.) • Établir des liens entre ces divers aspects • Dégager, s'il y a lieu, des enjeux éthiques liés à la problématique • Anticiper des retombées à long terme

Comprendre des principes technologiques liés à la problématique

Cerner la fonction globale d'un objet, d'un système, d'un produit ou d'un procédé • En identifier les diverses composantes et déterminer leurs fonctions respectives • En décrire des principes de fonctionnement et de construction • Mettre en relation ces principes en s'appuyant sur des concepts, des lois ou des modèles • Représenter schématiquement des principes de fonctionnement et de construction

Comprendre des principes scientifiques liés à la problématique

Reconnaître des principes scientifiques • Décrire ces principes de manière qualitative ou quantitative • Mettre en relation ces principes en s'appuyant sur des concepts, des lois ou des modèles

Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques

Construire son opinion sur la problématique à l'étude

Chercher diverses ressources et considérer différents points de vue • Déterminer les éléments qui peuvent aider à construire son opinion • Justifier son opinion en s'appuyant sur les éléments considérés • Nuancer son opinion en prenant en considération celle des autres

Critères d'évaluation

- Formulation d'un questionnement approprié
- Utilisation pertinente des concepts, des lois, des modèles et des théories de la science et de la technologie
- Production d'explications ou de solutions pertinentes
- Justification adéquate des explications, des solutions, des décisions ou des opinions

À la fin du deuxième cycle du secondaire, l'élève est en mesure d'analyser des situations ou de réagir à des questionnements liés à de grandes problématiques tirées du quotidien, de l'actualité, etc. Il les aborde sous l'angle de la science et de la technologie. Il circonscrit la problématique en explorant divers aspects (sociaux, environnementaux, économiques, politiques, etc.) et en dégage, s'il y a lieu, les principaux enjeux éthiques. Quand cela est pertinent, il est à même d'évaluer les retombées à long terme liées aux enjeux soulevés.

Lorsque l'élève analyse un problème sous l'angle de la science, il tente de reconnaître les principes en cause. Au regard de ces principes, il formule une explication ou une solution provisoire qu'il valide en s'appuyant sur les concepts, les lois, les théories et les modèles pertinents. Il est en mesure de décrire de manière qualitative ces principes scientifiques et, lorsque la situation l'exige, il peut recourir au formalisme mathématique pour justifier son explication.

Lorsque l'élève analyse un problème sous l'angle de la technologie, il en détermine la fonction globale. Il examine l'objet, le système technologique ou le produit afin d'en observer les principaux éléments constitutifs. Il manipule l'objet ou le système et le démonte au besoin afin d'en comprendre les principaux sous-systèmes et mécanismes. Il en décrit les principes de fonctionnement en s'appuyant sur les concepts, les lois et les modèles pertinents. Il explique les solutions retenues lors de la conception ou de la construction de l'objet technique ou du système technologique.

Après avoir exploré divers aspects (sociaux, environnementaux, économiques, politiques, etc.) ou divers enjeux éthiques liés à une problématique, l'élève cherche des ressources qui expriment des points de vue différents. Il donne priorité aux informations qu'il juge importantes tout en s'assurant de la crédibilité des sources. Il se forge ainsi une opinion en s'appuyant entre autres sur des principes scientifiques et technologiques. Il est en mesure de justifier son opinion et de la reconsidérer en fonction de nouvelles informations.

Développement de la compétence *Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques*

Tel qu'il a été indiqué dans la section *Contexte pédagogique*, les compétences disciplinaires se développent selon trois aspects : la mobilisation en contexte, la disponibilité de ressources et le retour réflexif. Le tableau ci-dessous présente des paramètres qui caractérisent, pour chacun de ces aspects, les situations d'apprentissage et d'évaluation proposées aux élèves selon l'année du cycle. Ces paramètres permettent de varier le niveau de complexité et de difficulté des situations tout au long du cycle pour aider chaque élève à développer ses compétences.

	PREMIÈRE ANNÉE DU CYCLE	DEUXIÈME ANNÉE DU CYCLE
Mobilisation en contexte	<ul style="list-style-type: none"> – Le problème est bien circonscrit : la plupart des tâches sont communiquées à l'élève. – La problématique est étudiée à partir d'un nombre limité de points de vue (ex. des gouvernements, des syndicats, des groupes sociaux, des industries, etc.) et d'aspects (social, historique, éthique, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> – Le problème est moins circonscrit : les tâches ne sont pas toutes communiquées à l'élève. – La problématique est étudiée à partir d'un nombre plus grand de points de vue (ex. des gouvernements, des syndicats, des groupes sociaux, des industries, etc.) et d'aspects (social, historique, éthique, etc.).
Disponibilité des ressources	<ul style="list-style-type: none"> – Sur le plan conceptuel, la situation exige la mobilisation des éléments de contenu de la première année du cycle. – La situation vise une compréhension qualitative des concepts abordés, faisant parfois appel à un certain formalisme mathématique. – Les documents fournis couvrent tous les éléments nécessaires à la résolution du problème : l'élève doit reconnaître ceux qui sont pertinents. – Lorsque le problème suppose le recours à diverses démarches, stratégies ou techniques, la situation indique explicitement celles auxquelles l'élève doit faire appel. 	<ul style="list-style-type: none"> – Sur le plan conceptuel, la situation exige la mobilisation des éléments de contenu de la deuxième année du cycle. – La situation vise une compréhension qualitative et quantitative des concepts abordés, faisant souvent appel à un formalisme mathématique. – Les documents fournis ne couvrent pas tous les éléments nécessaires à la résolution du problème : l'élève doit déterminer les éléments absents et chercher lui-même la documentation complémentaire dont il a besoin. – Lorsque le problème suppose le recours à diverses démarches, stratégies ou techniques, la situation n'indique pas celles auxquelles l'élève doit faire appel, mais exige qu'il en justifie le choix.
Retour réflexif	<ul style="list-style-type: none"> – La situation prévoit des moments de retour réflexif et métacognitif où l'enseignant intervient individuellement et collectivement. – La situation précise clairement la nature des retours réflexifs et métacognitifs et la forme qu'ils doivent prendre. 	<ul style="list-style-type: none"> – La situation prévoit des moments où l'élève effectue, individuellement ou en équipe, des retours réflexifs et métacognitifs. – La situation exige que des retours réflexifs et métacognitifs soient effectués, sans en préciser clairement la nature et la forme. Des traces orales ou écrites sont prévues.

Sens de la compétence

La communication joue un rôle essentiel dans la construction de savoirs scientifiques et technologiques. Dans la mesure où ils sont socialement élaborés et institués, ils ne se construisent que dans le partage de significations, l'échange d'idées et la négociation de points de vue. Cela exige l'emploi d'un langage standardisé, c'est-à-dire d'un code qui délimite le sens des signes linguistiques et graphiques en fonction de l'usage qu'en fait la communauté technoscientifique. La diffusion des savoirs obéit aussi à des règles. Les résultats de recherche doivent en effet être soumis à un processus de validation par les pairs avant d'être largement diffusés dans la communauté et le grand public. La communication peut donc revêtir diverses formes selon qu'elle s'adresse aux membres de cette communauté ou qu'elle vise à informer un public non initié.

Au deuxième cycle du secondaire comme au premier, l'élève doit être apte à communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie et doit savoir recourir aux normes et aux conventions propres à ces disciplines lorsqu'il participe à des échanges sur des questions d'ordre scientifique ou technologique ou qu'il interprète ou produit des informations de cette nature. Il importe également qu'il apprenne à respecter la propriété intellectuelle des personnes dont il reprend les idées ou les résultats. Au deuxième cycle, une importance toute particulière doit être accordée à l'interprétation, sans négliger pour autant la participation à des échanges ou la production de messages.

Cette compétence se développe dans des situations qui sollicitent la participation de l'élève à des échanges d'information à caractère scientifique ou technologique, qu'il s'agisse de partager le fruit d'un travail avec des pairs, de rechercher auprès d'experts des réponses à un questionnement ou encore de contribuer à des activités telles que l'analyse ou la conception d'objets, de systèmes ou de produits, la présentation d'un projet ou la réalisation

d'un événement. Particulièrement utiles pour aider l'élève à préciser ses représentations et à valider un point de vue en le confrontant à celui des autres, ces situations doivent aussi viser l'adoption d'une attitude d'ouverture et de réceptivité à l'égard de la diversité des connaissances, des points de vue et des approches. Une attention particulière doit être portée au fait que certains termes n'ont pas la même signification dans le langage courant et le langage spécifique de la science ou de la technologie. Le sens des concepts peut également différer selon le contexte disciplinaire dans lequel

ils sont utilisés. La prise en compte du contexte de la situation de communication s'avère donc indispensable pour déterminer les enjeux de l'échange et adapter son comportement en conséquence.

L'interprétation, qui représente une autre composante importante de la compétence, intervient autant dans la lecture d'un article scientifique ou technique que dans l'écoute d'un exposé oral, la compréhension d'un rapport de laboratoire ou l'utilisation d'un

cahier des charges, d'un dossier technique ou d'un plan. Toutes ces activités exigent de l'élève qu'il saisisse le sens précis des mots, des définitions ou des énoncés et qu'il donne la signification exacte d'un graphique, d'un schéma ou d'un dessin de détail. Il doit aussi établir des liens explicites entre les concepts comme tels et leur représentation graphique ou symbolique. Lorsqu'il s'adonne à une activité d'écoute ou qu'il consulte des documents, il doit encore vérifier la crédibilité des sources et sélectionner les informations qui lui semblent pertinentes.

La production de messages à caractère scientifique ou technologique est également un aspect important de cette compétence puisque les situations peuvent exiger de l'élève qu'il élabore un protocole de recherche, rédige un rapport de laboratoire, prépare un dossier technique, conçoive un prototype, résume un texte, représente les détails d'une pièce ou fasse un exposé sur une question d'ordre scientifique ou technologique. La prise en compte du

Cette compétence se développe dans des situations qui sollicitent la participation de l'élève à des échanges d'information, à l'interprétation et à la production de messages à caractère scientifique ou technologique.

destinataire ou des particularités du public ciblé constitue un passage obligé pour la délimitation du contexte de ces productions. Cela demande que l'élève détermine un niveau d'élaboration accessible au public ciblé, structure le message en conséquence et choisisse des formes et des modes de présentation appropriés à la communication. Le souci de bien utiliser les concepts, les formalismes, les symboles, les graphiques, les schémas et les dessins doit l'habiter, car il contribue à donner de la clarté, de la cohérence et de la rigueur au message. Dans ce type de communication, le recours aux technologies de l'information et de la communication peut s'avérer utile ou offrir un enrichissement substantiel.

Au cours de la participation à un échange, des retours réflexifs doivent être effectués pour favoriser ultérieurement un meilleur contrôle de l'articulation des stratégies de production et d'interprétation. Il importe que ce travail métacognitif porte également sur les ressources conceptuelles et techniques associées à la communication, sur leur utilisation et sur leur adaptation aux exigences du contexte de l'échange.

Cette compétence ne saurait être mobilisée indépendamment des deux autres, dont elle vient renforcer le développement. Tout en contribuant de manière significative à leur donner toute leur étendue, elle s'enrichit de la compréhension accrue qui résulte des recherches et des réalisations qui les caractérisent. La première compétence, axée sur la résolution de problèmes d'ordre scientifique ou technologique, fait appel à des normes et à des conventions, et ce, tant pour l'élaboration d'un protocole de recherche ou d'un scénario de réalisation que pour l'explication de lois et de principes ou la présentation de résultats expérimentaux. Tableaux, symboles, graphiques, schémas, dessins de détail ou d'ensemble, maquettes, équations mathématiques et modèles sont autant de modes de présentation qui peuvent soutenir la communication, mais qui nécessitent de respecter les règles d'usage propres à la science, à la technologie et à la mathématique.

L'appropriation des concepts scientifiques et technologiques de même que leur mise à profit, qui font l'objet de la deuxième compétence, exigent un langage et un type de discours appropriés. Par exemple, les lois scientifiques, qui sont une façon de modéliser les phénomènes, s'expriment généralement par des définitions ou des formalismes mathématiques. Les comprendre, c'est pouvoir les relier aux phénomènes qu'ils ont pour objectif de représenter.

Participer à des échanges d'information à caractère scientifique et technologique

Faire preuve d'ouverture • Valider son point de vue ou sa solution en les confrontant avec ceux d'autres personnes • Intégrer à sa langue orale et écrite un vocabulaire scientifique et technologique approprié

Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique

Faire preuve de vigilance quant à la crédibilité des sources • Repérer des informations pertinentes • Saisir le sens précis des mots, des définitions ou des énoncés • Établir des liens entre des concepts et leurs diverses représentations graphiques ou symboliques • Sélectionner les éléments significatifs

Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie

Produire et transmettre des messages à caractère scientifique et technologique

Tenir compte du destinataire et du contexte • Structurer son message • Utiliser les formes de langage appropriées dans le respect des normes et des conventions établies • Recourir aux formes de présentation appropriées • Démontrer de la rigueur et de la cohérence

Critères d'évaluation

- Interprétation juste de messages à caractère scientifique ou technologique
- Production ou transmission adéquate de messages à caractère scientifique ou technologique
- Respect de la terminologie, des règles et des conventions propres à la science et à la technologie

À la fin du deuxième cycle du secondaire, l'élève interprète et produit, sous une forme orale, écrite ou visuelle, des messages à caractère scientifique ou technologique.

Lorsqu'il interprète un message, il a recours aux langages associés à la science et à la technologie. Selon la situation, il utilise avec rigueur tant le langage scientifique, technologique, mathématique ou symbolique que le langage courant. Il tient compte de la crédibilité de la source d'information. Lorsque cela est nécessaire, il définit les mots, les concepts et les expressions en s'appuyant sur des sources crédibles. Parmi toute l'information consultée, il repère et utilise les éléments qu'il juge pertinents et nécessaires à l'interprétation juste du message.

Il produit des messages structurés et clairs et les formule avec rigueur. Il respecte les conventions tout en utilisant des modes de présentation appropriés. Il choisit et utilise adéquatement des outils, dont les technologies de l'information et de la communication, qui l'aident à bien livrer son message. S'il y a lieu, il adapte son message à ses interlocuteurs. Il est en mesure d'expliquer, en langage courant, le sens du message qu'il produit ou qu'il a interprété. Quand la situation l'exige, il confronte ses idées avec celles de ses interlocuteurs. Il défend alors ses idées, mais s'ajuste quand les arguments d'autrui lui permettent de mieux préciser sa pensée. En tout temps, il respecte la propriété intellectuelle dans la production de son message.

Développement de la compétence *Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie*

Tel qu'il a été indiqué dans la section *Contexte pédagogique*, les compétences disciplinaires se développent selon trois aspects : la mobilisation en contexte, la disponibilité de ressources et le retour réflexif. Le tableau ci-dessous présente des paramètres qui caractérisent, pour chacun de ces aspects, les situations d'apprentissage et d'évaluation proposées aux élèves selon l'année du cycle. Ces paramètres permettent de varier le niveau de complexité et de difficulté des situations tout au long du cycle pour aider chaque élève à développer ses compétences.

	PREMIÈRE ANNÉE DU CYCLE	DEUXIÈME ANNÉE DU CYCLE
Mobilisation en contexte	<ul style="list-style-type: none"> – Le problème est bien circonscrit : la plupart des tâches sont communiquées. – La situation indique clairement les caractéristiques du message à construire ou à transmettre. – La situation indique clairement les éléments d'analyse du message. – La situation indique clairement les modes de présentation auxquels l'élève peut recourir (recherche, affiche, page Web, rapport de laboratoire ou d'atelier, présentation orale, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> – Le problème est moins circonscrit : les tâches ne sont pas toutes communiquées. – La situation donne peu de balises pour la construction ou la transmission du message. – La situation donne peu de balises sur les éléments d'analyse du message. – La situation donne peu de balises quant aux modes de présentation auxquels l'élève peut recourir (recherche, affiche, page Web, rapport de laboratoire ou d'atelier, présentation orale, etc.).
Disponibilité des ressources	<ul style="list-style-type: none"> – Sur le plan conceptuel, la situation exige la mobilisation des éléments de contenu de la première année du cycle. – La situation vise une compréhension qualitative des concepts abordés, faisant parfois appel à un certain formalisme mathématique. – Le répertoire de ressources matérielles mis à la disposition de l'élève est limité, l'amenant à faire certains choix. – Lorsque le problème suppose le recours à diverses démarches, stratégies ou techniques, la situation indique explicitement celles auxquelles l'élève doit faire appel. 	<ul style="list-style-type: none"> – Sur le plan conceptuel, la situation exige la mobilisation des éléments de contenu de la deuxième année du cycle. – La situation vise une compréhension qualitative et quantitative des concepts abordés, faisant souvent appel à un formalisme mathématique. – Le répertoire de ressources matérielles mis à la disposition de l'élève est étendu, l'amenant à faire des choix. – Lorsque le problème suppose le recours à diverses démarches, stratégies ou techniques, la situation n'indique pas celles auxquelles l'élève doit faire appel, mais exige qu'il en justifie le choix.
Retour réflexif	<ul style="list-style-type: none"> – La situation prévoit des moments de retour réflexif et métacognitif où l'enseignant intervient individuellement et collectivement. – La situation précise clairement la nature des retours réflexifs et métacognitifs et la forme qu'ils doivent prendre. 	<ul style="list-style-type: none"> – La situation prévoit des moments où l'élève effectue, individuellement ou en équipe, des retours réflexifs et métacognitifs. – La situation exige que des retours réflexifs et métacognitifs soient effectués, sans en préciser clairement la nature et la forme. Des traces orales ou écrites sont prévues.

Contenu de formation : ressources à mobiliser et à construire

Le programme de science et technologie du deuxième cycle du secondaire, tout comme le programme d'applications technologiques et scientifiques, vise la consolidation et l'enrichissement par l'élève d'une culture scientifique et technologique qui s'appuie sur le développement des compétences et repose sur la construction et la mobilisation de ressources de divers ordres présentées ici en deux parties :

- les démarches, les stratégies, les attitudes et les techniques;
- les concepts prescrits.

La première partie présente les stratégies, les attitudes et les techniques. Elles s'inscrivent en continuité avec celles du premier cycle. Une section consacrée aux démarches a été ajoutée. Il est important de rendre compte du fait que des démarches autres qu'expérimentales et de conception sont utilisées par les scientifiques et les technologues. Ces démarches ne sont pas déterminées à l'avance et leur choix découle plutôt du contexte et des problématiques à l'étude.

La deuxième partie présente les concepts prescrits dans le programme et regroupés, comme ceux du premier cycle, dans quatre univers : l'univers vivant; l'univers matériel; la Terre et l'espace; et l'univers technologique. Ce regroupement a pour objectif de faciliter le repérage des concepts-clés que l'élève doit s'approprier. Comme ces univers sont interreliés, ils ne doivent pas être abordés séparément ni de manière séquentielle. Il en est de même des concepts, qui ne doivent pas être abordés selon une séquence chronologique prédéterminée, mais au moyen de situations d'apprentissage et d'évaluation intégratives.

En première année, les concepts des quatre univers sont intégrés autour du thème *L'humain, un organisme vivant*. Le choix de ce thème est justifié par l'importance que l'on accorde à la responsabilisation de l'élève à l'égard de son corps et de sa santé. En deuxième année, les concepts sont organisés autour du thème *L'environnement*, déployé en quatre problématiques : les

changements climatiques; le défi énergétique de l'humanité; l'eau potable; et la déforestation. Ces problématiques constituent des enjeux sociaux actuels dont les facettes scientifiques et technologiques se prêtent bien au développement des trois compétences ciblées par le programme.

Pour chacune des deux années, les thèmes sont décrits et caractérisés au début de la section *Concepts prescrits*. Pour la deuxième année, une présentation schématique des réseaux conceptuels permet de repérer

rapidement les concepts généralement associés à chacune des problématiques. Bien qu'elles ne soient pas prescrites, ces quatre problématiques constituent des lieux d'intégration privilégiés pour le développement des compétences disciplinaires et l'appropriation des contenus prescrits. Un enseignant pourrait cependant choisir d'autres problématiques environnementales pour mobiliser les mêmes concepts.

Chaque univers est présenté dans un tableau en deux colonnes. Dans la première figurent les concepts généraux ainsi que les orientations, qui élaborent, contextualisent et précisent les assises conceptuelles pour chacune des années du cycle, tout en laissant une certaine latitude à l'enseignant. À l'occasion, certaines notes fournissent des précisions supplémentaires sur la portée des concepts à l'étude. La deuxième colonne présente la liste, non limitative, des concepts prescrits. Il est en effet souhaitable que la richesse des situations d'apprentissage et d'évaluation permette d'aller au delà des exigences minimales.

Un tableau de repères culturels est présenté à la fin de chaque univers. Destinés à enrichir les situations d'apprentissage et d'évaluation, ces repères contribuent à donner un caractère intégratif aux activités pédagogiques en les ancrant dans la réalité sociale, culturelle ou quotidienne de l'élève. Ils permettent souvent d'établir des liens avec les domaines généraux de formation et avec d'autres domaines d'apprentissage.

Finalement, un tableau synthèse offre une vue d'ensemble de tous les concepts prescrits pour chaque année du cycle.

Les concepts prescrits de même que les démarches, les stratégies, les attitudes et les techniques ciblées dans ce programme constituent des ressources pour le développement des compétences.

Démarches, stratégies, attitudes et techniques

Cette section porte sur les démarches, les stratégies, les attitudes et les techniques ciblées par le programme. Bien que distincts des concepts, ces éléments contribuent tout autant au développement des compétences et méritent une attention particulière.

Démarches

Diverses démarches sont présentées : les démarches de modélisation, d'observation, expérimentale, empirique, de construction d'opinion, de même que les démarches technologiques de conception et d'analyse. Elles correspondent essentiellement aux façons de faire dans un contexte de résolution de problèmes en science et en technologie. Ces démarches ne doivent pas être mises en œuvre isolément, mais dans des situations d'apprentissage et d'évaluation qui font appel à plusieurs d'entre elles. Elles ne sont pas linéaires et supposent un va-et-vient entre les diverses étapes du processus d'investigation. Leur utilisation cohérente et leur articulation constituent une manifestation de compétence.

Démarche de modélisation

La démarche de modélisation consiste à construire une représentation destinée à concrétiser une situation abstraite, difficilement accessible ou carrément invisible. Le modèle élaboré peut prendre diverses formes : texte, dessin, formule mathématique, équation chimique, programme informatique ou maquette. Au fur et à mesure que progresse la démarche de modélisation, le modèle se raffine et se complexifie. Il peut être valide pendant un certain temps et dans un contexte spécifique, mais, dans plusieurs cas, il est appelé à être modifié ou rejeté. Il importe également de considérer le contexte dans lequel il a été construit. Il doit posséder certaines caractéristiques, entre autres celles de faciliter la compréhension de la réalité, d'expliquer certaines propriétés de ce qu'il vise à représenter et de prédire de nouveaux phénomènes observables.

Démarche d'observation

La démarche d'observation est un processus actif qui permet d'interpréter des faits selon des critères déterminés par l'observateur ainsi que par ce qui fait consensus dans un cadre disciplinaire donné. À la lumière des informations recueillies, l'élève doit en arriver à une nouvelle compréhension des faits qui reste toutefois tributaire du contexte dans lequel s'effectue l'observation. Par sa manière d'interpréter et d'organiser les informations, l'observateur fait une relecture du monde physique en tenant compte de ses présupposés et des schémas conceptuels qui font partie intégrante de la grille qu'il applique aux faits observés. Ainsi, toute observation repose déjà sur l'établissement d'un modèle théorique provenant de celui qui observe.

Démarche expérimentale

La démarche expérimentale implique tout d'abord la formulation de premières explications. Elle permet d'amorcer une tentative de réponse et de définir le cadre dans lequel se fera l'expérimentation. L'élève doit ensuite s'engager dans l'élaboration d'un protocole expérimental dans lequel il reconnaîtra un certain nombre de variables en vue de les manipuler. Le but du protocole sera de faire émerger des éléments observables ou quantifiables, de les mettre en relation et de les confronter aux hypothèses. Les interactions entre les diverses phases de la démarche expérimentale permettent de soulever de nouveaux questionnements, de formuler de nouvelles hypothèses, d'apporter des ajustements à sa mise en œuvre et de prendre en compte les limites de l'expérimentation.

Démarche empirique

La démarche empirique est une recherche de terrain sans manipulation de variables. Cette absence de manipulation n'enlève rien à sa validité méthodologique; un sondage, par exemple, est une démarche empirique qui n'a rien d'aléatoire. Les modèles intuitifs sont bien souvent à l'origine de cette

démarche. Elle peut se révéler adéquate dans certaines situations puisqu'elle permet d'explorer et de se représenter les éléments d'un problème. Souvent, elle génère plusieurs idées et permet d'émettre des hypothèses et de concevoir des théories provisoires. Elle permet également de mettre au point des techniques et d'explorer des avenues possibles pour d'autres recherches.

Démarche de construction d'opinion

Lorsqu'il est appelé à construire son opinion et à construire une argumentation relative à une problématique scientifique ou technologique, l'élève doit prendre conscience de son engagement personnel, de ses croyances et de ses valeurs. Il importe donc qu'il réalise comment l'acquisition et l'utilisation de connaissances (disciplinaires, épistémologiques et contextuelles) et d'habiletés générales peuvent contribuer à la construction d'une opinion éclairée. Comme d'autres démarches, celle-ci fait appel à l'interprétation des informations, à leur mise en relation, à la reconnaissance des idées préconçues et des présupposés, à des modes de raisonnement analogique et à la prise en compte de faits apparemment contradictoires. Elle favorise la construction d'une argumentation solide et la justification d'une conclusion. En y faisant appel, l'élève devrait prendre conscience du fait que ses croyances et ses valeurs peuvent influencer son jugement, que la recherche de plusieurs sources d'information est déterminante, que la contradiction entre plusieurs sources d'information est fréquente et mérite d'être interprétée, et que le choix d'une solution peut dépendre de plusieurs facteurs.

Démarche technologique de conception

La démarche de conception suppose d'abord la détermination d'un besoin. L'étude du problème technologique qui s'ensuit doit tenir compte des diverses conditions et contraintes à respecter (cahier des charges). S'amorce alors le travail véritable de conception : recherche de solutions au regard du fonctionnement et de la construction; précision des formes et des matériaux; et dessin des pièces.

La fabrication du prototype, les essais et la validation complètent l'exercice. C'est par un examen approfondi du prototype qu'il a conçu et sa mise à l'essai que l'élève peut évaluer la solution qu'il préconise et vérifier si elle est conforme aux exigences du cahier des charges. La démarche de conception, qui fait appel à la logique, à la rigueur, à l'abstraction et à l'exécution, permet à l'élève de passer du raisonnement à la pratique. Des retours réflexifs, en cours et en fin de processus, seront l'occasion d'analyser son cheminement, de valider ses choix et de proposer, le cas échéant, des améliorations à la solution retenue.

Démarche technologique d'analyse

L'analyse d'un objet technique ou d'un système technologique implique la reconnaissance de sa fonction globale, de façon à cerner le besoin auquel il répond. L'examen des diverses composantes d'un objet ou d'un système s'avère également nécessaire pour déterminer leurs fonctions respectives. L'un ou l'autre pourra éventuellement être démonté afin de mieux comprendre les principes mis en cause dans son fonctionnement et sa construction. Cette forme d'analyse permet de réaliser comment l'objet ou le système constitue l'assemblage concret et tangible des diverses solutions retenues pour répondre à un besoin.

Stratégies

Certaines stratégies, mobilisées et utilisées dans le contexte de la science et de la technologie, soutiennent le développement des trois compétences de la discipline.

STRATÉGIES D'EXPLORATION	STRATÉGIES D'ANALYSE
<ul style="list-style-type: none">– Inventorier le plus grand nombre possible d'informations scientifiques, technologiques et contextuelles éventuellement utiles pour cerner un problème ou prévoir des tendances– Évoquer des problèmes similaires déjà résolus– Généraliser à partir de plusieurs cas particuliers structurellement semblables– Anticiper les résultats d'une démarche– Élaborer divers scénarios possibles– Explorer diverses pistes de solution– Envisager divers points de vue liés aux problématiques scientifiques ou technologiques	<ul style="list-style-type: none">– Déterminer les contraintes et les éléments importants pour la résolution d'un problème– Diviser un problème complexe en sous-problèmes plus simples– Faire appel à divers modes de raisonnement (ex. inférer, induire, déduire, comparer, classifier, sérier) pour traiter les informations– Reasonner par analogie pour traiter des informations et adapter des connaissances scientifiques et technologiques– Sélectionner des critères pertinents qui permettent de se situer au regard d'une problématique scientifique ou technologique

Attitudes

L'adoption de diverses attitudes facilite l'engagement de l'élève dans les démarches utilisées et sa responsabilisation par rapport à lui-même et à la société. Les attitudes constituent ainsi un facteur important dans le développement des compétences.

ATTITUDES INTELLECTUELLES	ATTITUDES COMPORTEMENTALES
<ul style="list-style-type: none">– Curiosité– Sens de l'initiative– Goût du risque intellectuel– Intérêt pour la confrontation des idées– Considération de solutions originales– Rigueur intellectuelle– Objectivité– Sens du travail méthodique– Souci d'une langue juste et précise	<ul style="list-style-type: none">– Discipline personnelle– Autonomie– Persévérance– Sens du travail soigné– Sens des responsabilités– Sens de l'effort– Coopération efficace– Souci de la santé et de la sécurité– Respect de la vie et de l'environnement– Écoute– Respect de soi et des autres– Esprit d'équipe– Solidarité internationale à l'égard des grands problèmes de l'heure

Techniques

Souvent incontournables, les techniques renvoient à des procédés méthodiques qui balisent la mise en pratique de connaissances théoriques. Elles sont réparties en deux grandes catégories, selon qu'elles sont propres à la technologie ou à la science.

TECHNOLOGIE		SCIENCE
Langage graphique	Fabrication	
<p>Techniques :</p> <ul style="list-style-type: none">– utilisation d'échelles– représentation graphique à l'aide d'instruments (projection orthogonale à vues multiples, isométrie, perspective)– schématisation	<p>Techniques :</p> <ul style="list-style-type: none">– utilisation sécuritaire des machines et des outils (scie à ruban, perceuse, ponceuse, marteau, tournevis, pinces, etc.)– mesurage et traçage– usinage (sciage, perçage, limage, dénudage et épissures, soudure à l'étain ou au plomb, etc.)– finition– vérification et contrôle– montage et démontage– fabrication d'une pièce	<p>Techniques :</p> <ul style="list-style-type: none">– utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire– utilisation d'instruments de mesure– utilisation d'instruments d'observation– préparation de solutions– collecte d'échantillons

Concepts prescrits (première année du cycle)

Les concepts prescrits pour la première année sont organisés autour du thème L'humain, un organisme vivant.

Au cours de la première année du cycle, les concepts des quatre univers sont articulés autour du thème *L'humain, un organisme vivant*. Dans le contexte des changements physiques et psychologiques liés à l'adolescence, une meilleure compréhension du corps humain et de l'interdépendance de ses divers systèmes s'avère importante. Dès lors, l'étude des facteurs fondamentaux qui affectent le fonctionnement et l'efficacité des systèmes respiratoire, circulatoire, excréteur, digestif, nerveux et reproducteur constitue une occasion privilégiée pour l'élève d'approfondir les connaissances qu'il a de son propre organisme. La connaissance de ces systèmes contribuera à le responsabiliser face à l'hygiène qu'ils nécessitent de manière à effectuer des choix de vie cohérents pour le maintien d'une bonne santé.

De plus, l'exploration de l'humain comme organisme vivant offre l'occasion d'intégrer des concepts provenant des trois autres univers sélectionnés précisément en raison de leur pertinence dans l'analyse de problématiques liées à ce thème. Par exemple, l'étude de l'influence de facteurs physiques externes comme le son ou la lumière contribue à la compréhension des organes sensoriels et favorise l'intégration des apprentissages.

Le thème choisi en cette première année du cycle est également l'occasion pour l'élève de s'interroger sur l'histoire du vivant sur Terre. Qu'il porte un regard sur sa propre réalité ou sur la façon dont la planète a évolué, l'élève peut ainsi situer la récente apparition de l'être humain sur l'échelle des temps géologiques et comprendre à quel point les conditions nécessaires au maintien de la vie sont à la fois complexes et fragiles.

Devant la nécessité de satisfaire ses besoins et en réponse à son désir de comprendre et de repousser à cette fin les limites de la connaissance, l'être humain a fait montre d'un grand génie créateur, dont la vigueur est notamment attestée par la multiplicité des concepts liés à l'univers technologique. La conception ou l'analyse d'objets, de systèmes ou de produits contribuant à notre survie ou à l'amélioration de nos conditions de vie constituent de bons moyens de mesurer la puissance de cette faculté adaptative de l'homme.

La connaissance du corps humain vise à responsabiliser l'élève à l'égard de sa santé pour l'amener à effectuer des choix de vie éclairés.

Univers vivant (première année du cycle)

Au deuxième cycle du secondaire, les concepts associés à l'univers vivant s'articulent autour de la façon dont les principaux systèmes du corps humain assurent diverses fonctions nécessaires au maintien de la vie. Sept concepts généraux sont présentés dans cette section. Ils sont tous liés à la façon dont l'organisme humain s'est adapté pour maintenir les fonctions essentielles à la vie. Il s'agit de la division cellulaire et de l'organisation des cellules en tissus, en organes et en systèmes. Ces derniers sont présentés selon les fonctions qu'ils assument : la nutrition (systèmes digestif, respiratoire et circulatoire), les relations (systèmes nerveux et musculosquelettique) et la reproduction (système reproducteur). Pour qu'un organisme survive, les systèmes doivent fonctionner en interrelation et être en équilibre.

L'étude des concepts liés au corps humain ne vise pas l'approfondissement de chacun de ses systèmes en particulier, mais elle doit être envisagée sous l'angle d'une meilleure compréhension de leurs interrelations. Le thème retenu pour cette première année du cycle, *L'humain, un organisme vivant*, doit être considéré comme un élément intégrateur servant d'ancrage à l'appropriation de concepts propres à d'autres univers. Ainsi, l'étude de la vision permet d'intégrer diverses notions et connaissances telles que le trajet de la lumière à l'intérieur de l'œil, la formation des images sur la rétine et la fonction des lunettes.

Orientations	Concepts prescrits
Organisation hiérarchique du vivant	
<p>Division cellulaire</p> <p>Au premier cycle du secondaire, l'élève a appris l'existence de deux modes de reproduction (asexué et sexué) des êtres vivants. Il a pu en apprécier l'éventail important, tant chez les plantes que chez les animaux.</p> <p>La perpétuation de la vie repose sur la division cellulaire. Du point de vue plus spécifique de l'humain, l'étude des fonctions de la division cellulaire par mitose (reproduction, croissance, régénération) et par méiose permettra de comprendre le rôle particulier de la cellule dans le maintien et la perpétuation de la vie.</p> <p>Par ailleurs, le cycle de développement sexué donne des descendants qui sont différents génétiquement de leurs parents. Il est constitué de deux étapes : la méiose et la fécondation. La méiose produit les gamètes sexuels (spermatozoïdes et ovules) nécessaires à la reproduction sexuée. Ces cellules reproductrices sont haploïdes (23 chromosomes) contrairement aux cellules somatiques qui sont diploïdes (46 chromosomes). La fusion des cellules sexuelles mâles et femelles assure la diversité génétique, car il y a alors combinaison de gènes provenant de la mère et du père. Ces gènes (ADN) sont porteurs du bagage héréditaire d'un organisme humain. L'information génétique dont une cellule hérite s'appelle <i>génome</i>. La transmission des caractères héréditaires, qui assure la continuité de la vie, repose sur la réplication de la macromolécule d'ADN, qui a la forme caractéristique d'une double hélice.</p> <p>Note : Seules les caractéristiques générales de la mitose et de la méiose constituent des éléments prescrits du programme. L'objectif premier est d'amener l'élève à différencier ces deux formes de division cellulaire (et non leurs phases respectives) et à comprendre sur quoi repose la diversité génétique des individus. Pour cette raison, les phases du développement embryonnaire ne sont pas des éléments prescrits du programme.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – ADN – Mitose – Fonctions de la division cellulaire (reproduction, croissance, régénération) – Méiose et cycle de développement sexué (méiose, fécondation) – Diversité génétique

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
Organisation hiérarchique du vivant (Suite)	
<p>Tissus, organes et systèmes</p> <p>L'examen microscopique des tissus, des organes et des systèmes révèle qu'ils sont composés de cellules anatomiquement et physiologiquement spécialisées. Au cours du développement embryonnaire, les cellules se différencient et se spécialisent tout en se multipliant et elles se regroupent en tissus. Chez l'humain, comme chez nombre d'organismes vivants, les différents tissus sont organisés de façon précise et constituent des centres fonctionnels spécialisés appelés <i>organes</i>.</p> <p>Ceux-ci font à leur tour l'objet d'une organisation dont résultent les systèmes de l'organisme qui servent à l'exécution de fonctions corporelles comme la nutrition, la circulation et les échanges gazeux, l'excrétion et la reproduction. Pour qu'un organisme survive, les différents systèmes qui le composent doivent fonctionner en interrelation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Tissus – Organes – Systèmes
Systèmes – Fonction de nutrition	
<p>Système digestif</p> <p>L'être humain est tributaire d'un apport régulier d'aliments provenant d'autres organismes. Cet apport est indispensable, car il assure la construction et la réparation des tissus de même que la production de chaleur et d'énergie sous différentes formes (mécanique, calorifique, etc.).</p> <p>Les transformations mécaniques et chimiques de la nourriture sont effectuées dans le système digestif selon quatre étapes de traitement : ingestion, digestion, absorption et élimination.</p> <p>Les glandes digestives assurent la décomposition chimique des aliments. Les glandes salivaires produisent presque toute la salive qui a des fonctions multiples (humidification, digestion partielle des glucides, pouvoir antibactérien, etc.). Les sécrétions gastriques (acide chlorhydrique, mucus, pepsine, etc.) interviennent dans la digestion des protéines. L'intestin grêle et ses structures annexes (pancréas, foie) sécrètent divers sucs afin d'amorcer la digestion des lipides. Les sels biliaires jouent un rôle important dans la digestion des graisses. L'intestin grêle joue aussi un rôle majeur dans la digestion des glucides, des protéines, des lipides et dans l'absorption des nutriments. L'absorption d'eau et d'électrolytes constitue une des fonctions essentielles du gros intestin. Le dernier segment du gros intestin (rectum) entrepose les matières fécales jusqu'à leur élimination.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Types d'aliments (eau, protéines, glucides, lipides, vitamines, minéraux) – Valeur énergétique des aliments – Tube digestif (bouche, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, anus) – Transformation des aliments (mécanique, chimique) – Glandes digestives (glandes salivaires, glandes gastriques, pancréas, foie, glandes intestinales)

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
Systèmes – Fonction de nutrition (Suite)	
<p>Systèmes circulatoire et respiratoire</p> <p>Pour accomplir leurs activités métaboliques, les cellules de l'organisme humain ont besoin d'un apport constant en oxygène et d'une élimination adéquate du dioxyde de carbone. Les systèmes de transport (respiratoire, circulatoire et lymphatique), qui permettent les échanges entre les organes et les cellules, sont essentiels au maintien de la vie.</p> <p>Le système respiratoire assure l'apport en oxygène et l'élimination du dioxyde de carbone, tandis que l'échange d'oxygène et de dioxyde de carbone assure la respiration cellulaire. La circulation sanguine permet ces échanges en empruntant diverses voies et divers types de vaisseaux alors que les constituants du sang jouent un rôle important dans le transfert de diverses substances à l'organisme.</p> <p>Le système immunitaire rend possible la défense de l'organisme humain contre des virus, des bactéries et d'autres menaces extracellulaires. L'immunité active peut être acquise naturellement (production d'anticorps) ou artificiellement (vaccination). Les troubles du système immunitaire peuvent causer des maladies comme les allergies et l'immunodéficience.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Système respiratoire (fosses nasales, pharynx, trachée, bronches, poumons) – Fonctions des constituants du sang (plasma, éléments figurés) – Compatibilité des groupes sanguins – Système circulatoire (voies de circulation, types de vaisseaux) – Système lymphatique (lymphe, anticorps)
<p>Système excréteur</p> <p>Le système urinaire joue un rôle essentiel dans la régulation du milieu interne chez les organismes. Ses fonctions-clés sont la filtration du sang et l'élimination des déchets.</p> <p>Les reins retiennent ou excrètent l'eau et les électrolytes, ce qui concourt à les maintenir en équilibre dans le milieu intérieur. L'action des glandes sudoripares contribue également au maintien de l'équilibre hydrique et à l'élimination de déchets. Le transport des gaz par le sang et le rejet de dioxyde de carbone par les poumons aident à stabiliser le pH du sang.</p> <p>La régulation des liquides corporels et l'élimination des déchets métaboliques assurent le maintien de l'équilibre hémodynamique et ionique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Système urinaire (reins, uretères, vessie, urètre) – Composants de l'urine (eau, sels minéraux, urée) – Maintien de l'équilibre sanguin (reins, poumons, glandes sudoripares)

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
Systèmes – Fonction de relation	
<p>Systèmes nerveux et musculosquelettique</p> <p>Le système nerveux et le système musculosquelettique régulent les fonctions corporelles internes, mais aussi les comportements des individus, leur permettant d’entrer en relation avec le milieu extérieur et de s’y adapter.</p> <p>Les réseaux complexes de cellules spécialisées, appelées <i>neurones</i>, constituent le système nerveux. Le système nerveux central rend possibles des comportements complexes et coordonne des commandes motrices grâce au système nerveux périphérique. Les divisions, sensitive et motrice, du système nerveux périphérique assurent l’homéostasie.</p> <p>D’une grande complexité structurale, le système nerveux recueille une multiplicité d’informations grâce à divers récepteurs sensoriels distribués dans les organes des sens, qui assurent la vision, l’ouïe et l’équilibre, le goût et l’odorat, le mouvement et la locomotion. Ces données sont ensuite intégrées dans les aires sensorielles situées dans le système nerveux central. Le système nerveux joue également un rôle important dans la coordination des mouvements et dans la façon dont nous nous déplaçons. La saturation sensorielle peut aussi découler d’un usage immodéré des nouvelles applications issues des technologies de l’information et de la communication.</p> <p>Le squelette assure le soutien et la protection du corps. Il joue un rôle essentiel dans le mouvement grâce à l’action des muscles qui agissent sur lui en se contractant. Certains os sont fusionnés, tandis que d’autres sont reliés par des articulations permettant une certaine liberté de mouvement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Système nerveux central (encéphale, moelle épinière) – Système nerveux périphérique (nerfs) <ul style="list-style-type: none"> • Neurone (synapse, axone, dendrite) • Influx nerveux (acte volontaire, arc réflexe) – Récepteurs sensoriels (œil, oreille, peau, langue, nez) – Système musculosquelettique (os, articulations, muscles) <ul style="list-style-type: none"> • Fonctions des os, des articulations et des muscles • Types de muscles • Types de mouvements articulaires

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
Systèmes – Fonction de reproduction	
<p>Système reproducteur</p> <p>Au premier cycle du secondaire, l'étude des organes reproducteurs de l'humain a permis à l'élève de se familiariser avec certains aspects liés à son système reproducteur, tels que la fécondation, la grossesse et les principaux stades du développement humain. Toutefois, l'étude de l'apparition des caractères sexuels chez les adolescents n'a pas été abordée et le fait que la puberté est la période où la reproduction devient possible n'a pas été expliqué.</p> <p>L'étude des gonadotrophines produites par l'hypophyse (FSH, LH) permet de comprendre, entre autres, la spermatogenèse chez l'homme, la maturation du follicule ovarien et le déclenchement de l'ovulation chez la femme. Celle des hormones produites par les gonades sexuelles fait voir comment la testostérone, l'œstrogène et la progestérone régulent la croissance, le développement, les cycles reproducteurs et le comportement sexuel de l'humain.</p> <p>Ces nouvelles connaissances permettent aux adolescents de comprendre de façon plus approfondie les changements qui s'opèrent en eux et sont susceptibles de les éclairer au moment de faire des choix en matière de régulation des naissances ou de traitement de la fertilité.</p> <p>Note : Cette partie du programme constitue un complément aux concepts étudiés au premier cycle. Elle doit être envisagée sous l'angle d'une meilleure compréhension de la puberté chez les adolescents.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Puberté (fille et garçon) – Régulation hormonale chez l'homme <ul style="list-style-type: none"> • Spermatogenèse • Érection • Éjaculation – Régulation hormonale chez la femme <ul style="list-style-type: none"> • Ovogenèse • Cycle ovarien • Cycle menstruel

Repères culturels possibles			
Histoire	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Jonas Salk Ian Pavlov Rachel Carson Thomas Malthus Sir Alexander Fleming Sir Frederick Banting Karl Landsteiner	Organisation mondiale de la Santé Guide alimentaire canadien Directions régionales de la santé publique	Greffes et transplantation d'organes Transfusions sanguines Stérilisation Culture de tissus Biosynthèse de l'insuline humaine Vaccination Contraception	Création de la Croix-Rouge internationale

Univers matériel (première année du cycle)

Pour la première année du deuxième cycle du secondaire, les éléments de contenu prescrits associés à l'univers matériel sont regroupés autour de cinq concepts généraux : propriétés, transformations, organisation de la matière, fluides et ondes. Les trois premiers (propriétés, transformations, organisation de la matière) ont déjà été abordés au premier cycle. Cependant, en raison du thème retenu et des visées pédagogiques dont celui-ci est porteur, ces concepts généraux font l'objet d'une étude plus approfondie. Par ailleurs, la découverte de certaines propriétés et transformations de la matière doit être l'occasion d'établir des liens avec les éléments de contenu du premier cycle et de formuler de nouvelles hypothèses relativement à l'organisation de la matière. De même, l'introduction du modèle particulaire constitue un outil de premier plan pour l'explication de divers phénomènes.

Le quatrième concept concerne les fluides. On y aborde des notions qui permettent d'expliquer plus précisément la question du transport des entrées et des déchets dans le corps et celle des échanges de matière au niveau des cellules. L'osmose et la diffusion, deux notions étudiées au premier cycle, sont également mises à profit pour expliquer ces échanges. Le cinquième concept général, qui porte sur les ondes, regroupe quelques notions de base sur les phénomènes ondulatoires. Bien qu'elles permettent d'aborder les propriétés de n'importe quel mouvement ondulatoire, les ondes sont utilisées ici comme ressources dans le contexte spécifique de l'étude de certains récepteurs sensoriels du corps.

Orientations	Concepts prescrits
<p>Propriétés de la matière</p> <p>L'organisme humain est constitué d'une grande diversité de substances matérielles. Qu'elles soient présentes dans les cellules ou dans les liquides du corps, qu'elles soient naturelles ou artificielles, elles se distinguent les unes des autres par leurs propriétés. Certaines substances (l'eau, l'oxygène, le dioxyde de carbone, certains nutriments, les sels minéraux ainsi que divers déchets) constituent des déterminants de premier plan de la santé d'un individu en raison de l'importance de leur rôle et de leur concentration dans le corps.</p> <p>Les propriétés caractéristiques d'une substance pure ou d'un groupe de substances sont déterminées à certaines conditions de température et de pression. L'utilisation de tableaux répertoriant les propriétés physiques et chimiques caractéristiques de la matière permet d'identifier des substances, mais aussi de comprendre leurs rôles, l'usage qui en est fait et les dangers qu'elles représentent parfois pour le corps.</p> <p>Dans le corps, les substances sont généralement présentes sous la forme de mélanges dont plusieurs sont des solutions. Les propriétés physiques de ces dernières varient selon la nature et la proportion de leurs constituants. Quantité de phénomènes vitaux dépendent de la propriété de l'eau et des lipides de dissoudre de nombreuses substances. La concentration s'exprime en grammes de soluté par litre de solution, ou en pourcentage. La solubilité d'un solide ou d'un gaz s'exprime en grammes de soluté pour un volume donné de solvant, ou en pourcentage. Elle varie notamment selon la température.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Propriétés physiques caractéristiques <ul style="list-style-type: none"> • Point de fusion • Point d'ébullition • Masse volumique • Solubilité – Propriétés chimiques caractéristiques <ul style="list-style-type: none"> • Réaction à des indicateurs – Propriétés des solutions <ul style="list-style-type: none"> • Concentration • Soluté • Solvant

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<p>Transformations de la matière</p> <p>L'être humain échange avec son milieu et transforme constamment de la matière et de l'énergie. Il survit parce que ces transformations lui procurent de l'énergie sous une forme accessible et de la matière pour réparer et construire les tissus propres à son organisme, d'une part, et pour entretenir ses réserves en minéraux, d'autre part.</p> <p>Les transformations physiques et chimiques sont également objet d'apprentissage. Elles impliquent un transfert et une transformation d'énergie. Au cours des transformations physiques, le nombre d'atomes de chaque élément ainsi que leur masse demeurent inchangés. Les molécules impliquées ne subissent pas de transformation. La matière conserve donc ses propriétés caractéristiques.</p> <p>Selon l'énergie d'agitation moyenne des molécules qui la composent, une même substance se présente sous la forme d'un liquide, d'un solide ou d'un gaz. Une variation de cette énergie entraîne des transformations réversibles.</p> <p>L'observation du comportement de la matière au cours de ces transformations constitue le point de départ de la construction d'un modèle particulière de la matière, qui rassemble toutes les qualités d'un bon modèle : il met en relation différentes observations, il explique les comportements observés, il permet d'en prédire de nouveaux et il est perfectible.</p> <p>La préparation de solutions par dissolution et la modification de la concentration à la suite d'une dilution sont des opérations courantes dans la vie quotidienne. Il importe d'amener l'élève à les maîtriser et à les mettre en pratique rigoureusement.</p> <p>Au cours des transformations chimiques, les molécules impliquées sont modifiées. Les produits de la transformation diffèrent des réactifs; ils seront caractérisés par d'autres propriétés. Le nombre d'atomes de chaque élément et leur masse sont conservés. Sur cette base, des équations chimiques simples sont balancées (réactions d'oxydation, de synthèse et de décomposition). Certains indices sont utilisés pour faciliter la reconnaissance de la formation d'une nouvelle substance.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Transformations physiques <ul style="list-style-type: none"> • Dissolution • Dilution • Changement de phase – Transformations chimiques <ul style="list-style-type: none"> • Décomposition et synthèse • Oxydation • Précipitation – Formes d'énergie (chimique, thermique, mécanique, rayonnante) – Modèle particulaire
<p>Organisation de la matière</p> <p>La matière circule, de l'inerte au vivant et inversement. En effet, qu'elle soit inerte ou vivante, la matière est constituée d'atomes qui se combinent selon leurs affinités et qui forment des molécules d'éléments ou de composés plus ou moins complexes. Lorsqu'une seule sorte de molécule est présente dans un échantillon de substance, elle est dite pure et elle est identifiable par ses propriétés caractéristiques. Cependant, le plus souvent, la matière est présente dans l'environnement et dans l'organisme humain sous la forme de mélanges de plusieurs sortes de molécules d'éléments et de composés. Les propriétés d'un mélange sont différentes de celles de ses constituants qui conservent chacun leurs propriétés caractéristiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Substance pure (composé, élément) – Mélanges homogènes et hétérogènes

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<p>Fluides</p> <p>Un système de transport interne assure la circulation de substances sélectionnées par l'organisme (l'eau, l'oxygène, le dioxyde de carbone, certains nutriments, les sels minéraux ainsi que divers déchets) vers des régions spécialisées pour les transformations, le stockage ou l'élimination. Le système circulatoire fournit la pression et les variations de pression nécessaires à la circulation du sang. La respiration fournit les variations de volume nécessaires aux variations de pression qui permettront la diffusion de l'oxygène et du dioxyde de carbone au niveau des alvéoles des poumons.</p> <p>En général, lorsqu'une pression s'exerce sur un solide ou un fluide (compressible ou non), elle est directement proportionnelle à la force qui est distribuée sur une surface et inversement proportionnelle à la surface sur laquelle la force s'applique. Une compréhension qualitative et quantitative de cette relation est souhaitable.</p> <p>Dans le cas des fluides (compressibles ou non), la pression résulte aussi du choc des molécules entre elles et sur les parois d'une surface contraignante (vaisseaux et alvéoles). Des variations de pression induisent des déplacements de matière qui s'effectuent toujours d'une zone où la pression est élevée vers une zone où la pression est basse. Dans le cas des fluides compressibles, à une même température, le volume est inversement proportionnel à la pression qui s'exerce.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Fluides compressible et incompressible – Pression – Relation entre pression et volume
<p>Ondes</p> <p>L'organisme humain est équipé de diverses structures qui lui permettent de recevoir des informations de son environnement. Deux stimulus externes captés par des organes des sens doivent être examinés, soit les ondes sonores et les ondes lumineuses du spectre visible. Ces dernières font partie du spectre électromagnétique dont les rayonnements diffèrent essentiellement par leur longueur d'onde.</p> <p>L'exploration concrète des ondes mécaniques transversales (dans un ressort ou dans l'eau) constitue un moyen pour aider l'élève à comprendre les mouvements ondulatoires. La fréquence, la longueur d'onde et l'amplitude permettent d'identifier des propriétés qualitatives et quantitatives qui sont communes à toutes les ondes tout en mettant en évidence certaines de leurs différences. En tant que déformation qui se propage à une vitesse déterminée dans un milieu élastique, une onde mécanique transporte de l'énergie d'un point à un autre. Cependant, la matière occupe la même position après le passage de l'onde qu'à l'origine de sa propagation.</p> <p>Les ondes sonores sont des ondes mécaniques longitudinales. Elles sont produites par un corps élastique en vibration et leur propagation exige un support matériel périodiquement comprimé et raréfié. L'onde se déplace, transportant ainsi l'énergie fournie par le corps vibrant sans que la matière soit déplacée.</p> <p>Quoique de nature très différente, les ondes lumineuses ont certains comportements semblables à ceux des ondes sonores et des ondes mécaniques en général. Ainsi, comme les autres ondes, la lumière est caractérisée par sa fréquence, sa longueur d'onde, son amplitude et sa vitesse de propagation. Cependant, dans son comportement ondulatoire, la lumière se propage dans le vide et dans les milieux transparents.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Fréquence – Longueur d'onde – Amplitude – Échelle des décibels – Spectre électromagnétique – Déviation des ondes lumineuses – Foyer d'une lentille

Orientations (Suite)	Concepts prescrits
<p>Ondes (Suite)</p> <p>Lorsqu'une onde lumineuse arrive au contact d'un autre milieu transparent, une partie de la lumière est réfléchi. L'autre partie pénètre dans le milieu et elle est généralement déviée par rapport à sa direction originale.</p> <p>On trouve dans notre environnement naturel et artificiel des objets qui mettent en évidence cette propriété de la lumière. Deux groupes d'objets, appelés lentilles, sont à l'étude : les lentilles convergentes et divergentes. La compréhension visée du phénomène est qualitative.</p> <p>Note : Lors de l'étude de la réflexion, le travail est limité aux miroirs plans et les aspects quantitatifs sont abordés; lors de l'étude de la réfraction, les aspects quantitatifs ne sont pas abordés.</p>	

Repères culturels possibles			
Histoire	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Dimitri Mendeleïev Louis et Antoine Lumière Heinrich Hertz René Descartes Wilhem Conrad Röntgen	Musées de la science et de la technologie Clubs de loisir scientifique Facultés des sciences et de génie	Classification périodique des éléments Interventions médicales à l'aide de la fibre optique Systèmes de télécommunication	Prix Nobel Expo-sciences

Terre et espace (première année du cycle)

Les connaissances relatives à la Terre et à l'espace abordées au premier cycle ont permis à l'élève d'interpréter différents phénomènes terrestres et astronomiques et de prendre conscience de l'aspect dynamique de la Terre. Au cours de la première année du deuxième cycle, elles visent à le rendre apte à comprendre l'origine de la vie et l'apparition de l'espèce humaine à travers l'histoire de la Terre. L'introduction à l'étude des dimensions spatiale et tem-

porelle lui fournissent l'occasion d'établir des relations entre les processus associés au développement des êtres vivants et les caractéristiques physiques de notre planète. Il importera donc de traiter de l'échelle des temps géologiques, des grandes étapes du développement de la vie sur Terre ainsi que de la situation de l'humain à l'échelle de l'univers.

Orientations	Concepts prescrits
Terre	
<p>L'échelle des temps géologiques permet de mettre en relation les conditions environnementales qui existaient lors des grandes étapes du développement de la vie sur Terre. Elle débute avec la formation de la Terre, il y a plus de 4,55 milliards d'années. Après la formation de la croûte terrestre et des océans, au début du précambrien, les premières formes de vie (bactéries, procaryotes) apparaissent. Au cours du paléozoïque (ère primaire), les espèces vivantes prolifèrent et se diversifient. Cette ère est caractérisée par l'extinction massive de presque toutes les formes de vie marine et de près de 70 % des espèces terrestres à la fin du permien. Le mésozoïque (ère secondaire) voit régner les grands reptiles et les dinosaures. Le cénozoïque (ères tertiaire et quaternaire) débute avec la disparition des dinosaures, lors d'une autre extinction majeure (fin du crétacé). Les mammifères peuvent alors se diversifier et conquérir la Terre et les lignées des primates et des hominidés peuvent se développer. L'ère quaternaire est ponctuée de plusieurs grandes glaciations; de nombreux mammifères, tels les mammouths, s'éteignent. L'homme moderne évolue depuis quelques centaines de milliers d'années, mais ne se sédentarise qu'au cours des dix derniers millénaires.</p> <p>De nombreuses traces de ces changements demeurent inscrites dans les formations rocheuses ainsi que dans les fonds océaniques. Les fossiles constituent des traces d'organismes ayant vécu à différentes périodes. Dans une coupe de sol, les fossiles plus âgés sont habituellement ensevelis sous les fossiles plus jeunes. Leur disposition sert ainsi de repère pour la datation des couches stratigraphiques.</p> <p>Note : Étant donné la complexité de la taxonomie des espèces vivantes et de la nomenclature des temps géologiques, un apprentissage des principales divisions de ces systèmes de classification doit être visé. Par contre, l'étude de l'évolution biochimique des molécules prébiotiques menant aux cellules primitives n'est pas ciblée.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Échelle des temps géologiques – Grands épisodes de l'histoire du vivant – Extinction d'espèces – Fossiles – Couches stratigraphiques

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
Espace	
<p>Désireux de connaître l'univers dans lequel il évolue et d'en mesurer l'étendue, l'homme scrute la voûte céleste depuis la nuit des temps. L'unité astronomique constitue une première échelle utile pour comparer les orbites planétaires.</p> <p>Le système solaire fait partie d'un plus vaste ensemble d'étoiles, de gaz et de poussières, notre Galaxie, la Voie lactée. À cette échelle astronomique, les distances s'expriment en années-lumière. Si la lumière émise par le Soleil met huit secondes à atteindre la Terre, celle qui provient de l'étoile la plus proche met environ quatre ans à y parvenir. Au delà de la Voie lactée, les observations indiquent que des milliards de galaxies peuplent l'univers et qu'elles sont situées à des millions d'années-lumière de nous.</p> <p>Les théories actuellement admises suggèrent que la vie est apparue sur Terre au gré des transformations chimiques, sous des conditions propices telles que la présence d'eau, de sources d'énergie et d'une atmosphère gazeuse. Celle-ci a permis l'établissement du cycle de l'eau et nous protège des rayonnements nocifs. L'absence d'atmosphère autour d'une planète ou d'un satellite, comme la Lune, en fait un monde stérile qui ne peut supporter la vie. L'étude des conditions favorables au maintien de la vie permettra peut-être à l'espèce humaine de déceler un jour l'existence de formes de vie ailleurs dans l'univers.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Échelle de l'univers – Unité astronomique – Année-lumière – Situation de la Terre dans l'univers – Conditions favorables au développement de la vie

Repères culturels possibles			
Histoire	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Galileo Galilei Arthur Holmes Nicolas Copernic Hubert Reeves Johannes Kepler Edmond Halley Edwin Hubble	Parc national de Miguasha Observatoire du mont Mégantic Agence spatiale canadienne Planétarium de Montréal Cosmodôme de Laval Commission géologique du Canada	Programmes d'exploration spatiale Programme SETI Télescope spatial Hubble	Éclipse solaire Éclipse lunaire Impacts météoritiques Glaciations Formation du Bouclier canadien

Univers technologique (première année du cycle)

En première année du cycle, l'univers technologique est caractérisé par des concepts généraux liés au langage des lignes, à l'ingénierie, aux matériaux et à la biotechnologie. Les trois premiers concepts s'inscrivent dans une logique de connaissances essentielles et de pratiques déterminantes auxquelles on a recours quand vient le temps de concevoir des objets techniques et des systèmes technologiques ou de procéder à leur étude. Pour cette raison, on fera souvent appel tout au long du cycle aux mêmes informations et aux mêmes ressources pour résoudre un problème de conception ou d'analyse. Les aspects relatifs à la fabrication sont traités dans la section portant sur les techniques. Le quatrième concept général aborde une dimension qui nous interpelle de manière particulière : celle des technologies appliquées aux êtres et aux systèmes vivants.

Les objets, les systèmes, les produits et les procédés utilisés au quotidien et ceux qui ont un usage particulier tirent leur existence de la mise en pratique d'une diversité de savoirs. Ils sont de véritables fils conducteurs qui facilitent la compréhension, l'intégration et l'expérimentation de multiples concepts. L'univers technologique en propose déjà plusieurs à l'intérieur du seul thème *L'humain, un organisme vivant*. Les concepts prescrits qui se rattachent à l'ensemble des concepts généraux visent une meilleure compréhension du milieu de vie et une plus grande capacité d'agir sur lui.

Orientations	Concepts prescrits
<p>Langage des lignes</p> <p>Fondé sur des modes de représentation géométrique conventionnels et relativement indissociable de l'invention et de l'innovation, le dessin technique est un langage qui permet de préciser, de fixer et de matérialiser sa pensée.</p> <p>La justification et la signification de toutes les lignes et les informations d'un dessin technique sont généralement associées à la géométrie et à divers principes relatifs aux échelles ou à différentes formes de représentation. La théorie de la projection orthogonale facilite, entre autres, le dessin de détail et la représentation isométrique. Le recours aux coupes est parfois nécessaire pour montrer les particularités d'une pièce. La cotation complète les informations sur les caractéristiques de chacune des composantes de l'objet ou du système. Enfin, conformément aux règles relatives à leur inscription, certains dessins renferment aussi des informations en rapport avec les standards de l'industrie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Tracés géométriques – Formes de représentation (croquis, perspective, projection oblique) – Lignes de base – Échelles – Projections orthogonales (vues multiples, isométrie) – Coupes – Cotation – Standards et représentations (schémas, symboles)

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<p>Ingénierie</p> <p>La conception ou l'analyse d'un objet technique ou d'un système technologique reposent sur l'appropriation de concepts fondamentaux liés à la mécanique et sur des pratiques de conception et d'analyse propres à l'ingénierie.</p> <p>En mécanique, ces concepts font référence aux liaisons des pièces et aux fonctions mécaniques les plus communes, de même qu'à la transmission et à la transformation du mouvement (modèles familiers de liaisons, de guidages et de mécanismes permettant un mouvement de rotation ou de translation). Dans la conception et l'analyse d'un objet ou d'un système, un tel bagage technique permet de justifier l'utilisation de formes et de matériaux, d'appliquer ou d'expliquer des principes de fonctionnement et d'exploiter ou de faire ressortir des solutions de construction.</p> <p>Plusieurs objets et systèmes qui répondent par leur fonction à des besoins de l'organisme humain comportent certains des éléments caractéristiques mentionnés ci-dessus. C'est le cas du stéthoscope, de l'inhalateur, du thermos, etc.</p>	<p>Mécanique</p> <ul style="list-style-type: none"> – Liaisons types des pièces mécaniques – Fonctions types – Fonction, composantes et utilisation des systèmes de transmission du mouvement (roues de friction, poulies et courroie, engrenage, roues dentées et chaîne, roue et vis sans fin) – Fonction, composantes et utilisation des systèmes de transformation du mouvement (vis et écrou, cames, bielles, manivelles, coulisses et systèmes bielle et manivelle, pignon et crémaillère)
<p>Matériaux</p> <p>Le fait qu'il soit possible d'agir sur les propriétés des matériaux s'avère un important incitatif pour en faire l'exploration et l'exploitation. L'utilisation appropriée d'un matériau suppose une bonne connaissance des éléments liés à ses caractéristiques fonctionnelles et à sa structure, ce qui permet d'avoir une idée juste de son comportement quand il est utilisé. Les concepts qui se rattachent aux métaux et au bois sous-tendent l'étude de leur composition, de leurs propriétés et de leurs caractéristiques d'utilisation.</p> <p>Sur le plan technologique, les métaux et alliages ferreux occupent une très grande place. Ils se trouvent sous une forme ou sous une autre dans plusieurs secteurs de l'activité humaine. L'évolution technique des civilisations est d'ailleurs étroitement liée au développement de ces métaux. Grâce à leurs propriétés et à la facilité relative de les obtenir et de les travailler, les métaux et alliages non ferreux entrent dans la fabrication de nombreux biens de consommation.</p> <p>Le bois demeure également un matériau très répandu. Bien que ses propriétés diffèrent d'une espèce à l'autre (résineux, feuillus), ses emplois sont multiples.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Contraintes (traction, compression, torsion) – Propriétés mécaniques – Types et propriétés <ul style="list-style-type: none"> • Alliages à base de fer • Métaux et alliages non ferreux • Bois et bois modifiés

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<p>Biotechnologie</p> <p>L'espoir mais aussi les craintes que suscitent les avancées spectaculaires de la biotechnologie commandent qu'on s'en préoccupe. L'étude des éléments de contenu en cause doit donc englober à la fois les aspects conceptuels, éthiques et pratiques, notamment les procédés auxquels il faudra accorder une grande place. Certains seront examinés plus attentivement : la pasteurisation, la fabrication du vaccin, la procréation médicalement assistée, la culture cellulaire et la transformation génétique.</p> <p>La pasteurisation permet d'éviter l'altération des produits alimentaires et de conserver leurs propriétés nutritives. Le procédé est exploité depuis longtemps, notamment pour le traitement du lait et des jus de fruits.</p> <p>Le but principal du vaccin est de permettre la fabrication, par le corps, d'agents biologiques naturels ciblés qui renforcent les défenses de l'organisme devant des éléments pathogènes identifiés.</p> <p>La fécondation <i>in vitro</i> (FIV) et l'insémination artificielle ont donné lieu à une véritable révolution dans le traitement de la stérilité tout en permettant de mieux comprendre les mécanismes de la procréation humaine. Ces procédés soulèvent des questions d'ordre éthique qu'il est important d'aborder.</p> <p>L'étude de la cellule doit inclure le cas des cellules cultivées et toucher la façon de les obtenir, leur croissance, leur comportement et leur conservation. D'autres aspects, tels que la stérilisation du matériel utilisé, les caractéristiques des milieux de cultures, les paramètres physicochimiques et les normes éthiques, doivent aussi être pris en considération.</p> <p>La transformation génétique peut être effectuée sur de nombreuses espèces végétales et animales. Le génie génétique joue aujourd'hui un rôle important. En médecine, la thérapie génique a déjà été expérimentée, entre autres dans le traitement de divers cancers. En agriculture, des plantes génétiquement modifiées, telles que la betterave et le colza, possèdent des propriétés de résistance à des insectes nuisibles et de tolérance à certains herbicides. En alimentation, les percées sont de plus en plus nombreuses (enrichissement du riz en vitamine A, modification en acides gras des huiles, etc.). Il importe d'examiner également la réglementation et les contrôles qui encadrent ce secteur d'activité.</p> <p>Lors de l'étude des concepts liés aux OGM, il est important de garder à l'esprit que bien des avenues restent encore inexplorées, ce qui devrait justifier une approche prudente à leur sujet. Il suffit de penser à l'ensemble du génome qui n'est pas encore codifié et dont on ne comprend pas encore toutes les dimensions. L'intervention sur les gènes peut également amener de nouvelles résistances à divers virus et bactéries. Dans le domaine de l'agroalimentaire, la présence de nouvelles espèces transgéniques modifie la dynamique des réseaux alimentaires, ce qui a directement ou indirectement de nombreux impacts à divers niveaux de la pyramide alimentaire. Tous les effets potentiels sur la santé, particulièrement en ce qui concerne le système immunitaire et les nouvelles protéines métabolisées, sont loin d'avoir été mis au jour, ce qui constitue un défi pour le monde de la recherche scientifique et technologique.</p>	<p>– Procédés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasteurisation • Fabrication du vaccin • Procréation médicalement assistée • Culture cellulaire • Transformation génétique (OGM)

Repères culturels possibles

Histoire	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Alexandre Graham Bell Henri Bessemer John Dunlop Guglielmo Marconi Gustave Eiffel Gregor Mendel Louis Pasteur	Invention Québec Écoles et facultés de génie Centre de recherche industrielle du Québec Institut Armand-Frappier	Conservation des aliments Matières plastiques Manipulations génétiques	Imprimerie Expositions universelles Projet du génome humain

Exemples d'objets, de systèmes et de produits liés au thème

- Équipements et procédés de transformation, de production et de conservation de divers aliments : sucre, farine de blé, pain, pâtes, laits traités, beurre pasteurisé, fromages, yogourts, margarines, huiles alimentaires, cacao, chocolat, café, jus de fruits, boissons énergisantes, conserves, etc.
- Appareils culinaires (préparation, cuisson, etc.)
- Enzymes
- Nutraceutiques (produits préventifs et curatifs), vitamines, médicaments, vaccins
- Inhalateur, masque à gaz, poumon artificiel, cœur artificiel, simulateur cardiaque, incubateur
- Prothèses (membres ou organes) : cristallin, implant, disque lombaire, etc.
- Équipement adapté : chaise roulante, marchette, etc.
- Produits d'hygiène et de beauté : savon, shampoing, crèmes, huiles, parfums, etc.
- Objets du quotidien : sèche-cheveux, rasoir, brosse à dents, ciseaux, balance, horloge, etc.
- Robinet, filtre, condenseur, dessiccateur
- Appareils sanitaires (salle de bains), sauna, bain à remous
- Appareils d'exercices et de renforcement musculaire
- Thermomètre, thermos, réfrigérateur, climatiseur
- Système de chauffage (à circulation d'eau ou d'air) d'une maison, manomètre
- Stéthoscope, sphymomanomètre
- Lentille, lunettes, jumelles, microscope
- Four à micro-ondes
- Appareils d'imagerie par résonance magnétique, rayon X, laser, ultrasons (échographie), tomodynamomètre
- Télévision, caméra, ordinateur, etc.

TABLEAU SYNTHÈSE DES CONCEPTS PRESCRITS (PREMIÈRE ANNÉE DU CYCLE)

Univers vivant	Univers matériel	Terre et espace	Univers technologique
<p>DIVISION CELLULAIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> – ADN – Mitose – Fonctions de la division cellulaire (reproduction, croissance, régénération) – Méiose et cycle de développement sexué (méiose, fécondation) – Diversité génétique <p>TISSUS, ORGANES ET SYSTÈMES</p> <ul style="list-style-type: none"> – Tissus – Organes – Systèmes <p>SYSTÈMES</p> <p>FONCTION DE NUTRITION</p> <p>SYSTÈME DIGESTIF</p> <ul style="list-style-type: none"> – Types d'aliments (eau, protides, glucides, lipides, vitamines, minéraux) – Valeur énergétique des aliments – Tube digestif (bouche, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, anus) – Transformation des aliments (mécanique, chimique) – Glandes digestives (glandes salivaires, glandes gastriques, pancréas, foie, glandes intestinales) <p>SYSTÈMES CIRCULATOIRE ET RESPIRATOIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Système respiratoire (fosses nasales, pharynx, trachée, bronches, poumons) – Fonctions des constituants du sang (plasma, éléments figurés) – Compatibilité des groupes sanguins – Système circulatoire (voies de circulation, types de vaisseaux) – Système lymphatique (lympe, anticorps) 	<p>PROPRIÉTÉS DE LA MATIÈRE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Propriétés physiques caractéristiques <ul style="list-style-type: none"> • Point de fusion • Point d'ébullition • Masse volumique • Solubilité – Propriétés chimiques caractéristiques <ul style="list-style-type: none"> • Réaction à des indicateurs – Propriétés des solutions <ul style="list-style-type: none"> • Concentration • Soluté • Solvant <p>TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Transformations physiques <ul style="list-style-type: none"> • Dissolution • Dilution • Changement de phase – Transformations chimiques <ul style="list-style-type: none"> • Décomposition et synthèse • Oxydation • Précipitation – Formes d'énergie (chimique, thermique, mécanique, rayonnante) – Modèle particulaire <p>ORGANISATION DE LA MATIÈRE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Substance pure (composé, élément) – Mélanges homogènes et hétérogènes <p>FLUIDES</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fluides compressible et incompressible – Pression – Relation entre pression et volume 	<p>TERRE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Échelle des temps géologiques – Grands épisodes de l'histoire du vivant – Extinction d'espèces – Fossiles – Couches stratigraphiques <p>ESPACE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Échelle de l'univers – Unité astronomique – Année-lumière – Situation de la Terre dans l'univers – Conditions favorables au développement de la vie 	<p>LANGAGE DES LIGNES</p> <ul style="list-style-type: none"> – Tracés géométriques – Formes de représentation (croquis, perspective, projection oblique) – Lignes de base – Échelles – Projections orthogonales (vues multiples, isométrie) – Coupes – Cotation – Standards et représentations (schémas, symboles) <p>INGÉNIERIE MÉCANIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Liaisons types des pièces mécaniques – Fonctions types – Fonction, composantes et utilisation des systèmes de transmission du mouvement (roues de friction, poulies et courroie, engrenage, roues dentées et chaîne, roue et vis sans fin) – Fonction, composantes et utilisation des systèmes de transformation du mouvement (vis et écrou, cames, bielles, manivelles, coulisses et systèmes bielle et manivelle, pignon et crémaillère)

Univers vivant	Univers matériel	Terre et espace	Univers technologique
<p>SYSTÈME EXCRÉTEUR</p> <ul style="list-style-type: none"> – Système urinaire (reins, uretères, vessie, urètre) – Composants de l’urine (eau, sels minéraux, urée) – Maintien de l’équilibre sanguin (reins, poumons, glandes sudoripares) <p>FONCTION DE RELATION</p> <p>SYSTÈMES NERVEUX ET MUSCULOSQUELETTIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Système nerveux central (encéphale, moelle épinière) – Système nerveux périphérique (nerfs) <ul style="list-style-type: none"> • Neurone (synapse, axone, dendrite) • Influx nerveux (acte volontaire, arc réflexe) – Récepteurs sensoriels (œil, oreille, peau, langue, nez) – Système musculosquelettique (os, articulations, muscles) <ul style="list-style-type: none"> • Fonctions des os, des articulations et des muscles • Types de muscles • Types de mouvements articulaires <p>FONCTION DE REPRODUCTION</p> <p>SYSTÈME REPRODUCTEUR</p> <ul style="list-style-type: none"> – Puberté (fille et garçon) – Régulation hormonale chez l’homme <ul style="list-style-type: none"> • Spermatogenèse • Érection • Éjaculation – Régulation hormonale chez la femme <ul style="list-style-type: none"> • Ovogenèse • Cycle ovarien • Cycle menstruel 	<p>ONDES</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fréquence – Longueur d’onde – Amplitude – Échelle des décibels – Spectre électromagnétique – Déviation des ondes lumineuses – Foyer d’une lentille 		<p>MATÉRIAUX</p> <ul style="list-style-type: none"> – Contraintes (traction, compression, torsion) – Propriétés mécaniques – Types et propriétés <ul style="list-style-type: none"> • Alliages à base de fer • Métaux et alliages non ferreux • Bois et bois modifiés <p>BIOTECHNOLOGIE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Procédés : <ul style="list-style-type: none"> • Pasteurisation • Fabrication du vaccin • Procréation médicalement assistée • Culture cellulaire • Transformation génétique (OGM)

Concepts prescrits (deuxième année du cycle)

Les concepts prescrits pour la deuxième année s'organisent autour de quatre problématiques environnementales : les changements climatiques; le défi énergétique de l'humanité; l'eau potable; et la déforestation.

Le contenu du programme de science et technologie de deuxième année s'organise autour de quatre problématiques environnementales. On trouvera donc, avant la présentation des tableaux regroupant les concepts et les orientations propres à chaque univers, une description très générale de ces problématiques, accompagnée d'un tableau répartissant les éléments de contenu par univers.

Les changements climatiques

La problématique environnementale des changements climatiques constitue un des défis majeurs pour l'avenir de l'humanité. Les changements climatiques se manifestent notamment par une élévation de la température moyenne de la Terre. Plusieurs théories tentent d'en expliquer les causes, mais l'amplification de l'effet de serre est pour l'instant la plus acceptée dans la communauté scientifique.

L'effet de serre est d'abord un phénomène naturel. La lumière du Soleil passe à travers l'atmosphère terrestre, réchauffe la surface du globe qui émet en retour de la chaleur vers l'espace. Ce rayonnement infrarouge est en partie absorbé par certains gaz et la vapeur d'eau présents dans l'atmosphère, ce qui le retient au voisinage de la Terre. En l'absence de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane et oxyde nitreux), la plus grande partie de la chaleur pénétrant dans l'atmosphère terrestre serait rapidement retournée dans l'espace, et la température moyenne de la Terre serait de -18°C au lieu de 15°C .

La concentration des gaz à effet de serre a varié au cours de l'histoire de la Terre. Toutefois, il semble que la quantité de dioxyde de carbone et de méthane n'aurait jamais été aussi élevée depuis 420 000 ans et celle d'oxyde nitreux, depuis au moins un millénaire. Les concentrations de ces gaz ont augmenté rapidement depuis le début de l'industrialisation caractérisée par une hausse de la demande en énergie, par une certaine croissance démographique et par des changements dans l'utilisation du territoire. En brûlant d'énormes quantités de combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) qui génèrent une importante quantité de CO_2 et en poursuivant la

déforestation qui réduit les processus naturels de transformation du CO_2 , on accentue l'effet de serre naturel et on observe une hausse de la température moyenne de la surface du globe.

Ce réchauffement planétaire, vraisemblablement lié à une augmentation de l'effet de serre, cause des changements dans l'ensemble des paramètres du climat puisqu'il déclenche des modifications de la circulation atmosphérique et océanique. Les conséquences anticipées ou déjà observables des changements climatiques sont multiples. Mentionnons, à titre d'exemples, la modification du régime

des précipitations, l'augmentation de la prévalence de certains phénomènes météorologiques extrêmes et le dégel du pergélisol. On anticipe également une accélération de la fonte des glaciers et des banquises qui provoquerait l'augmentation du niveau des océans. Cette hausse de niveau entraînerait des inondations et favoriserait l'érosion des côtes, ce qui impliquerait le déplacement de certaines populations ou un aménagement différent du territoire. Ces changements environnementaux ont inévitablement une grande influence sur les activités socioéconomiques de toutes les sociétés. La foresterie, les pêches, la gestion de l'eau, le tourisme, la production et la consommation d'énergie sont particulièrement touchés.

Au Québec, les changements climatiques pourraient se manifester, entre autres, par une diminution de la qualité de l'eau, ce qui est susceptible d'influer sur la santé humaine et sur l'équilibre des écosystèmes, ainsi que par des fluctuations du niveau des Grands Lacs et du débit du fleuve Saint-Laurent. Ces fluctuations auraient des conséquences diverses dans l'industrie du transport sur la Voie maritime du Saint-Laurent. Elles provoqueraient aussi des perturbations dans divers écosystèmes, comme la perte d'habitats ou la détérioration des conditions de vie de certaines espèces de poissons. La variation des quantités de précipitations influencerait certainement la productivité agricole et la biodiversité au Québec. De plus, l'érosion des côtes et l'alternance accrue des périodes de gel et de dégel auraient des impacts sur le réseau de transport routier. Enfin, la fonte du pergélisol pourrait rendre instables les sols du Grand Nord, entraînant des conséquences pour les populations vivant sur ces territoires.

L'étude de diverses problématiques environnementales vise à responsabiliser l'élève à l'égard de l'environnement dans lequel il évolue et intervient.

Univers vivant

ÉCOLOGIE

- Étude des populations (densité, cycles biologiques)
- Dynamique des communautés
 - Biodiversité
 - Perturbations
- Dynamique des écosystèmes
 - Relations trophiques
 - Productivité primaire
 - Flux de matière et d'énergie
 - Recyclage chimique

Univers technologique*

EXEMPLES D'OBJETS, DE SYSTÈMES, DE PRODUITS ET DE PROCÉDÉS

- Ressources (cartes et photographies aériennes)
- Pluviomètre, thermomètre, baromètre, anémomètre, hygromètre
- Sondes
- Radar, sonar
- Satellites de communication
- Sismographe
- Compteur Geiger
- Équipement de collecte et de traitement des déchets (verre, plastique, pneus, etc.)
- Système antipollution des gaz d'échappement d'un véhicule motorisé

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Terre et espace

CYCLE BIOGÉOCHIMIQUE

- Cycle du carbone
- Cycle de l'azote

RÉGIONS CLIMATIQUES

- Facteurs influençant la distribution des biomes
- Biomes aquatiques
- Biomes terrestres

LITHOSPHERE

- Pergélisol

HYDROSPHERE

- Bassin versant
- Circulation océanique
- Salinité
- Glacier et banquise

ATMOSPHERE

- Effet de serre
- Circulation atmosphérique
- Masse d'air
- Cyclone et anticyclone

ESPACE

- Flux d'énergie émis par le Soleil

Univers matériel

TRANSFORMATIONS CHIMIQUES

- Combustion
- Photosynthèse et respiration
- Balancement d'équations chimiques

ORGANISATION DE LA MATIÈRE

- Modèle atomique de Rutherford-Bohr
- Notation de Lewis
- Familles et périodes du tableau périodique

TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE

- Distinction entre chaleur et température

* Quelle que soit la problématique environnementale en cause, les concepts propres à l'univers technologique peuvent être mobilisés.

Le défi énergétique de l'humanité

La maîtrise de l'énergie a été un facteur important dans le développement de l'humanité. Elle a permis à l'homme d'étendre son emprise sur la Terre entière et de partir à la découverte de l'espace. L'histoire des siècles passés se caractérise notamment par la façon dont il a relevé divers défis énergétiques.

Les temps modernes se distinguent maintenant par un recours à des ressources énergétiques de moins en moins renouvelables et très souvent polluantes. L'utilisation de ces ressources a des impacts écologiques, notamment climatiques, aux vastes conséquences, ce qui amène à s'interroger sur les limites adaptatives de l'environnement terrestre. De plus, l'accroissement démographique soulève la question de la suffisance des ressources énergétiques par rapport à la demande liée aux différentes activités humaines (besoins quotidiens des particuliers, production industrielle, transport, etc.). De manière simplifiée, le défi consiste, d'une part, à assurer les besoins de l'humanité en énergie tout en réduisant les impacts environnementaux et, d'autre part, à veiller à une gestion prudente et responsable des ressources non renouvelables.

Face à ces défis, plusieurs réponses doivent être simultanément envisagées telles que la réduction de la demande, l'augmentation de l'efficacité énergétique des outils, appareils et véhicules, la diversification des sources d'énergie, l'accentuation de la recherche et du développement technologique en matière d'énergies alternatives, le recours au nucléaire⁸, etc.

Au Québec, cette problématique est notamment alimentée par les enjeux locaux et régionaux liés au développement de l'hydroélectricité, au déploiement de parcs éoliens, à la poursuite ou non de la filière nucléaire et au développement d'énergies alternatives telles que l'énergie de la biomasse, l'énergie solaire, géothermique, marémotrice, etc.

8. L'énergie nucléaire est à l'étude dans le programme optionnel de science et technologie offert en 4^e secondaire. Aussi peut-on en faire mention ici, mais il serait préférable de ne pas en faire spécifiquement l'étude.

Univers vivant

ÉCOLOGIE

- Étude des populations (densité, cycles biologiques)
- Dynamique des communautés
 - Biodiversité
 - Perturbations
- Dynamique des écosystèmes
 - Relations trophiques
 - Productivité primaire
 - Flux de matière et d'énergie
 - Recyclage chimique

Univers technologique*

EXEMPLES D'OBJETS, DE SYSTÈMES, DE PRODUITS ET DE PROCÉDÉS

- Électricité : centrale thermique, centrale hydraulique, centrale solaire
- Éolienne
- Pétrole : puits, plateforme, raffinerie
- Moteur à combustion interne
- Moteur électrique
- Turbine
- Accumulateurs

LE DÉFI ÉNERGÉTIQUE DE L'HUMANITÉ

Terre et espace

CYCLE BIOGÉOCHIMIQUE

- Cycle du carbone
- Cycle de l'azote

RÉGIONS CLIMATIQUES

- Facteurs influençant la distribution des biomes
- Biomes aquatiques
- Biomes terrestres

LITHOSPHERE

- Minéraux
- Ressources énergétiques

HYDROSPHERE

- Bassin versant
- Circulation océanique
- Ressources énergétiques

ATMOSPHERE

- Effet de serre
- Circulation atmosphérique
- Masse d'air
- Cyclone et anticyclone
- Ressources énergétiques

ESPACE

- Flux d'énergie émis par le Soleil
- Système Terre-Lune (effet gravitationnel)

Univers matériel

TRANSFORMATIONS CHIMIQUES

- Combustion
- Photosynthèse et respiration
- Réaction de neutralisation acidobasique
- Balancement d'équations chimiques
- Loi de conservation de la masse

ORGANISATION DE LA MATIÈRE

- Modèle atomique de Rutherford-Bohr
- Notation de Lewis
- Familles et périodes du tableau périodique

ÉLECTRICITÉ ET ÉLECTROMAGNÉTISME

- Charge électrique
- Électricité statique
- Loi d'Ohm
- Circuits électriques
- Relation entre puissance et énergie électrique
- Forces d'attraction et de répulsion
- Champ magnétique d'un fil parcouru par un courant

TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE

- Distinction entre chaleur et température
- Loi de la conservation de l'énergie
- Rendement énergétique

* Quelle que soit la problématique environnementale en cause, les concepts propres à l'univers technologique peuvent être mobilisés.

L'eau potable

L'eau est une substance de base et une ressource naturelle très précieuse, dont les usages domestiques, agricoles, industriels, urbains et dans le domaine des loisirs sont considérables. En raison de son importance vitale, les Nations Unies ont décrété que l'accès à l'eau potable est un droit humain fondamental.

Même si notre planète est parfois surnommée la *planète bleue* parce que l'eau y est très répandue, une très faible proportion de cette eau est facilement accessible aux humains. L'eau salée est impropre à la consommation, voire toxique, si elle est consommée avec excès. Ne reste alors que l'eau naturellement douce, en beaucoup plus faible quantité, inégalement distribuée à la surface de la Terre et souvent difficile d'accès, qu'elle soit emprisonnée dans les glaciers continentaux ou dans les nappes phréatiques.

L'eau douce est une ressource rare et sa rareté est d'autant plus préoccupante qu'elle est combinée aux problématiques de pollution et de gaspillage. Un léger déséquilibre dans ses caractéristiques suffit à la rendre impropre à la consommation. La présence d'une carcasse d'animal en décomposition, la faible variation de son pH ou la contamination par quelques parties par million de métaux lourds peuvent la rendre nocive. De nos jours, malgré les lois et règlements en vigueur, plusieurs sources d'eau douce sont mondialement polluées par différents rejets chimiques toxiques qui souvent provoquent une prolifération de micro-organismes néfastes pour la santé.

Combiné à la contamination, le gaspillage de l'eau douce constitue un autre enjeu important dans la problématique de l'eau potable. En effet, un Nord-Américain consomme en moyenne quelques centaines de milliers de litres d'eau par an, dont plus de la moitié est gaspillée, alors qu'un être humain n'a vraiment besoin que d'une dizaine de milliers de litres d'eau par an pour vivre.

Le Québec comporte un réseau hydrographique important qui est considéré comme une réserve mondiale en eau potable. Une politique gouvernementale vise à protéger et à mettre en valeur ce patrimoine hydrique.

Univers vivant

ÉCOLOGIE

- Étude des populations (densité, cycles biologiques)
- Dynamique des communautés
 - Biodiversité
 - Perturbations
- Dynamique des écosystèmes
 - Relations trophiques
 - Productivité primaire
 - Flux de matière et d'énergie
 - Recyclage chimique

Univers technologique*

EXEMPLES D'OBJETS, DE SYSTÈMES, DE PRODUITS ET DE PROCÉDÉS

- Usine de traitement de l'eau potable
- Usine de traitement de l'eau salée
- Station de traitement des eaux usées
- Alimentation en eau (réseau de circulation et de distribution)
- Puits artésien, moulin hydraulique
- Château d'eau, bassin
- Camion-citerne
- Appareils hydrauliques
- Pompe, vanne
- Arrosoir
- Compteur (consommation d'eau)
- Équipements et procédés d'embouteillage
- Contenants (bonbonne, bouteille, canette, etc.)
- Systèmes d'irrigation des sols
- Aqueduc
- Écluse, digue

L'EAU POTABLE

Terre et espace

RÉGIONS CLIMATIQUES

- Biomes aquatiques
- Biomes terrestres

HYDROSPHÈRE

- Bassin versant
- Circulation océanique
- Salinité
- Glacier et banquise

ATMOSPHÈRE

- Circulation atmosphérique

Univers matériel

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES SOLUTIONS

- Concentration (ppm)
- Électrolytes
- Échelle pH
- Dissociation électrolytique
- Ions
- Conductibilité électrique

TRANSFORMATIONS CHIMIQUES

- Réaction de neutralisation acidobasique
- Balancement d'équations chimiques

ORGANISATION DE LA MATIÈRE

- Modèle atomique de Rutherford-Bohr
- Notation de Lewis
- Familles et périodes du tableau périodique

* Quelle que soit la problématique environnementale en cause, les concepts propres à l'univers technologique peuvent être mobilisés.

La déforestation

Les forêts sont des trésors naturels de la Terre. Elles font partie du paysage planétaire depuis des milliers d'années et contribuent aux processus écologiques et climatiques dont la biodiversité et la vie humaine dépendent.

Sur tous les continents, de grandes superficies forestières ont été déboisées au fil des siècles pour répondre aux besoins alimentaires des communautés et pour leur expansion urbaine comme les développements de quartiers résidentiels et industriels. La réduction des surfaces couvertes de forêt et le remplacement permanent de celle-ci pour un autre usage est ce qu'on appelle « déforestation ».

D'autre part, de grandes superficies forestières conservent leur vocation originelle malgré des transformations temporaires qu'apportent la récolte forestière ou les perturbations naturelles.

Au fil des ans, le couvert forestier mondial subit diverses perturbations naturelles, comme les feux, les insectes défoliateurs et le verglas. De tels événements font partie intégrante de la dynamique de régénération des forêts et contribue, avec la récolte forestière, à rajeunir la forêt et à assurer sa viabilité.

La déforestation observée dans certains pays d'Amérique du Sud, d'Asie ou d'Afrique a des conséquences considérables sur l'environnement et sur les sociétés. Elle a d'abord des effets négatifs sur la biodiversité, puisque les forêts abritent la majorité des plantes et des animaux de la planète. Elle a également un impact majeur sur les changements climatiques, car les arbres en pleine croissance fixent le carbone en eux et libèrent l'oxygène. Les arbres transformés en matériaux conservent en eux ce carbone (puits de carbone) et les arbres qui meurent et se décomposent ou brûlent vont plutôt le libérer (carbone neutre).

Par ailleurs, les forêts règlent le débit des cours d'eau en absorbant l'excès des eaux de pluie, qui est graduellement libéré par la suite. Enfin, elles réduisent la force des vents qui dessèchent et érodent les sols, ce qui a pour conséquence, outre une perte de fertilité, l'aggravation des dégâts causés par les catastrophes naturelles. Dans certains milieux, la déforestation constitue, pour cette raison, un premier pas vers la désertification.

La déforestation touche directement des centaines de millions de personnes dans le monde qui vivent en forêt ou à l'orée de celles-ci. Les forêts permettent à ces populations de satisfaire leurs besoins primaires en leur fournissant de la nourriture et du bois pour la construction et le chauffage.

Au Québec, la forêt est une ressource importante. Divers moyens sont mis en place pour la protéger. Son aménagement forestier durable et la création d'aires protégées permettent de tenir compte des autres ressources de la forêt comme la faune, l'eau et les paysages.

Univers vivant

ÉCOLOGIE

- Étude des populations (densité, cycles biologiques)
- Dynamique des communautés
 - Biodiversité
 - Perturbations
- Dynamique des écosystèmes
 - Relations trophiques
 - Productivité primaire
 - Flux de matière et d'énergie
 - Recyclage chimique

Univers technologique*

EXEMPLES D'OBJETS, DE SYSTÈMES, DE PRODUITS ET DE PROCÉDÉS

- Barrage
- Route, autoroute
- Pont, tunnel
- Signalisation routière
- Éclairage public

LA DÉFORESTATION

Terre et espace

CYCLE BIOGÉOCHIMIQUE

- Cycle du carbone
- Cycle de l'azote

RÉGIONS CLIMATIQUES

- Facteurs influençant la distribution des biomes
- Biomes aquatiques
- Biomes terrestres

LITHOSPHERE

- Minéraux
- Ressources énergétiques

HYDROSPHERE

- Bassin versant
- Circulation océanique

ATMOSPHERE

- Effet de serre
- Circulation atmosphérique

ESPACE

- Flux d'énergie émis par le Soleil

Univers matériel

TRANSFORMATIONS CHIMIQUES

- Combustion
- Photosynthèse et respiration
- Balancement d'équations chimiques

ORGANISATION DE LA MATIÈRE

- Modèle atomique de Rutherford-Bohr
- Notation de Lewis
- Familles et périodes du tableau périodique

TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE

- Distinction entre chaleur et température
- Loi de la conservation de l'énergie

* Quelle que soit la problématique environnementale en cause, les concepts propres à l'univers technologique peuvent être mobilisés.

Univers vivant (deuxième année du cycle)

Au deuxième cycle du secondaire, les concepts liés à l'écologie sont indispensables pour en arriver à une compréhension approfondie des problématiques environnementales. Cette étude s'articule autour de trois concepts princi-

aux que sont les populations, la dynamique des communautés et celle des écosystèmes.

Orientations	Concepts prescrits
<p>Écologie</p> <p>Plusieurs individus de la même espèce qui occupent le même territoire forment une population. Chaque population est caractérisée par la façon dont elle est distribuée sur un territoire ainsi que par sa densité. L'influence des facteurs abiotiques et biotiques est déterminante dans l'étude de la dynamique des populations. Plusieurs de ces facteurs tels que la natalité, la mortalité, l'immigration et l'émigration jouent un rôle important dans les cycles biologiques de ces populations. Par ailleurs, la reproduction et la survie des individus sont étroitement liées à l'accessibilité aux ressources du milieu.</p> <p>Une population n'est jamais seule à occuper un territoire. Plusieurs types d'interactions biotiques se produisent entre ces populations qui constituent alors une communauté. Chaque communauté se caractérise par une structure trophique et une abondance relative des espèces qui la composent (biodiversité). La structure trophique, définie par les relations entre les organismes qui forment des réseaux alimentaires, est déterminante pour expliquer la dynamique des communautés. Ces réseaux alimentaires sont influencés à la fois par les nutriments disponibles à la base de la chaîne alimentaire et par les grands prédateurs au sommet de la pyramide alimentaire. Des modifications dans la structure et la composition des communautés surviennent lorsque des perturbations provoquent un déséquilibre. Dès lors, une série de changements s'opèrent progressivement afin de rétablir l'équilibre dans la communauté : on parle alors de successions écologiques. L'action des humains et les catastrophes naturelles sont les principaux agents de perturbation au sein des communautés.</p> <p>Un autre facteur peut jouer un rôle important dans la perturbation des relations au sein des communautés. Il s'agit de la présence de micro-organismes pathogènes dans l'environnement (bactéries, virus, champignons, parasites). Certains de ces agents peuvent avoir un effet allergisant, toxique ou même mortel dans certains cas.</p> <p>Quant aux écosystèmes, ils se caractérisent tous par les relations qu'entretiennent les organismes d'une communauté avec les facteurs abiotiques du milieu. Grâce à l'action des organismes autotrophes, l'énergie entre dans l'écosystème et est transformée en matière organique. Cette productivité primaire (biomasse) a une influence sur la quantité d'énergie totale de l'écosystème. L'énergie solaire qui est convertie en énergie chimique est transmise d'un niveau trophique à un autre par l'intermédiaire de la nourriture et dissipée sous forme de chaleur. À tous les niveaux trophiques, des processus biologiques et géologiques rendent possible la remise en circulation des divers nutriments : on parle alors de recyclage chimique. L'action des micro-organismes et des décomposeurs est cruciale dans le processus de décomposition organique qui permet la remise en circulation des divers éléments inorganiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Étude des populations (densité, cycles biologiques) – Dynamique des communautés <ul style="list-style-type: none"> • Biodiversité • Perturbations – Dynamique des écosystèmes <ul style="list-style-type: none"> • Relations trophiques • Productivité primaire • Flux de matière et d'énergie • Recyclage chimique

Orientations (Suite)	Concepts prescrits
<p>Écologie (Suite)</p> <p>L'étude des changements climatiques et celle du défi énergétique de l'humanité sont particulièrement pertinentes pour comprendre la circulation de l'énergie et le recyclage de la matière au sein des écosystèmes.</p> <p>Note : L'étude des micro-organismes et des décomposeurs doit se limiter à leur rôle dans l'étude des cycles de décomposition organique et de la remise en circulation des nutriments. Il ne s'agit pas d'en étudier la taxonomie.</p>	

Repères culturels possibles			
Histoire	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Charles Darwin Alfred Wallace Hermann Müller Alfred Hershey Martha Chase	Musées des sciences naturelles Biodôme de Montréal Aires protégées Jardins zoologiques Réserves mondiales de l'UNESCO Groupes environnementaux	Activités de dépollution Protection de l'environnement	Découverte de la structure de l'ADN Grandes expéditions scientifiques

Univers matériel (deuxième année du cycle)

Pour la deuxième année du deuxième cycle du secondaire, les concepts prescrits en ce qui a trait à l'univers matériel sont regroupés autour de cinq concepts généraux. Ils ont été sélectionnés sur la base de leur fonction pour l'étude des quatre problématiques environnementales retenues.

Le premier concept général concerne les *Propriétés physiques des solutions*, abordées au premier cycle, qu'il s'agit d'étudier plus en profondeur en ciblant plus spécifiquement les solutions aqueuses d'acides, de bases et de sels. Le thème relatif à l'eau potable sera à cet égard particulièrement porteur. En effet, l'eau brute, une ressource finie et recyclable, est présente sur Terre sous la forme de solutions. Elle n'est jamais pure et sa qualité varie selon les espaces qu'elle traverse. De plus en plus, les eaux brutes sont contaminées par des polluants résultant de l'activité humaine. Des traitements (biologiques, physiques et chimiques) appropriés peuvent les rendre à nouveau potables. À long terme, cependant, la restauration des sites qu'elles traversent est souvent moins coûteuse que leur assainissement.

Le second concept général, *Transformations chimiques*, renvoie à un concept prescrit du premier cycle. Qu'il s'agisse de traiter les eaux brutes, de comprendre les impacts de la déforestation et des changements climatiques, ou encore de réfléchir au défi énergétique de l'humanité, diverses transformations chimiques seront au cœur des apprentissages.

L'exploration des transformations chimiques qui se produisent dans l'environnement permet d'élaborer de nouvelles hypothèses relatives à l'*Organisation*

de la matière, qui constitue le troisième concept général. Ces transformations sont examinées sous trois aspects, soit celui de l'élaboration de la théorie de la dissociation ionique, celui de la mise en évidence du pouvoir combinatoire des atomes et celui de la formulation de nouvelles hypothèses à propos de l'organisation de la matière.

Le quatrième concept général, *Électricité et électromagnétisme*, fait référence aux phénomènes électriques simples. Ceux-ci sont l'occasion d'expliquer la conductibilité de l'eau tout en se prêtant à une introduction même brève de l'électromagnétisme et à des activités liées à l'univers technologique.

Le cinquième concept général concerne les *Transformations de l'énergie* et le principe de sa conservation. Les thèmes portant sur le changement climatique et sur le défi énergétique seront particulièrement appropriés pour explorer ce concept. En effet, le premier traite de l'urgence d'agir pour réduire la consommation d'énergie fossile et la déforestation, et le second aborde le fait qu'une solution de rechange viable consisterait à mettre au point une variété de modes de transformation de diverses énergies renouvelables.

Les concepts généraux sont donc abordés comme des ressources à mobiliser dans le développement des thèmes du programme. L'univers matériel prend une place de plus en plus importante, non seulement parce que la compréhension des concepts abordés au cours des années antérieures doit être poussée plus loin pour les besoins des thématiques, mais aussi parce que certaines notions sont fréquemment sollicitées lors de l'étude de l'univers technologique.

Orientations	Concepts prescrits
<p>Propriétés physiques des solutions</p> <p>Dans l’environnement, la matière est généralement présente sous la forme de mélanges dont plusieurs sont des solutions aqueuses. La propriété de l’eau de dissoudre de nombreuses substances est essentielle à la compréhension de nombreux phénomènes vitaux et environnementaux. Une attention particulière sera portée aux propriétés des solutions aqueuses d’acides, de bases et de sels. Ces solutions se définissent par leurs propriétés mesurables et observables.</p> <p>Les propriétés physiques des solutions aqueuses varient selon les constituants et selon leurs proportions. La solubilité d’un solide ou d’un gaz s’exprime en grammes de soluté pour un volume donné de solvant. Elle varie notamment selon la température. La concentration s’exprime en grammes de soluté par litre de solution, en parties par million (ppm) ou en pourcentage. Au cours du cycle naturel de l’eau, la dissolution, la dilution et l’évaporation causent des variations de concentration des substances dissoutes.</p> <p>Certaines substances en solution dans l’eau permettent le passage du courant. Ce sont les électrolytes. Ils sont dits forts ou faibles selon leur conductibilité électrique lorsqu’ils sont dissous dans l’eau. La transformation physique qui s’opère lors de la mise en solution dans l’eau et la conductibilité électrique des solutions d’électrolytes s’expliquent par la dissociation des molécules d’électrolytes en ions.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Concentration (ppm) – Électrolytes – Échelle pH – Dissociation électrolytique – Ions – Conductibilité électrique
<p>Transformations chimiques</p> <p>Les propriétés chimiques d’une substance ou d’un groupe de substances sont en rapport avec leurs transformations chimiques particulières au contact l’une de l’autre. Les produits de ces transformations étant différents des réactifs, ils seront caractérisés par d’autres propriétés. Le nombre d’atomes de chaque élément et leur masse se conservent toutefois. Sur cette base, des équations chimiques sont balancées.</p> <p>Diverses réactions chimiques, en rapport avec chacun des thèmes, sont examinées. Elles mettent en évidence le fait que les atomes de différents éléments et les ions ont un pouvoir combinatoire déterminé en relation avec leur structure.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Combustion – Photosynthèse et respiration – Réaction de neutralisation acidobasique – Balancement d’équations chimiques – Loi de conservation de la masse
<p>Organisation de la matière</p> <p>Au cours de l’histoire, différents modèles d’organisation de la matière ont été proposés pour expliquer ses propriétés et ses transformations. Le modèle atomique de Rutherford-Bohr est abordé en tenant compte de l’existence de deux types de particules (protons et électrons) et de leur organisation. Le noyau est constitué, entre autres, de protons. Les électrons, en nombre égal à celui des protons, circulent autour du noyau.</p> <p>Le tableau de classification des éléments recèle une foule d’informations. Certaines sont utilisées pour expliquer des propriétés des métaux, des non-métaux et des métalloïdes, et pour prévoir des comportements en mettant en relation la structure atomique et les propriétés des éléments.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Modèle atomique de Rutherford-Bohr – Notation de Lewis – Familles et périodes du tableau périodique

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<p>Électricité et électromagnétisme</p> <p>La connaissance de la matière présente dans l’environnement passe aussi par l’exploration de ses propriétés électriques. En effet, des charges électriques peuvent apparaître sur certaines matières neutres à la suite de leur frottement avec un objet constitué d’une autre matière. Ces charges subissent une force d’attraction lorsqu’elles sont de signes contraires et une force de répulsion lorsqu’elles sont de même signe. L’apparition de charges électriques s’explique par la mobilité des charges négatives (les électrons) et par leur accumulation à la surface de certaines substances. L’affinité de différents matériaux pour les électrons permet d’expliquer plusieurs phénomènes électriques observés dans la vie quotidienne.</p> <p>Certains éléments et matériaux sont de bons conducteurs d’électricité. Ils sont utilisés pour transmettre le mouvement des électrons dans des circuits électriques. Les circuits électriques examinés peuvent être constitués de divers éléments reliés en série ou en parallèle. La loi d’Ohm établit la relation entre la tension, la résistance et l’intensité du courant dans un circuit. À ces grandeurs sont associées des unités de mesure.</p> <p>Certains éléments des circuits transforment également une partie de l’énergie électrique en une autre forme d’énergie. Des relations sont établies entre l’énergie électrique consommée et la tension du circuit, l’intensité du courant et le temps. Quant à la puissance électrique d’un appareil, elle est déterminée par sa consommation d’énergie par unité de temps. À ces grandeurs sont associées des unités de mesure. L’apprentissage ne doit pas se limiter à un formalisme mathématique, mais doit inclure la compréhension qualitative des relations.</p> <p>La connaissance de la matière passe également par l’exploration de ses propriétés magnétiques. Certaines matières ont la propriété de créer un champ magnétique. Des pôles de mêmes noms se repoussent, alors que des pôles de noms différents s’attirent.</p> <p>Un courant électrique engendre aussi un champ magnétique. Par convention, les lignes du champ magnétique engendrées par un aimant, qu’il soit naturel ou artificiel, sont déterminées par l’orientation (direction et sens) du pôle Nord de l’aiguille d’une boussole placée dans le même champ. L’identification rapide du sens des lignes de champs magnétiques peut être effectuée en appliquant les règles de la main droite ou de la main gauche, selon que l’on choisit de considérer le sens conventionnel du courant ou le sens réel du mouvement des électrons.</p> <p>Note : En électricité, le travail sur des circuits mixtes n’est pas exigé; en électromagnétisme, seuls les aspects qualitatifs sont abordés.</p>	<p>Électricité</p> <ul style="list-style-type: none"> – Charge électrique – Électricité statique – Loi d’Ohm – Circuits électriques – Relation entre puissance et énergie électrique <p>Électromagnétisme</p> <ul style="list-style-type: none"> – Forces d’attraction et de répulsion – Champ magnétique d’un fil parcouru par un courant

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<p>Transformation de l'énergie</p> <p>L'énergie est présente dans l'environnement sous diverses formes. Quelle que soit cette forme, elle correspond au travail qu'un système est susceptible de produire. Ce travail implique une force et un déplacement.</p> <p>Avec des moyens appropriés, il est possible de convertir une forme d'énergie en une autre. Dans un système isolé, l'énergie totale est conservée au cours de ces transformations. Si le système n'est pas isolé, il perd une certaine quantité d'énergie qui est récupérée par le milieu et les systèmes extérieurs avoisinants.</p> <p>Un corps chaud a une capacité d'action particulière : en se refroidissant, il provoque le réchauffement d'un corps plus froid avec lequel il est en contact. Quoique chaleur et température soient souvent utilisées comme des synonymes dans la vie courante, une distinction entre les deux est nécessaire, en particulier pour aborder les problématiques relatives aux changements climatiques.</p> <p>Note : Seuls les aspects qualitatifs des transformations d'énergie sont traités.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Loi de la conservation de l'énergie – Rendement énergétique – Distinction entre chaleur et température

Repères culturels possibles			
Histoire	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Svante Arrhenius Archimède Thomas Edison Blaise Pascal Isaac Newton Hans Oersted Joseph Henry Michael Faraday James Watt Ernest Rutherford Niels Bohr	Facultés des sciences et de génie Musées à caractère scientifique et technologique Institut de recherche en électricité du Québec	Moyens de transport Systèmes d'épuration des eaux Développement du réseau électrique	

Terre et espace (deuxième année du cycle)

En deuxième année du cycle, l'élève a l'occasion d'étudier les interactions entre les vivants et les éléments abiotiques qui surviennent au sein de la biosphère. À l'intérieur de certaines limites et en dehors des interventions humaines et des phénomènes climatiques exceptionnels, divers cycles biogéochimiques, comme ceux du carbone et de l'azote, confèrent à la biosphère un pouvoir de régulation qui assure la pérennité des écosystèmes.

Certains modèles de développement socioéconomique et les moyens mis en œuvre pour les appliquer affectent plus que jamais certains biomes. Dans le cadre des problématiques proposées, la connaissance des divers systèmes terrestres permet de mieux comprendre l'équilibre de la géosphère. Les concepts retenus relativement à l'espace sont abordés dans le cadre de la problématique de l'avenir énergétique.

Orientations	Concepts prescrits
Terre	
<p>Cycles biogéochimiques</p> <p>Un cycle biogéochimique décrit le processus naturel au cours duquel un élément chimique circule à l'état organique ou minéral, au sein de la biosphère. Le cycle du carbone est régulé par l'interaction entre les plaques continentales, l'atmosphère, les océans et les organismes vivants. Par la photosynthèse, les végétaux fixent le carbone sous des formes non volatiles, mais ce sont les roches carbonatées, précipitées ou construites par les êtres vivants qui constituent le plus grand réservoir de CO₂. Bien que ce gaz soit libéré au cours d'éruptions volcaniques, les émissions anthropogéniques en modifient l'équilibre naturel. Certaines biotechnologies appliquées à l'environnement permettent d'accentuer le recyclage chimique du carbone.</p> <p>Bien qu'abondant, l'azote atmosphérique peut être assimilé par les végétaux uniquement par l'action de certaines bactéries. Le métabolisme des organismes vivants, ou leurs cadavres, produisent des déchets qui ramènent l'azote à l'état minéral, et le cycle recommence. Des variations importantes du taux d'humidité, de la température ou du pH des sols affectent la régulation de ce cycle. Les végétaux constituent la seule source d'azote assimilable par les animaux, ce qui constitue une bonne raison de conserver la flore mondiale.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Cycles biogéochimiques <ul style="list-style-type: none"> • Cycle du carbone • Cycle de l'azote
<p>Régions climatiques</p> <p>La répartition des biomes est fonction de la latitude géographique et d'autres facteurs tels que l'altitude, la température et le type de sol. Leur composition varie d'un biome à l'autre, car les conditions d'habitat influent sur la distribution des espèces végétales ou animales.</p> <p>Les biomes aquatiques sont à la base d'une imposante pyramide alimentaire; leur état de santé revêt donc une grande importance pour les humains. Dans un biome terrestre, les végétaux adaptés conditionnent les espèces animales qui y vivent. Tout déséquilibre causé par la destruction ou la contamination d'un habitat a des répercussions sur les écosystèmes et finalement sur un grand nombre d'activités humaines.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Facteurs influençant la distribution des biomes – Biomes aquatiques – Biomes terrestres

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
Terre (Suite)	
<p>Lithosphère</p> <p>Qu'il s'agisse de métaux, de minéraux industriels ou de matériaux de construction, la lithosphère renferme une grande variété de ressources minérales essentielles au développement des sociétés. L'exploitation et la transformation des minéraux ne sont cependant pas sans conséquence sur l'environnement. De plus, ces ressources sont présentes en quantités limitées, d'où l'intérêt croissant pour la revalorisation des matières résiduelles et du recyclage en général.</p> <p>Les couches que l'on peut observer dans une coupe du sol, appelées <i>horizons</i>, diffèrent sur le plan de la structure et de la composition. L'étude du profil d'un sol permet de mieux comprendre la circulation des éléments chimiques dans le sol et de prévoir son évolution. En effet, l'humidité, le pH et la teneur en minéraux sont des facteurs qui régissent l'activité biologique des sols, essentielle à la nutrition des êtres vivants.</p> <p>Les pergélisols sont sensibles aux changements climatiques en raison de l'instabilité des masses de glace souterraines qu'ils contiennent. Leur réchauffement peut engendrer des glissements de terrain et causer des dommages aux infrastructures, en plus d'altérer le paysage et les écosystèmes.</p> <p>Les combustibles fossiles constituent des sources d'énergie épuisables, tout comme les minerais radioactifs exploités dans les centrales nucléaires. La recherche de nouvelles sources d'énergie et l'utilisation de ressources renouvelables constituent deux des préoccupations actuelles des sociétés.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Minéraux – Horizons du sol (profil) – Pergélisol – Ressources énergétiques
<p>Hydrosphère</p> <p>Un bassin versant est un territoire délimité par les lignes de crête (géomorphologie) entourant un réseau de cours d'eau, dans lequel s'écoulent les eaux souterraines et de ruissellement. L'ensemble des activités humaines menées sur un bassin donné peut perturber les écosystèmes, par exemple la création d'un réservoir en amont du barrage d'une centrale hydroélectrique.</p> <p>Par leur capacité à absorber la chaleur, les océans jouent un rôle essentiel dans la régulation du climat en uniformisant la température globale de la planète. Deux types de courants marins sont interconnectés. Les courants de surface, générés par les vents, amènent une circulation horizontale à grande échelle. Les courants profonds, mis en mouvement par des différences de température ou de salinité, sont la cause d'une circulation verticale et en profondeur entre les différentes couches de l'océan. Ces courants verticaux sont très sensibles à des petites variations locales de température. L'élévation du niveau marin, due à la fonte accélérée des glaciers et des banquises, est par ailleurs préoccupante pour les populations côtières.</p> <p>Qu'il s'agisse des courants marins ou des marées, le déplacement des masses d'eau implique de grandes quantités d'énergie. Les centrales marémotrices, notamment, tirent profit de la force des marées afin de produire de l'énergie électrique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Bassin versant – Circulation océanique – Salinité – Glacier et banquise – Ressources énergétiques

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
Terre (Suite)	
<p>Atmosphère</p> <p>La Terre réfléchit vers l'espace une partie de la chaleur issue du rayonnement solaire. Certains gaz, présents dans l'atmosphère, absorbent cette chaleur et provoquent une élévation de la température : c'est l'effet de serre. Le dioxyde de carbone est actuellement le gaz à effet de serre le plus abondant. Sa proportion a augmenté au cours du dernier siècle en raison de l'exploitation des combustibles fossiles et de la fabrication du ciment. Le méthane et d'autres gaz contribuent aussi à l'augmentation de l'effet de serre.</p> <p>Les différents types de masses d'air se distinguent notamment par leur température et leur taux d'humidité. Ces masses d'air se déplacent autour du globe au gré des vents, des mouvements de convection et de l'effet de la rotation de la Terre. Des systèmes de nuages naissent de la rencontre de masses d'air de caractéristiques différentes.</p> <p>Un cyclone est une large zone de nuages en rotation, de vents et d'orages au centre de laquelle règne une basse pression. Les cyclones se forment au-dessus des mers tropicales chaudes et déversent d'abondantes précipitations, accompagnées de forts vents aux effets généralement dévastateurs. Les variations de pression que génèrent les cyclones et les anticyclones sont à l'origine de la circulation atmosphérique.</p> <p>La force du vent offre aussi des avantages. Que ce soit pour se déplacer, effectuer un travail mécanique ou produire de l'énergie électrique, l'homme exploite l'énergie liée au vent au moyen de voiles et de pales dont les formes, les matériaux et les dimensions varient selon les besoins. L'énergie éolienne constitue une source d'énergie douce abondante.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Effet de serre – Circulation atmosphérique – Masse d'air – Cyclone et anticyclone – Ressources énergétiques
Espace	
<p>Espace</p> <p>Le Soleil émet une quantité phénoménale d'énergie dans tous les domaines du spectre électromagnétique. Depuis longtemps, l'homme utilise la chaleur associée au rayonnement solaire pour répondre à ses besoins. Les capteurs photovoltaïques des panneaux solaires transforment l'énergie rayonnante en énergie électrique.</p> <p>L'influence gravitationnelle de la Lune sur les masses d'eau présentes à la surface de la Terre est en grande partie à l'origine du phénomène des marées. La force engendrée par les mouvements de l'eau est exploitée dans les centrales marémotrices. Ces dernières s'ajoutent à la liste des moyens dont l'homme dispose pour répondre à ses besoins énergétiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Flux d'énergie émis par le Soleil – Système Terre-Lune (effet gravitationnel)

Repères culturels possibles			
Histoire	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Nicolas Sténon James Hutton Henry Cavendish Charles Lyell Alfred Wegener	Commission géologique du Canada Agence de l'efficacité énergétique Ressources naturelles Canada Consortium Ouranos Organisation Greenpeace	Satellites d'observation Systèmes de positionnement global	Sommets de la Terre Protocole de Kyoto Phénomènes météorologiques

Univers technologique (deuxième année du cycle)

Regroupant différents savoirs liés à l'utilisation, à la compréhension et à la réalisation des objets et des systèmes techniques, les concepts généraux associés à l'univers technologique, au cours de la deuxième année du cycle, se rapportent toujours à l'ingénierie et aux matériaux. Les aspects relatifs à la fabrication se trouvent dans les techniques qui sont l'objet d'une étude. Les concepts doivent cependant être traités de manière plus exhaustive en raison de la diversité croissante des problèmes à résoudre et de leur niveau de difficulté plus élevé. Aussi, afin de favoriser l'émergence d'une plus grande variété de solutions à un problème de conception ou d'analyse, de nouvelles dimensions ont été introduites. Il s'agit des liaisons mécaniques, des fonctions électriques et de l'étude de nouveaux matériaux comme les plastiques, les céramiques et les matériaux composites.

En deuxième année, l'univers technologique est aussi abordé par l'intermédiaire des objets, des systèmes, des produits et des procédés. Ils sont tous rattachés aux diverses thématiques environnementales. Ils présentent tous des liens avec des savoirs et des pratiques spécifiques et sont le reflet des possibilités et des contraintes scientifiques, techniques, sociales, environnementales, éthiques, etc. L'approfondissement de la connaissance des concepts technologiques de même que les réalisations retenues devraient conduire à une démythification des objets, des machines et des systèmes en général et plus particulièrement de ceux qui se rattachent à l'environnement. En effet, l'étude de l'environnement se prête bien à l'intégration des apprentissages et à une sensibilisation à l'état de la Terre.

Orientations	Concepts prescrits
<p>Ingénierie</p> <p>La conception ou l'analyse d'un objet technique ou d'un système repose sur l'acquisition de concepts fondamentaux liés à la mécanique et à l'électricité ainsi que sur des pratiques de conception et d'analyse propres à l'ingénierie.</p> <p>En mécanique, ces concepts font référence aux liaisons des pièces et aux fonctions mécaniques les plus typiques, de même qu'à la transmission et à la transformation du mouvement traitées de manière détaillée. Une étude formelle permet d'envisager des solutions à partir de modèles spécifiques de liaisons, de guidages et de mécanismes permettant un mouvement de rotation ou de translation.</p> <p>En électricité, les concepts prescrits sont liés aux diverses composantes et à leurs fonctions (alimentation, conduction, isolation, protection, commande, transformation). La maîtrise de ces concepts habilite à choisir les bonnes composantes et à les agencer de manière appropriée.</p> <p>Dans la conception et l'analyse d'un objet ou d'un système, un tel bagage technique permet de déterminer ou de justifier l'utilisation de formes et de matériaux, de trouver ou d'expliquer des principes de fonctionnement et d'adopter ou de faire ressortir des solutions de construction.</p> <p>Nombreux sont les objets, les systèmes et les équipements liés à l'environnement qui comportent certains des éléments caractéristiques mentionnés ci-dessus. C'est le cas du pluviomètre, de la turbine, de la pompe, etc.</p>	<p>Mécanique</p> <ul style="list-style-type: none"> – Caractéristiques des liaisons des pièces mécaniques – Fonction de guidage – Construction et particularités du mouvement des systèmes de transmission du mouvement (roues de friction, poulies et courroie, engrenage, roues dentées et chaîne, roue et vis sans fin) – Changements de vitesse – Construction et particularités du mouvement des systèmes de transformation du mouvement (vis et écrou, cames, bielles, manivelles, coulisses et systèmes bielle et manivelle, pignon et crémaillère) <p>Électricité</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fonction d'alimentation – Fonction de conduction, d'isolation et de protection – Fonction de commande – Fonction de transformation de l'énergie (électricité et lumière, chaleur, vibration, magnétisme)

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<p>Matériaux</p> <p>Le fait qu'il est possible d'agir sur les propriétés des matériaux s'avère un important incitatif pour en faire l'exploration et l'exploitation. Le choix rationnel d'un matériau se fait en fonction de ses propriétés, de ses avantages et de ses limites. Cela implique d'en connaître les caractéristiques fonctionnelles et la structure afin de bien en comprendre le comportement quand il est utilisé.</p> <p>Les concepts qui se rattachent aux matières plastiques, aux céramiques et aux matériaux composites renseignent sur leur composition et leurs propriétés de même que sur leur utilisation et leur classification.</p> <p>L'apparition des matières plastiques a été une véritable révolution. D'excellentes propriétés physiques et de nombreuses qualités, comme leur résistance, leur durabilité ou encore la possibilité de les usiner avec une très grande précision, expliquent leur emploi sans cesse croissant.</p> <p>Les céramiques englobent une gamme très vaste de matériaux. Leur utilisation touche des secteurs traditionnels comme la construction et les biens de consommation, mais aussi d'autres secteurs comme l'électrotechnique, la construction mécanique, etc.</p> <p>Chaque type de matériau composite possède ses propres propriétés et caractéristiques. Les propriétés mécaniques élevées de ces matériaux et leur faible masse volumique les rendent particulièrement attrayants. On les trouve dans plusieurs applications de la technologie moderne.</p> <p>Tous les matériaux se dégradent à une vitesse plus ou moins grande. Les réactions qui se produisent entre un matériau et son milieu sont de trois types : réactions chimiques (plastiques, céramiques), corrosion et oxydation (métaux). Parmi les moyens utilisés pour lutter contre cette dégradation, il faut citer la protection électrochimique et la protection par revêtement et traitement des surfaces.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Contraintes (flexion, cisaillement) – Caractérisation des propriétés mécaniques – Types et propriétés <ul style="list-style-type: none"> • Matières plastiques (thermoplastiques, thermodurcissables) • Céramiques • Matériaux composites – Modifications des propriétés (dégradation, protection)

Repères culturels possibles			
Histoire	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Alessandro Volta Léonard de Vinci Joseph Brown et Lucian Sharp Le Corbusier Alfred Nobel Rudolph Diesel Henry Ford Frederick Winslow Taylor	Office de la propriété intellectuelle du Canada Base de données sur les brevets canadiens Ordre des ingénieurs du Québec	Chaîne de production Interchangeabilité des pièces Ordinateur Domotique Robotique Télédétection Éclairage public Vêtements Réfrigération	Révolution industrielle Établissement de normes du travail Mondialisation

TABLEAU SYNTHÈSE DES CONCEPTS PRESCRITS (DEUXIÈME ANNÉE DU CYCLE)

Univers vivant	Univers matériel	Terre et espace	Univers technologique
<p>ÉCOLOGIE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Étude des populations (densité, cycles biologiques) – Dynamique des communautés <ul style="list-style-type: none"> • Biodiversité • Perturbations – Dynamique des écosystèmes <ul style="list-style-type: none"> • Relations trophiques • Productivité primaire • Flux de matière et d'énergie • Recyclage chimique 	<p>PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES SOLUTIONS</p> <ul style="list-style-type: none"> – Concentration (ppm) – Électrolytes – Échelle pH – Dissociation électrolytique – Ions – Conductibilité électrique <p>TRANSFORMATIONS CHIMIQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> – Combustion – Photosynthèse et respiration – Réaction de neutralisation acidobasique – Balancement d'équations chimiques – Loi de conservation de la masse <p>ORGANISATION DE LA MATIÈRE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Modèle atomique de Rutherford-Bohr – Notation de Lewis – Familles et périodes du tableau périodique <p>ÉLECTRICITÉ ET ÉLECTROMAGNÉTISME</p> <p>ÉLECTRICITÉ</p> <ul style="list-style-type: none"> – Charge électrique – Électricité statique – Loi d'Ohm – Circuits électriques – Relation puissance et énergie électrique <p>ÉLECTROMAGNÉTISME</p> <ul style="list-style-type: none"> – Forces d'attraction et de répulsion – Champ magnétique d'un fil parcouru par un courant <p>TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Loi de la conservation de l'énergie – Rendement énergétique – Distinction entre chaleur et température 	<p>CYCLES BIOGÉOCHIMIQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> – Cycle du carbone – Cycle de l'azote <p>RÉGIONS CLIMATIQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> – Facteurs influençant la distribution des biomes – Biomes aquatiques – Biomes terrestres <p>LITHOSPHERE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Minéraux – Horizons du sol (profil) – Pergélisol – Ressources énergétiques <p>HYDROSPHERE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bassin versant – Circulation océanique – Glacier et banquise – Salinité – Ressources énergétiques <p>ATMOSPHERE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Effet de serre – Circulation atmosphérique – Masse d'air – Cyclone et anticyclone – Ressources énergétiques <p>ESPACE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Flux d'énergie émis par le Soleil – Système Terre-Lune (effet gravitationnel) 	<p>INGÉNIEURIE MÉCANIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Caractéristiques des liaisons des pièces mécaniques – Fonction de guidage – Construction et particularités du mouvement des systèmes de transmission du mouvement (roues de friction, poulies et courroie, engrenage, roues dentées et chaîne, roue et vis sans fin) – Changements de vitesse – Construction et particularités du mouvement des systèmes de transformation du mouvement (vis et écrou, cames, bielles, manivelles, coulisses et systèmes bielle et manivelle, pignon et crémaillère) <p>INGÉNIEURIE ÉLECTRIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fonction d'alimentation – Fonction de conduction, d'isolation et de protection – Fonction de commande – Fonction de transformation de l'énergie (électricité et lumière, chaleur, vibration, magnétisme) <p>MATÉRIAUX</p> <ul style="list-style-type: none"> – Contraintes (flexion, cisaillement) – Caractérisation des propriétés mécaniques – Types et propriétés <ul style="list-style-type: none"> • Matières plastiques (thermoplastiques, thermodurcissables) • Céramiques • Matériaux composites – Modifications des propriétés (dégradation, protection)

Bibliographie

Culture scientifique et technologique

BARMA, Sylvie et Louise GUILBERT. « Différentes visions de la culture scientifique et technologique : Défis et contraintes pour les enseignants », dans HASNI, Abdelkrim, Yves LENOIR et Joël LEBEAUME (dir.). *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences*, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2006, 278 p.

CONSEIL DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE. *La culture scientifique et technique au Québec : Un bilan, rapport de conjoncture*, Québec, gouvernement du Québec, 2002, 215 p.

HASNI, Abdelkrim. *La culture scientifique et technologique à l'école : De quelle culture s'agit-il et quelles conditions mettre en place pour la développer?*, communication présentée au 70^e Congrès de l'ACFAS, Québec, Université Laval, 2002, 25 p.

THOUIN, Marcel. *Notions de culture scientifique et technologique : Concepts de base, percées historiques et conceptions fréquentes*, Québec, Multi-Mondes, 2001, 480 p.

Didactique de la science

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. *Science for All Americans, Project 2061*, New York, Oxford University Press, 1993, 272 p.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. *Benchmarks for Science Literacy, Project 2061*, New York, Oxford University Press, 1993, 420 p.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. *Atlas of Science Literacy, Project 2061*, New York, Oxford University Press, 1993, 165 p.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. *Designs for Science Literacy, Project 2061*, New York, Oxford University Press, 1993, 300 p.

ASTOLFI, Jean-Pierre et autres. *Pratiques de formation en didactique des sciences*, Bruxelles, De Boeck, 1997, 498 p.

CALIFORNIA STATE BOARD OF EDUCATION. *Science Content Standards for California Public Schools: Kindergarten through Grade Twelve*, Sacramento, CDE Press, 1998, 52 p.

CANADA, CONSEIL DES MINISTRES DE L'ÉDUCATION. *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature*, Toronto, gouvernement du Canada, 1997, 261 p.

CHASTENAY, Pierre. *Je deviens astronome*, Waterloo, Éditions Michel Quintin, 2002, 47 p.

COLOMBIE-BRITANNIQUE, MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. *Sciences de la 8^e à la 10^e année : Ensemble des ressources intégrées*, gouvernement de la Colombie-Britannique, 1996, 47 p.

DE SERRES, Margot et autres. *Intervenir sur les langages en mathématiques et en science*, Montréal, Modulo, 2003, 390 p.

DICKINSON, Terence. *Ciel de nuit*, Éditions de l'homme, 2001, 176 p.

FOUREZ, Gérard. *Alphabétisation scientifique et technique : Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*, Bruxelles, De Boeck, 1994, 219 p.

GIORDAN, André. *Une didactique pour les sciences expérimentales*, Paris, Belin, 1999, 239 p.

GUILBERT, Louise. « La pensée critique en science : Présentation d'un modèle iconique en vue d'une définition opérationnelle », *The Journal of Educational Thought*, vol. 24, n° 3, décembre 1990, p. 195-218.

MANITOBA, MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. *Programme d'études : Cadre manitobain des résultats d'apprentissage, science de la nature, secondaire 2*, gouvernement du Manitoba, 2001, 55 p.

SAUVÉ, Lucie. *Pour une éducation relative à l'environnement – Éléments de design pédagogique, guide de développement professionnel à l'intention des éducateurs*, Montréal, Guérin, 1997, 361 p.

SAUVÉ, Lucie. *Éducation et environnement à l'école secondaire : Modèles d'intervention en éducation relative à l'environnement*, Montréal, Logiques, 2001, 311 p.

SÉGUIN, Marc et Benoît VILLENEUVE. *Astronomie et astrophysique*, Saint-Laurent, ERPI, 2^e édition, 2002, 618 p.

Didactique de la technologie

INTERNATIONAL TECHNOLOGY EDUCATION ASSOCIATION. *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*, Reston ITEA, 2000, 248 p.

LEBEAUME, Joël. *L'éducation technologique : Histoires et méthodes*, Paris, ESF, 2000, 121 p.

NORMAN, Eddie et autres. *Advanced Design and Technology*, London, Longman Group Limited, 3^e édition, 2000, 872 p.

ANNEXE – EXEMPLES DE SITUATIONS D'APPRENTISSAGE ET D'ÉVALUATION

L'activité physique et la capacité d'échange pulmonaire

1. Intention pédagogique

Cette activité vise le développement des compétences disciplinaires 1 et 3 par la conception d'un prototype expérimental qui mesure la capacité d'échange pulmonaire et par la présentation d'un rapport écrit.

2. Élèves visés

Élèves de première année du deuxième cycle du secondaire (Science et technologie)

3. Domaine général de formation touché et axes de développement

Santé et bien-être

- Conscience de soi (par l'étude des concepts liés à la capacité d'échange pulmonaire)
- Mode de vie actif et comportement sécuritaire (par l'étude des effets de l'activité physique)

4. Description de la tâche

Amorce

Vous avez récemment constaté que plusieurs élèves de votre école font de l'activité physique afin de se maintenir « en forme ». Ces derniers affirment en effet que la pratique régulière d'activités physiques leur procure un mieux-être qui les aide à accomplir leurs tâches quotidiennes avec plus d'entrain.

Vous aimeriez savoir comment l'activité physique peut agir sur le corps humain. Vous avancez l'hypothèse que la pratique régulière d'activités physiques modifie la capacité d'échange pulmonaire.

Activité proposée

En équipe de deux, les élèves ont le mandat de construire un appareil qui permet de mesurer la capacité d'échange pulmonaire d'un individu. L'enseignant fournit certaines ressources (cahier des charges, ressources matérielles, ressources documentaires, etc.) relatives à l'élaboration du prototype.

Un rapport écrit présente l'ensemble des résultats de leur recherche et comprend un schéma de principe du prototype utilisé pour les mesures. Sont également présentées une discussion relative à l'amélioration du prototype et une conclusion à l'égard de la cohérence entre le prototype et le cahier des charges.

5. Productions attendues

- Prototype expérimental qui permet de mesurer la capacité pulmonaire
- Rapport écrit (incluant un schéma de principe illustrant le prototype, les résultats, une discussion et une conclusion)

6. Compétences disciplinaires ciblées

Compétence 1 – Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique

- **Cerner un problème**
Élaboration des concepts scientifiques (respiration, pression, fluide compressible) et technologiques liés à la mesure du gaz expiré
- **Élaborer un scénario de résolution**
Choix des modes de conception du dispositif et mise au point du sondage
- **Concrétiser sa démarche**
Conception du dispositif de mesure, collecte des données par voie de sondage
- **Analyser ses résultats**
Interprétation des résultats et formulation d'une conclusion adéquate

Compétence 3 – Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie

- **Participer à des échanges d'information à caractère scientifique et technologique**
Mise en commun des différents modes de conception du dispositif
- **Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique**
Compréhension du fonctionnement et des principes que présente le dispositif de mesure
- **Produire et transmettre des messages à caractère scientifique et technologique**
Présentation des résultats de recherche

7. Compétences transversales

Résoudre des problèmes, Mettre en œuvre sa pensée créatrice

8. Ressources (prévues dans le contenu de formation)*

Concepts prescrits

Univers matériel	Univers vivant
– Modèle particulaire – Fluides compressible et incompressible – Pression	– Système respiratoire – Système musculosquelettique
	Univers technologique
	– Standards et représentations (schémas)

Démarche

- Démarche technologique de conception (conception d'un prototype de mesure fonctionnel)

9. Durée approximative

4 périodes de 75 minutes

10. Pistes d'évaluation possibles

- Évaluation conjointe du prototype (élèves, enseignant)
- Évaluation du rapport écrit (enseignant)
- Grille d'autoévaluation des apprentissages (une par élève)

* D'autres ressources présentées dans le contenu de formation peuvent être prises en considération : stratégies, attitudes, techniques, etc.

Une centrale pour l'île Beaumont

1. Intention pédagogique

Cette activité vise le développement des compétences disciplinaires 2 et 3 par l'analyse technologique des principes de fonctionnement de trois centrales électriques distinctes et par la présentation d'une étude d'impacts environnementaux relatifs à ces modes de production d'énergie.

2. Élèves visés

Élèves de deuxième année du deuxième cycle du secondaire (Science et technologie)

3. Domaine général de formation touché et axes de développement

Environnement et consommation

- Connaissance de l'environnement (par l'étude d'impacts environnementaux)
- Consommation et utilisation responsable de biens et de services (par l'analyse technologique des centrales électriques)
- Conscience des aspects sociaux, économiques et éthiques du monde de la consommation (par l'étude des besoins énergétiques de la population)
- Construction d'un environnement viable dans une perspective de développement durable (par l'étude d'impacts environnementaux)

4. Description de la tâche

Amorce

Le conseil municipal de l'île Beaumont doit remplacer sa centrale électrique (centrale thermique au charbon) devenue désuète et jugée trop polluante. La population s'est déjà prononcée contre l'implantation de centrales qui utiliseraient l'énergie nucléaire, en raison des risques potentiels pour la santé et l'environnement. L'île Beaumont, accessible seulement par bateau, est reconnue pour sa production maraîchère et fruitière.

Trois firmes d'ingénieurs sont invitées à présenter des projets de centrales. L'une de ces firmes propose la construction d'un parc d'éoliennes, une autre préconise une centrale exploitant l'énergie de la biomasse et la troisième suggère d'adapter la centrale existante en vue d'exploiter le gaz naturel.

Activité proposée

Sous la forme d'un jeu de rôle, les élèves sont invités à faire connaître les principes de fonctionnement et les impacts associés à ces différents projets dans le cadre d'un appel d'offres public. Au préalable, les firmes d'ingénieurs doivent produire un document d'information, sous la forme d'un dépliant ou d'un rapport écrit, qui explique de façon simplifiée le principe de fonctionnement de ces types de centrales. Lors de la présentation, trois équipes exposent le point de vue de chacune des trois firmes d'ingénieurs. Une autre équipe représente le conseil municipal dont le rôle est de questionner les firmes d'ingénieurs dans le but de choisir une centrale adaptée au contexte de l'île.

Pour bien jouer leur rôle, les élèves doivent comparer des impacts environnementaux associés à chacun des modes de production. L'enseignant peut fournir certaines ressources (médiatiques, informatiques, etc.) relatives aux différentes centrales.

5. Productions attendues

- Document d'information (ex. dépliant, affiche ou rapport écrit)
- Présentation orale sous forme de jeu de rôle

6. Compétences disciplinaires ciblées

Compétence 2 – Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques

- **Situer une problématique scientifique ou technologique dans son contexte**
Considération des divers aspects de problématiques lors des études d'impacts
- **Comprendre des principes scientifiques liés à la problématique**
Élaboration des concepts de conservation de l'énergie, d'efficacité énergétique et de réaction chimique
- **Comprendre des principes technologiques liés à la problématique**
Élaboration des concepts de fonctionnement des systèmes, de contraintes et d'innovations
- **Construire son opinion sur la problématique à l'étude**
Considération des différents aspects et des arguments présentés

Compétence 3 – Communiquer à l’aide des langages utilisés en science et en technologie

- **Participer à des échanges d’information à caractère scientifique et technologique**
Mise en commun de l’information en vue de la production du document d’information
- **Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique**
Lecture et analyse de la documentation
- **Produire et transmettre des messages à caractère scientifique et technologique**
Production du document d’information et présentation orale

7. Compétences transversales

Exploiter l’information, Coopérer, Communiquer de façon appropriée, Exercer son jugement critique

8. Ressources (prévues dans le contenu de formation)*

Concepts prescrits

Univers matériel	Terre et espace
<ul style="list-style-type: none"> – Combustion – Formes d’énergie – Rendement énergétique – Loi de la conservation de l’énergie 	<ul style="list-style-type: none"> – Cycle du carbone – Ressources énergétiques – Biomes aquatiques – Biomes terrestres – Effet de serre – Circulation atmosphérique
Univers vivant	Univers technologique
<ul style="list-style-type: none"> – Étude des populations – Dynamique des communautés – Dynamique des écosystèmes 	<ul style="list-style-type: none"> – Fonction de transformation de l’énergie (électricité et magnétisme) – Systèmes de transmission du mouvement – Projections orthogonales – Standards et représentations (schémas)

Démarches

- Démarche technologique d’analyse (principe de fonctionnement des centrales)
- Démarche de construction d’opinion (considération de points de vue différents, choix des critères, structuration de l’interprétation des ressources documentaires)

9. Durée approximative

8 périodes de 75 minutes (excluant la recherche documentaire)

10. Pistes d’évaluation possibles

- Évaluation du document d’information (enseignant)
- Évaluation conjointe de la présentation orale (élèves, enseignant)
- Grille d’autoévaluation des apprentissages (une par élève)

* D’autres ressources présentées dans le contenu de formation peuvent être prises en considération : stratégies, attitudes, techniques, etc.