

Applications technologiques et scientifiques



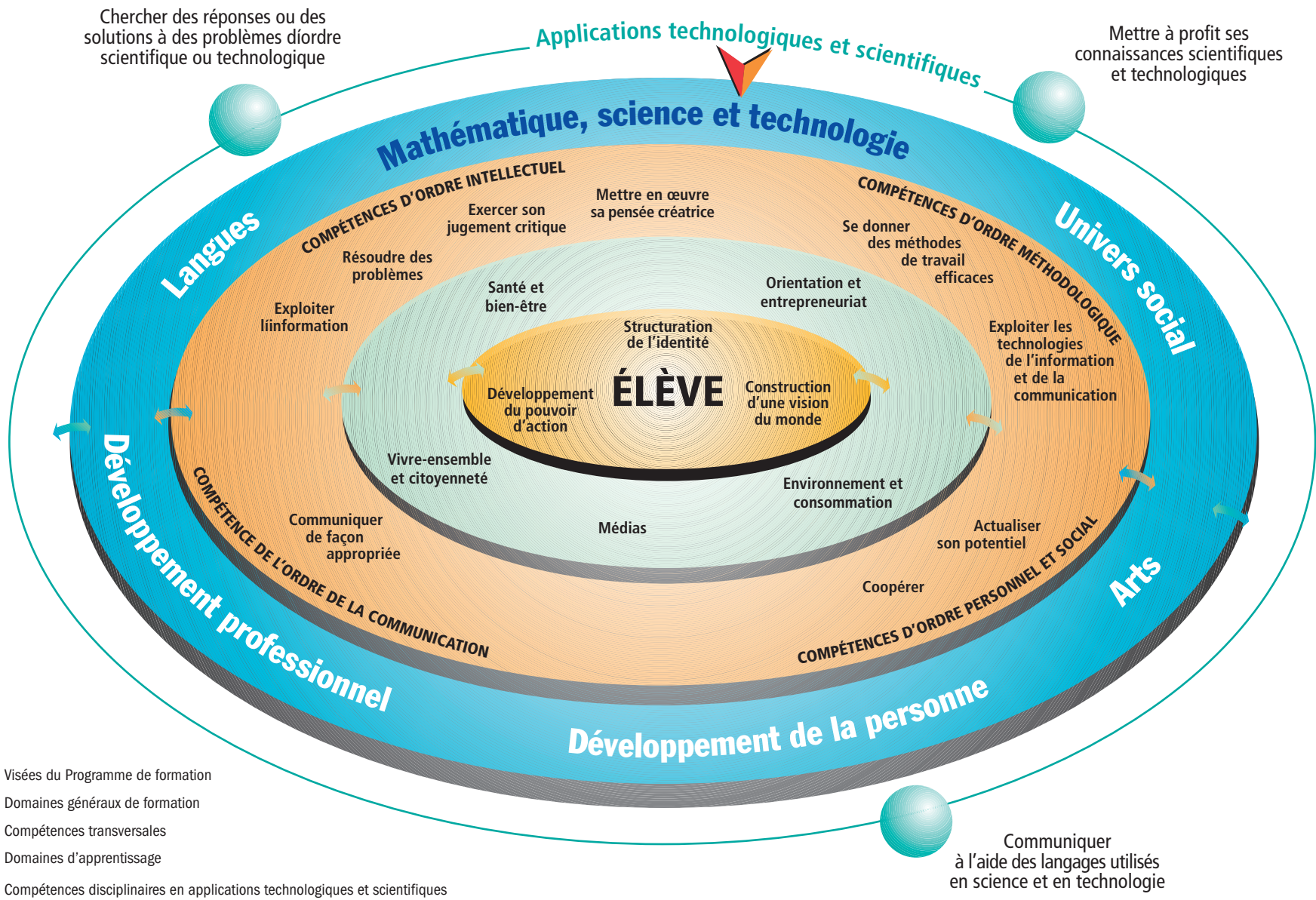
Table des matières

Présentation de la discipline	1
La vision de la science et de la technologie	1
La culture scientifique et technologique	2
Le programme	3
Relations entre le programme d'applications technologiques et scientifiques et les autres éléments du Programme de formation	5
Relations avec les domaines généraux de formation	5
Relations avec les compétences transversales	6
Relations avec les autres disciplines	7
Contexte pédagogique	9
Ressources pouvant être mises à profit	9
Rôle de l'enseignant	9
Rôle de l'élève	12
Compétence 1 Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique	13
Sens de la compétence	13
Compétence 1 et ses composantes	15
Critères d'évaluation	15
Attentes de fin de cycle	15
Développement de la compétence	16
Compétence 2 Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques	17
Sens de la compétence	17
Compétence 2 et ses composantes	19
Critères d'évaluation	19
Attentes de fin de cycle	19
Développement de la compétence	20

Applications technologiques et scientifiques

Compétence 3 Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie	21
Sens de la compétence	21
Compétence 3 et ses composantes	23
Critères d'évaluation	23
Attentes de fin de cycle	23
Développement de la compétence	24
Contenu de formation : ressources à mobiliser et à construire ...	25
Applications liées aux principaux champs technologiques	26
Démarches, stratégies, attitudes et techniques	29
Concepts prescrits (première année du cycle)	34
Concepts prescrits (deuxième année du cycle)	50
Bibliographie	66
Annexe – Exemples de situations d'apprentissage et d'évaluation	67

Apport du programme d'applications technologiques et scientifiques au Programme de formation





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 applications qui en découlent influencent beaucoup notre mode de vie et concourent à la poursuite du développement des connaissances sur l'univers qui nous entoure.

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.

1. Les champs technologiques sont présentés dans la section *Contenu de formation : ressources à mobiliser et à construire*.

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. Elle touche plusieurs champs technologiques¹, dont les technologies médicales, les technologies agricoles et agro-alimentaires, les technologies de l'énergie, les technologies de l'information et de la communication, les technologies des transports, les technologies de production manufacturière et les technologies de la construction.

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

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. Elle touche plusieurs champs technologiques.

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.

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 s'efforce de répondre à un besoin par la réalisation d'objets techniques², de systèmes³, de produits⁴ ou par l'élaboration

de procédés⁵, 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 construisait 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 leur manière respective d'aborder le monde physique, tant du point de vue conceptuel que du point de vue pratique.

2. 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, une cuillère ou une pince à épiler.
3. 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.
4. 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.
5. 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.

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

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.

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.

Le programme

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

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 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 pour explorer, sous toutes leurs facettes, les diverses applications de la science et de la technologie.

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 et elles sont centrées sur la notion d'application.

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 le contrôle des objets ou des systèmes, sur la conceptualisation et sur le réinvestissement des apprentissages en applications technologiques et scientifiques, 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.

L'élève est amené à s'approprier les concepts qui permettent d'analyser et de comprendre le fonctionnement d'objets et de systèmes technologiques, d'en saisir les principes de construction et de procéder, quand cela est nécessaire, à leur entretien ou à leur réparation. 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 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. 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.

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 technologique; l'univers vivant; l'univers matériel; et la Terre et l'espace. Ils sont tous en relation avec le concept d'application et les sept champs technologiques. Chacun d'eux, présenté dans la section *Contenu de formation*, fournit des ressources essentielles au développement des compétences.

Relations entre le programme d'applications technologiques et scientifiques et les autres éléments du Programme de formation

Le programme d'applications technologiques et scientifiques 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 dans le champ des technologies médicales, ils constituent autant de sujets susceptibles d'alimenter des situations d'apprentissage et d'évaluation.

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 ayant des conséquences diverses sur l'environnement. Si l'on opte, par exemple, 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.

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.

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.

Les champs technologiques étant liés à des secteurs professionnels, la conception ou l'étude des objets, des systèmes, des produits ou des procédés qui en sont issus aident les élèves à se familiariser avec différents secteurs. Ils peuvent ainsi prendre conscience de leurs aptitudes particulières, de leurs goûts et de leurs aspirations. Par ailleurs, les situations d'apprentissage et d'évaluation où les objets, les systèmes, les produits et les procédés occupent une place prépondérante se prêtent bien à la réalisation de projets. Par exemple, les élèves qui empruntent la *démarche industrielle* peuvent expérimenter la production en série d'objets et s'initier ainsi à différents rôles propres au monde de l'entreprise.

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 opération de récupération ou la tenue d'un atelier de remise en état d'objets ou de systèmes 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 sa 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.

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.

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 dans le programme d'applications technologiques et scientifiques de ceux qui sont réalisés dans d'autres domaines d'apprentis-

sage. 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, l'entretien ou la réparation 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 et 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 d'applications technologiques et scientifiques. Leur exercice conjoint ne peut que favoriser le transfert et s'avère particulièrement propice au développement des compétences transversales, notamment celles d'ordre intellectuel. Les applications technologiques 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 analyser un objet technique, pour en expliquer le fonctionnement 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 donc un atout. L'atteinte d'un niveau minimal de compétence en anglais s'avère 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 démarche de design, qui fait appel aux règles de l'esthétisme.

La science et la technologie apportent en retour une importante contribution à ces disciplines. Par exemple, les concepts scientifiques relatifs aux ondes peuvent être mis à profit pour mieux comprendre le fonctionnement de cer-

tains instruments de musique. Les matériaux, les produits, les outils et les instruments utilisés en art, qui sont autant de réalisations technologiques, en constituent une autre illustration.

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 ou celle des matériaux utilisés dans la fabrication de divers types d'équipements permettent de mieux saisir leur apport à l'amélioration de la performance sportive.

Domaine du développement professionnel

Les champs d'application de la science et de la technologie touchent de nombreux domaines et peuvent être associés à l'un ou l'autre des secteurs d'intérêt que les élèves explorent pour réaliser leur projet personnel d'orientation. À cet égard, ces deux programmes sont fortement complémentaires. Les situations d'apprentissage proposées dans le programme d'applications technologiques et scientifiques constituent des moments privilégiés pour expérimenter diverses fonctions de travail dans le cadre d'une démarche exploratoire d'orientation. Ainsi, les élèves qui participent à la mise en œuvre d'une production sérielle auront l'occasion de se situer par rapport au secteur de la production manufacturière et aux métiers et professions qui y sont associés. En retour, les activités d'exploration propres au projet personnel d'orientation peuvent être réinvesties dans le programme d'applications technologiques et scientifiques. Par exemple, les élèves qui explorent le secteur électrotechnique pourront s'intéresser à des problèmes technologiques liés à l'électricité.

Le programme d'applications technologiques et scientifiques 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 d'applications technologiques et scientifiques 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 axées sur la conception, l'analyse, l'entretien ou la réparation d'applications.

Les compétences et les connaissances se construisent dans le cadre de situations d'apprentissage et d'évaluation axées sur la conception, l'analyse, l'entretien ou la réparation d'applications.

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'enseignants 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.

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 québécoise⁶, 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 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.

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.

6. Se référer au chapitre 1, p. 12.

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 signifiantes 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 concernent des applications. Que l'on opte pour l'analyse d'une centrale hydroélectrique ou pour la conception d'un modèle réduit d'une éolienne, on fait référence à un système technologique. Le corps humain lui-même peut être considéré comme un système pouvant faire l'objet d'une intervention qui requiert une application technologique. C'est le cas, par exemple, lorsqu'il faut remplacer un membre par une prothèse. On sait également que certains tissus humains peuvent être fabriqués au même titre que d'autres produits biologiques.

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.

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 concernent des applications.

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,

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 prototype⁷, 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 ou pour accélérer la fabrication dans le cas d'une production en série. L'enseignant 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 construites à partir d'applications liées aux champs technologiques. 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.

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

7. 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 (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. Après la conception, l'analyse ou la réparation d'un objet technique, d'un système, d'un produit ou encore l'élaboration d'un procédé, 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 liés à des applications technologiques ou scientifiques 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, la démarche empirique ainsi que la démarche industrielle et celle de design (conception et production). 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.

La démarche de design et la démarche industrielle sont orientées, à la manière du travail en entreprise, vers la conception et la production d'un objet ou d'un système technologique. Les apprentissages associés à ces démarches seront facilités si les informations visuelles et auditives s'accompagnent d'explorations physiques et de manipulations.

Rarement simples, les problèmes de départ découlent généralement de l'identification d'un besoin⁸ technologique particulier. Ils soulèvent de nombreuses questions plus spécifiques qui peuvent être regroupées en sous-problèmes, chacun renvoyant à des procédés technologiques ou à des principes scientifiques spécifiques.

Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes liés à des applications technologiques et scientifiques 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.

8. Un « besoin » est un état d'insatisfaction qui porte l'individu à désirer ce qui lui fait défaut et qui le pousse à agir. Tout problème technologique découle d'un besoin. Une fois le besoin constaté, celui-ci est traduit sous forme d'un problème dont le traitement conduit à une solution qui prend la forme d'un objet technique, d'un système ou encore d'un produit. Par exemple, le four à micro-ondes est une solution au besoin de réchauffer rapidement les aliments et l'automobile, une solution au besoin de se déplacer rapidement et confortablement.

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

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.

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. Étant donné l'orientation du programme, ce plan d'action est souvent axé sur la conception et la fabrication d'un prototype ou d'un produit.

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 données 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. Soulignons que, dans le cas des applications technologiques et scientifiques, les résultats prennent la forme d'un produit, d'un prototype ou d'une réalisation particulière.

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 liés à des applications technologiques et scientifiques 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.

Compétence 1 et ses composantes

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

Attentes de fin de cycle

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.

COMPÉTENCE 2 Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques

Sens de la compétence

Les diverses applications de la science et de 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, l'élève doit apprendre à intégrer la théorie et la pratique, en examinant le contexte, la réalité matérielle et la filiation conceptuelle des découvertes, des inventions et des innovations. D'une part, il est amené à analyser diverses applications selon différents points de vue, y compris la prévision de l'entretien ou d'un éventuel besoin de réparation d'un objet technique ou d'un système technologique. D'autre part, bien qu'il soit amené à exploiter, pour l'analyse du fonctionnement d'objets ou de systèmes technologiques, 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 applications dans leur contexte. Cet exercice suppose la construction d'une représentation sys-

témique de ces applications qui prend en compte les différents aspects (sociaux, historiques, économiques, etc.) liés aux objets, aux systèmes, aux produits et aux procédés. 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.

La contextualisation de diverses applications permet également de dégager certains principes scientifiques qui y sont liés. L'exercice de cette compétence

Cette compétence exige de l'élève qu'il situe des applications dans leur contexte, qu'il les analyse afin d'en dégager des principes scientifiques et technologiques et, éventuellement, qu'il procède à leur entretien ou à leur réparation.

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.

L'étude d'une application consiste également à procéder à son analyse technologique. Cette analyse d'un objet, d'un système, d'un produit ou d'un procédé 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.

Lorsque l'analyse porte sur le fonctionnement des composantes de l'objet ou du système, elle consiste à trouver, s'il y a lieu, ce qui fait défaut et à y remédier en procédant aux réparations requises ou encore à son entretien. S'il a fallu le démonter pour l'analyser, l'élève le remontera de manière à ce qu'il soit en état de fonctionner.

À tout moment du processus de résolution des problèmes associés à l'application 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 l'application, 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.

Compétence 2 et ses composantes

Situer une application 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 l'application • Anticiper des retombées à long terme

Comprendre des principes scientifiques liés à l'application

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

Comprendre des principes technologiques liés à l'application

Cerner la fonction globale de l'application • 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

Contrôler l'état de fonctionnement de l'objet technique ou du système technologique à l'étude

Démonter complètement ou en partie l'objet ou le système • Trouver ce qui fait défaut, s'il y a lieu • Effectuer l'entretien ou, dans certains cas, les réparations requises • Remonter correctement l'objet ou le système

Attentes de fin de cycle

À la fin du deuxième cycle du secondaire, l'élève analyse une application technologique ou scientifique (objet technique, système technologique, produit ou procédé) afin de se la représenter de façon adéquate. Il doit tenir compte des aspects sociaux, environnementaux et historiques et dégager, s'il y a lieu, les principaux enjeux éthiques. Il fait preuve de discernement en analysant les effets positifs et les incidences parfois négatives d'une innovation technologique.

Lorsque l'élève analyse une application 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 une application sous l'angle de la technologie, il en détermine la fonction globale. Il l'examine 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'application.

L'élève indique et évalue les solutions qui ont été adoptées dans la conception de l'objet ou du système. Il justifie ainsi les solutions retenues lors de la conception en faisant ressortir ses principes de fonctionnement. Il est aussi en mesure de procéder, quand cela est nécessaire, à certaines interventions liées à l'entretien ou à la réparation.

Critères d'évaluation

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

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 situation guide l'élève dans la façon d'entretenir ou de réparer l'objet technique ou le système technologique à l'étude. 	<ul style="list-style-type: none"> – Le problème est moins circonscrit : les tâches ne sont pas toutes communiquées à l'élève. – La situation ne précise pas de quelle façon entretenir ou réparer l'objet technique ou le système technologique à l'étude : l'élève doit juger de la pertinence et de la nature de l'entretien ou de la réparation à effectuer.
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. – Sur le plan des ressources matérielles (outils, instruments, etc.), la situation précise celles qui sont à privilégier lors de l'analyse, de l'entretien ou de la réparation de l'objet ou du système. – 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. – Sur le plan des ressources matérielles (outils, instruments, etc.), la situation ne précise pas celles qui sont à privilégier lors de l'entretien ou de la réparation de l'objet ou du système : l'élève doit déterminer celles qui sont pertinentes. – 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.

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

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,

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.

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 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.

Compétence 3 et ses composantes

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

Attentes de fin de cycle

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'explicitier, 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.

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

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 d'applications technologiques et scientifiques, tout comme le programme de science et technologie, vise la consolidation et l'enrichissement par l'élève d'une culture scientifique et technologique. Celle-ci revêt toutefois une orientation plus pratique et doit permettre à l'élève de mieux comprendre les phénomènes scientifiques et les réalisations technologiques afin d'agir plus efficacement sur les objets techniques, les systèmes technologiques, les produits ou les divers procédés présents dans son environnement. L'acquisition d'une telle culture s'appuie sur le développement des compétences et repose sur la construction et la mobilisation de ressources de divers ordres présentées ici en trois parties :

- les applications liées aux principaux champs technologiques;
- les démarches, les stratégies, les attitudes et les techniques;
- les concepts prescrits.

La première partie porte sur les applications. On entend par là une réalisation pratique – un objet, un système, un produit ou encore un procédé – qui se caractérise par son fonctionnement, par les matériaux qui la constituent, par les principes scientifiques et technologiques qui y sont associés et par la façon dont elle est construite et fabriquée. Quelles que soient leurs formes, les applications sont associées à l'un ou l'autre des sept champs technologiques abordés dans le programme.

La deuxième 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.

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.

La troisième partie présente les concepts prescrits dans le programme et regroupés, comme ceux du premier cycle, dans quatre univers : l'univers technologique; l'univers vivant; l'univers matériel; et la Terre et l'espace. Les concepts associés à ce dernier univers ne sont abordés qu'à la deuxième année du cycle. 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.

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.

Applications liées aux principaux champs technologiques

Pour favoriser l'intégration des différents univers, les concepts prescrits ont été organisés autour d'applications liées à sept champs technologiques : technologies médicales, technologies agricoles et agroalimentaires, technologies de l'énergie, technologies de l'information et de la communication, technologies des transports, technologies de production manufacturière et technologies de la construction. Les réalisations qui leur sont associées déterminent une perspective où les savoirs sont orientés vers l'action, ce qui permet l'établissement de liens entre les concepts théoriques et les applications technologiques et scientifiques.

Les **technologies médicales** contribuent à prolonger la vie et à en améliorer la qualité. Comme les technologies de chacun des autres champs, elles conjuguent des connaissances et des stratégies issues de plusieurs univers. Par exemple, en première année du cycle, l'étude du stéthoscope permet de développer les compétences disciplinaires en mobilisant des savoirs provenant de l'univers vivant (systèmes circulatoire et respiratoire), de l'univers matériel (relation entre pression et volume, caractéristiques de l'onde, etc.) et de l'univers technologique (dessin technique, ingénierie mécanique, matériaux, fabrication, etc.). Les objets, les systèmes et les produits associés aux technologies médicales sont également l'occasion de sensibiliser l'élève à la médecine préventive ou à la bonne alimentation.

Les **technologies agricoles et agroalimentaires** portent sur la production agricole, sur la transformation des aliments et des produits et sur leur conservation. Les biotechnologies y occupent une place importante. Les machines agricoles, les procédés de conservation et le procédé de pasteurisation appartiennent à ce champ technologique et peuvent être étudiés de manière à mobiliser plusieurs des concepts prescrits en première année du cycle.

Les **technologies de l'énergie** visent à assurer l'accessibilité, la transformation et l'utilisation de l'énergie. Le choix des formes d'énergie à utiliser

influe sur la société de plusieurs façons et entraîne de multiples conséquences sur l'environnement. Par exemple, l'étude des divers moyens de production d'énergie pourrait s'effectuer à partir de la conception d'un modèle réduit de centrale hydroélectrique ou de l'analyse technologique d'un ventilateur. La transformation et l'utilisation de l'énergie pourraient par ailleurs être abordées par l'entremise de l'analyse d'appareils électroménagers.

Pour favoriser l'intégration des différents univers, les concepts prescrits ont été organisés autour d'applications associées aux champs technologiques.

Les **technologies de l'information et de la communication** permettent la manipulation, la conversion, le contrôle, le stockage, la gestion et la transmission de l'information. D'une influence grandissante, elles entraînent des changements qui transforment radicalement la société. Dans le cadre de ce champ tech-

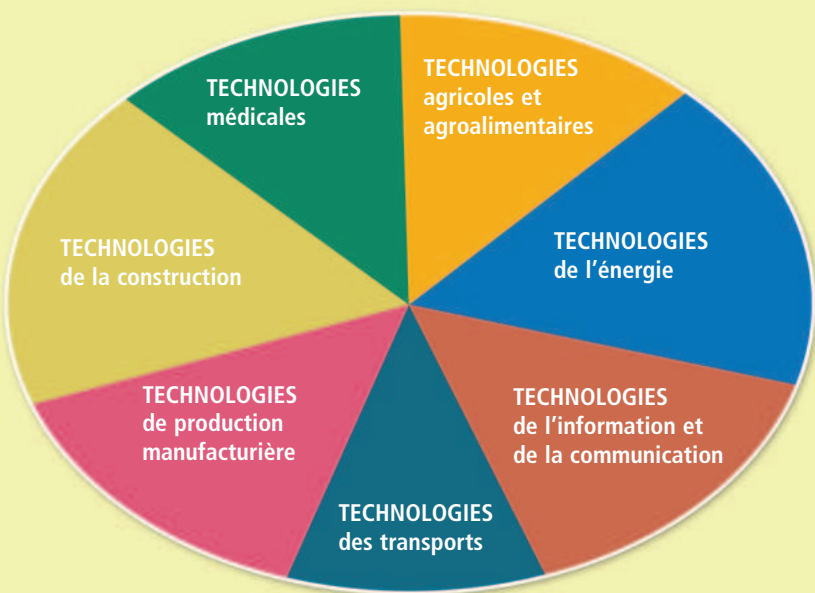
nologique, l'étude d'un microphone, par exemple, offrirait l'occasion de mobiliser plusieurs concepts associés à l'univers matériel (fréquence, longueur d'onde, amplitude, échelle des décibels, etc.), à l'univers vivant (fonction de relation, récepteurs sensoriels, etc.) et à l'univers technologique (langage des lignes, ingénierie, matériaux, fabrication, etc.).

Les **technologies des transports** déterminent un réseau complexe de composantes interconnectées qui opèrent aussi bien sur terre que sur l'eau, dans les airs ou dans l'espace. Le transport des marchandises et des individus constitue aujourd'hui un enjeu de société important. Certains concepts associés à l'univers matériel s'avèrent particulièrement utiles dans l'étude des moyens de transport tels que ceux qui sont en rapport avec le mouvement des mobiles terrestres, avec la flottabilité des bateaux ou avec l'écoulement de l'air sur les ailes des avions. Les concepts associés à l'univers vivant interviennent également dans l'étude des impacts de divers moyens de transport, notamment sur les modifications aux écosystèmes.

Les **technologies de production manufacturière** visent à produire en série des objets, des systèmes et des produits, et ce, de manière efficace et compétitive. Dans un contexte de mondialisation, ces technologies ont une influence importante sur la performance des entreprises et sur les habitudes de consommation des individus. Dans le cadre de situations d'apprentissage et d'évaluation associées à ce champ, l'accent pourrait être mis sur les divers moyens utilisés pour augmenter la quantité et la qualité des produits fabriqués (machines à transfert, systèmes automatisés, etc.).

Enfin, les **technologies de la construction** déterminent les processus et les matériaux avec lesquels on conçoit et on construit des structures. Alors que la production manufacturière utilise amplement la chaîne de fabrication, les technologies de la construction font plutôt appel à des procédés adaptés à chaque réalisation. Par exemple, la construction d'un tunnel intègre des concepts liés à l'univers technologique (langage des lignes, ingénierie, matériaux, fabrication), à l'univers matériel (force, types de forces, équilibre de deux forces, etc.) et à la Terre et l'espace (lithosphère, hydrosphère).

Exemples d'objets, de systèmes, de produits et de procédés liés aux principaux champs technologiques

			TECHNOLOGIES MÉDICALES	TECHNOLOGIES AGRICOLES ET AGROALIMENTAIRES
TECHNOLOGIES DE L'ÉNERGIE	TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION	TECHNOLOGIES DES TRANSPORTS	TECHNOLOGIES DE PRODUCTION MANUFACTURIÈRE	TECHNOLOGIES DE LA CONSTRUCTION
<ul style="list-style-type: none"> – Appareils liés à l'industrie du pétrole : extraction, raffinage, distribution, utilisation – Éoliennes – Machines à vapeur – Moteurs à combustion interne – Moteurs électriques – Turbines – Turboréacteur – Laser – Piles, batteries et accumulateurs – Centrales électriques – Appareils électriques à la maison : éclairage, chauffage, appareils divers (laveuse, sècheuse, cuisinière, réfrigérateur, lave-vaisselle, micro-ondes, aspirateur, fer à repasser, chaîne stéréophonique, télévision, ordinateur, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> – Appareils d'imprimerie – Reprographie – Photogravure – Appareils photo et caméras – Télégraphe – Téléphone – Radio – Télévision – Cinéma – Projecteur et écran de cinéma – Appareils d'enregistrement et de production du son : magnétophone, haut-parleur, microphone, mixeur, etc. – Appareils d'enregistrement et de production vidéo : caméscope, magnéto-scope, table de montage etc. – Ordinateur et périphériques – Satellites de télécommunications – Radar et sonar – Appareils optiques : jumelle, télescope, périscope 	<ul style="list-style-type: none"> – Bicyclette – Systèmes ferroviaires : locomotive, train, réseau – Ballons et dirigeables – Navires : bateau, sous-marin, aéroglisseur, etc. – Automobile – Avion – Engins spatiaux : fusée, navette, station spatiale, etc. – Véhicules hybrides – Pneu – Cartes routières électroniques 	<ul style="list-style-type: none"> – Médicaments – Vaccins – Antiseptiques – Hormones – Pilule contraceptive – Vitamines – Organes artificiels : cœur, rein, etc. – Appareils et instruments : stéthoscope, microscope, appareil à ultrasons, appareils de radiologie, tomodynamomètre, appareils d'anesthésie, appareils de chirurgie, etc. – Technologie bionique : signaux et électronique – Appareils pour personnes handicapées – Stérilisation – Greffes et transplantations d'organes – Transfusions sanguines – Culture de tissus – Nutraceutiques 	<ul style="list-style-type: none"> – Appareils utilisés en agriculture – Fertilisants – Insecticides – Organismes génétiquement modifiés (OGM) – Fabrication du pain, des pâtes, des conserves, du lait, du beurre, du fromage, de la margarine, des huiles alimentaires, du jus de fruit, du chocolat, du café, etc. – Appareils de conservation des aliments : congélateur, emballage sous vide, etc. – Pasteurisation – Enzymes – Cosmétiques : savon, parfum, etc. – Traitement des déchets – Appareils d'irrigation des sols

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, soit les démarches de modélisation, d'observation, expérimentale, empirique, d'analyse et de design, auxquelles s'ajoute la démarche industrielle, qui comprend la démarche technologique de conception et la démarche de production. Elles correspondent essentiellement aux façons de faire dans un contexte de résolution de problèmes en applications technologiques et scientifiques. 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 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 technique ou d'un système technologique 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.

Démarche de design

La démarche de design est une activité créatrice qui permet, à partir d'un besoin exprimé, de conceptualiser et de matérialiser un univers de formes, de couleurs, de matières et de textures. Dans le travail d'élaboration et de réalisation d'un objet ou d'un système, cette démarche oblige à considérer non seulement les apparences extérieures, mais également les relations de structure et de fonction qui font d'un produit une unité cohérente où l'aspect fonctionnel et l'esthétique répondent à des impératifs de fabrication et d'utilisation. En design, les éléments fonctionnels, les solutions de construction, les matériaux, les dessins, les maquettes, les techniques et la fabrication s'appuient sur un contexte et des contraintes dont il faut tenir compte.

Les étapes qui caractérisent la démarche de design amènent l'élève tantôt à raisonner, tantôt à agir. Qu'il s'agisse de l'étude du cahier des charges, d'une recherche créative et du choix d'une solution, d'une mise en volume, de l'élaboration d'un prototype ou encore d'industrialisation et de commercialisation, la démarche de design accorde une place importante à l'autonomie de l'élève. Au regard d'une situation ou d'une question, elle doit lui permettre d'envisager une multiplicité de points de vue possibles, d'émettre des hypothèses et de faire des inférences.

Démarche industrielle

La démarche industrielle est composée de la démarche technologique de conception et de la démarche de production.

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 de production

La validation (homologation) du prototype complète la phase relative à la conception. Normalement, l'étape suivante consiste à amorcer la démarche de production en effectuant une étude de fabrication qui comprend l'analyse des dessins de détail et d'ensemble de même que la lecture des gammes de fabrication et d'assemblage en vue d'organiser le processus de production : pièces à fabriquer, postes de travail, matériaux, gabarits, etc. Il ne reste ensuite qu'à exécuter chacune des opérations de fabrication.

Dans l'industrie, une fois la production terminée, les objets ou les systèmes fabriqués en série sont commercialisés. Ils sont alors utilisés individuellement ou collectivement. À la fin de son cycle de vie, un produit est soit recyclé, soit détruit.

Cette démarche fait appel à des savoirs qui requièrent abstraction, dextérité et organisation. Elle donne à l'élève une vision plus réaliste du monde de l'industrie tout en l'habituant à travailler en étroite collaboration avec ses pairs. Enfin, elle exige une exécution empreinte de logique, de rigueur et de précision.

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– utilisation d'un logiciel de dessin vectoriel (deux dimensions et trois dimensions)	<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)

La plupart des concepts prescrits du programme d'applications technologiques et scientifiques sont semblables à ceux du programme de science et technologie. Ce choix vise à faciliter le passage du parcours de formation générale appliquée au parcours de formation générale, entre la première et la deuxième année du cycle.

Les concepts abordés en première année du cycle sont plus étroitement liés aux applications propres aux technologies médicales et aux technologies agricoles et agroalimentaires. Le tableau de la page 28 présente quelques exemples d'objets, de systèmes, de produits et de procédés associés à chacun de ces champs technologiques. Puisqu'il s'agit d'exemples, ils n'ont pas un caractère prescrit.

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, à la fabrication (ce dernier aspect étant traité aussi dans la section qui porte sur les techniques) et à la biotechnologie. Les quatre 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. Le cinquième concept général aborde une dimen-

sion qui nous interpelle de manière particulière : celle des technologies appliquées aux 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. Les applications issues des divers champs technologiques en fournissent autant d'exemples. 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>	<ul style="list-style-type: none"> – Tracés géométriques – Formes de représentation (croquis, perspective, projection oblique) – Lignes de base

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<p>Langage des lignes (Suite)</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. La figuration des formes en vue éclatée permet de visualiser avec facilité chacune des pièces qui composent un objet. 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"> – Échelles – Projections orthogonales (vues multiples, isométrie) – Projection axonométrique : vue éclatée (lecture) – Coupes et sections – Cotation et tolérances – Standards et représentations (schémas, symboles)
<p>Ingénierie</p> <p>La conception ou l'analyse d'un objet technique ou d'un système technologique repose sur l'appropriation de concepts fondamentaux liés à la mécanique et à l'électricité 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>En électricité, les concepts prescrits concernent les diverses composantes et leurs fonctions (alimentation, conduction, isolation, protection et commande). Leur étude précise permet de les choisir et de les agencer de manière appropriée.</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) – Changements de vitesse – 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>Électricité</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fonction d'alimentation – Fonction de conduction, d'isolation et de protection – Fonction de commande (types : levier, poussoir, bascule, commande magnétique)

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<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, aux matières plastiques 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 se prêtent à de nombreuses applications.</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>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> <p>Les récents développements dans le domaine de la biotechnologie nous amènent à considérer une nouvelle forme de matériau, soit la cellule vivante. Son utilisation dans les applications de la science et de la technologie va de la fécondation <i>in vitro</i> au séquençage de gènes pour des applications commerciales et à la mise au point de tests diagnostiques de maladies génétiques. L’étude de la cellule est essentielle à la compréhension des diverses manipulations génétiques. On pense particulièrement au rôle joué par la membrane cellulaire (protection et contrôle des entrées et des sorties de la cellule) et par le noyau et ses constituants comme les chromosomes et les gènes (contrôle de l’information génétique) lors des manipulations génétiques.</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 • Matières plastiques (thermoplastiques) • Bois et bois modifiés – Cellule (composantes de la cellule, membrane cellulaire, noyau, chromosomes, gènes)
<p>Fabrication</p> <p>Les concepts associés à la fabrication constituent des préalables importants. Ils servent de repères au moment d’exécuter une ou des techniques. Les machines et l’outillage donnent une idée juste de ce qu’est le façonnage. L’ébauchage et la finition de même que les divers aspects du traçage montrent ce qu’implique la fabrication. Les éléments relatifs à la mesure sont indispensables pour la validation et la vérification de toute pièce fabriquée.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Façonnage <ul style="list-style-type: none"> • Machines et outillage – Fabrication <ul style="list-style-type: none"> • Ébauchage et finition • Caractéristiques du traçage – Mesures <ul style="list-style-type: none"> • Mesure directe (règle)

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, l'insémination artificielle et la culture cellulaire.</p> <p>La pasteurisation permet d'éviter l'altération des produits alimentaires et de conserver leurs propriétés nutritives. Le procédé est depuis longtemps exploité, 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>L'insémination artificielle est une réponse possible à l'infertilité. Le recours à l'insémination artificielle pour la reproduction animale (bovins, équins, aviculture, aquaculture, etc.) a conduit à la mise au point d'équipements, d'instruments et de techniques de plus en plus sophistiqués. La fécondation <i>in vitro</i> (FIV), par exemple, a fait naître de nouveaux espoirs dans le traitement de la stérilité tout en permettant de mieux comprendre les mécanismes de la procréation humaine. Les réponses apportées par l'insémination artificielle aux problèmes d'infertilité, de conservation du patrimoine génétique ou encore d'autosuffisance alimentaire incitent à la réflexion et à la vigilance.</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>Lors de l'étude des concepts liés aux biotechnologies, 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 ces réseaux. 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 • Insémination artificielle • Culture cellulaire

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 Institut de recherche en électricité du Québec Centre de recherche industrielle du Québec Institut Armand-Frappier	Conservation des aliments Matières plastiques Manipulations génétiques Domotique	Imprimerie Expositions universelles

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. Cinq concepts généraux sont présentés dans cette section : les systèmes digestif, respiratoire, circulatoire, excréteur et reproducteur. Ils sont regroupés selon les fonctions qu'ils assument dans le corps humain : la nutrition, les relations et la reproduction.

Sous l'angle particulier des applications technologiques et scientifiques, les concepts du vivant sont mis à profit lors de l'étude d'applications diverses. Qu'on s'intéresse à la prévention et au traitement des maladies, à l'aide au diagnostic ou aux moyens de prolonger la vie, les technologies médicales – celles qui sont associées au champ des technologies agricoles et agroalimentaires et celles qui sont liées à la production manufacturière – offrent de multiples exemples de réalisations qui ont changé de façon significative les pratiques dans le domaine de la santé.

Orientations	Concepts prescrits
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> <p>Plusieurs applications technologiques et scientifiques contribuent au traitement des désordres du système digestif. La découverte de l'insuline sauve un nombre sans cesse croissant d'individus. Par ailleurs, certaines techniques comme la laparoscopie ou l'endoscopie assurent une visualisation directe des organes ciblés, entraînant un diagnostic plus rapide. D'autres techniques, comme la cholécystectomie, permettent de réduire de façon significative la durée d'hospitalisation.</p> <p>Dans le domaine de la transformation des aliments, les recherches ont un impact considérable sur la diversité des produits offerts en épicerie. Les produits dérivés de l'agriculture biologique suscitent de plus en plus l'intérêt des gens préoccupés par l'influence de l'alimentation sur leur santé. La redécouverte en recherche médicale de substances naturelles à effet préventif sur certaines maladies suscite de plus en plus d'intérêt et l'espoir de pouvoir empêcher ou retarder l'apparition de cancers ou de maladies coronariennes.</p>	<ul style="list-style-type: none">– Types d'aliments (eau, protéides, 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> <p>Sous l’angle des applications liées aux technologies médicales, l’accès à des organes artificiels pour les patients en attente d’une transplantation augmente de beaucoup leurs chances de survie. Certains instruments comme la canule cardiaque permettent maintenant d’éviter d’ouvrir la cavité thoracique pour traiter certaines lésions coronariennes. Plusieurs appareils à ventilation positive empêchent l’apnée du sommeil et améliorent la qualité de vie de patients atteints de maladies pulmonaires chroniques.</p> <p>La découverte et la production de vaccins a permis l’éradication de graves maladies comme la variole et le contrôle de la propagation de l’influenza. Les nouveaux vaccins à base d’ADN vont potentiellement révolutionner le traitement de maladies métaboliques comme le diabète.</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 des 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>	<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 nutrition (Suite)	
<p>Système excréteur (Suite)</p> <p>La régulation des liquides corporels et l'élimination des déchets métaboliques assurent le maintien de l'équilibre hémodynamique et ionique.</p> <p>La technologie des membranes semi-perméables a permis l'invention des dialyseurs. Ces membranes peuvent remplacer des organes malades qui n'accomplissent plus efficacement leurs fonctions de régulation des fluides corporels. Du côté de la production de médicaments, les diurétiques sont essentiels aux patients dont les reins ne sont plus en mesure de filtrer le sang. La consommation de boissons énergisantes et hydratantes permet de maintenir l'équilibre hémodynamique et ionique lors d'activités physiques de toutes sortes.</p>	
 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. Il est important de faire comprendre aux jeunes qu'ils doivent utiliser les jeux vidéo et les baladeurs avec prudence.</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> <p>Les applications technologiques apportent parfois des compléments de solutions inespérés, notamment dans le domaine de la maladie mentale qui affecte une portion non négligeable de la population. La synthèse d'antidépresseurs et de médicaments antipsychotiques mieux ciblés offre désormais un espoir de traitement et de réintégration dans la société active à ceux qui en sont atteints.</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 relation (Suite)	
<p>Systèmes nerveux et musculosquelettique (Suite)</p> <p>Les applications technologiques contribuent aussi à réduire les difficultés associées au vieillissement de la population. Ainsi, l’installation de prothèses permet aux aînés qui ont des problèmes de hanche ou de genou de préserver leur autonomie et de poursuivre leurs activités. Les chaises roulantes, dont certaines sont maintenant motorisées, font depuis longtemps partie du paysage médical et contribuent à offrir une meilleure qualité de vie aux personnes handicapées ou aux malades qui ont de la difficulté à se déplacer.</p>	
Systèmes – Fonction de reproduction	
<p>Système reproducteur</p> <p>Division cellulaire</p> <p>Au premier cycle du secondaire, l’élève a appris l’existence de deux modes de reproduction (asexué et sexué) parmi les 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 qui s’effectue par la mitose et la méiose. L’étude de ces processus et de leurs fonctions va permettre à l’élève de mieux comprendre le rôle particulier de la cellule dans le maintien et la perpétuation de la vie.</p> <p>La mitose produit des cellules filles génétiquement identiques à la cellule mère. Cette division s’inscrit dans un cycle cellulaire qui permet d’assurer les fonctions de reproduction, de croissance et de régénération de la cellule. La méiose produit les gamètes sexuels (spermatozoïdes et ovules) nécessaires à la reproduction sexuée. Cette dernière assure la production de descendants génétiquement différents de leurs parents.</p> <p>Sous l’angle particulier des applications, il importe de saisir les impacts des manipulations génétiques ainsi que les aspects éthiques en rapport avec ces manipulations. L’exemple du clonage et de ses conséquences sur l’identité humaine ou sur la biodiversité soulève des débats enflammés. Par contre, la culture de tissus vivants à partir de cellules souches en vue d’accélérer le processus de guérison chez les grands brûlés rallie la vaste majorité des gens et constitue un bon exemple des retombées potentiellement positives de ces manipulations.</p> <p>Note : Seules les caractéristiques générales de la mitose et de la méiose, et non leurs phases respectives, constituent des éléments de contenu prescrits. L’objectif premier est d’amener l’élève à différencier ces deux formes de division cellulaire et à comprendre sur quoi repose la diversité génétique des individus. Pour cette raison, les phases du développement embryonnaire ne sont pas des éléments de contenu prescrits.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Mitose – Méiose – Diversité génétique

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
Systèmes – Fonction de reproduction (Suite)	
<p>Système reproducteur (Suite)</p> <p>Régulation hormonale sous l’angle de la reproduction chez l’humain</p> <p>Au premier cycle du secondaire, l’étude des organes reproducteurs 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 transplantations 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. Ces concepts généraux font l'objet d'une étude plus approfondie dans le présent programme. 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. Des objets, des systèmes et des produits issus de la technologie médicale permettent d'effectuer les mesures nécessaires à cet égard.</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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Propriétés physiques caractéristiques <ul style="list-style-type: none"> • Point de fusion • Point d'ébullition • Masse volumique – Propriétés chimiques caractéristiques <ul style="list-style-type: none"> • Réaction à des indicateurs – Propriétés des solutions

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 particulaire 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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Transformations physiques – Transformations chimiques – Formes d'énergie – 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. Des systèmes artificiels de pompage sont utilisés en médecine pour prendre le relais du corps, lorsque cela s'avère nécessaire.</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>	<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 (Suite)
<p>Ondes (Suite)</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. Cependant, dans son comportement ondulatoire, la lumière se caractérise par le fait qu'elle se propage dans le vide et dans les milieux transparents.</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 <i>lentilles</i>, 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 Wilhelm 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	Prix Nobel Expo-sciences

TABLEAU SYNTHÈSE DES CONCEPTS PRESCRITS (PREMIÈRE ANNÉE DU CYCLE)

Univers technologique	Univers vivant	Univers matériel
<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) – Projection axonométrique : vue éclatée (lecture) – Coupes et sections – Cotation et tolérances – 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) – Changements de vitesse – 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>INGÉNIERIE ÉLECTRIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fonction d'alimentation – Fonction de conduction, d'isolation et de protection – Fonction de commande (types : levier, poussoir, bascule, commande magnétique) 	<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 (lymphe, anticorps) <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>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 – Propriétés chimiques caractéristiques <ul style="list-style-type: none"> • Réaction à des indicateurs – Propriétés des solutions <p>TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Transformations physiques – Transformations chimiques – Formes d'énergie – 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>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

Univers technologique

MATÉRIAUX

- Contraintes (traction, compression, torsion)
- Propriétés mécaniques
- Types et propriétés
 - Alliages à base de fer
 - Métaux et alliages non ferreux
 - Matières plastiques (thermoplastiques)
 - Bois et bois modifiés
- Cellule (composantes de la cellule, membrane cellulaire, noyau, chromosomes, gènes)

FABRICATION

- Façonnage
 - Machines et outillage
- Fabrication
 - Ébauchage et finition
 - Caractéristiques du traçage
- Mesures
 - Mesure directe (règle)

BIOTECHNOLOGIE

- Procédés
 - Pasteurisation
 - Fabrication du vaccin
 - Insémination artificielle
 - Culture cellulaire

Univers vivant

FONCTION DE RELATION

SYSTÈMES NERVEUX ET MUSCULOSQUELETTIQUE

- Système nerveux central (encéphale, moelle épinière)
- Système nerveux périphérique (nerfs)
 - Neurone (synapse, axone, dendrite)
 - Influx nerveux (acte volontaire, arc réflexe)
- Récepteurs sensoriels (œil, oreille, peau, langue, nez)
- Système musculosquelettique (os, articulations, muscles)
 - Fonctions des os, des articulations et des muscles
 - Types de muscles
 - Types de mouvements articulaires

FONCTION DE REPRODUCTION

SYSTÈME REPRODUCTEUR

DIVISION CELLULAIRE

- Mitose
- Méiose
- Diversité génétique

RÉGULATION HORMONALE SOUS L'ANGLE DE LA REPRODUCTION CHEZ L'HUMAIN

- Puberté (fille et garçon)
- Régulation hormonale chez l'homme
 - Spermatogenèse
 - Érection
 - Éjaculation
- Régulation hormonale chez la femme
 - Ovogenèse
 - Cycle ovarien
 - Cycle menstruel

Univers matériel

Concepts prescrits (deuxième année du cycle)

Les concepts prescrits en deuxième année du cycle sont plus étroitement liés aux applications propres aux technologies de l'énergie et à celles des transports. Le tableau de la page 28 présente quelques exemples d'objets de systèmes, de produits et de procédés qui sont associés à chacun de ces champs technologiques. Comme il s'agit d'exemples, ils n'ont pas un caractère prescrit. Il est aussi à noter que l'univers Terre et espace est de nouveau présent dans cette deuxième année du cycle.

Univers technologique (deuxième année du cycle)

Au cours de la deuxième année du cycle, les concepts généraux associés à l'univers technologique se rapportent toujours au langage des lignes, à l'ingénierie et aux matériaux. Les aspects relatifs à la fabrication se trouvent aussi 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 (thermodurcissables), 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 qui composent les différents champs d'application. 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.

Dans une perspective d'intégration et d'appropriation des éléments de contenu prescrits pour tous les univers en cause, l'approfondissement de la connaissance des concepts technologiques devrait conduire à une démythification des objets, des machines et des systèmes, d'une part, et à une vision plus large de l'activité industrielle, d'autre part.

Orientations	Concepts prescrits
<p>Langage des lignes</p> <p>Fondé sur des modes de représentation géométrique conventionnels, le dessin technique est un langage qui permet de préciser, de fixer et de matérialiser sa pensée. La justification et la signification de toutes les lignes et les informations d'un dessin technique sont associées à différentes formes de représentation. La théorie de la projection orthogonale permet le dessin de détail, le dessin d'ensemble et la représentation isométrique. La cotation fonctionnelle permet une plus grande précision lors de la fabrication. Elle complète les informations sur les caractéristiques de chacune des composantes de l'objet ou du système. Le dessin de certains objets fabriqués à partir de matériaux en feuilles permet d'en montrer la ou les surfaces à plat et d'anticiper la création de ses formes définitives par pliage. Enfin, conformément aux règles relatives à leur représentation, certains dessins renferment aussi des informations en rapport avec les standards de l'industrie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Projection orthogonale à vues multiples (dessin d'ensemble) – Cotation fonctionnelle – Développements (prisme, cylindre, pyramide, cône) – 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 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 à l'adhérence entre les pièces, aux liaisons 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 et en électronique, 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>Mécanique</p> <ul style="list-style-type: none"> – Adhérence et frottement entre les pièces – Liaisons des pièces mécaniques (degré de liberté d'une pièce) – 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, couple résistant, couple moteur – Construction et particularités du mouvement des systèmes de transformation du mouvement (vis et écrou, cames, bielles, manivelles, coulisses, excentriques 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 (résistance et codification, circuit imprimé) – Fonctions de commande (types : unipolaire, bipolaire, unidirectionnel, bidirectionnel) – Fonction de transformation de l'énergie (électricité et lumière, chaleur, vibration, magnétisme) – Autres fonctions (condensateur, diode, transistor, relais semi-conducteur)

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<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. 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 traitements thermiques, comme la trempe et le revenu, permettent d'améliorer les propriétés mécaniques des aciers. Par exemple, la trempe augmente non seulement la dureté, mais aussi la fragilité, et le revenu améliore la ténacité tout en diminuant la limite élastique. Par ailleurs, le recuit permet de restaurer les propriétés premières d'un matériau. Les trois éléments caractéristiques des traitements thermiques des métaux sont l'échauffement jusqu'au point critique, le maintien d'une température uniforme et le refroidissement plus ou moins rapide.</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 – Traitements thermiques – Types et propriétés <ul style="list-style-type: none"> • Matières plastiques (thermoplastiques, thermodurcissables) • Céramiques • Matériaux composites – Modification des propriétés (dégradation, protection)

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<p>Fabrication</p> <p>Le perçage, le filetage ou le cambrage correspondent à différentes formes de fabrication parmi les plus fréquentes. Matériaux, vitesses de rotation et angles de coupe de l'outil (foret) sont autant d'éléments caractéristiques rattachés au perçage. Le choix du profil des filets et de leur nombre au pouce (pas) permet entre autres de déterminer le diamètre de perçage avant taraudage. Type de matériau et fibre neutre font partie des paramètres à prendre en considération pour établir la longueur d'une pièce avant pliage.</p> <p>Les opérations relatives à la mesure et au contrôle des pièces impliquent l'utilisation d'instruments comme le pied à coulisse et la vérification des surfaces et favorisent une plus grande précision d'exécution lors de l'usinage. En conséquence, les principes qui leur sont associés doivent être acquis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Fabrication <ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques du perçage, du taraudage, du filetage et du cambrage (pliage) – Mesure et contrôle <ul style="list-style-type: none"> • Mesure directe (pied à coulisse) • Contrôle, forme et position (plan, section, angle)

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 Robotique Télédétection Éclairage public Vêtements Réfrigération Réseau routier	Révolution industrielle Établissement de normes du travail Mondialisation

Univers vivant (deuxième année du cycle)

Bien que les applications technologiques et scientifiques aient pour but principal d'améliorer la qualité de vie des humains, elles peuvent également avoir des répercussions moins heureuses, à court ou à long terme, et exercer des effets indésirables sur l'équilibre des communautés. L'étude des relations entre les organismes vivants et leur environnement mène inévitablement à l'étude des écosystèmes dans une perspective systémique.

Les différentes problématiques soulevées par les applications technologiques dans les domaines des transports, de la construction, de la production manufacturière ou de l'énergie ouvrent des pistes intéressantes pour amener l'élève à s'intéresser à la dynamique des écosystèmes et des populations qui les habitent, et à réfléchir à ces aspects.

Du point de vue plus spécifique des champs de la construction ou de la production manufacturière, les matériaux nécessaires aux diverses réalisations humaines (maisons, machines-outils, instruments divers, etc.) constituent en fait des ressources puisées à même les écosystèmes. Leur exploitation a donc toujours un impact sur les relations au sein des communautés. On n'a qu'à

penser à l'importance du bois comme matériau de construction et aux impacts dramatiques de la déforestation sur la biodiversité.

Plus généralement, le souci d'obtenir une diversité de matériaux et de maîtriser les ressources énergétiques se concrétise par la multiplication des applications technologiques et scientifiques. Or, l'accroissement de la population humaine et des demandes liées à l'activité industrielle entraîne une augmentation de la consommation énergétique à laquelle nous devons faire face. Bien des espoirs sont aujourd'hui fondés sur les nouvelles découvertes en technologie. Certains objets, systèmes ou produits (moteur à essence, dérivés du pétrole) ont répondu provisoirement à nos besoins, mais ont eu et ont encore des répercussions négatives. Les données météorologiques compilées depuis plus de cinquante ans sur l'ensemble de la planète témoignent de l'ampleur des changements climatiques qui en découlent, au moins partiellement. Si les recherches liées aux technologies de l'énergie apportent l'espoir d'une meilleure gestion des ressources (piles à hydrogène, moteur hybride, construction d'éoliennes), elles engagent aussi les choix que nous faisons quant aux formes d'énergie à utiliser et quant à leurs conséquences sur la dynamique des écosystèmes.

Orientations	Concepts prescrits
<p><i>Dynamique des écosystèmes</i></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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Perturbations – Relations trophiques – Productivité primaire – Flux de matière et d'énergie – Recyclage chimique – Facteurs influençant la distribution des biomes – Écosystèmes

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<p>Dynamique des écosystèmes (Suite)</p> <p>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> <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. Plusieurs d'entre eux sont semblables aux éléments de contenu du programme de science et technologie afin de conduire à l'obtention du même diplôme d'études secondaires. D'autres ont été sélectionnés sur la base de leur fonction pour l'étude des applications liées aux champs technologiques. Le premier concept général, *Transformations chimiques*, permet de se pencher sur certains procédés de fabrication de matériaux et sur divers résidus polluants et émanations.

Le concept général suivant, *Électricité et électromagnétisme*, vise à approfondir la compréhension de phénomènes électriques et magnétiques simples et à ajouter de nouvelles possibilités d'activités interdisciplinaires en rapport avec l'univers technologique. Les concepts associés à ces phénomènes seront appliqués à l'étude d'objets et de systèmes comportant des composantes électriques.

Le troisième concept général aborde les *Transformations de l'énergie* et le principe de sa conservation. Les applications liées aux champs technologiques de l'énergie et des transports sont particulièrement propices à la contextualisation de ce concept général. Divers liens seront tissés avec les concepts généraux *Électricité et magnétisme* et *Force et mouvement*.

Le quatrième concept général, *Fluides*, abordé au cours de la première année de ce cycle, prend ici une importance nouvelle en raison de sa pertinence dans l'étude des nombreuses applications hydrauliques et pneumatiques. Quelques principes de base de l'étude des fluides permettent de comprendre pourquoi la flottaison et le vol sont possibles et d'apprécier ainsi la nature et la contribution de la science et de la technologie au développement de la navigation et de l'aéronautique.

Le cinquième concept général, *Force et mouvement*, est tiré de l'univers technologique du premier cycle. Son introduction dans l'univers matériel ouvre la porte à un certain formalisme mathématique, à la compréhension et à l'utilisation des lois de Newton dans diverses applications : conception, fonctionnement et utilisation d'objets ou de systèmes. Ces objets et ces systèmes seront principalement issus des champs technologiques de l'énergie, des transports et de la production manufacturière.

Les concepts généraux sont donc abordés comme des ressources à mobiliser lors de l'étude d'applications technologiques. L'univers matériel prend une place de plus en plus importante, non seulement parce que la compréhension des concepts abordés aux cours des années antérieures doit être poussée plus loin, mais aussi parce que certaines notions sont fréquemment sollicitées lors de l'étude de l'univers technologique.

Orientations	Concepts prescrits
<p><i>Transformations chimiques</i></p> <p>Les propriétés chimiques d'une substance ou d'un groupe de substances sont en rapport avec leurs transformations chimiques respectives 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.</p> <p>Diverses réactions chimiques, en rapport avec les applications étudiées, sont examinées. Elles mettent en évidence le fait que les atomes de différents éléments ont un pouvoir combinatoire déterminé en relation avec leur structure.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Combustion – Oxydation

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 et par leur accumulation à la surface de certaines substances. L’affinité de différents matériaux pour les charges négatives 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. La puissance électrique d’un appareil, quant à 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. Ces règles s’appliquent de la même façon, que le fil soit droit, courbe ou enroulé.</p> <p>Inversement, le mouvement d’un aimant ou la variation de l’intensité d’un champ magnétique induisent un courant électrique. Celui-ci circule dans un sens tel qu’il s’oppose au mouvement de l’aimant ou au changement d’intensité du champ.</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 – Champ magnétique d’un solénoïde – Induction électromagnétique

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 étudier des applications liées au champ technologique des transports.</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
<p>Fluides</p> <p>Au début du deuxième cycle, l'étude des propriétés caractéristiques de la matière a permis d'examiner le concept de masse volumique comme un indice permettant l'identification de certaines substances. Quant au concept de pression, il a été appliqué à l'étude du système de transport interne entre les organes. En deuxième année du cycle, ces concepts sont utilisés pour étudier le fonctionnement de diverses applications mécaniques (vérin, peson et frein hydraulique) ou pour comprendre des phénomènes comme la flottaison et le vol.</p> <p>Les humains ont fait preuve de beaucoup d'ingéniosité pour construire des appareils qui leur confèrent la capacité de voler et de flotter. Au cours de recherches et d'expériences sur des objets qui servent de prototypes, l'élève doit reconnaître les forces qui s'exercent et examiner l'effet qu'elles ont sur leur modèle. Il recherche les ajustements qui peuvent s'avérer utiles pour contrôler le mouvement et assurer la portance. Certains concepts abordés dans la section <i>Forces et mouvements</i> seront utilisés pour déterminer la force résultante et la force équilibrante d'un système de forces.</p> <p>Note : Ces principes seront étudiés de manière qualitative.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Principe d'Archimède – Principe de Pascal – Principe de Bernoulli

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
<p>Forces et mouvements</p> <p>Dans notre environnement, la matière subit l'action de différentes forces. Qu'elles soient gravitationnelles, électriques, magnétiques, de frottement ou autres, lorsqu'elles s'exercent sur un corps, deux effets peuvent être produits. Elles provoquent des déformations et elles déterminent des modifications de l'état de mouvement du corps. Le contenu de la présente section porte principalement sur le deuxième effet des forces.</p> <p>En pratique, il n'existe aucun système mécanique sur lequel une seule force s'applique. Généralement, plusieurs forces agissent en même temps sur un corps. La résultante de ces forces est une force virtuelle qui produit le même effet dynamique que celui des forces agissant simultanément. Lorsque la résultante de toutes ces forces est nulle, le corps est en équilibre. Tout se passe comme si aucune force n'agissait sur lui. L'état de mouvement du corps ne change pas : sa vitesse reste alors constante (parfois nulle).</p> <p>Lorsque la force résultante n'est pas nulle, l'état de mouvement change et le corps est accéléré. Seront considérés les cas où la vitesse augmente ou diminue en grandeur scalaire. L'effet de la force gravitationnelle sur une masse sera examiné et une distinction claire entre masse et poids sera établie.</p> <p>Note : Les cas où l'action d'une force occasionne un changement de direction du vecteur vitesse ne sont pas à l'étude. Le cas du mouvement uniformément accéléré ne l'est pas non plus.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Force – Types de forces – Équilibre de deux forces – Relation entre vitesse constante, distance et temps – Masse et poids

Repères culturels possibles			
Histoire	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Svante Arrhenius Archimède Thomas Edison Blaise Pascal Orville et Wilbur Wright Isaac Newton Hans Oersted Joseph Henry Michael Faraday Albert Einstein James Watt Ernest Rutherford Niels Bohr	Facultés des sciences et de génie Musées à caractère scientifique et technologique	Industrie automobile Développement du réseau électrique	Passage du mur du son

Terre et espace (deuxième année du cycle)

Au deuxième cycle du secondaire, les concepts prescrits relatifs à l'univers Terre et espace sont regroupés sous quatre concepts généraux : *Lithosphère*, *Hydrosphère*, *Atmosphère* et *Espace*. Bien que les trois premiers fassent référence à des concepts prescrits au premier cycle, leur articulation dans l'analyse ou la conception d'applications permet de les réinvestir tout en augmentant le degré d'approfondissement.

Ces concepts permettent à l'élève d'envisager l'étude des applications sous divers angles. L'évaluation des impacts qui découlent de la conception de

certains biens de consommation ou la construction de certains ouvrages du génie civil reflètent une préoccupation accrue à l'égard de l'environnement. L'étude de la lithosphère revêt une grande importance, notamment du fait que les substances nécessaires à la fabrication de nombreux objets techniques sont extraites de la croûte terrestre. La compréhension de la dynamique des systèmes atmosphériques et aquatiques permet d'enrichir l'étude des modes de production d'énergie. Enfin, les concepts relatifs à l'espace sont abordés au regard des applications liées au champ technologique de l'énergie.

Orientations	Concepts prescrits
Terre	
<p>Lithosphère</p> <p>La lithosphère renferme une grande variété de ressources minérales essentielles au développement des sociétés. Le sous-sol québécois contient de riches gisements métalliques et d'importantes réserves de matériaux indispensables à la construction et à l'aménagement du territoire. L'exploitation et le raffinage de divers métaux comme l'aluminium, le fer et le cuivre permettent de les utiliser dans le domaine de l'énergie et dans la production manufacturière d'un grand nombre de biens de consommation.</p> <p>Qu'il s'agisse de métaux, de minéraux industriels ou de matériaux de construction, ces ressources ne sont toutefois présentes qu'en quantités limitées, d'où l'intérêt croissant pour la revalorisation des matières résiduelles. Conséquemment, la conception d'un objet pose le problème du choix des matériaux. Ces derniers devraient pouvoir être recyclés lorsque l'objet devient périmé. L'épuisement des ressources naturelles entraîne aussi la mise au point de nouvelles matières ou la modification de matières existantes comme les alliages, les plastiques et les matériaux composites.</p> <p>Les moteurs à combustion et les centrales thermiques brûlent des combustibles fossiles qui 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 – Ressources énergétiques

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
Terre (Suite)	
<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. La construction d'un pont doit tenir compte des caractéristiques du terrain et des impacts sur le bassin hydrographique touché. Les travaux d'aménagement ou d'excavation au fond des cours d'eau entraînent un important brassage des sédiments qui n'est pas sans conséquence sur l'environnement aquatique, tant en aval qu'en amont.</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 – Ressources énergétiques
<p>Atmosphère</p> <p>Les différents types de masses d'air se distinguent notamment par leur température et leur taux d'humidité. Des mouvements de convection occasionnent leur déplacement autour du globe. Les vents sont des courants d'air qui résultent des variations de la pression atmosphérique et du mouvement de 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, de vents et d'orages en rotation 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. Un anticyclone est une zone de circulation autour d'un centre de haute pression où l'air est relativement chaud et sec, donc sans nuages. Certaines normes de construction tiennent compte des contraintes qu'exercent les conditions atmosphériques sur les infrastructures et les bâtiments.</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"> – Masse d'air – Cyclone et anticyclone – Ressources énergétiques

Orientations (Suite)	Concepts prescrits (Suite)
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
Joseph Henry Gaspard-Gustave Coriolis	Commission géologique du Canada Agence de l'efficacité énergétique Ressources naturelles Canada	Satellites d'observation Systèmes de positionnement global	Phénomènes météorologiques

Note : Le tableau synthèse des concepts prescrits pour la deuxième année du cycle se trouve aux deux pages qui suivent.

TABLEAU SYNTHÈSE DES CONCEPTS PRESCRITS (DEUXIÈME ANNÉE DU CYCLE)

Univers technologique	Univers vivant	Univers matériel	Terre et espace
<p>LANGAGE DES LIGNES</p> <ul style="list-style-type: none"> – Projection orthogonale à vues multiples (dessin d'ensemble) – Cotation fonctionnelle – Développements (prisme, cylindre, pyramide, cône) – Standards et représentations (schémas, symboles) <p>INGÉNIERIE MÉCANIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Adhérence et frottement entre les pièces – Liaisons des pièces mécaniques (degré de liberté d'une pièce) – 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, couple résistant, couple moteur – Construction et particularités du mouvement des systèmes de transformation du mouvement (vis et écrou, bielles, manivelles, coulisses, cames, excentriques et systèmes bielle et manivelle, pignon et crémaillère) <p>INGÉNIERIE ÉLECTRIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fonction d'alimentation – Fonction de conduction, d'isolation et de protection (résistance et codification, circuit imprimé) – Fonction de commande (types : unipolaire, bipolaire, unidirectionnel, bidirectionnel) – Fonction de transformation de l'énergie (électricité et lumière, chaleur, vibration, magnétisme) – Autres fonctions (condensateur, diode, transistor, relais semi-conducteur) 	<p>DYNAMIQUE DES ÉCOSYSTÈMES</p> <ul style="list-style-type: none"> – Perturbations – Relations trophiques – Productivité primaire – Flux de matière et d'énergie – Recyclage chimique – Facteurs influençant la distribution des biomes – Écosystèmes 	<p>TRANSFORMATIONS CHIMIQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> – Combustion – Oxydation <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 – Champ magnétique d'un solénoïde – Induction électromagnétique <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>FLUIDES</p> <ul style="list-style-type: none"> – Principe d'Archimède – Principe de Pascal – Principe de Bernoulli <p>FORCES ET MOUVEMENTS</p> <ul style="list-style-type: none"> – Force – Types de forces – Équilibre de deux forces – Relation entre vitesse constante, distance et temps – Masse et poids 	<p>LITHOSPHERE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Minéraux – Ressources énergétiques <p>HYDROSPHERE</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bassin versant – Ressources énergétiques <p>ATMOSPHERE</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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)

Univers technologique	Univers vivant	Univers matériel	Terre et espace
<p>MATÉRIAUX</p> <ul style="list-style-type: none"> – Contraintes (flexion, cisaillement) – Caractérisation des propriétés mécaniques – Traitements thermiques – Types et propriétés <ul style="list-style-type: none"> • Matières plastiques (thermoplastiques, thermodurcissables) • Céramiques • Matériaux composites – Modification des propriétés (dégradation, protection) <p>FABRICATION</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fabrication <ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques du perçage, du taraudage, du filetage et du cambrage (pliage) – Mesure et contrôle <ul style="list-style-type: none"> • Mesure directe (pied à coulisse) • Contrôle, forme et position (plan, section, angle) 			

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, MultiMondes, 2001, 480 p.

Didactique de la technologie

DYRENFURTH, Michael J., Gabriele GRAUBE et Walter E. THEUERKAUF. *Technology Education*, Frankfurt am Main, New York, Peter Lang, 2001, 345 p.

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.

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.

FOUREZ, Gérard. *Alphabétisation scientifique et technique : Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*, Bruxelles, De Boeck Université, 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^o 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.

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

Un jouet éducatif

1. Intention pédagogique

Amener l’élève à développer la compétence 1 intégralement et les compétences 2 et 3 partiellement par le design d’un jouet éducatif.

2. Élèves visés

Élèves de première année du deuxième cycle du secondaire (Applications technologiques et scientifiques)

3. Domaine général de formation touché et axe de développement

Orientation et entrepreneuriat

Appropriation des stratégies liées à un projet (par les étapes de réalisation du jouet)

4. Description de la tâche

Amorce

Il n’est pas surprenant que la production de jouets occupe une place importante parmi les autres productions humaines, comme les outils ou les ustensiles.

Activité proposée

L’enseignant propose aux élèves de concevoir un jouet éducatif pour des enfants âgés de 2 à 5 ans. Ils doivent utiliser les matériaux de leur choix en tenant compte des éléments qui suivent. D’abord, une attention particulière doit être accordée aux éléments de conception directement liés à l’âge de l’enfant (attrait, durabilité, sécurité, etc.). Le jouet doit aussi comporter, entre autres, un mécanisme à ressort dont la fonction consiste à produire un son. Tous les ensembles qui produisent un effet (mouvement ou son) ou ceux

qui nécessitent diverses manipulations doivent être actionnés manuellement sans aucune difficulté. Le jouet doit allier les impératifs fonctionnels et les considérations d’ordre esthétique. Il ne doit pas faire référence à un acte malveillant. De plus, l’emploi de produits toxiques comme la peinture est interdit. Enfin, les dimensions du jouet ne doivent pas excéder 50 cm sur 50 cm sur 50 cm.

Étapes

- Présentation du cahier des charges à l’élève
- Élaboration par chaque élève de deux propositions de jouets possibles
- En équipe de deux, examen des propositions de chacun des deux coéquipiers; choix, planification et mise en œuvre d’une solution parmi les quatre proposées
- Communication et échanges entre toutes les équipes sur les diverses réponses
- En équipe toujours, passage aux étapes de réalisation (exécution des opérations de fabrication après information et démonstrations relatives à l’usinage, à la façon de procéder et à la sécurité)
- À partir de quelques mécanismes à ressort adoptés, étude en grand groupe des principes scientifiques et technologiques qui y sont associés
- Retour sur l’ensemble des actions et conclusion
- Préparation par chaque équipe d’un document relatif à son prototype comportant toutes les informations nécessaires : dessins et caractéristiques du jouet, justification du respect du cahier des charges, entretien, etc.
- Sélection de quelques jouets en vue de les offrir à un centre de la petite enfance

5. Productions attendues

- Prototype (un jouet par équipe de deux)
- Document d’accompagnement contenant l’information nécessaire sur le jouet (un document par équipe de deux)

6. Compétences disciplinaires ciblées

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

- **Cerner un problème**
Définition, par rapport à la tâche, des éléments significatifs et des contraintes
- **Élaborer un plan d'action**
Recherche créative et choix d'une solution
- **Concrétiser le plan d'action**
Mise en pratique et réalisation du prototype
- **Analyser les résultats**
Examen du jouet : constatations et conclusion

Compétence 2 – *Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques*

- **Comprendre des principes scientifiques liés à l'application**
Acquisition de concepts associés à l'objet en rapport avec le système nerveux, d'une part, et les ondes, d'autre part
- **Comprendre des principes technologiques liés à l'application**
Acquisition de principes technologiques associés à l'objet et à ceux des autres (liaisons, transformation du mouvement, etc.)

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

- **Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique**
Étude des données du problème, lecture de documents, etc.
- **Produire et transmettre des messages à caractère scientifique et technologique**
Élaboration des dessins et des caractéristiques du jouet

7. Compétences transversales

Résoudre des problèmes, Mettre en œuvre sa pensée créatrice, Se donner des méthodes de travail efficaces, Coopérer, Communiquer de façon appropriée

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

Concepts prescrits

Univers technologique	Univers vivant
<ul style="list-style-type: none"> – Projections orthogonales (vues multiples) – Cotation – Standards et représentations (schémas, symboles) – Liaisons types des pièces mécaniques – Fonction, composantes et utilisation des systèmes de transmission du mouvement (roues de friction) – Fonction, composantes et utilisation des systèmes de transformation du mouvement (manivelles, cames) – Contraintes (traction, compression, torsion) – Propriétés mécaniques – Fabrication <ul style="list-style-type: none"> • Ébauchage et finition • Caractéristiques du traçage 	<p>Fonction de relation</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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)
	Univers matériel
	<ul style="list-style-type: none"> – Fréquence – Longueur d'onde – Amplitude – Échelle des décibels

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

Démarches

- Démarche de design (considérations d'ordre esthétique, aspect fonctionnel, construction, etc.)
- Démarche technologique d'analyse (concepts technologiques et principes scientifiques en cause)

9. Durée approximative

18 périodes de 75 minutes

10. Pistes d'évaluation possibles

- Évaluation du travail d'équipe (élèves)
- Évaluation du prototype (enseignant, élèves)
- Évaluation du document d'accompagnement (enseignant)
- Autoévaluation (une par élève)

La bicyclette : une invention pratique, un véhicule pour tous

1. Intention pédagogique

Développer la compétence 2 intégralement et la compétence 3 partiellement à partir de l'analyse d'une bicyclette.

2. Élèves visés

Élèves de deuxième année du deuxième cycle du secondaire (*Applications technologiques et scientifiques*)

3. Domaine général de formation touché et axe de développement

Santé et bien-être

Mode de vie actif et comportement sécuritaire (par l'entretien ou la réparation du vélo)

4. Description de la tâche

Amorce

L'école organise une sortie à vélo. Le parcours constitué surtout de pistes et de sentiers est de 25 km. La journée débute par une compétition, soit une épreuve de vitesse sur une distance de 5 km. Deux types de vélos sont mis à la disposition de la classe. Les élèves doivent, dans un premier temps, procéder à l'analyse de deux modèles proposés (A et B) afin d'en connaître les principales caractéristiques techniques et d'être en mesure de choisir le type de vélo le plus adéquat en fonction du trajet prévu. À cette occasion, l'étude du pédalier (roues dentées, dérailleur, chaîne, etc.) et du système de freinage de la bicyclette feront l'objet d'une attention particulière. Dans un deuxième temps, ils devront faire les vérifications d'usage et effectuer les réglages nécessaires.

Activité proposée

Un dossier d'accompagnement doit être préparé à l'intention de l'élève. Il contient des précisions sur l'itinéraire ainsi que des indications quant aux éléments de la bicyclette qui doivent être analysés : groupes de direction, de transmission, de freinage, d'éclairage et de signalisation, matériaux, etc.

Certains détails associés à la chaîne cinématique, à l'impulsion et au mouvement y sont exposés. Ce dossier inclut aussi un relevé des opérations à effectuer pour la vérification et l'entretien de la bicyclette.

Étapes

- Répartition des élèves de la classe en deux sous-groupes comptant chacun deux équipes (deux vélos du modèle A sont étudiés par les deux équipes du premier groupe et deux vélos du modèle B sont examinés par les deux autres équipes)
- Analyse technologique par les équipes d'un seul type de bicyclette à l'aide de la fiche d'analyse placée dans le dossier d'accompagnement
- Partage des résultats respectifs d'analyse entre les équipes de chaque groupe; présentation des résultats par chaque équipe
- Détermination, par la classe, du type de bicyclette approprié en fonction de l'itinéraire
- Travail sur la compréhension des principes scientifiques mis en évidence par l'étude de la chaîne cinématique de la bicyclette
- Démonstration par l'enseignant suivie de l'exécution, en équipes, des opérations courantes de vérification et d'entretien d'un vélo
- Réalisation d'un travail complémentaire sur l'histoire et l'évolution de la bicyclette ou d'une de ses composantes; insertion du travail dans le dossier d'accompagnement

5. Production attendue

- Dossier d'accompagnement : fiche d'analyse, document sur la chaîne cinématique, relevé de vérification et d'entretien, histoire et évolution de la bicyclette

6. Compétences disciplinaires ciblées

Compétence 2 – Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques

- **Situer une application dans son contexte**
Détermination des besoins auxquels le vélo répond et des usages
- **Comprendre des principes scientifiques liés à l'application**
Étude du mouvement mis en évidence : concepts de force, de vitesse, etc.

- **Comprendre des principes technologiques liés à l'application**
Examen de la bicyclette : caractéristiques de fonctionnement, de construction, etc.
- **Contrôler l'état de fonctionnement de l'objet technique ou du système technologique à l'étude**
Entretien et réglages effectués sur le vélo

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

- **Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique**
Lecture des divers documents fournis
- **Produire et transmettre des messages à caractère scientifique et technologique**
Fiche, relevé, etc., à remplir et élaboration d'un document sur l'histoire et l'évolution de la bicyclette

7. Compétences transversales

Exploiter l'information, Se donner des méthodes de travail efficaces, Exploiter les TIC, Coopérer, Communiquer de façon appropriée

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

Concepts prescrits

Univers technologique	Univers matériel
– Projections orthogonales (isométrie)	– Force
– Standards et représentations (schémas, symboles)	– Types de forces
– Adhérence et frottement entre les pièces	– Relation entre vitesse constante, distance et temps
– Construction et particularités du mouvement des systèmes de transmission du mouvement (roues dentées et chaîne)	– Masse et poids

Univers technologique (Suite)	Terre et espace
– Changements de vitesse	– Minéraux
– Contraintes (flexion, cisaillement)	
– Types et propriétés <ul style="list-style-type: none"> • Matériaux composites 	
– Modification des propriétés (dégradation et protection)	

Démarches

- Démarche technologique d'analyse (caractéristiques de la bicyclette : composantes, fonctionnement, construction, matériaux, etc.)
- Démarche d'observation (bicyclette et mouvement : concepts et principes scientifiques qui s'y rattachent)

9. Durée approximative

7 périodes de 75 minutes

10. Pistes d'évaluation possibles

- Évaluation du dossier d'accompagnement (enseignant)
- Évaluation du document sur l'histoire et l'évolution de la bicyclette (enseignant, élèves)
- Autoévaluation (une par élève)

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