

2008

RÉVISÉ

Le curriculum de l'Ontario
11^e et 12^e année

Sciences



appuyer chaque élève

 Ontario

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	3
Les écoles secondaires au XXI ^e siècle	3
L'école de langue française	3
La place du programme-cadre de sciences dans le curriculum	5
Le rôle de l'élève	6
Le rôle des parents	6
Le rôle de l'enseignante ou l'enseignant	7
Le rôle de la directrice ou du directeur d'école	8
Le rôle des partenaires communautaires	9
ORGANISATION DU PROGRAMME-CADRE DE SCIENCES	10
Les cours offerts	10
Les domaines d'étude	14
Les attentes et les contenus d'apprentissage	16
L'organisation de la matière et les objectifs généraux	18
ÉVALUATION DU RENDEMENT DE L'ÉLÈVE	24
Le processus d'évaluation du rendement de l'élève	24
La grille d'évaluation du rendement	25
La communication du rendement	30
CONSIDÉRATIONS CONCERNANT LA PLANIFICATION DU PROGRAMME	31
Les stratégies d'enseignement et d'apprentissage	31
La santé et la sécurité en sciences	33
La planification des cours de sciences destinés aux élèves en difficulté	34
L'élève bénéficiant des programmes d'actualisation linguistique en français ou de perfectionnement du français	37
L'éducation environnementale	38
L'éducation antidiscriminatoire	38
La littératie et la numératie	39

An equivalent publication is available in English under the title
The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science, 2008.

Cette publication est affichée sur le site Web du
ministère de l'Éducation au www.edu.gov.on.ca.

La place des technologies dans le programme de sciences	41
La Majeure Haute Spécialisation	42
La planification de carrière	43
Le passeport-compétences de l'Ontario et les compétences essentielles	43
L'éducation coopérative et les autres formes d'apprentissage par l'expérience	44

Cours

BIOLOGIE

Biologie, 11 ^e année, cours préuniversitaire (SBI3U)	47
Biologie, 11 ^e année, cours précollégial (SBI3C)	61
Biologie, 12 ^e année, cours préuniversitaire (SBI4U)	75

CHIMIE

Chimie, 11 ^e année, cours préuniversitaire (SCH3U)	91
Chimie, 12 ^e année, cours préuniversitaire (SCH4U)	105
Chimie, 12 ^e année, cours précollégial (SCH4C).....	119

PHYSIQUE

Physique, 11 ^e année, cours préuniversitaire (SPH3U)	135
Physique, 12 ^e année, cours préuniversitaire (SPH4U)	149
Physique, 12 ^e année, cours précollégial (SPH4C)	163

SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Sciences de l'environnement, 11 ^e année, cours préuniversitaire/précollégial (SVN3M)	179
Sciences de l'environnement, 11 ^e année, cours préemploi (SVN3E)	193

SCIENCES

Sciences, 12 ^e année, cours préuniversitaire/précollégial (SNC4M)	209
Sciences, 12 ^e année, cours préemploi (SNC4E)	223

SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ESPACE

Sciences de la Terre et de l'espace, 12 ^e année, cours préuniversitaire (SES4U)	239
--	-----

INTRODUCTION

Le présent document *Le curriculum de l'Ontario – Sciences, 11^e et 12^e année, édition révisée, 2008* est destiné aux écoles de langue française; il remplace le document *Le curriculum de l'Ontario – Sciences, 11^e et 12^e année, 2000*. À compter de septembre 2009, tous les cours de sciences de 11^e et 12^e année seront fondés sur les attentes et les contenus d'apprentissage énoncés dans les pages suivantes.

LES ÉCOLES SECONDAIRES AU XXI^e SIÈCLE

Les écoles secondaires de l'Ontario offrent à tous les élèves un programme d'études varié et planifié de grande qualité. Ce programme vise la réussite de tous les élèves dans la destination de leur choix. La mise à jour du curriculum de l'Ontario, de pair avec un élargissement des options d'apprentissage offertes à l'extérieur de la salle de classe, intègre l'apprentissage des compétences essentielles pour réussir au XXI^e siècle et respecte les champs d'intérêt, les forces ainsi que les besoins des élèves.

L'ÉCOLE DE LANGUE FRANÇAISE

À l'école de langue française, un apprentissage de qualité se déroule dans un environnement propice à la construction de l'identité francophone. En effet, s'éveiller et s'ouvrir à la francophonie, prendre conscience de ses enjeux, identifier ses caractéristiques, s'y engager avec fierté et contribuer à la vitalité de ses institutions représentent sans aucun doute la plus-value de l'apprentissage proposé.

À l'appui du mandat de l'école de langue française, la *Politique d'aménagement linguistique de l'Ontario pour l'éducation en langue française, 2004* définit la nature et la portée des interventions en aménagement linguistique ainsi que les résultats escomptés. Ces résultats sont de trois ordres.

- Pour les élèves : capacité accrue à acquérir les compétences en communication orale afin de maximiser l'apprentissage et la construction identitaire.
- Pour le personnel scolaire : capacité accrue à œuvrer en milieu minoritaire afin d'appuyer les apprentissages scolaires et le développement identitaire de chaque élève.
- Pour les conseils scolaires : capacité accrue à maintenir et à augmenter l'effectif scolaire afin de contribuer à la vitalité des écoles de langue française et de la communauté francophone.

Pour parvenir à ces résultats, le personnel enseignant tient compte des attentes génériques suivantes :

- L'élève utilise sa connaissance de la langue française et sa capacité de communiquer oralement en français pour interpréter de l'information, exprimer ses idées et interagir avec les autres.
- L'élève manifeste son engagement pour la culture francophone en s'informant sur les référents culturels de la francophonie, en les faisant connaître, en en discutant et en les utilisant dans diverses situations.

Dans sa planification des activités d'enseignement et d'apprentissage, le personnel enseignant de l'école conçoit des interventions en aménagement linguistique qui réunissent les conditions favorables à la création d'un espace francophone respectueux du dynamisme et du pluralisme de la communauté et qui contrent les effets négatifs de l'assimilation sur la réussite des élèves. L'école de langue française, milieu de bilinguisme additif, permet aux élèves d'acquérir d'abord de solides compétences langagières en français à l'oral et à l'écrit et d'assurer un apprentissage de l'anglais langue seconde. De plus, elle invite les élèves à prendre conscience des avantages de maîtriser les deux langues officielles du Canada. Les élèves utilisent leur capacité à communiquer oralement en français pour apprendre à se connaître, à construire leur identité, à apprendre avec les autres et à faire état de leurs apprentissages.

La politique d'aménagement linguistique de l'Ontario (PAL) comporte, entre autres, deux axes d'intervention qui ciblent la réussite scolaire et le développement de la personne.

L'axe de l'apprentissage. Cet axe d'intervention porte sur l'appropriation des savoirs et le choix de carrière. Le curriculum de l'Ontario définit les compétences transdisciplinaires que tous les élèves doivent acquérir pour évoluer comme francophones dans la vie et dans la société, c'est-à-dire savoir communiquer oralement, savoir lire, savoir écrire, savoir rechercher l'information, savoir se servir des technologies de l'interaction et savoir exercer sa pensée critique. Garante de la réussite scolaire, l'acquisition de ces compétences de base se fait graduellement et en parallèle avec la découverte des champs d'intérêt et des talents individuels, ce qui amènera chaque élève à définir son rôle dans la société et à choisir son domaine d'activité professionnelle.

L'axe de la construction identitaire. Cet axe d'intervention porte sur l'appropriation de la culture et le développement de l'identité. En approfondissant sa connaissance de la culture de langue française, l'élève acquiert un ensemble de repères culturels qui lui permettent d'interpréter le monde et de découvrir les traits distinctifs et les manifestations de la francophonie sur le plan matériel, culturel et intellectuel. Chez l'élève, ce cheminement culturel vient encadrer sa démarche de construction identitaire qui s'opère en trois étapes : *l'ouverture et le constat* où l'élève s'éveille au milieu environnant et à la réalité culturelle francophone, *l'expérience* où l'élève prend contact de façon approfondie et plus active avec les contextes socioculturels et *l'affirmation* où l'élève fait des choix déterminants pour s'engager et affirmer son identité.

L'école de langue française doit aussi s'assurer de créer des situations d'apprentissage qui permettent aux élèves d'affirmer leur identité comme francophones. Les attentes génériques de même que les attentes et les contenus d'apprentissage propres à chaque matière ou

discipline visent le cheminement de l'élève sur les plans personnel, interpersonnel et professionnel. En incitant les élèves à discuter de leurs apprentissages et à les mettre en relation avec leurs émotions, leurs valeurs et leurs connaissances antérieures, on développe simultanément chez eux l'expression de la pensée et le courage d'exposer un point de vue et de le confronter à d'autres avec confiance et respect. Ainsi, toutes les attentes et tous les contenus d'apprentissage du curriculum de l'Ontario constituent un tremplin à partir duquel l'élève peut, en perfectionnant ses compétences linguistiques, construire son identité et s'engager face à la culture francophone.

En instaurant dans la salle de classe une ambiance collégiale et respectueuse des divers niveaux d'habiletés linguistiques et des différences culturelles, on contribue à rehausser chez les élèves l'estime de soi, à développer des relations individuelles et de groupe avec les personnes de culture perçue différente de la leur et à construire une identité forte et engagée.

Finalement, les expériences vécues dans le milieu communautaire et les expériences de travail prévues dans les cours du présent document offrent d'excellentes occasions pour que les élèves s'engagent dans des activités sociales, communautaires ou culturelles et consolident leurs liens avec la communauté francophone de l'Ontario.

LA PLACE DU PROGRAMME-CADRE DE SCIENCES DANS LE CURRICULUM

Les sciences jouent un rôle de plus en plus important et déterminant dans toutes les sphères de l'activité humaine. Elles sont à la base de la construction d'infrastructures, de l'exploitation des ressources naturelles, de la production des produits de consommation, de la protection de la santé publique, de l'exploration spatiale, de la compréhension des processus terrestres, du développement des technologies de communication et de la protection de l'environnement. L'incidence des sciences sur la vie des Canadiennes et Canadiens touche, entre autres, l'accès à l'eau potable, la production d'énergie, l'utilisation de produits pharmaceutiques, la sécurité des milieux de travail, l'évolution des technologies médicales, l'essor des biotechnologies et les changements climatiques. En conséquence, l'acquisition d'une culture scientifique est essentielle pour aider les jeunes d'aujourd'hui à comprendre les enjeux scientifiques du XXI^e siècle et les inciter à considérer diverses perspectives, à poser un regard critique sur les questions d'actualité, à former leur propre point de vue, à prendre des décisions éclairées et à s'engager activement au sein de leur communauté. Dans un monde où la science a une influence déterminante sur notre existence, la culture scientifique est tout aussi importante pour un petit entrepreneur, une avocate, un travailleur de la construction, une mécanicienne d'automobiles ou un agent de voyages que pour un chercheur en pharmacologie, une ingénieure chimiste ou un climatologue. Les connaissances et habiletés propres à chacune de ces professions varient, mais chacune évolue dans un monde fondé sur les sciences.

Une personne qui possède une culture scientifique et technologique peut lire et comprendre les reportages des médias sur les sciences et la technologie, poser un regard critique sur l'information présentée, et se lancer avec confiance dans des discussions et des activités de prise de décision portant sur les questions d'ordre scientifique et technologique. [traduction libre]

Science Co-ordinators' and Consultants' Association of Ontario (SCCAO) et l'Association des Professeurs de Sciences de l'Ontario (STAO/ APSO), *Position paper: The nature of Science* (2006), p. 1.

L'acquisition d'une culture scientifique par tous les élèves est un objectif qui a été formulé dans le *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature, M à 12 : Protocole pancanadien pour la collaboration en matière de programmes scolaires* élaboré par le Conseil des ministres de l'éducation en 1997. Cet objectif est également une priorité dans le présent programme-cadre qui vise à placer l'Ontario au premier rang mondial de l'enseignement des sciences. Le programme-cadre de sciences a pour mission d'aider les élèves à devenir des citoyennes et citoyens hautement qualifiés, porteurs d'une culture scientifique stimulant leur curiosité et leur intérêt pour le monde qui les entoure.

LE RÔLE DE L'ÉLÈVE

Face à la diversité des possibilités d'apprentissage que l'école lui propose, l'élève a la responsabilité de s'engager résolument et de faire les efforts nécessaires pour réussir. C'est en prenant conscience de ses progrès et du développement de ses habiletés que l'élève sera amené à croire en sa réussite et trouvera la motivation pour assumer cette responsabilité et persévérer dans ses apprentissages. Tous les élèves doivent pouvoir compter sur l'appui et la sollicitude du personnel enseignant et, dans certains cas, sur un soutien supplémentaire.

L'élève qui adopte ces attitudes et ces comportements sera en mesure de mettre à profit les possibilités qui lui permettront de réaliser son plein potentiel, d'apprendre tout au long de sa vie et de contribuer à une société qui allie prospérité et cohésion sociale. L'élève devrait saisir toutes les occasions possibles au sein de sa classe, de l'école et de sa communauté pour accroître et enrichir ses connaissances et ses habiletés scientifiques, par exemple en se tenant au courant des découvertes scientifiques et des innovations technologiques, en participant activement à des activités parascolaires pour la conservation et la protection de son environnement local, en visitant des centres de la nature et des musées scientifiques, en lisant des magazines à caractère scientifique, en écoutant des émissions éducatives diffusées sur les chaînes de télévision de langue française, en consultant des archives d'émissions scientifiques sur Internet ou en discutant avec des gens de divers milieux de travail et des personnes engagées dans des programmes d'organisations gouvernementales et non gouvernementales, tant au niveau régional que mondial.

Les activités d'apprentissage qui lui sont proposées permettent à l'élève de s'engager activement dans sa construction identitaire, dont l'épanouissement culturel constitue une dimension importante. Il importe donc d'amener l'élève à réaliser que la culture comporte de nombreux aspects qui concourent tous à la richesse de son identité et qu'à cet égard il lui appartient d'assumer une part de responsabilité.

LE RÔLE DES PARENTS

Le rôle des parents¹ dans l'éducation de leur enfant consiste principalement à connaître le curriculum, à accompagner leur enfant dans son apprentissage et à faire du foyer un milieu d'apprentissage et un lieu d'épanouissement culturel.

Connaître le curriculum. L'élève a tendance à fournir un meilleur rendement scolaire lorsque ses parents s'intéressent à ses études. S'ils se familiarisent avec les programmes-cadres du curriculum, les parents sauront quelles sont les connaissances, les habiletés et les compétences que leur enfant doit acquérir dans chaque cours. Ils pourront mieux

1. Dans le présent document, le terme *parents* désigne aussi les tuteurs et tuteuses.

suivre les progrès scolaires de leur enfant et en discuter en connaissance de cause. Cela leur permettra aussi de collaborer plus étroitement avec l'enseignante ou l'enseignant en vue d'améliorer le rendement scolaire de leur enfant.

Accompagner leur enfant dans son apprentissage. Les parents peuvent manifester leur intérêt pour l'apprentissage de leur enfant de bien des façons, par exemple, en l'encourageant à faire ses travaux, en assistant aux réunions de parents ou en s'assurant que l'enfant dispose d'un endroit pour faire ses travaux et de ressources appropriées en langue française. Comme l'apprentissage de leur enfant se fait en français, il est important que les parents valorisent l'acquisition de bonnes compétences langagières en faisant du foyer un milieu stimulant pour l'apprentissage du français. Ils peuvent aussi l'encourager à assumer ses responsabilités en matière d'écocitoyenneté (p. ex., en économisant l'énergie électrique à la maison ou en participant à un programme de surveillance communautaire tel qu'Attention Nature ou à des activités bénévoles d'Environnement Canada) et à se tailler une place dans la communauté francophone de l'Ontario.

Faire du foyer un milieu d'apprentissage. Les parents peuvent encourager leur enfant à participer à des activités qui élargiront ses horizons, enrichiront sa compréhension du monde et développeront son esprit critique. Il peut s'agir de suivre l'actualité scientifique et de discuter avec leur enfant de l'impact de découvertes et d'innovations dans la vie quotidienne et sur la société en général, d'attirer son attention sur les diverses initiatives entreprises au niveau régional et national pour améliorer la qualité de l'environnement ou tout simplement d'aller faire une excursion en forêt, de visiter un centre d'interprétation de la nature ou de faire de l'observation d'oiseaux. Les discussions et les activités en plein air influent sur la motivation des enfants, soutiennent un meilleur rendement scolaire et favorisent une bonne intendance de l'environnement.

Faire du foyer un lieu d'épanouissement culturel. L'appui des parents est essentiel pour favoriser chez leur enfant le développement de l'identité francophone. Le fait de parler français à la maison, de prévoir des activités scientifiques et récréatives en français, d'offrir des ressources en français à leur enfant renforcera le travail éducatif accompli à l'école de langue française. Cela l'aidera à mieux réussir à l'école et à s'identifier plus étroitement à la culture d'expression française, dans toute la diversité de ses manifestations.

LE RÔLE DE L'ENSEIGNANTE OU L'ENSEIGNANT

Le rôle de l'enseignante ou l'enseignant, qui consiste à appuyer chaque élève dans sa réussite, s'articule ainsi : créer un milieu d'apprentissage convivial pour l'élève, lui proposer des activités pertinentes et faire de l'aménagement linguistique en français une priorité.

Créer un milieu d'apprentissage convivial pour l'élève. L'enseignante ou l'enseignant a pour tâche d'élaborer une gamme de stratégies d'enseignement et d'évaluation fondées sur une pédagogie éprouvée. Il lui faut concevoir des stratégies qui tiennent compte des différents styles d'apprentissage et les adapter pour répondre aux divers besoins des élèves. Ces stratégies devraient aussi viser à insuffler à chaque élève le désir d'apprendre et de maintenir sa motivation à donner son plein rendement.

Proposer des activités pertinentes pour l'élève. L'enseignante ou l'enseignant fait des liens entre la théorie et la pratique et conçoit des activités fondées sur un apprentissage actif. Miser sur le connu et le concret amène l'élève à découvrir et à intégrer les concepts à l'étude par l'entremise du questionnement, de l'expérimentation en laboratoire et sur le terrain, de la recherche, de l'observation et de la réflexion. L'enseignante ou l'enseignant encouragera l'élève à situer des concepts scientifiques dans un contexte qui lui permettra d'en voir clairement la pertinence et l'application dans le monde qui l'entoure. Il importe aussi de fournir à l'élève la possibilité de renforcer des qualités indispensables en sciences telles que la curiosité, la rigueur, la précision, l'application stricte d'une méthodologie, d'un protocole et des consignes de sécurité, et le respect de la vie et de l'environnement sous toutes ses formes.

Faire de l'aménagement linguistique en français une priorité. La qualité de la langue utilisée est garante de la qualité des apprentissages. Il importe donc qu'en salle de classe, on attache la plus grande importance à la qualité de la communication orale et écrite, quelle que soit l'activité d'apprentissage. Il ne s'agit pas de tout corriger, mais plutôt d'encadrer l'élève dans le processus de production orale et écrite afin de lui permettre de transmettre clairement ses idées. Il faut offrir à l'élève un milieu linguistique où tout contribue à enrichir ses compétences en français. Il est donc essentiel que l'élève dispose de diverses ressources d'apprentissage en français.

LE RÔLE DE LA DIRECTRICE OU DU DIRECTEUR D'ÉCOLE

De concert avec divers intervenants, la directrice ou le directeur d'école prendra les mesures nécessaires pour fournir la meilleure expérience scolaire possible à tous les élèves et leur donner les moyens de connaître le succès et d'assumer leurs responsabilités sur le plan personnel, civique et professionnel. Il lui incombe aussi de veiller à la mise en œuvre du curriculum de l'Ontario dans sa totalité et dans le respect des différents styles d'apprentissage des élèves et, pour ce faire, de s'assurer que les élèves et le personnel enseignant disposent des ressources nécessaires, autant en matière d'apprentissage que de perfectionnement professionnel, pour favoriser l'excellence de l'enseignement.

La directrice ou le directeur d'école doit valoriser et favoriser l'apprentissage sous toutes ses formes, à l'école comme dans le milieu communautaire. Il lui appartient en outre de concevoir des mesures pour appuyer l'épanouissement d'une culture d'expression française, en conformité avec la politique d'aménagement linguistique du conseil scolaire. À cet égard, la directrice ou le directeur d'école travaille en collaboration avec divers intervenants pour créer une communauté apprenante qui constituera un milieu communautaire où il fait bon vivre et apprendre en français.

La directrice ou le directeur d'école a la responsabilité de s'assurer que l'élève qui a un plan d'enseignement individualisé (PEI) obtient les adaptations et les changements décrits dans son PEI. Il lui incombe aussi de voir à l'élaboration, à la mise en œuvre et au suivi du PEI.

LE RÔLE DES PARTENAIRES COMMUNAUTAIRES

Les partenaires communautaires peuvent représenter une ressource importante dans le programme de sciences offert aux élèves. L'école, avec l'aide du conseil scolaire, devrait s'assurer de la participation de membres de la communauté pour soutenir l'enseignement des sciences à l'intérieur et à l'extérieur de l'école. Par exemple, des hommes et des femmes pratiquant des activités ayant un lien avec les sciences ou travaillant dans des secteurs scientifiques et environnementaux tels que la construction de bâtiments écologiques, la médecine, l'horticulture, l'ornithologie, l'agriculture biologique, l'étude du climat, l'optométrie ou la spéléologie pour n'en nommer que quelques-uns peuvent servir de modèle aux élèves pour illustrer l'importance d'une formation scientifique à la pratique de leur métier ou d'une activité qu'ils affectionnent. Certains individus peuvent également être associés à des événements scolaires tels que la foire des sciences et l'Envirothon franco-ontarien. De plus, les écoles et les conseils scolaires peuvent favoriser les visites éducatives et collaborer avec des leaders de programmes de sciences et d'intendance environnementale destinés aux jeunes. Ils peuvent aussi favoriser des activités de plein air et des programmes offerts par le personnel qualifié des bibliothèques publiques, des musées, des centres scientifiques et des centres d'interprétation de la nature. Tous ces partenariats enrichissent non seulement l'expérience éducative des élèves, mais toute la vie de la communauté.

ORGANISATION DU PROGRAMME-CADRE DE SCIENCES

LES COURS OFFERTS

Les cours de sciences offerts au palier secondaire ont été conçus pour répondre aux besoins diversifiés des élèves, en tenant compte de leurs champs d'intérêts et de leurs itinéraires d'études. Certains cours sont conçus pour préparer les élèves à des études spécialisées en sciences; d'autres sont conçus pour les élèves qui ont l'intention de poursuivre des études postsecondaires dans un domaine autre que les sciences; d'autres encore sont conçus pour répondre aux besoins des élèves qui se dirigent vers le marché du travail après le secondaire. Tous ces cours permettent aux élèves, peu importe leur destination postsecondaire, d'acquérir une culture scientifique indispensable pour comprendre le monde qui les entoure.

Dans le programme-cadre de sciences de 11^e et 12^e année, les élèves peuvent choisir parmi quatre types de cours axés sur la destination postsecondaire : filière préuniversitaire, filière préuniversitaire/précollégiale, filière précollégiale et filière préemploi. Ces cours sont définis de la façon suivante :

Les cours de la *filière préuniversitaire* sont conçus pour permettre aux élèves d'acquérir les connaissances et les habiletés qu'il leur faut pour satisfaire aux critères d'admission des programmes d'études universitaires.

Les cours de la *filière préuniversitaire/précollégiale* sont conçus pour permettre aux élèves d'acquérir les connaissances et les habiletés nécessaires pour satisfaire aux critères d'admission des programmes d'études particuliers offerts dans les universités et les collèges.

Les cours de la *filière précollégiale* sont conçus pour permettre aux élèves d'acquérir les connaissances et les habiletés qu'il leur faut pour satisfaire aux critères d'admission de la plupart des programmes d'études collégiales, des programmes d'apprentissage ou d'autres programmes de formation professionnelle.

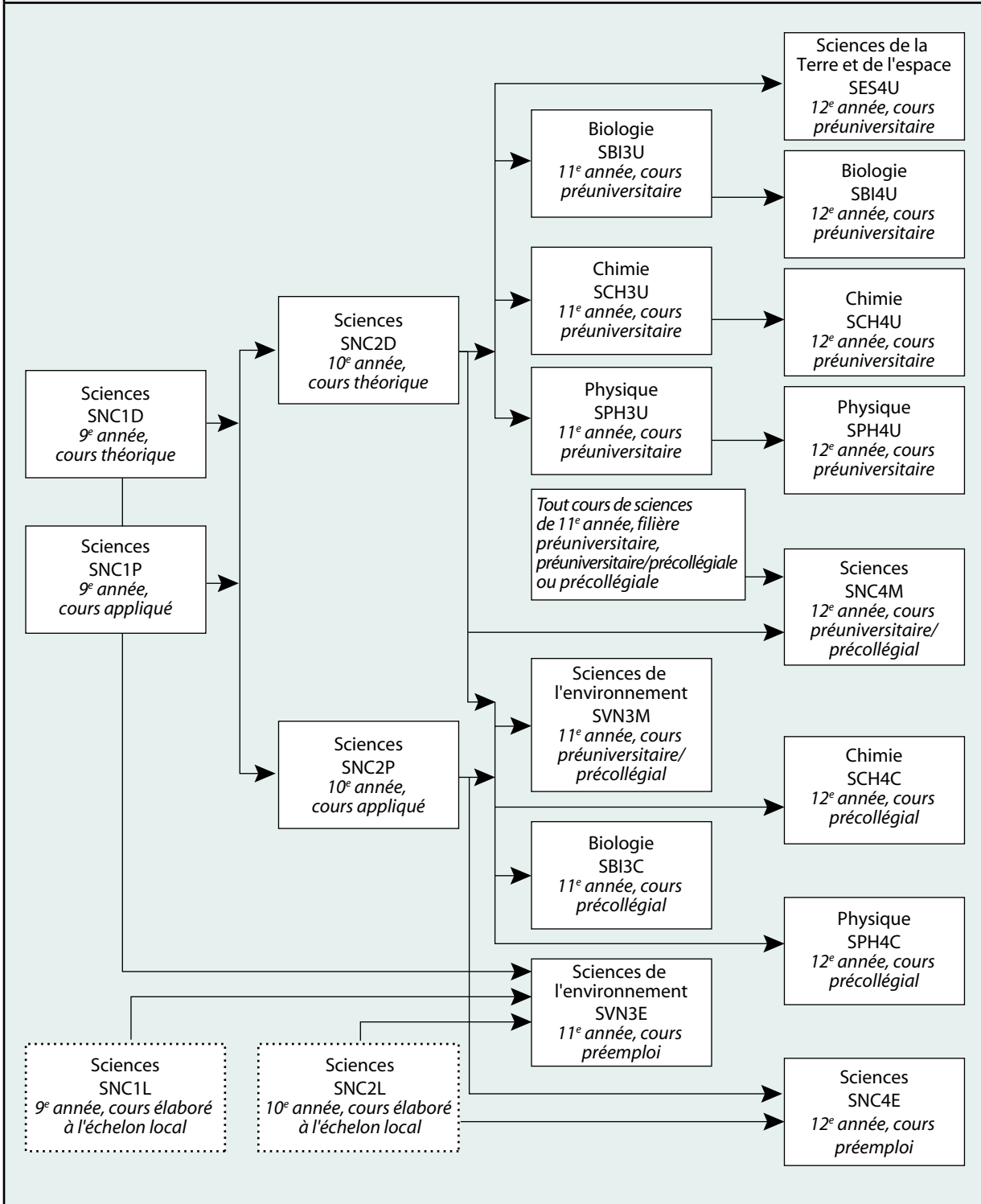
Les cours de la *filière préemploi* s'adressent aux élèves qui prévoient entrer sur le marché du travail directement après l'obtention de leur diplôme. Ils sont donc conçus pour permettre à ces élèves d'acquérir les connaissances et les habiletés qu'il leur faut, soit pour répondre aux attentes des employeurs, soit pour satisfaire aux critères d'admission de certains programmes d'apprentissage ou d'autres programmes de formation professionnelle.

Le programme-cadre de sciences de la 9^e à la 12^e année comprend des cours obligatoires que les élèves doivent suivre pour satisfaire aux conditions d'obtention du diplôme d'études secondaires de l'Ontario (DESO) (voir la note Politique/Programme n° 134 qui révisé la section 7.1.2., « Cours élaborés à l'échelon local », du document *Les écoles secondaires de l'Ontario, de la 9^e à la 12^e année – Préparation au diplôme d'études secondaires*, 1999).

Cours du programme-cadre de sciences, 11^e et 12^e année					
Année	Cours	Filière	Code	Crédit	Cours préalable
Biologie					
11 ^e année	Biologie	préuniversitaire	SBI3U	1	Sciences, 10 ^e année, cours théorique
11 ^e année	Biologie	précollégiale	SBI3C	1	Sciences, 10 ^e année, cours théorique ou appliqué
12 ^e année	Biologie	préuniversitaire	SBI4U	1	Biologie, 11 ^e année, cours préuniversitaire
Chimie					
11 ^e année	Chimie	préuniversitaire	SCH3U	1	Sciences, 10 ^e année, cours théorique
12 ^e année	Chimie	préuniversitaire	SCH4U	1	Chimie, 11 ^e année, cours préuniversitaire
12 ^e année	Chimie	précollégiale	SCH4C	1	Sciences, 10 ^e année, cours théorique ou appliqué
Physique					
11 ^e année	Physique	préuniversitaire	SPH3U	1	Sciences, 10 ^e année, cours théorique
12 ^e année	Physique	préuniversitaire	SPH4U	1	Physique, 11 ^e année, cours préuniversitaire
12 ^e année	Physique	précollégiale	SPH4C	1	Sciences, 10 ^e année, cours théorique ou appliqué
Sciences de l'environnement					
11 ^e année	Sciences de l'environnement	préuniversitaire/ précollégiale	SVN3M	1	Sciences, 10 ^e année, cours théorique ou appliqué
11 ^e année	Sciences de l'environnement	préemploi	SVN3E	1	Sciences, 9 ^e année, cours théorique ou appliqué, ou un cours de sciences de 9 ^e ou 10 ^e année élaboré à l'échelon local donnant droit à un crédit
Sciences					
12 ^e année	Sciences	préuniversitaire/ précollégiale	SNC4M	1	Sciences, 10 ^e année, cours théorique ou tout cours du programme-cadre de sciences, 11 ^e année, filière préuniversitaire, préuniversitaire/ précollégiale ou précollégiale
12 ^e année	Sciences	préemploi	SNC4E	1	Sciences, 10 ^e année, cours appliqué ou un cours de sciences de 10 ^e année élaboré à l'échelon local donnant droit à un crédit
Sciences de la Terre et de l'espace					
12 ^e année	Sciences de la Terre et de l'espace	préuniversitaire	SES4U	1	Sciences, 10 ^e année, cours théorique

Organigramme des préalables pour les cours de sciences de la 9^e à la 12^e année

Cet organigramme présente l'organisation des cours de sciences en fonction des préalables. Toutes les options de cheminement entre les cours ne sont cependant pas indiquées.



Les cours donnant droit à des demi-crédits. Les cours de sciences décrits dans le présent document ont été conçus comme des cours donnant droit à un (1) plein crédit. Toutefois, ils peuvent être offerts sous forme de demi-cours valant chacun un demi-crédit (0,5). Les demi-cours exigent un minimum de cinquante-cinq (55) heures d'enseignement et doivent satisfaire aux conditions suivantes :

- Les deux (2) demi-cours élaborés à partir d'un cours donnant droit à un plein crédit doivent ensemble inclure toutes les attentes et tous les contenus d'apprentissage du cours d'où ils sont tirés. Les attentes et les contenus d'apprentissage doivent être répartis entre les deux (2) demi-cours de la meilleure façon possible pour permettre à l'élève d'acquérir les connaissances et les habiletés dans le temps alloué.
- Un (1) cours préalable à un autre cours au palier secondaire peut aussi être offert sous forme de deux (2) demi-cours. Cependant, l'élève doit réussir les deux (2) demi-cours pour obtenir ce préalable. L'élève n'a pas à suivre les deux (2) demi-cours si le cours original ne constitue pas un préalable à un cours qu'elle ou il a l'intention de suivre.
- Le titre de chaque demi-cours doit préciser Partie 1 ou Partie 2, selon le cas. La reconnaissance d'un demi-crédit (0,5) sera inscrite dans la colonne de la valeur en crédits du bulletin scolaire et du relevé de notes de l'Ontario.

Les conseils scolaires s'assureront que tous les demi-cours respectent les conditions mentionnées précédemment et signaleront tous les demi-cours au ministère de l'Éducation dans les rapports des écoles, au mois d'octobre.

LES DOMAINES D'ÉTUDE

La matière à l'étude dans les cours de sciences de 11^e et 12^e année se répartit en six domaines. Le premier domaine (domaine A), Méthode scientifique et choix de carrière, est commun à tous les cours de sciences, de la 9^e à la 12^e année, et porte sur les habiletés essentielles à la recherche scientifique, plus particulièrement sur l'application de la méthode scientifique, l'exploration des choix de carrières en sciences et la reconnaissance des contributions de scientifiques canadiens aux différents secteurs de la science. Les attentes et les contenus d'apprentissage de ce domaine ne s'enseignent pas de façon isolée mais renforcent et complètent les cinq autres domaines de la discipline scientifique à l'étude (domaines B à F).

Les cours de sciences de 11^e et 12^e année constituent le prolongement du programme-cadre de sciences, 9^e et 10^e année. Le tableau ci-dessous illustre l'étroitesse des liens entre le premier domaine d'étude de tous les cours de sciences et les domaines d'étude subséquents, en 9^e et 10^e année et les disciplines scientifiques dans les cours en 11^e et 12^e année.

Le programme de sciences en 9^e et 10^e année

	Domaine A	Domaine B	Domaine C	Domaine D	Domaine E
	Méthode scientifique et choix de carrière	Biologie	Chimie	Sciences de la Terre et de l'espace	Physique
Sciences, 9 ^e année, cours théorique	Expériences en laboratoire et sur le terrain	Durabilité des écosystèmes	Atomes, éléments et composés	Étude de l'Univers	Caractéristiques de l'électricité
Sciences, 9 ^e année, cours appliqué	Recherche documentaire	Écosystèmes et activité humaine	Exploration de la matière	Exploration spatiale	Applications de l'électricité
Sciences, 10 ^e année, cours théorique	Résolution de problèmes Choix de carrières en sciences	Fonctions et systèmes animaux et végétaux	Réactions chimiques	Changements climatiques	Lumière et optique géométrique
Sciences, 10 ^e année, cours appliqué	Scientifiques canadiens	Fonctions et systèmes animaux	Réactions chimiques	Changements climatiques	Lumière et optique géométrique

Le programme de sciences en 11^e et 12^e année

	Domaine A	Domaine B	Domaine C	Domaine D	Domaine E	Domaine F
Biologie, 11 ^e année, cours préuniversitaire	Méthode scientifique et choix de carrière	Biodiversité	Évolution	Continuité génétique	Anatomie et fonctions animales	Anatomie et fonctions végétales
Biologie, 11 ^e année, cours précollégial	Expériences en laboratoire et sur le terrain	Biologie cellulaire	Anatomie des mammifères	Plantes et environnement	Microbiologie	Continuité génétique
Biologie, 12 ^e année, cours préuniversitaire	Recherche documentaire Résolution de problèmes Choix de carrières en sciences Scientifiques canadiens	Biochimie cellulaire	Processus métaboliques	Homéostasie	Génétique moléculaire	Populations et écosystèmes

Le programme de sciences en 11^e et 12^e année (suite)

	Domaine A	Domaine B	Domaine C	Domaine D	Domaine E	Domaine F
Chimie, 11 ^e année, cours préuniversitaire	Méthode scientifique et choix de carrière	Matière et liaisons chimiques	Réactions chimiques	Quantités et réactions chimiques	Solutions et solubilité	Gaz et chimie atmosphérique
Chimie, 12 ^e année, cours préuniversitaire	Expériences en laboratoire et sur le terrain	Chimie organique	Structures et propriétés	Cinétique chimique et thermochimie	Systèmes chimiques et équilibre	Électrochimie
Chimie, 12 ^e année, cours précollégial	Recherche documentaire Résolution de problèmes	Matière et analyse qualitative	Chimie organique	Électrochimie	Calculs chimiques	Chimie de l'environnement
Physique, 11 ^e année, cours préuniversitaire	Choix de carrières en sciences	Cinématique	Forces et énergie mécanique	Ondes sonores	Électricité et magnétisme	Énergies thermique et nucléaire
Physique, 12 ^e année, cours préuniversitaire	Scientifiques canadiens	Dynamique	Énergie et quantité de mouvement	Champs électriques et magnétiques	Nature ondulatoire et quantique de la lumière	Physique moderne
Physique, 12 ^e année, cours précollégial		Systèmes mécaniques	Systèmes hydrauliques et pneumatiques	Applications du mouvement	Transformations d'énergie	Électricité et magnétisme
Sciences de l'environnement, 11 ^e année, cours préuniversitaire/ précollégial		Enjeux environnementaux	Santé publique et environnement	Agriculture et foresterie durable	Conservation de l'énergie	Réduction et gestion des déchets
Sciences de l'environnement, 11 ^e année, cours préemploi		Activité humaine et environnement	Santé et environnement	Ressources naturelles	Conservation de l'énergie	Environnement et milieu de travail
Sciences, 12 ^e année, cours préuniversitaire/ précollégial		Enjeux en santé publique	Agents pathogènes et maladies	Science de la nutrition	Technologies médicales	Biotechnologies
Sciences, 12 ^e année, cours préemploi	Santé et sécurité au travail	Circuits et appareils électriques	Science de la nutrition	Chimie des produits de consommation	Transmission et prévention des maladies	
Sciences de la Terre et de l'espace, 12 ^e année, cours préuniversitaire		Introduction à la géologie terrestre	Matériaux géologiques	Processus internes et superficiels de la Terre	Étude du système solaire	Étude de l'Univers

LES ATTENTES ET LES CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Les attentes et les contenus d'apprentissage de chaque cours définissent les connaissances et les habiletés que les élèves doivent acquérir et démontrer dans leur travail de classe ou sur le terrain, dans leurs recherches ainsi que dans les travaux, tests ou toute autre activité servant à mesurer et à évaluer leur rendement.

À chaque domaine d'étude correspondent des attentes et des contenus d'apprentissage.

- Les *attentes* décrivent en termes généraux les connaissances et les habiletés que l'élève doit avoir acquises à la fin de chaque cours. Les attentes sont identifiées par une lettre et un chiffre (p. ex., B1 pour désigner la première attente du domaine d'étude B).
- Les *contenus d'apprentissage* décrivent en détail les connaissances et les habiletés que l'élève doit maîtriser pour satisfaire aux attentes. Les contenus d'apprentissage se rattachant à une même attente sont groupés sous une même rubrique et numérotés (p. ex., B2.1 pour désigner le premier contenu d'apprentissage se rapportant à la deuxième attente du domaine d'étude B).

Les contenus d'apprentissage sont répartis en plusieurs rubriques qui portent chacune sur des aspects particuliers des connaissances et des habiletés mentionnées dans les attentes. Cette répartition pourra aider le personnel enseignant à planifier les activités d'apprentissage. Cependant, le fait d'organiser les cours selon des domaines d'étude et des rubriques ne signifie pas que les attentes et les contenus d'apprentissage d'un domaine ou d'une rubrique doivent être abordés séparément. Au contraire, le personnel enseignant devrait intégrer des attentes et des contenus d'apprentissage de divers domaines d'étude et rubriques lorsque cela s'applique.

Plusieurs des contenus d'apprentissage proposent des exemples entre parenthèses et en italique. Des pistes de réflexion et des questions pour alimenter la discussion sont aussi proposées. Tous ces éléments illustrent la portée de l'apprentissage et le degré de complexité recherché, et peuvent servir de guides ou de sources d'inspiration, mais ne doivent pas être considérés comme des listes exhaustives ou obligatoires. Le personnel enseignant peut choisir de se servir d'autres exemples mieux adaptés aux intérêts des élèves.

La matière à l'étude dans chaque cours de sciences se répartit en six **domaines**, identifiés par les lettres A, B, C, D, E et F.

Les **attentes** décrivent en termes généraux les connaissances et les habiletés que l'élève doit avoir acquises à la fin de chaque cours. Il y a deux attentes dans le premier domaine qui porte sur la méthode scientifique et les choix de carrière et trois attentes dans les autres domaines. Les attentes sont identifiées par une lettre et un chiffre (p. ex., B1 pour désigner la première attente du domaine d'étude B).

Cours préemploi, 11^e année

B. ACTIVITÉ HUMAINE ET ENVIRONNEMENT

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** démontrer sa compréhension des activités humaines responsables du rejet de polluants de l'eau, de l'air et du sol et de la perte de biodiversité, et des méthodes utilisées pour analyser de tels impacts.
- B2.** analyser des échantillons d'eau, d'air et de sol prélevés dans des environnements naturels et urbains.
- B3.** évaluer l'impact de l'activité humaine sur l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** décrire la composition naturelle de l'eau, de l'atmosphère et du sol et schématiser le cycle naturel de l'eau, du carbone, de l'azote et de l'oxygène.
- B1.2** reconnaître des polluants de l'eau, de l'air et du sol (p. ex., gaz à effet de serre, produits chimiques tels que pesticides, métaux lourds) et identifier des activités humaines responsables de leur rejet dans l'environnement (p. ex., exploitation minière, transport de marchandises, processus industriel, agriculture conventionnelle).
- B1.3** identifier des modes de transport des polluants et fournir des exemples de leur transfert d'un milieu à un autre (p. ex., les oxydes d'azote rejetés dans l'atmosphère lors de processus industriels se transforment en acide nitrique qui forme des dépôts acides; le phosphate et l'azote des engrais sont entraînés vers les plans d'eau par les eaux de ruissellement).
- B1.4** décrire des méthodes d'analyse des composés naturels et des polluants de l'eau, de l'air et du sol (p. ex., oxygène dissous dans l'eau, gaz carbonique de l'air, particules en suspension dans l'air, pH du sol, porosité du sol, matière organique).
- B1.5** définir le concept d'empreinte écologique comme une mesure de l'impact de l'activité humaine sur l'environnement.

B1.6 reconnaître des activités humaines qui contribuent à la perte de biodiversité (p. ex., destruction des habitats naturels en raison du développement urbain; introduction d'espèces envahissantes avec le transport de marchandises ou l'importation d'animaux et de plantes; fragmentation des habitats par la construction de routes; surpêche).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** vérifier, à partir d'une expérience, l'impact d'un polluant sur un écosystème (p. ex., analyser les effets de l'acidité, de la température ou de la présence de phosphates sur le taux de croissance d'algues). [P, ER, AI, C]
- B2.2** analyser en laboratoire des échantillons d'eau prélevés dans des environnements naturels et urbains (p. ex., robinet, étang, ruisseau, rivière, fontaine) et comparer les résultats obtenus (p. ex., température, oxygène dissous, ions dissous, dureté, turbidité). [P, ER, AI, C]
- B2.3** analyser en laboratoire des échantillons de sol prélevés dans des environnements naturels et urbains (p. ex., jardin biologique, cour d'école, champ cultivé, forêt, champ en friche) et comparer les résultats obtenus (p. ex., teneur en phosphore, en eau et en matière organique, pH, rétention d'eau, percolation, porosité, densité). [P, ER, AI, C]

Les contenus d'apprentissage se rattachant à une même attente sont regroupés sous une **rubrique**.

Les **contenus d'apprentissage** décrivent en détail les connaissances et les habiletés que l'élève doit maîtriser pour satisfaire aux attentes. Ils sont numérotés (p. ex., B2.1 pour désigner le premier contenu d'apprentissage se rapportant à la deuxième attente du domaine d'étude B).

Plusieurs des contenus d'apprentissage proposent des **exemples** entre parenthèses et en italique. Ces exemples illustrent la portée de l'apprentissage et le degré de complexité recherché, et peuvent servir de guides ou de sources d'inspiration, mais ne doivent pas être considérés comme des listes exhaustives ou obligatoires.

Les **codes** entre crochets font référence aux habiletés scientifiques principales ciblées par le contenu d'apprentissage. Ces habiletés – planification [P]; expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]; analyse et interprétation [AI]; communication [C] – font l'objet du premier domaine de chaque cours.

Remarque : Des pistes de réflexion et des questions pour alimenter la discussion sont proposées sous la rubrique Rapprochement entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement. Celles-ci ne se veulent ni exhaustives ni obligatoires.

Les **pistes de réflexion** présentent des exemples d'enjeux et d'événements de l'actualité liés à la matière à l'étude dans l'attente. Les élèves pourraient en débattre ou les explorer plus en profondeur pour tirer ou justifier leurs propres conclusions.

Les **questions pour alimenter la discussion** sont destinées aux enseignantes et enseignants qui peuvent s'en servir pour amorcer des discussions sur les questions courantes liées à la matière à l'étude. Ces questions peuvent aussi servir d'idées de recherche ou d'enquête pour les élèves.

L'ORGANISATION DE LA MATIÈRE ET LES OBJECTIFS GÉNÉRAUX

De la 1^{re} à la 12^e année, l'enseignement des sciences dans les écoles de l'Ontario poursuit trois grands objectifs généraux qui consistent essentiellement à permettre aux élèves :

- d'acquérir une compréhension solide des concepts scientifiques de base;
- de développer et de mettre en pratique des habiletés en recherche scientifique et en communication;
- de faire des rapprochements entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement.

L'ensemble des cours de sciences du palier secondaire s'inspirent de cette approche en trois points, qui se reflètent d'ailleurs dans la structure même des cours. Tous les cours de sciences de la 9^e à la 12^e année sont en effet bâtis de la même façon : chacun comportant un domaine d'étude commun sur la méthode scientifique et l'exploration de carrières en sciences et la reconnaissance des contributions de scientifiques canadiens, et des domaines d'étude spécifiques qui comptent tous trois attentes ciblant les trois grands objectifs susmentionnés.

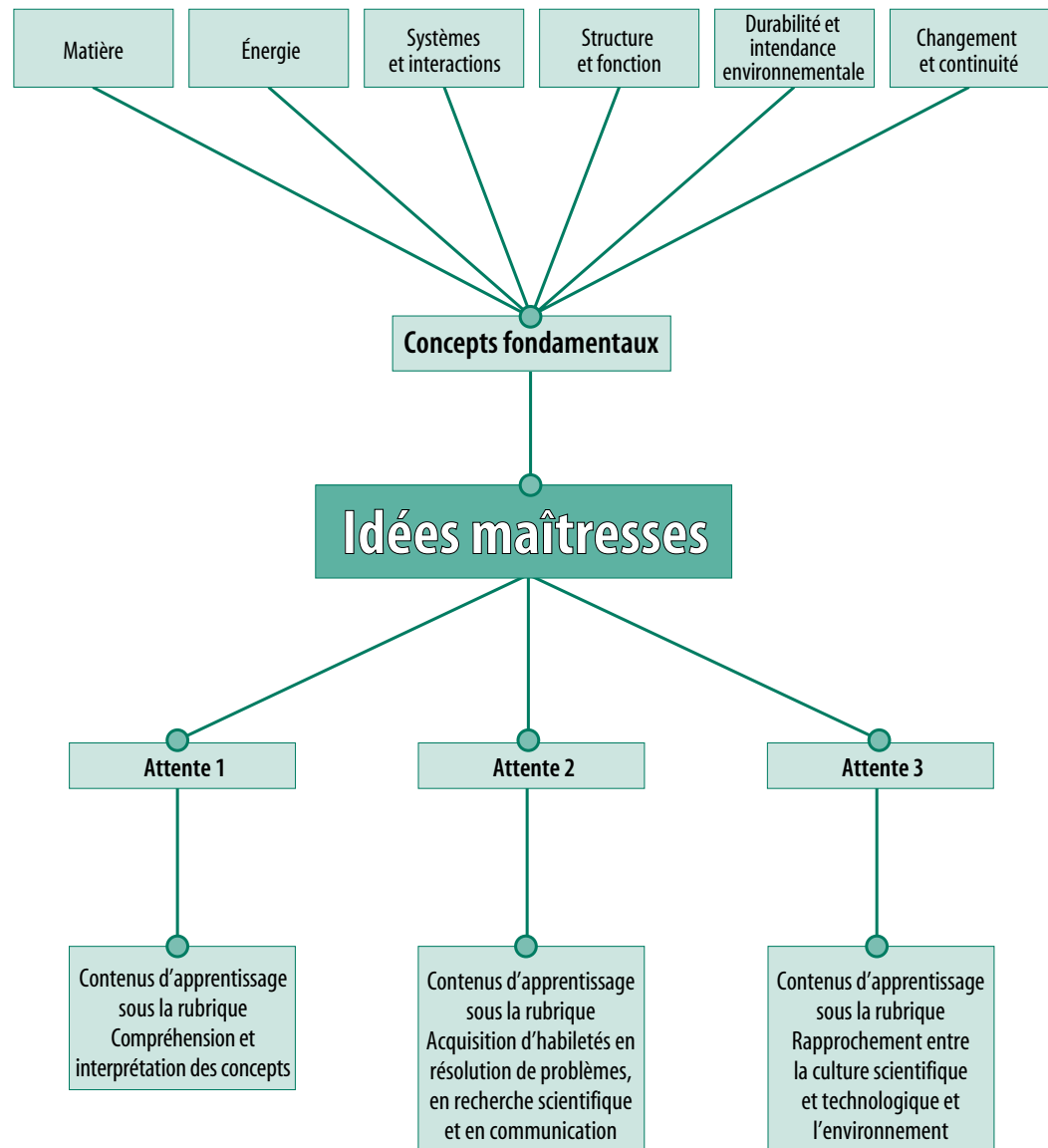
Cette approche vise à élargir les horizons de l'apprentissage scientifique au-delà de la connaissance des lois, des théories et des principes scientifiques fondamentaux. Les cours de sciences peuvent ainsi être abordés non seulement comme une quête purement intellectuelle, mais aussi comme une entreprise active se situant dans un contexte social. Cette approche permet également de développer chez les élèves des compétences pertinentes à leur itinéraire d'études et de les amener à prendre conscience de l'impact des sciences sur la société et l'environnement afin d'agir en tant que citoyennes et citoyens responsables sur les plans local, régional, national et mondial.

Compréhension et interprétation des concepts. Dans chaque domaine d'étude spécifique, la première attente et les contenus d'apprentissage s'y rattachant et regroupés sous la première rubrique portent sur des faits scientifiques concrets, des lois, des théories et des concepts scientifiques qui servent de point d'ancrage et fournissent la toile de fond à l'acquisition d'habiletés scientifiques. Ces connaissances scientifiques permettent aux élèves de fournir des explications à certains phénomènes scientifiques familiers, d'interpréter des observations empiriques, de modéliser des situations, de résoudre des problèmes, de poser des questions pertinentes, d'évaluer des situations réelles complexes en tenant compte d'une variété de facteurs et de proposer des solutions en tenant compte de perspectives divergentes.

Les connaissances scientifiques peuvent être associées à des concepts fondamentaux qui servent de fil conducteur à travers toutes les disciplines scientifiques et se complexifient tout au long de l'apprentissage. Les concepts fondamentaux – matière, énergie, système, interactions, structure, fonction, durabilité, intendance, changement et continuité – ont été inclus explicitement dans le programme-cadre de sciences et technologie, de la 1^{re} à la 8^e année. Dans les cours de sciences de la 9^e à la 12^e année, ces concepts fondamentaux sont implicites, mais peuvent continuer à être utilisés pour aider les élèves à construire leur savoir par le biais d'idées maîtresses reposant sur une généralisation des attentes du cours.

Concepts fondamentaux	Définition	Exemples d'idées maîtresses dans les cours de sciences de 11 ^e et 12 ^e année
Matière	Substance visible ou non possédant une masse et occupant un volume.	Les composés organiques ont une structure et des propriétés qui leur sont propres (SCH4C).
Énergie	Capacité de produire une transformation telle qu'un travail, un mouvement ou de la chaleur.	Il existe diverses formes d'énergie; l'énergie mécanique, l'énergie thermique et l'énergie nucléaire en sont des exemples (SPH4C).
Système	Ensemble structuré de composants ou de processus interagissant pour exercer une fonction donnée.	Des agents mutagènes peuvent provoquer des modifications permanentes des caractères héréditaires (SBI4U).
Interactions	Actions réciproques produisant un effet sur des composants de systèmes vivants et non vivants.	
Structure	Organisation des composants d'un système.	Les diverses composantes d'un circuit électrique telles que les commutateurs, les résistances, les fusibles et les limiteurs de surtension remplissent des fonctions spécifiques (SNC4E).
Fonction	Rôle spécifique d'un composant à l'intérieur d'un système.	
Durabilité	Développement satisfaisant aux besoins actuels d'une génération sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire aux leurs.	L'opposition publique, dérivant du syndrome du « pas dans ma cour » face à la localisation de projets perçus comme une menace à la qualité de la vie ou à l'environnement, contribue à assurer la protection de la santé et de l'environnement (SVN3M).
Intendance	Philosophie et actions sous-tendant l'importance de protéger l'environnement pour les générations à venir.	
Changement	Modification qualitative ou quantitative de l'état, des propriétés ou des caractéristiques d'une substance ou d'un système.	Plusieurs observations, telles que les registres fossiles et la datation géologique, témoignent de changements géologiques survenus au fil du temps tels que la glaciation, les activités tectoniques, la modification de la croûte terrestre et les changements climatiques (SES4U).
Continuité	Caractère de ce qui est constant et permanent.	

L'organigramme ci-dessous illustre les liens qui existent entre les concepts fondamentaux, les idées maîtresses, les attentes et les contenus d'apprentissage.



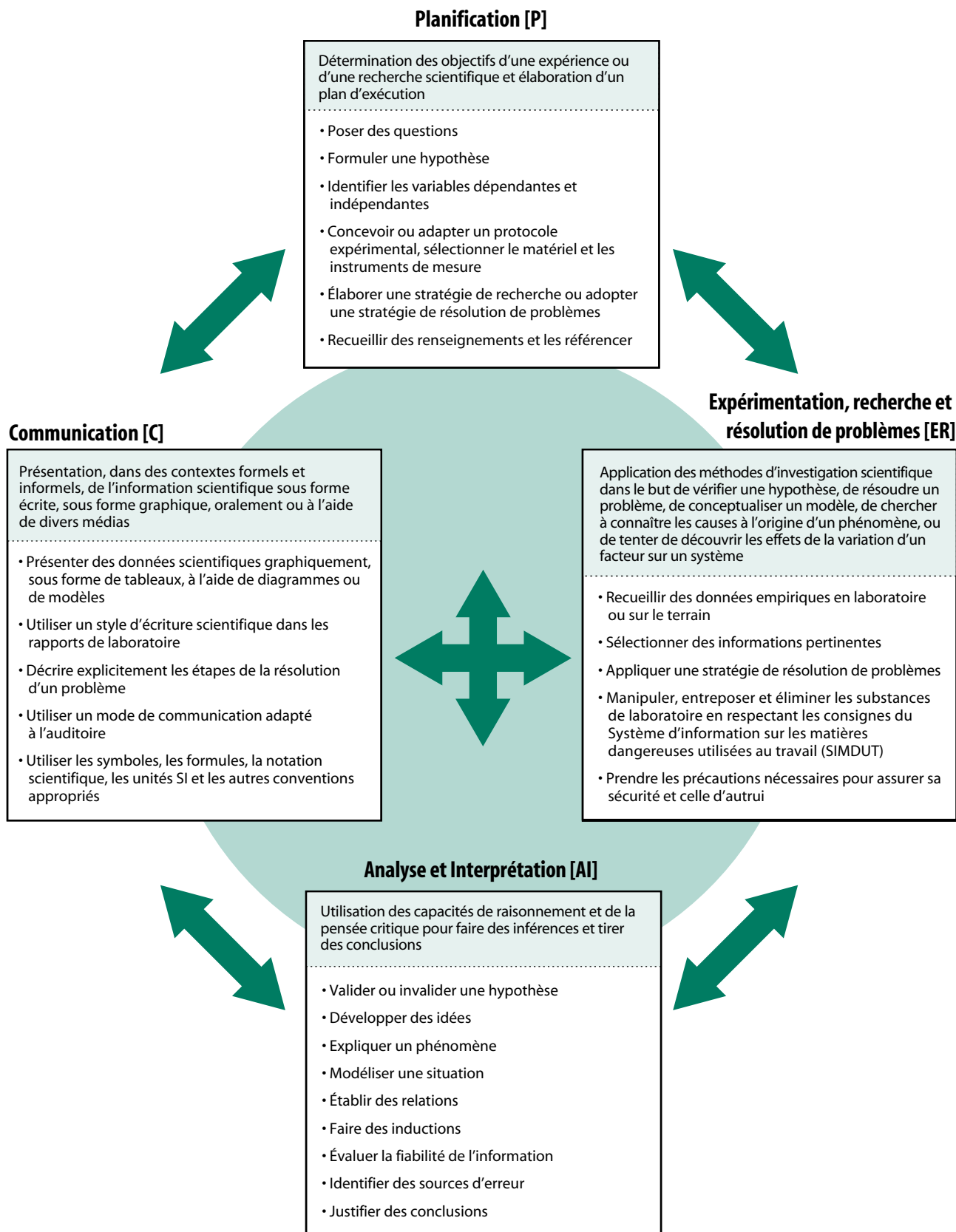
Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication. L'étude des sciences comprend généralement l'application d'un processus fluide sans règles fixes, la méthode scientifique, qui permet à ceux et celles qui l'utilisent – élèves, chercheuses et chercheurs, technologues, médecins, ingénieures et ingénieurs – de vérifier une hypothèse, de résoudre un problème, de conceptualiser un modèle, de chercher à connaître les causes à l'origine d'un phénomène, ou de tenter de découvrir les effets de la variation d'un facteur sur un système. Étant donné l'importance de ce processus à la construction des connaissances et des habiletés scientifiques, la première attente du premier domaine de chaque cours – qui est commun à tous les cours – porte sur l'application de la méthode scientifique lors de la réalisation d'expériences en laboratoire et sur le terrain, de l'exécution de recherches documentaires ou de la résolution de problèmes. L'attente portant sur l'application de la méthode scientifique est précisée par des contenus d'apprentissage regroupés ainsi :

- Planification [P];
- Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER];
- Analyse et interprétation [AI];
- Communication [C].

Afin d'assurer une pratique continue des habiletés en recherche scientifique, les codes caractérisant chacune des étapes de la méthode scientifique sont utilisés, dans les domaines subséquents, pour indiquer les habiletés scientifiques principales requises à chaque contenu d'apprentissage des rubriques Acquisition d'habiletés en recherche scientifique et en communication, et Rapprochement entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement. Par exemple, [P, C] indique qu'après avoir répondu à un contenu d'apprentissage précis, un élève aura également acquis la capacité de planifier et de communiquer ses méthodes de recherche, ses idées ou ses résultats. Les enseignantes et enseignants devraient veiller à ce que les élèves développent les habiletés de recherche scientifique tout en satisfaisant aux attentes et aux contenus d'apprentissage du domaine à l'étude.

La présentation des habiletés ne doit pas être interprétée comme une suite linéaire ou comme un ensemble unique d'habiletés exigées dans toutes les recherches scientifiques. Chaque recherche et chaque application en sciences possèdent des caractéristiques uniques qui déterminent la combinaison et la séquence des habiletés requises. Il va sans dire que ces habiletés ne doivent pas être enseignées hors contexte mais doivent plutôt se rattacher aux concepts scientifiques à l'étude.

Application de la méthode scientifique – Un processus fluide



Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement. Les sciences n'existent pas en vase clos. Elles s'insèrent dans un contexte culturel beaucoup plus vaste et subissent l'influence des valeurs et des choix des institutions de recherche, des organismes à but non lucratif et des besoins publics ainsi que des décisions et orientations des entreprises privées et des gouvernements, qui influent à leur tour sur la société et l'environnement. La mondialisation de l'économie, les menaces qui pèsent sur l'environnement et les changements rapides que subit la société influent considérablement sur les développements scientifiques et technologiques. Afin de favoriser l'acquisition d'une culture scientifique, il est essentiel que les élèves puissent situer le rôle des sciences à l'intérieur de contextes plus familiers. Les attentes et les contenus d'apprentissage qui font appel à l'examen d'un enjeu social, environnemental ou technologique fournissent aux élèves des occasions de considérer diverses perspectives et d'adopter des valeurs nécessaires pour prendre des décisions éclairées de façon responsable. En se sensibilisant aux répercussions des applications scientifiques sur leur mode de vie, les élèves sont en mesure de saisir non seulement le potentiel créatif des sciences mais aussi les questions éthiques, les responsabilités, les obligations et les préjudices qui s'y rattachent. De plus, les discussions portant sur les questions d'actualité, en particulier celles qui touchent la communauté francophone, suscitent non seulement l'intérêt des élèves mais les aident à saisir les interrelations dynamiques entre les systèmes humains et les systèmes naturels, entre les événements du passé et les situations présentes, et entre les progrès scientifiques et les perspectives d'avenir. L'étude d'événements qui font la manchette, qu'il s'agisse du réchauffement de la planète, des enjeux auxquels font face les peuples autochtones ou des découvertes scientifiques qui ont lieu sur la scène internationale, doit être intégrée à l'étude des contenus d'apprentissage dont ces événements sont l'extension.

La rubrique des rapprochements vise aussi à sensibiliser les élèves aux questions environnementales et à les amener progressivement à assumer pleinement leur responsabilité en matière de protection, de conservation et de restauration de l'environnement. En développant une compréhension générale des interactions dynamiques entre les activités humaines et l'environnement, les élèves sont amenés à porter un regard critique sur les motivations qui sous-tendent leurs propres actions et celles de divers groupes. De plus, l'analyse d'enjeux environnementaux amène les élèves à mieux comprendre l'importance de l'application des principes du développement durable dans divers secteurs, leur permettant d'élaborer et de communiquer diverses stratégies qui vont en ce sens, et les encourage à faire preuve d'écocivisme en s'engageant activement. Le présent programme-cadre donne ainsi suite aux recommandations du Groupe de travail sur l'éducation environnementale, présentées dans son rapport intitulé *Préparons nos élèves, Préparons notre avenir, 2007*, en plaçant l'éducation environnementale au cœur de l'apprentissage des sciences pour les élèves de la 9^e à la 12^e année.

Il existe aussi des liens très étroits entre les sciences et la technologie, car une percée dans un domaine entraîne souvent des progrès dans l'autre. La compréhension des interactions entre les sciences et la technologie aide les élèves à évaluer les répercussions de la mise en œuvre de solutions technologiques pour répondre aux besoins sociaux sur la qualité de la vie, sur l'économie et sur l'environnement.

ÉVALUATION DU RENDEMENT DE L'ÉLÈVE

LE PROCESSUS D'ÉVALUATION DU RENDEMENT DE L'ÉLÈVE

L'objectif premier de l'évaluation consiste à améliorer l'apprentissage de l'élève. Les données recueillies au moyen de l'évaluation aident le personnel enseignant à cerner les points forts et les points à améliorer de l'élève par rapport aux attentes visées. Ces données permettent aussi au personnel enseignant d'adapter le programme et les approches pédagogiques aux besoins de l'élève et d'en évaluer l'efficacité globale.

Le processus d'évaluation consiste d'abord à recueillir des données provenant de diverses sources, notamment les présentations, les observations journalières, les conférences, les projets, les activités et les tests qui témoignent jusqu'à quel point l'élève satisfait aux attentes. L'enseignante ou l'enseignant peut donner à l'élève une rétroaction descriptive qui la ou le guidera dans ses efforts pour s'améliorer. Il s'agit ensuite de juger de la qualité du travail de l'élève en fonction des critères établis et d'y attribuer une valeur.

L'enseignante ou l'enseignant fondera l'évaluation sur les attentes du curriculum en se servant de la grille d'évaluation du programme-cadre, conformément aux consignes énoncées dans le présent document. Pour assurer la validité et la fiabilité de l'évaluation ainsi que pour favoriser l'amélioration du rendement scolaire, l'enseignante ou l'enseignant doit utiliser des stratégies d'évaluation qui :

- portent sur la matière enseignée et sur la qualité de l'apprentissage de l'élève;
- sont fondées sur la grille d'évaluation du rendement (p. 28-29), qui met en relation quatre (4) grandes compétences et les descriptions des niveaux de rendement;
- sont diversifiées et échelonnées tout au long du cours pour donner à l'élève des possibilités suffisantes de montrer l'étendue de son apprentissage;
- conviennent aux activités d'apprentissage, aux attentes et aux contenus d'apprentissage, de même qu'aux besoins et aux expériences de l'élève;
- sont justes pour tous les élèves;
- tiennent compte des besoins de l'élève en difficulté, conformément aux stratégies décrites dans son plan d'enseignement individualisé (PEI);
- tiennent compte des besoins de l'élève bénéficiant du programme d'actualisation linguistique en français (ALF) ou de perfectionnement du français (PDF);

- favorisent la capacité de l'élève à s'autoévaluer et à se fixer des objectifs précis;
- reposent sur des échantillons des travaux de l'élève illustrant bien son niveau de rendement;
- servent à communiquer à l'élève la direction à prendre pour améliorer son rendement;
- sont communiquées clairement à l'élève et aux parents au début du cours et à tout autre moment approprié durant l'année scolaire.

Les critères indiqués au niveau 3 de la grille d'évaluation (p. 28-29) représentent la « norme provinciale » de rendement par rapport aux attentes du cours. On peut avoir une idée bien détaillée du rendement général au niveau 3 pour un cours de sciences en examinant de haut en bas la colonne ombrée du tableau du rendement ayant pour titre « 70-79 % (Niveau 3) ». Le personnel enseignant et les parents peuvent considérer que l'élève ayant un rendement de niveau 3 sera bien préparé pour le cours suivant.

Le niveau 1, bien qu'il indique une réussite, signifie que l'élève a démontré un rendement inférieur à la norme provinciale. Le niveau 2 indique un rendement moyen qui se rapproche de la norme provinciale. Le niveau 4 signifie que le rendement de l'élève est supérieur à la norme provinciale. Cependant, cela ne veut pas dire que l'élève dépasse les attentes du cours, mais plutôt qu'elle ou il démontre une compréhension plus approfondie de la matière que l'élève dont le rendement se situe au niveau 3.

Le ministère de l'Éducation met à la disposition du personnel enseignant de la documentation qui l'aidera à améliorer ses méthodes et ses stratégies d'évaluation et, par conséquent, son évaluation du rendement de l'élève. Cette documentation comprend des échantillons de travaux d'élèves appelés *copies types* qui illustrent chacun des quatre niveaux de rendement.

LA GRILLE D'ÉVALUATION DU RENDEMENT

La grille d'évaluation du rendement en sciences sera utilisée par le personnel enseignant de toute la province. Elle lui permettra de porter un jugement sur le rendement de l'élève basé sur des niveaux de rendement clairs et précis et sur des données recueillies sur une période prolongée.

La grille d'évaluation du rendement vise à :

- fournir un cadre commun aux attentes pour tous les cours du présent programme-cadre;
- guider l'enseignante ou l'enseignant lors de l'élaboration d'instruments de mesure, y compris des grilles adaptées;
- guider l'enseignante ou l'enseignant dans la planification de son enseignement;
- communiquer à l'élève ses points forts et ceux à améliorer;
- préciser les compétences et les critères d'après lesquels sera évalué le rendement de l'élève.

La grille porte sur les quatre (4) *compétences* suivantes : Connaissance et compréhension, Habiletés de la pensée, Communication et Mise en application. Ces compétences couvrent l'ensemble des éléments à l'étude et des habiletés visés par les attentes et les contenus d'apprentissage. Elles sont précisées par des critères clairs et sont complémentaires les unes des autres. L'enseignante ou l'enseignant doit déterminer quelles compétences utiliser

pour évaluer la satisfaction des attentes. Les compétences doivent être mesurées et évaluées de manière équilibrée tout au long du cours. De plus, il est essentiel de donner à l'élève des occasions multiples et diverses de démontrer jusqu'à quel point elle ou il a satisfait aux attentes et ce, pour chacune des quatre (4) compétences.

Les compétences sont définies comme suit :

- La compétence *Connaissance et compréhension* est la construction du savoir propre à la discipline, soit la connaissance des éléments à l'étude et la compréhension de leur signification et de leur portée.
- La compétence *Habilités de la pensée* est l'utilisation d'un ensemble d'habiletés liées aux processus de la pensée critique et de la pensée créative. Elles comprennent les habiletés liées à la planification (p. ex., identification d'un problème de nature scientifique, formulation d'une hypothèse, identification des variables dépendantes et indépendantes, planification d'une expérience) et au traitement de l'information (p. ex., collecte de renseignements provenant de diverses sources, référence des sources, sélection de l'information selon des critères spécifiques). Les processus de la pensée critique et de la pensée créative comprennent, par exemple, l'évaluation de la fiabilité de données, l'analyse et la synthèse de l'information, la justification d'une conclusion, la résolution d'un problème et la modélisation d'une situation.
- La compétence *Communication* est la transmission des idées et de l'information selon différentes formes et divers moyens. L'information et les idées peuvent être transmises de façon orale (p. ex., vidéo, balado, débat), de façon écrite (p. ex., rapport de laboratoire, fiche technique) ou de façon visuelle (p. ex., modèle moléculaire, schéma conceptuel).
- La compétence *Mise en application* est l'application des éléments à l'étude et des habiletés dans des contextes familiers (p. ex., utilisation des instruments de mesure et du matériel de laboratoire, respect des consignes du SIMDUT, collecte de données expérimentales, application des techniques de conversion), leur transfert à de nouveaux contextes (p. ex., conception d'une expérience, réalisation d'une expérience sur le terrain, élaboration d'un modèle) et l'établissement de liens (p. ex., entre les sciences et leur impact sur la société et sur l'environnement).

Dans la grille d'évaluation du rendement, une série de *critères* viennent préciser davantage chaque compétence et définissent les dimensions du rendement de l'élève qui sont évaluées. Par exemple, le premier critère sous la compétence Connaissance et compréhension est la « Connaissance des éléments à l'étude (p. ex., concepts scientifiques, terminologie, consignes de sécurité) ».

Les *descripteurs* permettent à l'enseignante ou l'enseignant de poser un jugement professionnel sur la qualité du rendement de l'élève et de lui donner une rétroaction descriptive. Dans la grille d'évaluation du rendement, le type de descripteur utilisé pour tous les critères des compétences Habiletés de la pensée, Communication et Mise en application est l'efficacité. On définit l'efficacité comme la capacité de réaliser entièrement le résultat attendu. L'enseignante ou l'enseignant pourra se servir d'autres types de descripteurs (p. ex., la *clarté*, l'*exactitude*, la *précision*, la *logique*, la *pertinence*, la *cohérence*, la *souplesse*, la *profondeur*, l'*envergure*) en fonction de la compétence et du critère visés au moment d'élaborer des grilles adaptées. Par exemple, l'enseignante ou l'enseignant pourrait déterminer le niveau d'efficacité pour la compétence Habiletés de la pensée en évaluant

l'aspect logique d'une analyse; pour la compétence Communication, elle ou il pourrait déterminer le niveau de clarté de la communication des idées; pour la compétence Mise en application, elle ou il pourrait évaluer la convenance et l'envergure des liens établis. De la même façon, pour la compétence Connaissance et compréhension, l'évaluation de la connaissance des éléments à l'étude pourrait porter sur l'exactitude des faits, tandis que celle de la compréhension des éléments à l'étude pourrait porter sur la profondeur d'une explication.

L'échelle de progression (p. ex., avec une efficacité limitée, avec une certaine efficacité, avec efficacité ou avec beaucoup d'efficacité) qualifie le rendement de l'élève à chacun des niveaux de la grille. Par exemple, pour l'élève dont le rendement se situe au niveau 3 par rapport au premier critère de la compétence Habiletés de la pensée, on dirait qu'elle ou il « utilise les habiletés de planification avec efficacité ».

Remarque : L'application de la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire ou sur le terrain, effectuer des recherches et résoudre des problèmes est essentielle à l'acquisition d'une culture scientifique. Ce processus fait appel aux quatre (4) compétences de la grille d'évaluation du rendement, à savoir Connaissance et compréhension, Habiletés de la pensée, Communication, et Mise en application. Les exemples inclus sous chaque compétence de la grille d'évaluation du rendement permettent de faire le lien entre les compétences et le processus de la méthode scientifique.

GRILLE D'ÉVALUATION DU RENDEMENT EN SCIENCES, 11^e et 12^e année

Compétences	50-59 % (Niveau 1)	60-69 % (Niveau 2)	70-79 % (Niveau 3)	80-100 % (Niveau 4)
Connaissance et compréhension – La construction du savoir propre à la discipline, soit la connaissance des éléments à l'étude et la compréhension de leur signification et de leur portée.				
	L'élève :			
Connaissance des éléments à l'étude (p. ex., concepts scientifiques, terminologie, consignes de sécurité).	- démontre une connaissance limitée des éléments à l'étude.	- démontre une connaissance partielle des éléments à l'étude.	- démontre une bonne connaissance des éléments à l'étude.	- démontre une connaissance approfondie des éléments à l'étude.
Compréhension des éléments à l'étude (p. ex., principes, lois, théories).	- démontre une compréhension limitée des éléments à l'étude.	- démontre une compréhension partielle des éléments à l'étude.	- démontre une bonne compréhension des éléments à l'étude.	- démontre une compréhension approfondie des éléments à l'étude.
Habilités de la pensée – L'utilisation d'un ensemble d'habiletés liées aux processus de la pensée critique et de la pensée créative.				
	L'élève :			
Utilisation des habiletés de planification (p. ex., identification d'un problème de nature scientifique, formulation d'une hypothèse, identification des variables dépendantes et indépendantes, planification d'une expérience).	- utilise les habiletés de planification avec une efficacité limitée.	- utilise les habiletés de planification avec une certaine efficacité.	- utilise les habiletés de planification avec efficacité.	- utilise les habiletés de planification avec beaucoup d'efficacité.
Utilisation des habiletés de traitement de l'information (p. ex., collecte de renseignements provenant de diverses sources, référence des sources, sélection de l'information selon des critères spécifiques).	- utilise les habiletés de traitement de l'information avec une efficacité limitée.	- utilise les habiletés de traitement de l'information avec une certaine efficacité.	- utilise les habiletés de traitement de l'information avec efficacité.	- utilise les habiletés de traitement de l'information avec beaucoup d'efficacité.
Utilisation des processus de la pensée critique et de la pensée créative (p. ex., évaluation de la fiabilité de données, analyse et synthèse de l'information, justification d'une conclusion, résolution d'un problème, modélisation d'une situation).	- utilise les processus de la pensée critique et de la pensée créative avec une efficacité limitée.	- utilise les processus de la pensée critique et de la pensée créative avec une certaine efficacité.	- utilise les processus de la pensée critique et de la pensée créative avec efficacité.	- utilise les processus de la pensée critique et de la pensée créative avec beaucoup d'efficacité.
Communication – La transmission des idées et de l'information selon différentes formes et divers moyens.				
	L'élève :			
Expression et organisation des idées et de l'information (p. ex., présentation des données empiriques dans un tableau d'observation, dessin d'un croquis biologique, présentation des étapes de la résolution d'un problème).	- exprime et organise les idées et l'information avec une efficacité limitée.	- exprime et organise les idées et l'information avec une certaine efficacité.	- exprime et organise les idées et l'information avec efficacité.	- exprime et organise les idées et l'information avec beaucoup d'efficacité.

Compétences	50-59 % (Niveau 1)	60-69 % (Niveau 2)	70-79 % (Niveau 3)	80-100 % (Niveau 4)
Communication (suite)				
	L'élève :			
Communication des idées et de l'information, de façon orale (p. ex., vidéo, balado, débat), écrite (p. ex., rapport de laboratoire, fiche technique) et visuelle (p. ex., modèle moléculaire, schéma conceptuel) à des fins précises et pour des auditoires spécifiques (p. ex., communauté scientifique, pairs).	- communique les idées et l'information à des fins précises et pour des auditoires spécifiques avec une efficacité limitée.	- communique les idées et l'information à des fins précises et pour des auditoires spécifiques avec une certaine efficacité.	- communique les idées et l'information à des fins précises et pour des auditoires spécifiques avec efficacité.	- communique les idées et l'information à des fins précises et pour des auditoires spécifiques avec beaucoup d'efficacité.
Utilisation des conventions (p. ex., utilisation des symboles, des formules, de la notation scientifique et des unités SI, expression de l'incertitude absolue à l'aide de chiffres significatifs) et de la terminologie à l'étude.	- utilise les conventions et la terminologie à l'étude avec une efficacité limitée.	- utilise les conventions et la terminologie à l'étude avec une certaine efficacité.	- utilise les conventions et la terminologie à l'étude avec efficacité.	- utilise les conventions et la terminologie à l'étude avec beaucoup d'efficacité.
Mise en application – L'application des éléments à l'étude et des habiletés dans des contextes familiers, leur transfert à de nouveaux contextes et l'établissement de liens.				
	L'élève :			
Application des connaissances et des habiletés (p. ex., utilisation des instruments de mesure et du matériel de laboratoire, respect des consignes du SIMDUT, collecte de données expérimentales, application des techniques de conversion) dans des contextes familiers.	- applique les connaissances et les habiletés dans des contextes familiers avec une efficacité limitée.	- applique les connaissances et les habiletés dans des contextes familiers avec une certaine efficacité.	- applique les connaissances et les habiletés dans des contextes familiers avec efficacité.	- applique les connaissances et les habiletés dans des contextes familiers avec beaucoup d'efficacité.
Transfert des connaissances et des habiletés (p. ex., conception d'une expérience, réalisation d'une expérience sur le terrain, élaboration d'un modèle) à de nouveaux contextes.	- transfère les connaissances et les habiletés à de nouveaux contextes avec une efficacité limitée.	- transfère les connaissances et les habiletés à de nouveaux contextes avec une certaine efficacité.	- transfère les connaissances et les habiletés à de nouveaux contextes avec efficacité.	- transfère les connaissances et les habiletés à de nouveaux contextes avec beaucoup d'efficacité.
Établissement de liens (p. ex., entre les sciences et leur impact sur la société et sur l'environnement, entre les possibilités de formation en sciences et les carrières scientifiques).	- établit des liens avec une efficacité limitée.	- établit des liens avec une certaine efficacité.	- établit des liens avec efficacité.	- établit des liens avec beaucoup d'efficacité.

LA COMMUNICATION DU RENDEMENT

Le bulletin scolaire de l'Ontario de la 9^e à la 12^e année doit servir à communiquer officiellement à l'élève et à ses parents le rendement scolaire fourni.

Compte rendu de la satisfaction des attentes. Le bulletin scolaire dresse un bilan du rendement que l'élève a fourni par rapport aux attentes des cours suivis pendant une période déterminée du semestre ou de l'année scolaire, sous forme de notes exprimées en pourcentage. La note en pourcentage représente la qualité du rendement global de l'élève en fonction des attentes du cours et indique le niveau de rendement correspondant dans la grille d'évaluation de la discipline.

Une note finale est inscrite à la fin de chaque cours et le crédit correspondant est accordé si l'élève a obtenu une note de 50 % ou plus. Pour chaque cours de la 9^e à la 12^e année, la note finale sera déterminée comme suit :

- Soixante-dix pour cent (70 %) de la note de chaque cours sera fondé sur les évaluations effectuées tout au long du cours. Cette portion de la note devrait refléter le niveau de rendement le plus fréquent durant le cours, bien qu'il faille accorder une attention particulière aux niveaux de rendement les plus récents.
- Trente pour cent (30 %) de la note sera fondé sur l'évaluation finale, sous forme d'examen, de travail, de recherche ou de tout autre mode d'évaluation approprié. Cette évaluation aura lieu vers la fin du cours.

Compte rendu sur les habiletés à développer. Le bulletin scolaire rend compte des habiletés d'apprentissage démontrées par l'élève dans chacun des cours, dans les six (6) catégories suivantes : l'utilisation du français parlé, l'autonomie, la collaboration en équipe, l'organisation, les habitudes de travail/devoirs et l'initiative. Ces habiletés d'apprentissage sont évaluées au moyen d'une échelle à quatre degrés (E – excellent, T – très bien, S – satisfaisant, N – amélioration nécessaire). La décision d'évaluer et de rendre compte de façon distincte des habiletés d'apprentissage dans ces six (6) catégories est fondée sur leur rôle essentiel dans la capacité des élèves de réaliser les attentes des cours. L'évaluation des habiletés d'apprentissage, sauf celles qui peuvent faire partie intégrante des attentes du cours, ne doit pas être prise en considération dans la détermination des notes en pourcentage, car celles-ci devraient uniquement représenter la mesure dans laquelle l'élève a satisfait aux attentes du cours. Les politiques relatives à ce sujet sont précisées dans le *Guide du bulletin scolaire de l'Ontario de la 9^e à la 12^e année, 1999*. Ce document est affiché sur le site Web du ministère de l'Éducation au www.edu.gov.on.ca.

CONSIDÉRATIONS CONCERNANT LA PLANIFICATION DU PROGRAMME

L'enseignante ou l'enseignant doit planifier son enseignement et l'apprentissage des élèves en sciences en prêtant une attention toute particulière à la différenciation pédagogique et en tenant compte des diverses considérations présentées aux pages suivantes.

La *différenciation pédagogique* est une approche souple et proactive qui place l'élève au cœur de son apprentissage et crée un environnement propice à la quête de son identité francophone. Cette approche offre des pistes de soutien au modèle francophone de l'école de la réussite en permettant à l'enseignante ou l'enseignant de faire un choix judicieux de stratégies pédagogiques et d'y apporter des ajustements en fonction des niveaux de préparation et des champs d'intérêt des élèves et de leurs préférences en matière d'apprentissage.

LES STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT ET D'APPRENTISSAGE

En général, les élèves possèdent une curiosité naturelle à l'égard des sciences. Cependant, leurs intérêts sont différents, leurs habiletés diverses et leurs expériences personnelles et culturelles variées. C'est pourquoi les élèves apprennent mieux lorsqu'on leur offre un éventail d'activités d'apprentissage. Il importe de privilégier les approches qui encouragent les élèves à faire des recherches, à effectuer des expériences en laboratoire et sur le terrain, à développer leur esprit critique, ainsi qu'à travailler en équipe et individuellement, de façon autonome et avec de l'aide. Ces approches favorisent un apprentissage actif qui permet aux élèves de mieux comprendre les notions présentées et d'appliquer les connaissances et les habiletés acquises à des problèmes de nature scientifique et à des situations de la vie réelle et, ce faisant, de développer leurs propres compétences. L'apprentissage coopératif, la recherche scientifique, les études de cas, l'apprentissage par projet et la recherche-action sont quelques-unes des stratégies d'enseignement efficace des sciences qui peuvent être utilisées pour aider les élèves à réaliser pleinement leur potentiel. Ces stratégies sont décrites brièvement ci-après.

L'*apprentissage coopératif* est une stratégie qui fait appel à des compétences sociales pour arriver à l'accomplissement d'un but commun. Cet apprentissage en petits groupes est idéal pour amener les élèves à discuter de différentes stratégies possibles afin de résoudre un problème complexe en établissant des liens entre les concepts scientifiques à l'étude et leur application dans des situations réelles du monde qui les entoure. L'apprentissage coopératif encourage la tenue d'un dialogue constructif, exhorte les élèves à considérer divers points de vue et à exprimer leur opinion, favorise une prise de décision démocratique et contribue à la responsabilisation.

Les *activités de recherche scientifique* telles que les expériences en laboratoire et les travaux sur le terrain permettent aux élèves d'appliquer des démarches et des procédures propres aux divers champs de la science et ainsi de renforcer des qualités indispensables en sciences telles que la curiosité, la rigueur, la précision, l'application stricte d'une méthodologie, d'un protocole et des consignes de sécurité, et le respect de la vie et de l'environnement sous toutes ses formes. Les expériences concrètes et pratiques incluant la planification, la manipulation d'équipement scientifique, l'analyse et l'interprétation des données et la communication des résultats sont essentielles à l'apprentissage des sciences; non seulement donnent-elles aux élèves l'occasion d'affiner leurs habiletés en recherche scientifique, elles leur permettent également de consolider les notions scientifiques fondamentales et d'appréhender les concepts abstraits.

Les *études de cas* amènent les élèves à poser un jugement, à prendre une décision, à formuler une recommandation, à établir une prévision ou à parvenir à tout autre résultat concret à partir de l'analyse d'un scénario réel ou imaginé. L'évaluation d'une situation concrète et la recherche d'une solution raisonnable et viable permettent aux élèves de mieux saisir les liens entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement. Les études de cas permettent d'enrichir l'apprentissage scientifique des élèves en leur donnant la possibilité de relier les notions scientifiques fondamentales abordées en classe à des problèmes concrets.

L'*apprentissage par projet* consiste en une activité collaborative de conception et de réalisation d'un produit concret de nature simple ou complexe. Cette stratégie d'apprentissage amène les élèves à se tourner vers diverses sources d'information pour résoudre leurs problèmes et à développer des compétences nécessaires à la réalisation de la tâche. L'apprentissage par projet engage les élèves activement dans leur apprentissage tout en favorisant la réflexion critique et le développement de compétences telles que la gestion du temps et des ressources.

La *recherche-action* est menée par les élèves à l'école ou au sein de la communauté dans le but de proposer et de mettre en œuvre une solution concrète pour répondre à un problème de nature scientifique ou environnementale qu'ils ont eux-mêmes identifié. Dans le cadre d'un tel projet, les élèves jouent le rôle de chercheuses et chercheurs qui étudient l'impact d'un enjeu réel sur leur vie ou sur l'environnement. La recherche-action se prête bien à l'établissement de partenariats avec des membres de la communauté ou des organismes. La recherche-action contribue non seulement au développement de compétences scientifiques, mais elle favorise également le développement des responsabilités sur le plan civique.

Les stratégies d'enseignement et d'apprentissage élaborées ci-dessus ne constituent pas une liste exhaustive des stratégies d'enseignement efficace des sciences. Elles ne sont énumérées qu'à titre de suggestions. Il ne faudrait pas non plus négliger les travaux individuels de même que l'objectivation à la suite de chaque activité d'apprentissage qui permettent une réflexion personnelle chez les élèves; ces pratiques font partie intégrante de la démarche pédagogique.

Finalement, l'apprentissage du français dans toutes les matières contribue au développement des connaissances et des habiletés liées à la littératie. Le personnel enseignant devrait s'assurer que les élèves sont exposés à une variété d'occasions d'expérimenter avec la langue française et avec le savoir, en insistant sur un enseignement pluridisciplinaire. Également, l'acquisition de connaissances et d'habiletés scientifiques améliore l'apprentissage fait dans d'autres domaines. Par exemple, les élèves peuvent utiliser les concepts et habiletés acquis dans les cours de sciences pour faire des rapprochements théoriques et concrets, non seulement en mathématiques, mais aussi en économie, en politique, en géographie et dans d'autres domaines des sciences humaines. Il est important que les liens entre les disciplines soient soigneusement explorés, analysés et discutés avec les élèves pour bien leur faire voir l'omniprésence des connaissances scientifiques et de la pensée scientifique dans les divers champs d'expertise.

LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ EN SCIENCES

L'enseignante ou l'enseignant doit montrer l'exemple en adoptant toujours des pratiques sûres et en faisant comprendre aux élèves ce que l'on attend d'eux en matière de sécurité, conformément aux politiques des conseils scolaires et du ministère de l'Éducation. La responsabilité de l'enseignante ou l'enseignant consiste, d'une part, à assurer la sécurité de l'élève au cours des activités d'apprentissage et, d'autre part, à inciter l'élève à assumer la responsabilité de sa propre sécurité.

Pour pouvoir assumer ses responsabilités en matière de sécurité, l'enseignante ou l'enseignant doit non seulement se préoccuper de sa propre sécurité et celle de l'élève, mais également posséder :

- les connaissances nécessaires pour utiliser de façon sécuritaire les matériaux et les outils et mettre en pratique les méthodes appropriées dans le domaine des sciences;
- des connaissances en ce qui concerne le soin des êtres vivants – plantes et animaux – qui sont apportés en salle de classe;
- les habiletés nécessaires pour accomplir des tâches avec efficacité et en toute sécurité.

Pour démontrer qu'elle ou il possède les connaissances, les habiletés et la maturité nécessaires pour participer sans risque aux activités de sciences, l'élève doit :

- avoir un espace de travail bien organisé et bien rangé;
- suivre les règles de sécurité;
- reconnaître les problèmes éventuels de sécurité;
- suggérer et mettre en œuvre les règles de sécurité appropriées;
- suivre attentivement les directives et l'exemple de leur enseignante ou enseignant;
- démontrer en tout temps qu'elle ou il se soucie de sa sécurité et de celle des autres.

LA PLANIFICATION DES COURS DE SCIENCES DESTINÉS AUX ÉLÈVES EN DIFFICULTÉ

Comme il incombe aux enseignantes et enseignants d'aider tous les élèves à apprendre, leur rôle dans l'éducation des élèves en difficulté est primordial. Afin de leur permettre d'assumer pleinement ce rôle, un personnel enseignant spécialisé en éducation de l'enfance en difficulté est mis à leur disposition. À cet égard, le rapport intitulé *Transformation de l'éducation de l'enfance en difficulté : Rapport des coprésidentes avec les recommandations de la Table de concertation sur l'éducation de l'enfance en difficulté*, paru en 2006, recommandait une série de principes sur lesquels doit reposer la planification des programmes destinés aux élèves en difficulté. Il importe donc que celles et ceux qui planifient les cours de sciences y accordent une attention toute particulière.

Ce rapport réitère sept (7) grands principes directeurs :

- Tous les élèves peuvent réussir.
- La conception universelle de l'apprentissage et la différenciation pédagogique sont des moyens pour répondre aux besoins d'apprentissage et de réussite de tout groupe d'élèves.
- Des pratiques réussies d'enseignement s'appuient sur les recherches et les expériences vécues.
- Les enseignantes et enseignants sont les acteurs clés pour l'acquisition de la littératie et de la numératie par les élèves.
- Chaque enfant possède son propre profil d'apprentissage.
- Le personnel enseignant a besoin de l'appui de la communauté pour créer un milieu d'apprentissage favorable aux élèves ayant des besoins particuliers.
- Chaque élève est unique.

Les élèves de toute salle de classe présentent collectivement un ensemble de styles d'apprentissage et de besoins en apprentissage. Il appartient au personnel enseignant de planifier des programmes en fonction de cette diversité et de confier aux élèves des tâches correspondant à leurs habiletés pour que chaque élève puisse bénéficier au maximum des processus d'enseignement et d'apprentissage. Le recours à des groupes souples dans le cadre de l'enseignement et de l'évaluation continue constitue une composante importante des programmes qui tiennent compte de la diversité des besoins en apprentissage.

Au moment de la planification du programme de sciences à l'intention de l'élève en difficulté, l'enseignante ou l'enseignant devrait examiner le niveau de rendement actuel de l'élève, les points forts et les besoins en apprentissage de l'élève, de même que les connaissances et les habiletés qui sont attendues de la part des élèves à la fin du cours, afin de déterminer quelle option est la plus appropriée parmi les suivantes :

- aucune adaptation² ou modification;
- adaptations seulement;
- attentes modifiées et adaptations au besoin;
- attentes différentes – qui ne découlent pas des attentes prescrites du présent programme-cadre.

2. Les adaptations désignent des stratégies d'enseignement et d'évaluation individualisées, un soutien fourni par du personnel ou par un équipement personnalisé.

Si l'élève requiert des adaptations ou des attentes modifiées, ou une combinaison des deux, les renseignements pertinents figurant aux paragraphes ci-dessous doivent être consignés dans son plan d'enseignement individualisé (PEI). On trouvera des renseignements plus détaillés sur la planification des programmes pour l'enfant en difficulté dans le document intitulé *Plan d'enseignement individualisé – Guide, 2004* (appelé ci-après *Guide du PEI, 2004*). Pour en savoir davantage sur les exigences du ministère de l'Éducation sur les PEI, veuillez consulter le document intitulé *Plan d'enseignement individualisé – Normes pour l'élaboration, la planification des programmes et la mise en œuvre, 2000* (appelé ci-après *Normes du PEI, 2000*). Ces deux documents sont affichés sur le site Web du ministère de l'Éducation au www.edu.gov.on.ca.

L'élève en difficulté qui ne requiert que des adaptations. Certains élèves en difficulté peuvent suivre le curriculum prévu pour le cours et démontrer un apprentissage autonome si on leur fournit des adaptations. Les adaptations facilitent l'accès au cours sans avoir à modifier les connaissances et les habiletés que l'élève doit manifester. Les adaptations requises pour faciliter l'apprentissage de l'élève doivent être inscrites dans le PEI (voir page 11 des *Normes du PEI, 2000*). Les mêmes adaptations seront probablement inscrites dans le PEI pour plusieurs cours, voire tous les cours.

Offrir des adaptations aux élèves en difficulté devrait être la première option envisagée dans le cadre de la planification des programmes. Les élèves en difficulté peuvent réussir lorsqu'on leur offre des adaptations appropriées. L'enseignement axé sur la conception universelle et la différenciation pédagogique met l'accent sur la disponibilité des adaptations permettant de satisfaire les besoins divers des élèves.

Il existe trois (3) types d'adaptations :

- Les *adaptations pédagogiques* désignent les changements apportés aux stratégies d'enseignement tels que les styles de présentation, les méthodes d'organisation et l'utilisation d'outils technologiques et du multimédia.
- Les *adaptations environnementales* désignent les changements apportés à la salle de classe ou au milieu scolaire tels que la désignation préférentielle d'une place ou le recours à un éclairage particulier.
- Les *adaptations en matière d'évaluation* désignent les changements apportés aux stratégies d'évaluation pour permettre à l'élève de démontrer son apprentissage. Par exemple, on pourrait lui donner plus de temps pour terminer les examens ou ses travaux scolaires, ou lui permettre de répondre oralement à des questions d'examen (pour d'autres exemples, voir page 33 du *Guide du PEI, 2004*).

Si seules des adaptations sont nécessaires dans les cours de sciences, le rendement de l'élève sera évalué par rapport aux attentes du cours et par rapport aux niveaux de rendement décrits dans le présent document. Sur le bulletin scolaire de l'Ontario, la case du PEI ne sera pas cochée et on n'inclura pas d'information sur l'offre d'adaptations.

L'élève en difficulté qui requiert des attentes modifiées. Certains élèves en difficulté auront besoin d'attentes et de tâches modifiées qui ne correspondent pas aux attentes et aux tâches prévues dans le cours. Dans la plupart des cas, ces attentes modifiées seront fondées sur la matière du cours, mais refléteront des changements en ce qui a trait à leur nombre et à leur complexité. Les attentes modifiées représentent des réalisations précises, réalistes, observables et mesurables, et décrivent les connaissances ou les habiletés précises que l'élève peut démontrer de façon autonome en utilisant, au besoin, des adaptations en matière d'évaluation.

Il est important de vérifier l'étendue des modifications apportées aux attentes et de les noter clairement dans le PEI. Tel qu'indiqué dans la section 7.12 du document de politique ministérielle *Les écoles secondaires de l'Ontario, de la 9^e à la 12^e année – Préparation au diplôme d'études secondaires de l'Ontario, 1999*, il reviendra à la directrice ou au directeur d'école de déterminer si la réalisation des attentes modifiées fondées sur le niveau de rendement actuel de l'élève signifie que l'élève a réussi le cours et si l'élève peut recevoir un crédit pour le cours. La directrice ou le directeur d'école informera les parents et l'élève de sa décision.

Lorsqu'on s'attend à ce qu'un élève satisfasse à la plupart des attentes d'un cours, les attentes modifiées devraient indiquer *comment les connaissances, les habiletés et les tâches de l'élève différeront de celles des autres élèves suivant ce cours*. Lorsque les modifications sont si étendues que la réalisation des attentes d'apprentissage (connaissances, habiletés, tâches) ne donnerait probablement pas droit à un crédit, les attentes devraient *préciser les exigences précises ou les tâches d'après lesquelles le rendement de l'élève sera évalué* et en fonction desquelles une note pour le cours sera inscrite dans le bulletin scolaire de l'Ontario.

Les attentes modifiées indiquent les connaissances ou les habiletés que l'élève devrait pouvoir démontrer et qui seront évaluées lors de chaque période visée par le bulletin scolaire (voir pages 10 et 11 des *Normes du PEI, 2000*). Les attentes de l'élève doivent être revues une (1) fois au moins lors de chaque période visée par le bulletin scolaire et, au besoin, être mises à jour à la lumière des progrès accomplis par l'élève (voir page 11 des *Normes du PEI, 2000*).

Si l'élève requiert des attentes modifiées en sciences, l'évaluation de son rendement sera fondée sur les attentes inscrites dans son PEI et sur les niveaux de rendement décrits dans le présent document. Si certaines des attentes d'un élève pour un cours sont modifiées, mais que l'élève essaie d'obtenir un (1) crédit pour ce cours, il faut cocher la case PEI sur le bulletin scolaire de l'Ontario. Cependant, si la directrice ou le directeur d'école estime que les attentes modifiées ne permettent pas d'accorder un (1) crédit à l'élève pour ce cours, la case PEI doit être cochée et on doit inscrire l'énoncé approprié du *Guide du bulletin scolaire de l'Ontario de la 9^e à la 12^e année, 1999* (voir page 8). Les commentaires de l'enseignante ou l'enseignant devraient comprendre des renseignements pertinents sur la capacité de l'élève à démontrer qu'elle ou il a satisfait aux attentes modifiées. Le personnel enseignant doit aussi indiquer les prochaines étapes de l'apprentissage de l'élève dans le cadre du cours.

L'ÉLÈVE BÉNÉFICIAIRE DES PROGRAMMES D'ACTUALISATION LINGUISTIQUE EN FRANÇAIS OU DE PERFECTIONNEMENT DU FRANÇAIS

L'école de langue française tient compte de la diversité linguistique, scolaire et sociologique des élèves qu'elle accueille et répond à leurs besoins particuliers en leur offrant les programmes de soutien appropriés.

Actualisation linguistique en français (ALF). Le programme d'ALF est axé sur l'acquisition de compétences linguistiques en français qui sont indispensables à la poursuite des études et à l'enrichissement du répertoire linguistique de l'élève. Il favorise aussi le développement d'une attitude positive envers l'utilisation du français. Ce programme s'adresse à l'élève qui parle peu ou ne parle pas le français et qui doit se familiariser avec la langue française, les expressions et le vocabulaire couramment utilisés dans les écoles de langue française et dans l'ensemble du curriculum.

Perfectionnement du français (PDF). Le programme de PDF est axé sur le perfectionnement des compétences en littératie et sur l'initiation à la société canadienne. Ce programme s'adresse à l'élève qui parle français, mais qui a connu une scolarisation très différente de celle que reçoivent les élèves des écoles de langue française de l'Ontario, ou qui a subi des interruptions dans sa scolarité. Il favorise l'enrichissement et l'élargissement du répertoire linguistique de l'élève pour lui permettre d'intégrer et de suivre avec plus d'aisance le programme régulier. Le programme permet aussi à l'élève de se familiariser avec les particularités du système d'enseignement de langue française et avec son nouveau milieu socioculturel.

Portée des programmes d'ALF et de PDF. Ces deux programmes assurent une meilleure intégration des élèves à leur nouvel environnement scolaire, culturel et linguistique, tout en les appuyant dans leur cheminement identitaire et leur réussite scolaire. Ces programmes d'appui visent l'intégration la plus rapide possible de l'élève au programme d'études régulier.

Responsabilité de l'enseignante ou l'enseignant. Tout le personnel enseignant doit porter une attention particulière à l'élève inscrit au programme d'ALF ou de PDF. Il lui faut veiller en particulier à ce que l'élève comprenne et assimile la terminologie propre au français, acquière les compétences fondamentales requises dans ces matières et se familiarise avec les référents culturels propres à la francophonie. En consultant le profil de l'élève, en suivant le programme d'ALF ou de PDF et en recourant à la différenciation pédagogique, l'enseignante ou l'enseignant pourra assurer une continuité dans le mode de prestation du programme de l'élève.

On peut consulter *Le curriculum de l'Ontario, de la 9^e à la 12^e année – Actualisation linguistique en français et Perfectionnement du français, 1999* sur le site Web du ministère de l'Éducation au www.edu.gov.on.ca.

L'ÉDUCATION ENVIRONNEMENTALE

L'éducation environnementale est l'éducation concernant l'environnement, pour l'environnement et dans l'environnement qui favorise une compréhension, une expérience riche et pratique et une appréciation des interactions dynamiques entre :

- les systèmes physiques et biologiques de la Terre;
- la dépendance de nos systèmes sociaux et économiques à l'égard de ces systèmes naturels;
- les dimensions scientifiques et humaines des enjeux environnementaux;
- les conséquences positives et négatives, voulues et involontaires, des interactions entre les systèmes créés par l'homme et les systèmes naturels.

L'ensemble du milieu scolaire a la responsabilité de promouvoir l'éducation environnementale. C'est un champ d'études; on peut donc l'enseigner. C'est une approche à la réflexion critique, au civisme et à la responsabilité personnelle qui peut servir de modèle. C'est un contexte qui peut enrichir et dynamiser l'enseignement dans toutes les matières et qui offre aux élèves la possibilité de mieux se comprendre eux-mêmes et de comprendre leur rôle en société, leur interdépendance mutuelle et les systèmes naturels de la Terre.

Préparons nos élèves, Préparons notre avenir : L'éducation environnementale dans les écoles de l'Ontario (juin 2007), p. 6 et 10.

En sciences, les occasions d'enseigner des concepts concernant l'environnement, pour l'environnement et dans l'environnement sont nombreuses et diversifiées. Les attentes des rubriques Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement fournissent une variété de contextes significatifs qui permettent aux élèves d'étudier les questions liées à l'environnement avec une pensée critique, de déterminer des actions qui peuvent être prises pour protéger, conserver et restaurer l'environnement et de les mettre en œuvre. De plus, dans le cadre des attentes portant sur l'acquisition d'habiletés en recherche scientifique, les élèves ont la possibilité d'accroître leur compréhension de l'environnement local en participant à des activités d'apprentissage authentiques de plein air et à des travaux sur le terrain pour observer et explorer le milieu naturel et évaluer les effets des activités humaines sur celui-ci. Et finalement, les élèves peuvent rechercher des possibilités d'emploi et des métiers dans le domaine de l'environnement et sont amenés à reconnaître des contributions remarquables à la cause environnementale de scientifiques canadiens tels que Sheila Watt-Cloutier, Louis Fortier, David Suzuki, Robie Macdonald et Robert Page.

L'ÉDUCATION ANTIDISCRIMINATOIRE

Comme tous les programmes-cadres qui composent le curriculum de l'Ontario, le programme de sciences prépare l'élève à devenir une citoyenne ou un citoyen responsable, qui comprend la société complexe dans laquelle elle ou il vit et qui y participe pleinement. On s'attend donc à ce que l'élève comprenne bien en quoi consistent les droits, les responsabilités et les privilèges inhérents à la citoyenneté. On s'attend aussi à ce que, dans ses paroles et dans ses actes, elle ou il fasse preuve de respect, d'ouverture et de compréhension envers les individus, les groupes et les autres cultures. Il est important que certaines activités d'apprentissage offrent aux élèves la possibilité de décrire, d'étudier ou de faire des recherches sur la façon dont les femmes et les hommes de diverses origines ont contribué à la science ou l'ont utilisée pour résoudre des problèmes dans leur

vie quotidienne et leur travail. Par exemple, dans le cadre du cours de sciences SNC4M, les élèves peuvent étudier la valeur énergétique et nutritionnelle de menus culturels variés et peuvent comparer le Guide alimentaire canadien traditionnel à celui reflétant les valeurs, les traditions et les choix alimentaires des Premières nations, des Inuits et des Métis. En SES4U, les élèves peuvent évaluer l'impact, dans différentes régions du monde, des méthodes de surveillance et de prédiction des activités sismiques et analyser des méthodes utilisées pour construire des bâtiments en tenant compte des processus géologiques d'une région. Finalement, dans les cours de physique et de chimie, les élèves peuvent évaluer les répercussions sociales et environnementales de l'utilisation de certaines technologies dans divers pays.

Les activités d'apprentissage mises en place dans le cadre du programme devraient être de nature inclusive, refléter divers points de vue et expériences et sensibiliser l'élève aux expériences et à la perception des autres. Les habiletés de réflexion et de recherche acquises selon ce programme apprendront à l'élève à reconnaître les partis pris, les stéréotypes et les représentations fondés sur des préjugés et à comprendre comment les relations interpersonnelles sont réellement gérées dans un contexte de mondialisation. Les exemples utilisés pour mettre en évidence les connaissances et les habiletés scientifiques ainsi que les applications pratiques et les sujets étudiés par les élèves dans le cadre du processus d'apprentissage devraient varier pour plaire aux filles comme aux garçons et pour tenir compte de la diversité des origines des élèves, de leurs intérêts et de leurs expériences.

L'éducation inclusive vise à fournir à tous les élèves de la province une chance d'atteindre leur plein potentiel en leur permettant d'avoir un accès égal aux diverses ressources et d'évoluer dans un environnement sain et sécuritaire. En effet, les élèves ont besoin d'un climat de classe sécurisant et propice à l'apprentissage pour s'épanouir et développer leurs connaissances et leurs habiletés, y compris leurs habiletés intellectuelles de niveau supérieur. À cet égard, l'enseignante ou l'enseignant joue un rôle primordial, entre autres, en fixant des attentes élevées pour tous ses élèves. De plus, il est important de s'assurer que les stratégies d'enseignement, d'apprentissage et d'évaluation répondent bien aux besoins de chaque élève et que l'équipement et le matériel de laboratoire utilisés peuvent être adaptés de façon à les rendre accessibles à tous. Par exemple, des simulations de dissection à l'ordinateur devraient être proposées aux élèves ayant des réticences à utiliser des spécimens biologiques, et les bancs et les lumières utilisés au laboratoire devraient être ajustables et appropriés pour les élèves qui ont des déficiences physiques. Une approche de résolution de problèmes pourrait aussi être bénéfique pour les élèves ayant de la difficulté à manipuler le matériel ou l'équipement de laboratoire. Finalement, l'accès à l'Internet à la maison ne devrait pas être pris pour acquis et les applications logicielles devraient être mises à la disposition des élèves en salle de classe.

LA LITTÉRATIE ET LA NUMÉRATIE

Les compétences liées à la littératie et à la numératie sont essentielles à tous les apprentissages, dans toutes les disciplines. On définit la littératie comme la maîtrise des savoirs qui permettent à l'élève de s'exprimer, d'écrire, de lire, de chercher des renseignements, d'utiliser les technologies de l'information et de la communication et d'exercer une pensée critique à un niveau fonctionnel dans ses apprentissages actuels et futurs. Un grand nombre d'activités et de tâches effectuées par les élèves dans les cours de sciences requiert des capacités de lecture et d'écriture qui permettent de communiquer efficacement oralement,

par écrit ou en utilisant tout autre moyen d'expression. Les aptitudes à communiquer sont fondamentales à l'acquisition d'une culture scientifique; appuyer le développement des habiletés de communication constitue une part importante du rôle des enseignantes et enseignants de sciences. Lorsqu'ils lisent un texte scientifique, les élèves utilisent des habiletés différentes de celles auxquelles ils ont recours pour lire des ouvrages de fiction ou des ouvrages généraux; ils doivent comprendre le vocabulaire et la terminologie propres à la science. De plus, il importe que les élèves aient la capacité de comprendre l'organisation des manuels de science, des revues scientifiques et des rapports de recherche. Pour les aider à trouver un sens aux textes scientifiques, il est essentiel que les enseignantes et enseignants de science modélisent et enseignent des stratégies qui soutiennent l'apprentissage de la lecture d'ouvrages portant sur les sciences.

L'écriture scientifique a aussi recours à des formes particulières qui demandent d'être précisées et guidées par le biais d'activités d'apprentissage. Les élèves doivent apprendre à utiliser des aptitudes rédactionnelles pour décrire et expliquer leurs observations, pour soutenir une analyse critique de l'information, tant dans des contextes informels que formels, et pour présenter leurs résultats sous forme écrite, sous forme graphique et en format multimédia.

Toutefois, la compréhension des concepts scientifiques se révèle aussi bien dans les communications orales qu'écrites, et tous les apprentissages n'ont pas nécessairement besoin de passer par la rédaction d'essais ou de rapports de laboratoire. Une discussion portant sur des sujets de nature scientifique incite les élèves à expliquer leur pensée, le raisonnement qui sous-tend une hypothèse, une conception ou la solution à un problème. Les compétences en communication orale sont fondamentales à l'acquisition de la culture scientifique et essentielles à l'organisation de la pensée et à l'apprentissage. Durant les discussions, les élèves apprennent non seulement à communiquer l'information, mais aussi à explorer et à comprendre les idées et les concepts, à cerner et à résoudre les problèmes, à organiser leur expérience et leurs connaissances et à exprimer leurs sentiments et leurs opinions. Pour développer leurs compétences en communication orale, les élèves doivent avoir de nombreuses possibilités d'écouter de l'information sur une gamme complète de sujets scientifiques, de répondre à des questions oralement et de discuter entre eux. Par exemple, les élèves peuvent participer à un remue-méninges, parler de ce qu'ils savent sur un sujet à l'étude, discuter de stratégies à utiliser pour résoudre un problème, présenter et défendre des idées, débattre de certaines questions, faire des observations sur des modèles utilisés par leurs pairs et analyser des résultats obtenus.

Quant à la numératie, elle comprend l'ensemble des compétences essentielles basées sur des concepts mathématiques et des compétences connexes, qui permettent à l'élève d'utiliser la mesure et les propriétés des nombres et des objets géométriques, de résoudre des problèmes, de développer sa pensée critique, de lire et d'interpréter les renseignements faisant appel aux concepts mathématiques et de communiquer des données mathématiques. Les élèves qui étudient les sciences doivent être en mesure d'interpréter les symboles, les graphiques, les diagrammes et les tableaux. L'appui au développement des habiletés en numératie constitue une autre part importante du rôle des enseignantes et enseignants de sciences.

La littératie et la numératie permettront à l'élève d'apprendre, sa vie durant, dans toutes les disciplines et d'accéder aux niveaux supérieurs de la pensée. Il incombe au personnel

enseignant de veiller à ce que l'élève progresse dans l'acquisition des compétences liées à la littératie et à la numératie. L'enseignante ou l'enseignant qui remarque que l'élève accuse un retard dans l'acquisition des compétences liées à la littératie et à la numératie devra prendre des dispositions particulières pour l'aider en s'inspirant des initiatives de littératie et de numératie élaborées par son conseil scolaire et son école.

Le ministère de l'Éducation a aussi facilité l'élaboration de ressources pour appuyer le développement de compétences liées à la littératie et la numératie dans tout le curriculum. Des stratégies pratiques applicables à tous les cours sont fournies dans les documents suivants :

- *La littératie en tête de la 7^e à la 12^e année : Rapport du groupe d'experts sur les élèves à risque, 2003*
- *La numératie en tête de la 7^e à la 12^e année : Rapport du groupe d'experts sur les élèves à risque, 2004*
- *La littératie en tête : Stratégies pour toutes les matières de la 7^e à la 12^e année, 2005*
- *Moi, lire? Tu blagues! Guide pratique pour les garçons en matière de littératie, 2005*

Ces ressources sont affichées sur le site Web du ministère de l'Éducation au www.edu.gov.on.ca.

LA PLACE DES TECHNOLOGIES DANS LE PROGRAMME DE SCIENCES

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) offrent une gamme d'outils qui peuvent grandement élargir et enrichir les stratégies d'enseignement du personnel enseignant et appuyer l'apprentissage de l'élève en sciences. Ces outils comprennent, entre autres, des logiciels de production et des outils numériques. Ils peuvent aider l'élève à cueillir, organiser et trier l'information, et à écrire, corriger et présenter des rapports multimédia des résultats de recherche. Les TIC peuvent être utilisées pour permettre à l'élève de communiquer avec des élèves d'autres écoles et pour faire entrer la communauté mondiale dans la salle de classe. Les TIC peuvent aussi servir à faire des simulations – spécialement lorsque l'étude d'un sujet n'est pas réalisable en salle de classe (p. ex., une étude d'impact longitudinale, une dissection, la production d'énergie nucléaire, l'observation des parties d'un atome).

Grâce aux sites Web et à divers supports numériques tels les cédéroms et les DVD, l'élève peut maintenant accéder à des ressources en français offertes par des archives et des institutions publiques à travers le pays et dans le monde, ce qui lui permet de trouver les renseignements les plus récents portant sur des sujets d'actualité. Les TIC permettent à l'élève du palier secondaire de mener des recherches plus authentiques et plus étendues que jamais auparavant.

Il faut encourager l'élève à utiliser les TIC chaque fois que cela est approprié. En outre, il est important que l'élève puisse disposer (dans une version imprimée, électronique ou numérique) de toute une gamme d'outils pour lire ou interpréter des documents sous toutes leurs formes et en tirer tous les renseignements. L'élève pourra ainsi développer les habiletés nécessaires à l'utilisation des innovations technologiques et médiatiques et des applications numériques informatisées, à des fins de collecte de données, de simulation, de production, de présentation ou de communication.

Bien que les TIC constituent de puissants outils à l'appui de l'enseignement et de l'apprentissage, leur utilisation présente des dangers et des risques dont les élèves doivent prendre conscience. Il faut donc les sensibiliser aux questions de confidentialité, de sécurité et d'utilisation éthique et responsable, puisque ces technologies peuvent devenir des instruments de diffusion de documentation haineuse et de persécution.

Le personnel enseignant peut utiliser les outils et les ressources des TIC dans son enseignement en salle de classe et concevoir des programmes qui répondent aux divers besoins des élèves. Le ministère de l'Éducation détient la licence de plusieurs logiciels éducatifs qui appuient l'enseignement des sciences; la liste est disponible sur le site www.ccpalo.org. Le ministère de l'Éducation met également des ressources en ligne à la disposition du personnel enseignant par le biais de la Banque de ressources éducatives de l'Ontario (BREO) sur le site <http://ressources.apprentissageelectroniqueontario.ca>.

LA MAJEURE HAUTE SPÉCIALISATION

La Majeure Haute Spécialisation est un type de programme spécialisé approuvé par le ministère de l'Éducation qui permet à l'élève de personnaliser son expérience au palier secondaire tout en répondant aux conditions d'obtention du diplôme d'études secondaires de l'Ontario (DESO). Elle prépare également l'élève à faire la transition entre l'école secondaire et la formation en apprentissage, le collège, l'université ou le marché du travail. Le programme de la majeure lui permet d'acquérir des connaissances et des habiletés relevant d'un secteur d'activités spécifique dans des milieux d'apprentissage engageants et liés à ses objectifs de carrière.

Chaque Majeure Haute Spécialisation doit inclure les cinq (5) composantes suivantes. Celles-ci sont présentées de façon plus détaillée dans la série de guides portant sur chaque secteur :

- un ensemble de huit (8) à dix (10) crédits de 11^e et 12^e année comprenant :
 - quatre (4) crédits de spécialisation axés sur des connaissances et des compétences propres au secteur,
 - de deux (2) à quatre (4) crédits d'appui intégrant des activités d'apprentissage contextualisées reliées au secteur,
 - deux (2) crédits d'éducation coopérative;
- des certifications et des formations reconnues par le secteur qui sont énumérées dans chaque guide de secteur;
- des occasions d'apprentissage par l'expérience et d'exploration de carrière;
- des expériences d'anticipation qui reflètent le choix de destination postsecondaire de l'élève;
- le développement de compétences essentielles et d'habitudes de travail propres au secteur et leur documentation à l'aide d'outils du Passeport-compétences de l'Ontario (PCO).

Les cours de sciences s'inscrivent dans l'ensemble des crédits requis dans les programmes menant à la Majeure Haute Spécialisation ou dans les programmes conçus pour offrir aux élèves des itinéraires d'études spécialisés. Ils permettent à l'élève d'acquérir des connaissances et des compétences qui sont importantes dans des secteurs économiques et qui sont nécessaires pour réussir sur le marché du travail ou pour poursuivre des études postsecondaires, y compris les programmes d'apprentissage. Les cours de sciences peuvent être combinés aux crédits d'éducation coopérative pour fournir à l'élève l'expérience en milieu de travail exigée par des programmes de majeure et par différents itinéraires d'études spécialisés. Les programmes de Majeure Haute Spécialisation pourraient fournir des possibilités d'apprentissage dans des secteurs spécifiques, qu'elles soient offertes par des employeurs, des centres de formation professionnelle, des collègues ou des organismes communautaires.

LA PLANIFICATION DE CARRIÈRE

Les découvertes et les innovations scientifiques actuelles, ajoutées à l'évolution rapide de la technologie ont créé un environnement passionnant dans lequel la créativité et l'innovation se développent, et de nouvelles perspectives de carrière sont créées. Le programme-cadre de sciences est conçu pour donner à l'élève la possibilité d'explorer des choix de carrière, de s'informer sur les contributions remarquables des scientifiques canadiens et d'explorer les programmes offerts par les institutions de formation postsecondaires de langue française. L'élève est ainsi en mesure de mieux cerner ses goûts, ses aptitudes et ses aspirations de même que les possibilités qui s'offrent à lui, peu importe son itinéraire d'études.

LE PASSEPORT-COMPÉTENCES DE L'ONTARIO ET LES COMPÉTENCES ESSENTIELLES

Le personnel enseignant qui planifie les cours de sciences doit encourager la connaissance, la compréhension et le développement des compétences essentielles et des habitudes de travail nécessaires pour réussir au travail. Le Passeport-compétences de l'Ontario (PCO) est une ressource Web bilingue qui aide l'enseignante ou l'enseignant à tenir compte du milieu de travail en salle de classe. Le PCO offre une description claire des compétences essentielles telles que la lecture des textes, la rédaction, l'utilisation des documents, l'informatique, le calcul et la capacité de raisonnement. On se sert de compétences essentielles dans notre vie de tous les jours et elles sont transférables de l'école au travail, d'un emploi à l'autre et d'un secteur à l'autre. Le PCO inclut une base de données portant sur des tâches en milieu de travail et des descriptions d'importantes habitudes de travail telles que la fiabilité, la sécurité au travail et le service à la clientèle. Il offre aussi aux employeurs une méthode cohérente pour évaluer et consigner la démonstration de ces compétences et de ces habitudes de travail par l'élève dans le cadre de son stage d'éducation coopérative. L'élève peut se servir du PCO pour préciser les compétences et les habitudes de travail déjà acquises, planifier le développement de nouvelles compétences ou montrer son potentiel aux employeurs.

Les compétences décrites dans le PCO sont les compétences essentielles que le gouvernement du Canada et des agences nationales et internationales ont déterminées à la suite de recherches considérables comme étant les compétences requises pour travailler, apprendre et vivre. Les compétences essentielles constituent la base de l'apprentissage de toute autre

habileté et permettent aux personnes de progresser dans leur emploi et de s'adapter au changement en milieu de travail. Pour des précisions sur le PCO et les compétences essentielles, consulter le site <http://skills.edu.gov.on.ca>.

L'ÉDUCATION COOPÉRATIVE ET LES AUTRES FORMES D'APPRENTISSAGE PAR L'EXPÉRIENCE

L'éducation coopérative et les autres formes d'apprentissage par l'expérience permettent à l'élève d'appliquer les habiletés acquises en salle de classe dans les contextes authentiques au sein de la communauté du monde des sciences et de l'innovation. L'éducation coopérative et les autres expériences en milieu de travail aident l'élève à approfondir sa connaissance des possibilités d'emploi dans de nombreux domaines, y compris les sciences de l'environnement, l'énergie, le milieu de la recherche, le secteur des soins de la santé, les cliniques vétérinaires et l'agriculture biologique. De plus, l'élève élargit sa compréhension des pratiques du monde du travail, des certifications et de la nature des relations employeurs-employés. En outre, en se basant sur ses expériences, l'élève reconnaît l'apport de la connaissance des deux langues officielles du Canada. Il s'avère important que les enseignantes et enseignants des cours de sciences entretiennent des liens avec les entreprises locales, notamment celles de la communauté francophone afin d'assurer à l'élève des expériences pratiques qui viendront renforcer les connaissances et les habiletés acquises à l'école.

La préparation aux expériences pratiques en milieu de travail doit comprendre un enseignement sur les mesures liées à la santé et à la sécurité en milieu de travail. Le personnel enseignant appuyant l'élève en situation d'apprentissage en milieu de travail doit évaluer les conditions relatives à la santé et à la sécurité dans le milieu de travail. Avant de participer à une expérience en milieu de travail, l'élève doit acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour assurer sa sécurité physique et son bien-être personnel. L'élève doit comprendre les questions relatives à la confidentialité et au respect de la vie privée, comme il est énoncé dans la *Loi sur l'accès à l'information et la protection de la vie privée*. Elle ou il a le droit de travailler dans un milieu exempt de mauvais traitements et de harcèlement et doit être sensible aux enjeux portant sur sa sécurité personnelle. L'élève doit être renseigné quant aux ressources scolaires et communautaires, aux politiques de l'école et à la marche à suivre pour signaler toute forme d'abus et de harcèlement.

La note Politique/Programme n° 76A intitulée *Assurance contre les accidents du travail pour les élèves des programmes de formation pratique* (Septembre 2000) trace les grandes lignes des procédures à suivre pour assurer le respect des dispositions de la *Loi sur la sécurité professionnelle et les assurances contre les accidents du travail* (1997) à l'élève âgé d'au moins 14 ans inscrit à un stage de plus d'une journée en milieu de travail. L'observation au poste de travail et le jumelage sont considérés comme une sortie éducative. Le personnel enseignant doit connaître l'âge minimum requis selon la *Loi sur la santé et la sécurité au travail* (1990) pour trouver un milieu de travail où l'élève peut travailler. Tous les stages d'éducation coopérative et les autres expériences en milieu de travail sont dispensés selon les prescriptions énoncées dans *Éducation coopérative et autres formes d'apprentissage par l'expérience : Lignes directrices pour les écoles secondaires de l'Ontario, 2000*.

BIOLOGIE

Biologie, 11^e année

cours préuniversitaire

SBI3U

Ce cours permet à l'élève d'approfondir ses connaissances des processus évolutifs, des mécanismes de transmission des caractères héréditaires, des principes fondamentaux de la taxonomie et des processus biologiques internes. L'élève étudie l'évolution, la continuité génétique, l'anatomie et la fonction des plantes et des animaux ainsi que la biodiversité. Le cours porte sur le côté théorique des sujets étudiés et aide l'élève à perfectionner ses habiletés en recherche scientifique.

Préalable : Sciences, 10^e année, cours théorique

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire et sur le terrain, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines de la biodiversité, de l'évolution, de la continuité génétique et des fonctions animales et végétales.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

- A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.
- A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.
- A1.3** planifier une expérience (*p. ex., sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.
- A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

- A1.5** effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.
- A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., interface et sonde, cellule photoélectrique, balance, microscope*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

- A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., lors de l'élimination du formaldéhyde*).

Analyse et interprétation [AI]

- A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*) ou de l'information recueillie ou la solution à un problème.
- A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).
- A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

- A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., dessin biologique, échiquier de Punnett, tableau, graphique*).
- A1.12** communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de la biodiversité, de l'évolution, de la continuité génétique et des fonctions animales et végétales, et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., médecin spécialiste en génétique médicale, interniste, biochimiste, ingénieure ou ingénieur en système aquicole, malherbologiste, sylvicultrice ou sylviculteur*).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable dans le domaine de la biologie (*p. ex., Carrie M. Derick, première professeure d'une université canadienne qui a mis sur pied un cours d'évolution et de génétique à l'Université McGill; Irène Ayako Ushida, généticienne qui a fondé en 1970 le laboratoire de cytogénétique de la McMaster University; Sheila Watt-Cloutier, présidente de la Conférence circumpolaire inuit qui travaille pour la protection et la durabilité de l'environnement du peuple inuit; Hubert Doucet, chercheur et vulgarisateur dans le domaine de la bioéthique qui a institué en 1995 un programme de bioéthique à l'Université de Montréal*).

B. BIODIVERSITÉ

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** démontrer sa compréhension de la biodiversité en appliquant les concepts de la taxonomie aux différents règnes.
- B2.** illustrer les principes fondamentaux de la taxonomie en appliquant des techniques d'échantillonnage et de classification.
- B3.** évaluer l'impact des activités humaines et des effets des changements climatiques sur la biodiversité.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** définir les principes fondamentaux de la taxonomie et de la phylogénie (*p. ex., taxon, nomenclature binomiale*).
- B1.2** comparer la structure et la fonction de diverses cellules procaryotes et eucaryotes et des virus (*p. ex., différencier leur matériel génétique, leur métabolisme et leurs organites*).
- B1.3** décrire des caractéristiques anatomiques et physiologiques (*p. ex., mécanisme d'échanges gazeux, mode de reproduction, mode de nutrition*) d'organismes représentatifs de chaque règne.
- B1.4** décrire l'importance de la biodiversité pour la durabilité d'un écosystème (*p. ex., résistance aux maladies ou aux espèces envahissantes*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** classer et illustrer des organismes représentatifs de chaque règne en se basant sur les caractéristiques communes et distinctes de leur rang taxinomique respectif (*p. ex., vertébré vs invertébré, plante à graines vs plante à fleurs*). [AI, C]

- B2.2** identifier des organismes d'un écosystème local (*p. ex., marais, étang*) en appliquant des techniques d'échantillonnage et d'observation et les classer selon les principes de la taxonomie. [ER, AI, C]

- B2.3** élaborer une clé dichotomique et l'utiliser pour classer des organismes d'un règne. [AI, C]

- B2.4** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *genre, espèce, taxon, nomenclature binomiale, virus, procaryote, eucaryote, protiste, caractéristique morphologique, règne, vertébré, invertébré, taxonomie, clé de classification*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- B3.1** analyser des conséquences de l'activité humaine sur la biodiversité des écosystèmes (*p. ex., ensemencement des lacs, utilisation de pesticides, introduction d'espèces envahissantes, destruction des habitats naturels, surpêche, remblayage de milieux humides, développement urbain et agricole, rejet de déchets industriels*) tout en commentant et une initiative canadienne ayant pour but de protéger la biodiversité (*p. ex., Loi sur les espèces en péril [LEP], Banque canadienne de clones, Système canadien de conservation du patrimoine phylogénétique, Réseau canadien pour la conservation de la flore*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La perte d'habitats est considérée comme la principale menace pesant sur la biodiversité au Canada. Bien que le pays ait presque doublé la superficie de ses aires protégées depuis le début des années 90, à peine 6 % de sa superficie totale est protégée, et 60 % des aires protégées font moins de 10 kilomètres carrés. Les petites aires protégées offrent un habitat pour certaines espèces mais plusieurs grands mammifères canadiens ont besoin de grands espaces.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les facteurs causant le déclin de la population de pollinisateurs essentielle à la survie de certaines plantes? Quelle est l'influence du dragage sur la biodiversité marine? Pourquoi les activités d'éducation et de sensibilisation du public en matière de biodiversité sont-elles importantes?

B3.2 évaluer l'impact des changements climatiques sur la biodiversité (*p. ex., perte d'habitats causée par l'inondation ou par la désertification; changements de la biodiversité dus à l'augmentation de la température des océans*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'acidification de l'eau de mer causée par l'absorption du dioxyde de carbone par les océans pourrait entraîner la disparition de certains organismes marins devenus incapables de former une coquille ou un squelette calcaire dans un milieu devenu trop acide. La survie d'organismes tels que les coraux, les mollusques, les crustacés et le phytoplancton est menacée. Des recherches sont actuellement en cours pour tenter de préciser l'impact de ces changements sur la biodiversité.

Questions pour alimenter la discussion : Quel est l'effet de l'augmentation de température sur les épidémies de maladies fongiques et les populations d'amphibiens en Amérique du Sud? Pourquoi la baleine noire de l'Atlantique Nord est-elle particulièrement vulnérable aux changements climatiques? Quels animaux sont menacés par les périodes de couverture glaciaire plus courtes en Arctique? Quelles sont les conséquences de la prolongation des périodes de sécheresse sur les animaux d'Afrique?

C. ÉVOLUTION

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** expliquer le concept d'évolution, ses mécanismes et les processus associés.
- C2.** analyser les facteurs influant sur les mécanismes d'évolution et les preuves scientifiques de la théorie de l'évolution.
- C3.** analyser des répercussions sociales et environnementales de la sélection artificielle et des facteurs influençant la sélection naturelle.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** expliquer le processus d'adaptation d'un individu à son milieu et l'illustrer par des exemples (*p. ex., le phénomène d'adaptation est à l'origine de la résistance des bactéries aux antibiotiques*).
- C1.2** définir le concept de la spéciation, en expliquer les mécanismes et en distinguer les types (*p. ex., spéciation allopatrique, spéciation sympatrique*).
- C1.3** expliquer les mécanismes de l'évolution tels que la sélection naturelle, la sélection sexuelle, la sélection artificielle, la variation génétique, la dérive génétique et la mutation, et leurs effets sur la biodiversité et l'extinction des espèces.
- C1.4** définir la phylogénie et expliquer les procédés techniques utilisés (*p. ex., phénétique, cladistique*) pour reconstituer les liens de parenté entre des espèces.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** analyser les facteurs (*p. ex., facteur génétique, facteur géographique, facteur écologique*) influant sur les mécanismes d'évolution (*p. ex., mutation, sélection naturelle*). [AI]

- C2.2** analyser la contribution de scientifiques (*p. ex., Sir Charles Lyell, Thomas Malthus, Jean-Baptiste Lamarck, Charles Darwin, Stephen Jay Gould, Niles Eldridge*) à la théorie moderne de l'évolution et analyser les preuves scientifiques mises de l'avant pour mettre en évidence leur théorie. [P, ER, AI]

- C2.3** comparer des scénarios d'évolution selon les théories de divers scientifiques (*p. ex., expliquer la résistance des bactéries aux antibiotiques selon Lamarck, Darwin et Gould*) et selon divers mécanismes (*p. ex., sélection artificielle des chats, des chiens ou des vaches laitières*). [AI, C]

- C2.4** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *population, espèce, fossile, fossilisation, spéciation, sélection naturelle, sélection artificielle, mutation, adaptation, origine des espèces, extinction des espèces*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- C3.1** analyser des répercussions sociales et environnementales de la sélection artificielle dans un domaine particulier (*p. ex., dans certaines régions, la santé publique est menacée par la culture de plantes génétiquement modifiées contenant des niveaux élevés d'allergènes; l'usage de plantes génétiquement modifiées pour pouvoir résister aux maladies permet aux agriculteurs d'obtenir une meilleure récolte et une plus grande marge de profits*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Au début du XX^e siècle, Charles Saunders a mis au point le blé Marquis à maturité hâtive, résistant au vent et produisant une farine de grande qualité. Cette découverte a eu un profond impact sur le peuplement des Prairies et les citoyens du Canada. Dès 1920, le blé Marquis représentait au moins 90 % du blé de printemps dans l'Ouest canadien et vers 1930, le Canada devenait un des plus grands exportateurs de blé. Aujourd'hui, le blé Marquis ne peut cependant plus concurrencer les blés actuels, dont le rendement, le rythme de croissance et la résistance aux maladies sont supérieurs.

Questions pour alimenter la discussion :
Pourquoi l'invention de l'agriculture est-elle étroitement liée à la sélection artificielle? Quelles sont des conséquences à long terme de la sélection artificielle de certains animaux d'élevage et animaux domestiques? Quels sont les ancêtres de certaines espèces végétales telles que la fraise, la pomme et la cerise, et espèces animales telles que la vache, le porc et le chien?

C3.2 analyser l'impact d'un changement environnemental sur la sélection naturelle. [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'aire de répartition canadienne du lièvre arctique s'étend depuis Terre-Neuve jusqu'à l'extrême nord de l'Arctique. Le lièvre arctique de Gros-Morne est de forte taille tout comme celui de l'Arctique mais sa coloration change au printemps, passant du blanc hivernal au gris alors que la fourrure du lièvre plus au nord est presque entièrement blanche toute l'année. La protection contre les prédateurs motiverait ce changement, la couleur plus foncée offrant un meilleur camouflage une fois la neige fondue.

Questions pour alimenter la discussion :
Pourquoi la pollution industrielle a-t-elle favorisé la phalène du bouleau au coloris sombre par rapport à la phalène du bouleau au coloris clair? Pourquoi la survie de certains insectes aux pesticides utilisés en agriculture favorise-t-elle l'émergence de populations résistantes aux pesticides? La pêche des morues de grande taille est-elle responsable de la pression de sélection en faveur des morues de plus petite taille?

D. CONTINUITÉ GÉNÉTIQUE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** expliquer les mécanismes de transmission des caractères héréditaires.
- D2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les mécanismes de transmission des caractères héréditaires.
- D3.** évaluer des répercussions sociales, éthiques et environnementales émanant de la recherche et de l'utilisation de la génomique.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** expliquer le processus de la méiose durant la gamétogenèse en précisant l'importance de la recombinaison génétique pour le développement de l'espèce (*p. ex., variation génétique, mutation*).
- D1.2** expliquer, selon les lois de Mendel, le rôle de l'ADN, des gènes, des chromosomes et de la méiose dans la transmission des caractères héréditaires.
- D1.3** expliquer les concepts de dominance, de codominance, de dominance incomplète, de récessivité et de gènes liés au sexe.
- D1.4** décrire l'effet des mutations sur les anomalies génétiques (*p. ex., trisomie, fibrose kystique, maladie de Tay-Sachs*) en précisant les chromosomes affectés, les troubles physiques associés et les traitements possibles.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** illustrer les différentes étapes de la méiose à partir d'observations effectuées à l'aide d'un microscope et de lames préparées, de micrographies ou de simulations à l'ordinateur. [ER, AI, C]
- D2.2** résoudre, à l'aide de l'échiquier de Punnett, des problèmes de génétique portant sur le croisement monohybride, le croisement dihybride, la dominance incomplète, la codominance et les gènes liés au sexe. [P, ER, AI, C]

D2.3 analyser des données qualitatives et quantitatives portant sur le croisement monohybride et le croisement dihybride en appliquant la méthode scientifique. [P, ER, AI, C]

D2.4 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *fécondation, zygote, gène, allèle, allèles multiples, dominant, récessif, codominant, génotype, phénotype, échiquier de Punnett, rapport génotypique, rapport phénotypique, mutation, variété génétique, croisement d'épreuve, homozygote, hétérozygote*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

D3.1 évaluer des enjeux sociaux, éthiques et environnementaux émanant de l'utilisation de la génomique (*p. ex., certains patients atteints de fibrose kystique sont traités grâce à la thérapie génique; des thérapies basées sur les cellules souches sont utilisées pour traiter la leucémie, toutefois l'utilisation de cellules souches soulève plusieurs questions éthiques*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La génomique de l'aquaculture permettra de répondre à la demande croissante de poissons et fruits de mer et diminuera les pressions exercées sur de nombreuses populations de poissons sauvages. Toutefois les individus génétiquement modifiés peuvent s'échapper des bassins piscicoles et menacer les populations sauvages.

Questions pour alimenter la discussion :

L'étiquetage et la publicité des aliments issus ou non du génie génétique devraient-ils être normalisés? Quelles sont les considérations socioéconomiques liées à l'application du génie génétique en foresterie au Canada? Les plantes génétiquement modifiées peuvent-elles être brevetées?

D3.2 illustrer, par des exemples, la contribution canadienne à la recherche en génomique (*p. ex., Génome Canada, en collaboration avec ses centres de génomique et d'autres partenaires, développe de nouvelles technologies et gère des projets de recherche dans les domaines de l'agriculture, de l'environnement, de la pêche, de la foresterie et de la santé; les chercheurs du Canada dans le domaine des cellules souches sont reconnus comme des chefs de file internationaux*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le Dr Scherer, chercheur canadien, dirige un projet d'étude sur l'autisme regroupant une équipe d'éminents généticiens, de pédiatres et de chercheurs de dix pays. L'équipe du Dr Scherer cherche à isoler les gènes qui peuvent prédisposer à l'autisme. Cette étude permettra aux médecins de diagnostiquer et de traiter la maladie plus rapidement.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont des domaines étudiés par certains titulaires de chaire de recherche en génétique du Canada? Quelles découvertes de spécialistes canadiens ont permis de connaître des gènes clés de certaines maladies telles que le diabète, la maladie de Parkinson et la maladie de Crohn?

E. ANATOMIE ET FONCTIONS ANIMALES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** décrire la structure, les fonctions et les processus internes des systèmes respiratoire, circulatoire et digestif des animaux ainsi que des maladies qui leur sont associées.
- E2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, l'organisation anatomique et la réponse à des stimuli externes des systèmes respiratoire, circulatoire et digestif.
- E3.** évaluer l'impact sur la santé publique de certaines technologies médicales et des travaux financés par des organismes nationaux de bienfaisance.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** décrire l'organisation anatomique et la fonction du système respiratoire et expliquer le processus d'échanges gazeux du milieu externe aux cellules, y compris la ventilation (*p. ex., trajet de l'oxygène de l'atmosphère à la cellule, rôle de l'hémoglobine, rôle de la diffusion des gaz*).
- E1.2** décrire l'organisation anatomique du système circulatoire et expliquer son rôle en précisant son interdépendance avec les autres systèmes (*p. ex., transport, dans l'organisme, de substances telles que nutriments, gaz respiratoires, hormones et produits du métabolisme*).
- E1.3** expliquer l'organisation anatomique et la physiologie du système digestif et décrire le rôle des nutriments dans l'organisme (*p. ex., les protéines participent à la régénération et à la réparation des tissus musculaires; les fibres alimentaires facilitent la digestion; les vitamines sont essentielles à l'ensemble des processus biochimiques vitaux; les sels minéraux et l'eau sont essentiels à la régulation du métabolisme; les glucides sont une source d'énergie*).
- E1.4** identifier les causes, les symptômes, les traitements et les mesures préventives d'une maladie ou d'un problème de santé du système respiratoire, du système circulatoire et du système digestif (*p. ex., asthme, emphysème, pneumonie, accident cérébrovasculaire, infarctus du myocarde, angine de poitrine, colite, diarrhée, iléite*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche et en communication

- E2.1** effectuer une dissection, utiliser une simulation informatisée de dissection ou se servir d'un spécimen préservé afin d'observer la relation entre l'anatomie et les fonctions du système respiratoire, du système circulatoire et du système digestif d'un animal (*p. ex., rat, fœtus de porc*). [P, ER, AI, C]
- E2.2** concevoir et effectuer une expérience qui démontre le mécanisme de la rétroaction du système respiratoire et du système circulatoire suite à un stimulus externe (*p. ex., comparer le rythme cardiaque et la ventilation au repos, au cours d'un exercice aérobique et en période de récupération*). [P, ER, AI, C]
- E2.3** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *volume respiratoire, gradient de concentration, diffusion, sang oxygéné, sang désoxygéné, pression sanguine, systole, diastole, digestion mécanique, digestion chimique, péristaltisme, enzyme, absorption, acide aminé, glucose, acide gras*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

E3.1 évaluer l'effet d'une technologie ou d'une technique servant à diagnostiquer ou à traiter des anomalies du système respiratoire, du système circulatoire ou du système digestif (*p. ex., le tomodynamomètre ou l'imagerie par résonance magnétique nucléaire facilite les diagnostics; la thérapie par radio-nucléides permet le diagnostic et le traitement de maladies; l'endoscope et le laser servent à localiser et à détruire des tumeurs cancéreuses*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La transplantation d'organes se pratique dans une trentaine d'hôpitaux au Canada. Les organes les plus fréquemment transplantés sont les reins, représentant près des deux tiers de toutes les transplantations. Chaque année, entre 140 et 250 Canadiennes et Canadiens meurent en attendant une transplantation d'organes.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les avantages et les défis liés à l'utilisation de technologies médicales à domicile telles que les instruments de dialyse et les pompes à perfusion? Quels types de diagnostics l'échographie vasculaire permet-elle de poser? Quel type de maladie un lavement baryté permet-il de déceler? Quels sont les bienfaits et les risques de la cryothérapie?

E3.2 commenter les activités d'un organisme national de bienfaisance (*p. ex., la Fondation canadienne de la fibrose kystique, l'Association canadienne du diabète, la Société canadienne de l'hémophilie, la Fondation des maladies du cœur du Canada, l'Association pulmonaire du Canada, la Fondation canadienne des maladies inflammatoires de l'intestin*) ayant pour objectif d'appuyer la recherche médicale pour améliorer le traitement des maladies, de parrainer des activités de sensibilisation et de soutenir les Canadiennes et Canadiens atteints de maladie. [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La Société Canadienne du sang a pour mission de gérer le système d'approvisionnement en sang et en produits sanguins du Canada. Elle collecte et procède à la transformation de plus de 850 000 unités de sang annuellement. Les composants et produits sanguins ainsi obtenus sont administrés à des milliers de patients chaque année.

Questions pour alimenter la discussion :

Comment l'Association pulmonaire du Canada aide-t-elle les Canadiennes et Canadiens à cesser de fumer? Quels organismes font la promotion de modes de vie sains pour prévenir les maladies? Comment les organismes soutiennent-ils les Canadiennes et Canadiens atteints de maladie?

F. ANATOMIE ET FONCTIONS VÉGÉTALES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** décrire des structures, des fonctions, des modes de reproduction des plantes vasculaires ainsi que des facteurs influant sur leur croissance.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, l'organisation structurale des plantes vasculaires et les facteurs influant sur leur croissance.
- F3.** évaluer l'influence des pratiques agricoles et sylvicoles et des connaissances traditionnelles autochtones sur la société et l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- F1.1** décrire la structure des tissus végétaux selon leur fonction (*p. ex., soutien, réserve, transport*) dans le système caulinaire, le système racinaire et le système foliaire des plantes vasculaires.
- F1.2** décrire les mécanismes de transport dans les plantes vasculaires.
- F1.3** différencier les plantes monocotylédones et les plantes dicotylédones selon leurs caractéristiques (*p. ex., fleur, ramification, vaisseau vasculaire, nombre de cotylédons*).
- F1.4** décrire les effets d'une variété de facteurs (*p. ex., hormone, pH, tropisme, lumière, eau, nutriment*) sur la croissance d'une plante.
- F1.5** décrire des modes de reproduction naturelle (*p. ex., stolon, tubercule, bulbe*) et des méthodes de multiplication artificielle (*p. ex., marcottage, greffe, culture de tissus, bouturage*) des plantes.
- F1.6** décrire l'apport des plantes à la durabilité de l'environnement (*p. ex., les plantes préviennent l'érosion des sols, procurent un habitat aux diverses espèces et constituent des puits de carbone*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- F2.1** concevoir et effectuer une expérience afin de déterminer des facteurs propices à la croissance des plantes, en contrôlant certaines variables (*p. ex., quantité de nutriments, quantité de lumière, qualité de la lumière, température, salinité, pH*). [P, ER, AI, C]
- F2.2** distinguer, à l'aide d'un microscope ou de modèles, les structures des racines, des tiges et des feuilles d'une plante (*p. ex., identifier le xylème et le phloème*). [AI]
- F2.3** vérifier en laboratoire l'efficacité de différentes méthodes de multiplication (*p. ex., bouturage, marcottage, greffe, division des rhizomes*) des plantes vasculaires. [P, ER, AI]
- F2.4** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *xylème, phloème, transpiration, capillarité, cohésion, reboisement*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

F3.1 évaluer des impacts sociaux et environnementaux de certaines pratiques utilisées en agriculture et en sylviculture (*p. ex., le ruissellement d'engrais dans les cours d'eau favorise la croissance d'algues; la rotation des terres permet de préserver la qualité du sol; le reboisement des forêts contribue à l'essor de l'écotourisme*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : En foresterie, des méthodes génétiques permettent d'obtenir des caractéristiques telles qu'une croissance rapide, une qualité supérieure du bois et une meilleure résistance aux maladies et aux insectes. La biotechnologie forestière peut améliorer la productivité des plantations forestières et des forêts aménagées. Il est toutefois important de conserver la diversité génétique des forêts pour garantir la bonne santé des populations forestières.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les bienfaits et les défis de l'agriculture biologique? Quel impact le biocarburant pourrait-il avoir sur l'agriculture canadienne? Quelles technologies acéricoles ont contribué à l'essor de l'industrie et à une hausse de production de sirop d'érable au Canada?

F3.2 analyser le rôle des plantes dans les cultures traditionnelles autochtones (*p. ex., le traitement de maladies par les plantes, administrées sous forme de tisanes, de cataplasmes ou d'inhalations, est aussi associé à des rituels et aux pouvoirs des chamans*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Avant l'arrivée des Européens, les peuples autochtones du Canada cultivaient le maïs, les haricots, la courge, le tournesol et le tabac. Ils s'alimentaient aussi de plantes sauvages telles que des champignons, des racines potagères, des fruits, des noix, certains types de lichens et des algues marines.

Questions pour alimenter la discussion : Quel rôle les plantes jouaient-elles en médecine autochtone? Quelle plante les Iroquois de Stradacona ont-ils utilisée pour traiter le scorbut des compagnons de Jacques Cartier? Quelles espèces végétales ont servi à la fabrication de matériaux utilitaires tels que canots, cadres de raquettes, cordes, vêtements et colorants?

Biologie, 11^e année

cours précollégial

SBI3C

Ce cours traite des processus biologiques. C'est en étudiant la biologie cellulaire, la microbiologie, la génétique, l'anatomie des mammifères, la structure et les méthodes de reproduction des plantes ainsi que leur rôle dans l'environnement que l'élève comprend les liens entre les systèmes biologiques. Le cours met l'accent sur le côté pratique des concepts et des habiletés nécessaires pour poursuivre des études dans diverses branches des sciences de la vie et dans des domaines connexes.

Préalable : Sciences, 10^e année, cours théorique ou appliqué

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire et sur le terrain, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines de la biologie cellulaire, des fonctions animales et végétales, de la microbiologie et de la continuité génétique.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

- A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.
- A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.
- A1.3** planifier une expérience (*p. ex., sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.
- A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

- A1.5** effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.
- A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., interface et sonde, cellule photoélectrique, balance, microscope*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

- A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., lors de l'élimination du formaldéhyde*).

Analyse et interprétation [AI]

- A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*) ou de l'information recueillie ou la solution à un problème.
- A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).
- A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

- A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., dessin biologique, échiquier de Punnett, tableau, graphique*).
- A1.12** communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de la biologie cellulaire, des fonctions animales et végétales, de la microbiologie et de la continuité génétique et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., technicienne ou technicien en zoologie, agente ou agent de la conservation de la faune, aquicultrice ou aquiculteur, horticultrice ou horticulteur, technologiste médical*).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable dans le domaine de la biologie (*p. ex., David R. Jones, professeur de zoologie et spécialiste mondial de la physiologie comparée; Abbyann D. Lynch, bioéthicienne, une médaille est donnée en son honneur pour ses réalisations notables et son appui à l'éthique biomédicale au Canada; Frère Marie-Victorin, directeur-fondateur de l'Institut botanique de l'Université de Montréal et auteur de la Flore laurentienne; Michel G. Bergeron, fondateur du Centre de recherche en infectiologie de l'Université Laval, un des plus importants centres au monde consacrés à l'étude des maladies infectieuses*).

B. BIOLOGIE CELLULAIRE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** expliquer les processus fondamentaux de la biologie cellulaire.
- B2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, des caractéristiques des cellules et des facteurs influençant l'activité cellulaire.
- B3.** évaluer l'effet de facteurs environnementaux et de technologies sur les processus cellulaires et la santé.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** décrire le rôle des organites (*p. ex., lysosome, vacuole, mitochondrie, membrane cellulaire, ribosome, réticulum endoplasmique, appareil de Golgi*) dans divers processus cellulaires (*p. ex., digestion cellulaire, respiration cellulaire, synthèse de protéines*).
- B1.2** décrire les fonctions des principales macromolécules telles que les glucides, les lipides et les protéines chez les organismes vivants.
- B1.3** expliquer le rôle fondamental des enzymes dans les réactions biochimiques (*p. ex., décrire la fonction de la désaminase dans la décomposition des acides aminés*).
- B1.4** expliquer les transformations d'énergie et de matière associées au processus de la respiration cellulaire en identifiant les réactifs (*p. ex., oxygène, glucose*) et les produits (*p. ex., dioxyde de carbone, eau, adénosine triphosphate [ATP]*).
- B1.5** expliquer l'importance des processus cellulaires dans les systèmes humains (*p. ex., l'insuline permet l'absorption du glucose par les cellules; l'oxygène est diffusé dans les poumons*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** analyser qualitativement, à partir d'une expérience en laboratoire, l'effet de divers facteurs (*p. ex., pH, température, gradient de concentration*) sur le transport passif d'une substance à travers une membrane (*p. ex., tube à dialyse*). [P, ER, AI]

- B2.2** repérer, à l'aide d'un microscope et d'un montage humide ou de lames préparées, les principaux organites d'une cellule animale ou végétale (*p. ex., noyau, chloroplaste, paroi cellulaire, membrane cellulaire*), les représenter en utilisant les techniques de dessins biologiques et évaluer leur taille (*p. ex., à partir du grossissement utilisé*). [ER, AI]

- B2.3** vérifier, à partir d'expériences, l'effet du milieu sur l'activité enzymatique (*p. ex., effet de la température ou du pH sur la décomposition de l'amidon par la salive*). [P, ER, AI, C]

- B2.4** effectuer les essais standards (*p. ex., vérifier la présence de protéines par le test du biuret et la présence d'amidon par le test à l'iode*) pour détecter et identifier diverses macromolécules chez les organismes vivants. [P, ER, AI]

- B2.5** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *organite, macromolécule, catalyseur, transport actif, transport passif*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- B3.1** évaluer l'impact de facteurs environnementaux (*p. ex., radiation; polluant atmosphérique; métal lourd tel que le plomb ou le mercure; produit chimique tel qu'un pesticide*) sur les processus cellulaires et la santé des organismes vivants (*p. ex., l'altération des processus cellulaires normaux suite à une exposition à la radiation ou à certains produits chimiques peut entraîner le cancer*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La vitamine D, essentielle au maintien de taux adéquats de calcium et de phosphate pour le bon développement des os, est fabriquée par la peau lorsqu'elle est exposée au soleil et non protégée par un écran solaire. Toutefois, une exposition excessive au soleil accroît le risque de cancer de la peau. Pour maintenir un taux santé de vitamine D, il suffit d'exposer brièvement le dos de ses mains, ses bras ou son visage quelques fois par semaine.

Questions pour alimenter la discussion : Quel est l'impact de la consommation de poissons contaminés en mercure sur les cellules des fœtus et des adultes? Quels sont des effets possibles d'une exposition à des composés organiques volatils sur les cellules du système nerveux et du système respiratoire?

B3.2 évaluer la contribution d'une technologie à l'évolution des connaissances sur la cellule (p. ex., la microscopie optique permet l'observation des cellules eucaryotes et la microscopie électronique permet l'observation des cellules procaryotes; le microscope à fluorescence permet d'étudier des protéines dans une cellule vivante; différentes colorations permettent l'observation de différents organites) ou à la préservation des processus cellulaires (p. ex., pompe à insuline, appareil d'oxygénothérapie). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le foie bioartificiel est un appareil en cours d'étude pour suppléer temporairement la fonction de détoxification du foie dans l'attente d'une transplantation. La circulation sanguine du patient est déviée vers un système extracorporel où des cellules hépatiques porcines sont mises en contact avec le plasma pour le désintoxiquer. Le plasma et les cellules sanguines sont ensuite réinjectés dans le corps du patient. Cet appareil est encore au stade expérimental et compte sur l'ingénierie pour lui donner une taille raisonnable puisqu'il nécessite des milliards de cellules hépatiques vivantes.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont les ressemblances et les différences entre l'hémodialyse et la dialyse péritonéale? Pourquoi la pompe à insuline permet-elle un meilleur contrôle de la glycémie que le traitement par injection? Comment l'utilisation d'une tente hypoxique par les athlètes de haut niveau se compare-t-elle à l'entraînement en altitude pour favoriser le transport d'oxygène aux muscles?

C. ANATOMIE DES MAMMIFÈRES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** décrire la structure et les fonctions des systèmes respiratoire, circulatoire et digestif de certains mammifères et expliquer leurs interactions.
- C2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, la morphologie et des mécanismes de réaction de certains mammifères, y compris les humains.
- C3.** évaluer l'impact de facteurs environnementaux et de certaines technologies sur la santé des mammifères, y compris les humains.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** décrire l'anatomie et la physiologie du système respiratoire (*p. ex., échange gazeux dans les alvéoles*) ainsi que les mécanismes de ventilation de certains mammifères, y compris les humains.
- C1.2** décrire l'anatomie et la physiologie du système digestif (*p. ex., absorption de nutriments par les microvillosités*) de certains mammifères, y compris les humains.
- C1.3** décrire l'anatomie et la physiologie du système circulatoire (*p. ex., valvule veineuse, cavité cardiaque*) de certains mammifères, y compris les humains.
- C1.4** expliquer des mécanismes d'interaction entre le système respiratoire, le système circulatoire et le système digestif (*p. ex., échanges gazeux entre le système circulatoire et le système respiratoire; échanges de nutriments et de déchets entre le système circulatoire et le système digestif*) de certains mammifères, y compris les humains.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** mesurer des signes vitaux (*p. ex., tension artérielle, fréquence cardiaque, température corporelle, rythme respiratoire*) en utilisant des instruments médicaux (*p. ex., sphygmomanomètre, stéthoscope, thermomètre, spiromètre*) et les interpréter. [ER, AI]

C2.2 analyser, à partir d'une expérience, la réaction physique à un changement (*p. ex., mesurer le rythme cardiaque au repos, au cours d'un exercice physique léger ou intense, et au cours de la récupération*). [P, ER, AI, C]

C2.3 effectuer une dissection ou utiliser une simulation informatisée de dissection afin d'identifier les organes d'un mammifère (*p. ex., rat*) et d'établir la relation entre leurs structures et leurs fonctions. [P, ER, AI, C]

C2.4 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *échange gazeux, sang oxygéné, sang désoxygéné, digestion mécanique, digestion chimique, péristaltisme, rythme cardiaque, tension artérielle, systole, diastole*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

C3.1 évaluer l'impact de facteurs environnementaux sur la santé de certains mammifères, y compris les humains (*p. ex., la pollution atmosphérique est associée à des troubles comme l'asthme, les maladies cardiovasculaires et les décès prématurés; le méthylmercure connu pour sa toxicité neurologique est facilement absorbé par les mammifères marins*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La consommation d'aliments traditionnels par les communautés autochtones de l'Arctique canadien comporte des avantages au niveau de la santé sociale, physique, culturelle et spirituelle. Toutefois la consommation

d'aliments traditionnels comporte certains risques en raison de la présence de contaminants. Par exemple, le taux de polluants organiques persistants chez la moitié des Inuits est jusqu'à 20 fois plus élevé que la norme établie par Santé Canada.

Questions pour alimenter la discussion :

Quelles populations sont les plus sensibles aux effets nocifs de la pollution atmosphérique? Quels sont les effets de l'ozone sur la santé humaine? Les moisissures peuvent causer des allergies et des maladies respiratoires; comment peut-on déceler et éliminer la moisissure de son domicile? Pourquoi les mammifères marins sont-ils affectés par les polluants organiques persistants?

C3.2 explorer une technologie (*p. ex., stimulateur cardiaque*) ou une technique (*p. ex., réanimation cardiorespiratoire*) servant au traitement d'une anomalie du système respiratoire, du système digestif ou du système circulatoire. [ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'apnée du sommeil est une condition sérieuse qui provoque des pauses respiratoires répétées pendant le sommeil. Différents dispositifs peuvent être utilisés pour traiter cette maladie selon la gravité des symptômes. L'utilisation d'un appareil de ventilation spontanée en pression positive continue est le traitement le plus couramment recommandé. D'autres traitements tels que le port d'un dispositif dentaire et une procédure de radiofréquences peuvent aussi être prescrits.

Questions pour alimenter la discussion : La manœuvre de Heimlich peut-elle être effectuée sur des enfants? Pourquoi est-il important de suivre un programme de formation en réanimation cardiorespiratoire? Pourquoi les substituts sanguins font-ils l'objet de recherche? Pourquoi un test d'oxymétrie est-il requis pour pouvoir bénéficier d'un programme d'oxygénothérapie à domicile?

D. PLANTES ET ENVIRONNEMENT

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** décrire la structure et des méthodes de reproduction des plantes ainsi que leurs rôles dans l'environnement.
- D2.** analyser des facteurs influant la croissance et la multiplication des plantes.
- D3.** évaluer l'impact d'activités humaines sur la flore ainsi que des initiatives de développement durable faisant usage de plantes.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** décrire la structure des tissus végétaux selon leur fonction (*p. ex., soutien, réserve, transport*) dans le système caulinaire, le système racinaire et le système foliaire.
- D1.2** décrire des méthodes sexuées (*p. ex., pollinisation, hermaphrodisme*) et asexuées (*p. ex., sporulation, bourgeonnement, reproduction végétative*) de reproduction des plantes.
- D1.3** décrire l'apport des plantes à la durabilité de l'environnement (*p. ex., les plantes préviennent l'érosion des sols, procurent un habitat aux diverses espèces et constituent des puits de carbone*).
- D1.4** expliquer les transformations d'énergie et de matière associées au processus de la photosynthèse en identifiant les réactifs (*p. ex., dioxyde de carbone, énergie radiante, eau*) et les produits (*p. ex., oxygène, glucose*).
- D1.5** expliquer le rôle du tropisme chez les plantes (*p. ex., décrire la réaction d'une plante à la lumière, à la pesanteur ou à l'humidité*).
- D1.6** décrire des stratégies d'adaptation des plantes aux contraintes de l'environnement (*p. ex., toutes les plantes de l'Arctique sont petites et poussent au ras du sol pour survivre dans ces conditions hostiles; certaines poussent en rosettes ou en tapis dense pour limiter la perte de chaleur alors que d'autres sont pourvues de tiges velues ou de gaines laineuses*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** comparer des plantes provenant de différents milieux et analyser les caractéristiques leur permettant de s'adapter à leur environnement. [AI]
- D2.2** multiplier des plantes en laboratoire en appliquant différentes méthodes de reproduction (*p. ex., bouturage de tiges de géraniums, de rosiers ou d'œillets*). [P, ER]
- D2.3** analyser, à partir d'expériences, l'influence de facteurs abiotiques sur la croissance des plantes (*p. ex., pesticide, herbicide, sol, engrais, soleil, eau*). [P, ER, AI, C]
- D2.4** communiquer oralement ou par écrit dans différents contextes en utilisant les termes justes dont : *racine, tige, feuille, fleur, étamine, pistil, graine, fruit, tissu vasculaire, tissu de soutien, tissu de réserve*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- D3.1** évaluer des initiatives de développement durable impliquant des plantes (*p. ex., l'achat de crédits carbone permet la plantation d'arbres qui contribuent à la réduction de l'empreinte écologique; les toitures végétales absorbent la chaleur et le dioxyde de carbone, et filtrent l'air ambiant*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les espaces verts en milieu urbains servent d'habitats aux animaux, diminuent l'effet d'îlot thermique, réduisent la pollution atmosphérique, permettent de réaliser des économies en chauffage et en climatisation, facilitent la gestion des eaux pluviales et fournissent un espace culturel et récréatif. Le développement d'un espace vert sain repose sur le choix approprié du site, du type d'aménagement et de la végétation.

Questions pour alimenter la discussion :

Comment le savoir traditionnel des autochtones en écologie se marie-t-il aux pratiques scientifiques occidentales pour améliorer la gestion des ressources naturelles? Comment les plantes contribuent-elles à l'épuration des eaux usées dans le procédé de lagunage?

- D3.2** évaluer l'impact des activités humaines sur la flore (p. ex., le ruissellement d'engrais dans les cours d'eau favorise la croissance d'algues; la rotation des cultures permet de préserver la qualité du sol).
[P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le Centre canadien de la biodiversité du Musée canadien de la nature a lancé l'initiative du Carrefour des plantes indigènes dans le but de promouvoir de meilleures pratiques en matière d'intendance environnementale pour sauvegarder la biodiversité des plantes indigènes. Au Canada, plusieurs plantes sont menacées en raison de l'activité humaine.

Questions pour alimenter la discussion : Quelle menace les espèces envahissantes introduites accidentellement ou intentionnellement représentent-elles pour la biodiversité des plantes? Quelles plantes sont les plus menacées par le déclin de la population de pollinisateurs? Quels sont les facteurs causant le déclin de la population de pollinisateurs? La récolte intensive est-elle une menace pour certaines plantes? Quelles pratiques peut-on adopter pour promouvoir une bonne intendance de la diversité des plantes indigènes?

E. MICROBIOLOGIE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** décrire les caractéristiques morphologiques et les modes de reproduction des micro-organismes et expliquer leurs rôles dans les relations symbiotiques et dans la transmission d'infections.
- E2.** explorer les caractéristiques des micro-organismes en appliquant la méthode scientifique.
- E3.** analyser des effets de micro-organismes sur la santé et l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** illustrer les caractéristiques morphologiques de micro-organismes représentatifs (*p. ex., virus, bactérie, mycète*).
- E1.2** décrire les modes de reproduction (*p. ex., scissiparité, conjugaison, bourgeonnement*) des micro-organismes.
- E1.3** expliquer le rôle des micro-organismes dans des relations symbiotiques (*p. ex., les bactéries intestinales contribuent au développement de la muqueuse intestinale et offrent une résistance aux gènes pathogènes*).
- E1.4** décrire les modes de transmission des infections virales, bactériennes et fongiques (*p. ex., transmission du paludisme et de l'encéphalite par les insectes; transmission de la grippe et de la tuberculose par l'air; transmission du choléra et de la poliomyélite par l'eau; transmission du sida par voie sexuelle; transmission de l'encéphalopathie spongiforme bovine et de la fièvre typhoïde par les aliments*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- E2.1** comparer divers spécimens de bactéries et d'eucaryotes (*p. ex., mycète, bacille, coque, spirille, champignon*) à l'aide d'un microscope et de lames préparées ou de montages humides. [ER, AI, C]
- E2.2** préparer, en utilisant des techniques de laboratoire aseptiques, une culture microbienne sur gélose (*p. ex., yogourt, bactérie acidophile*) et l'observer au microscope. [ER]

- E2.3** concevoir et effectuer une expérience pour déterminer l'efficacité d'agents antibactériens sur des cultures bactériennes (*p. ex., déterminer l'efficacité de différents rince-bouches en observant la croissance de bactéries sur de la gélose nutritive*). [P, ER, AI, C]
- E2.4** analyser en laboratoire des conditions nécessaires à la croissance de micro-organismes (*p. ex., déterminer la température optimale pour la croissance des euglènes, des daphnies ou des moisissures*). [P, ER, AI, C]
- E2.5** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *eubactérie, archéobactérie, virus, cycle vital, microorganisme, eucaryote, procaryote, agent antibactérien, culture bactérienne, symbiose*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- E3.1** évaluer l'impact sur la santé d'infections virales, bactériennes et fongiques (*p. ex., le virus de l'hépatite A cause une infection du foie; la tuberculose est une infection bactérienne s'attaquant principalement aux poumons; le pied d'athlète est une infection fongique qui touche habituellement la peau située entre les orteils*) et décrire des mesures de protection et des traitements contre ces infections (*p. ex., les hépatites A et B peuvent être prévenues par la vaccination; la prise d'antibiotiques peut enrayer une infection tuberculeuse*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La contamination de l'eau par la bactérie *Escherichia coli* (*E. coli*) peut être causée par le rejet d'eaux usées municipales, les eaux de ruissellement provenant de fosses septiques défectueuses et des fèces d'animaux. Une infection par des souches de bactéries telles que *E. coli* O157:H7 peut entraîner de graves problèmes de santé. Pour éviter la contamination d'un plan d'eau par *E. coli*, on peut notamment éviter l'épandage du fumier près d'un rivage et éliminer les excréments d'animaux domestiques de façon hygiénique.

Questions pour alimenter la discussion :

Pourquoi le lavage régulier des mains aide-t-il à prévenir des infections? Quels sont les risques associés à l'utilisation de seringues non stérilisées pour le tatouage ou le perçage corporel? Quelles stratégies de contrôle ont été mises en œuvre en Ontario pour éviter la transmission du syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS)? Quels sont les effets sur la santé de la consommation de probiotiques?

- E3.2** discuter des avantages et des inconvénients de micro-organismes dans l'environnement (*p. ex., fixation de l'azote par des bactéries; rouille du blé causée par le champignon Puccinia triticina*).
[P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le compostage, procédé biologique naturel au cours duquel la matière organique est décomposée par des micro-organismes, peut jouer un rôle important dans la gestion des déchets de toutes les municipalités; il permet notamment de réduire la quantité de déchets destinés aux sites d'enfouissement et de fabriquer un amendement de sol de haute qualité. Il existe de plus en plus d'usines de compostage centralisé au Canada. Les concentrations de spores de champignons et d'autres micro-organismes volatils sont plus élevées près de ces usines mais ne présentent aucun effet néfaste pour la santé.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les bienfaits de l'agriculture biologique pour les micro-organismes et la qualité du sol? Quel est le rôle des micro-organismes dans la bio-restauration des sols et des eaux contaminés? Comment les micro-organismes d'une fosse septique et d'un champ d'épuration contribuent-ils au traitement des eaux usées domestiques?

F. CONTINUITÉ GÉNÉTIQUE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** expliquer des mécanismes de transmission des caractères héréditaires.
- F2.** analyser les mécanismes de transmission des caractères héréditaires en appliquant la méthode scientifique.
- F3.** évaluer des répercussions sociales, éthiques et environnementales émanant de la recherche en génétique et de l'utilisation de technologies génétiques.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- F1.1** expliquer le processus de la méiose durant la gamétogenèse.
- F1.2** expliquer le rôle de l'ADN, des gènes, des chromosomes, de la mitose et de la méiose dans la transmission des caractères héréditaires.
- F1.3** expliquer les concepts de génotype, de phénotype, de dominance, de récessivité, et de gènes liés au sexe.
- F1.4** décrire l'effet des mutations sur les anomalies génétiques (*p. ex., syndrome de Down, syndrome d'Edwards, syndrome de Klinefelter, syndrome de Turner*) en précisant les chromosomes affectés, les troubles physiques associés et les traitements possibles.
- F1.5** décrire des technologies reproductives telles que le clonage et la procréation assistée (*p. ex., insémination artificielle, fécondation in vitro*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- F2.1** illustrer les différentes étapes de la méiose à partir d'observations effectuées à l'aide d'un microscope et de lames préparées, de micrographies ou de simulations à l'ordinateur. [ER, AI, C]
- F2.2** résoudre des problèmes de génétique portant sur les croisements monohybrides à l'aide de l'échiquier de Punnett. [P, ER, AI, C]

- F2.3** analyser des données qualitatives et quantitatives portant sur les croisements monohybrides en appliquant la méthode scientifique (*p. ex., examiner en laboratoire ou à partir d'une simulation à l'ordinateur la transmission héréditaire d'un caractère particulier d'une espèce ayant un court cycle de reproduction telle que la drosophile, Drosophila Melanogaster*). [P, ER, AI, C]
- F2.4** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *gène, mutation, dominant, récessif, génotype, phénotype, échiquier de Punnett, rapport génotypique, rapport phénotypique, homozygote, hétérozygote, haploïde, diploïde, caryotype*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- F3.1** analyser des enjeux sociaux et éthiques émanant de l'utilisation d'une technologie génétique (*p. ex., diagnostic génétique, procréation assistée, clonage, usage de cellules souches, dopage génétique*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'utilisation du clonage à des fins eugéniques est une crainte répandue. Au Canada, la *Loi concernant la procréation assistée et la recherche connexe* interdit toute forme de clonage visant la création d'un embryon humain peu importe les raisons (*p. ex., procréation, thérapie, recherche*). Pour que les embryons puissent être utilisés pour la recherche sur les cellules souches, ils doivent avoir été conçus à des fins de reproduction médicalement assistée (fécondation in vitro), ne plus être requis à cette fin, et les donneurs doivent avoir consenti à leur utilisation en recherche.

Questions pour alimenter la discussion : Quelle menace le dopage génétique représente-t-il pour l'intégrité du sport et la santé des athlètes? Quel est le potentiel thérapeutique des cellules souches? Quelles mesures peuvent être prises pour protéger la confidentialité des données génétiques concernant les populations et les individus? Pour quelles raisons les employeurs et les compagnies d'assurance pourraient-ils être intéressés à avoir accès aux informations génétiques d'une personne? Les aliments transgéniques sont-ils sûrs?

F3.2 évaluer l'impact d'une technologie génétique sur l'environnement (*p. ex., foresterie, agriculture, aquaculture, conservation de la faune*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : En foresterie, des méthodes génétiques permettent d'obtenir des caractéristiques telles qu'une croissance rapide, une qualité supérieure du bois et une meilleure résistance aux maladies et aux insectes. La biotechnologie forestière peut améliorer la productivité des plantations forestières et des forêts aménagées. Il est toutefois important de conserver la diversité génétique des forêts pour garantir la bonne santé des populations forestières.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles informations les techniques génétiques permettent-elles d'obtenir dans les domaines de la conservation de la faune et de la surveillance des populations? Comment les banques de gènes de poissons contribuent-elles à la préservation de la biodiversité génétique? Quels pourraient être les impacts de la culture de plantes génétiquement modifiées sur l'environnement? Quels sont, pour les populations sauvages, les risques posés par des saumons génétiquement modifiés s'échappant des bassins piscicoles?

Biologie, 12^e année

cours préuniversitaire

SBI4U

Ce cours permet à l'élève d'examiner en profondeur les concepts et les processus relatifs aux systèmes biologiques. L'élève étudie la théorie et effectue des recherches dans les domaines de la biochimie, des processus métaboliques, de la génétique moléculaire, de l'homéostasie, ainsi que des populations d'un écosystème. Le cours met l'accent sur l'acquisition de connaissances et d'habiletés approfondies pour poursuivre des études dans diverses branches des sciences de la vie et dans des domaines connexes.

Préalable : Biologie, 11^e année, cours préuniversitaire

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire et sur le terrain, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines de la biochimie cellulaire, des processus métaboliques, de la génétique moléculaire, de l'homéostasie et des populations.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

- A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.
- A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.
- A1.3** planifier une expérience (*p. ex., sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.
- A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

- A1.5** effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.
- A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., interface et sonde, cellule photoélectrique, balance, microscope*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

- A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., lors de l'élimination du formaldéhyde*).

Analyse et interprétation [AI]

- A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*) ou de l'information recueillie ou la solution à un problème.
- A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).
- A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

- A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., dessin biologique, échiquier de Punnett, tableau, graphique*).
- A1.12** communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de la biochimie cellulaire, des processus métaboliques, de la génétique moléculaire, de l'homéostasie et des populations, et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., biochimiste, œnologue, microbiologiste, pharmacologue, histologiste, immunologiste, nutritionniste*).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable dans le domaine de la biologie (*p. ex., Angela Tonary, biologiste moléculaire au Conseil national de recherches Canada, travaille à identifier les protéines utilisées par le virus de l'hépatite C pour se répliquer à l'intérieur de la cellule humaine; Guy Fitzgerald, vétérinaire et fondateur de l'Union québécoise de réhabilitation des oiseaux de proie, reconnu pour son œuvre de conservation; Charles Tisseyre, animateur du magazine scientifique télévisé Découverte; Paulette C. Tremblay, directrice générale de L'Organisation nationale de la santé autochtone ayant pour mandat d'améliorer la santé et le bien-être des peuples Inuits, Métis et des Premières nations*).

B. BIOCHIMIE CELLULAIRE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** démontrer sa compréhension de la structure et des fonctions des macromolécules ainsi que des réactions biochimiques et des enzymes qui interviennent dans le métabolisme cellulaire.
- B2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, la structure et les fonctions des macromolécules impliquées dans les processus cellulaires.
- B3.** analyser les relations entre l'évolution des connaissances en biologie cellulaire, les besoins de la société, les innovations technologiques et les nouvelles carrières en biochimie.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** décrire la structure et les fonctions des principales macromolécules des organismes vivants, y compris les glucides, les lipides, les protéines et les acides nucléiques.
- B1.2** décrire le modèle de la structure mosaïque fluide des membranes cellulaires et expliquer la dynamique du transport passif ainsi que les processus d'exocytose et d'endocytose.
- B1.3** reconnaître les principaux groupements fonctionnels (*p. ex., hydroxyle, carboxyle, carbonyle, amine, phosphate*) présents dans les biomolécules et expliquer leur fonction.
- B1.4** décrire la structure chimique, le mécanisme et la dynamique des enzymes (*p. ex., site actif, site allostérique, complexe substrat-enzyme, spécificité des enzymes, rétroaction inhibitrice, compétition allostérique*) dans le métabolisme cellulaire.
- B1.5** décrire les quatre principales réactions biochimiques : réaction d'oxydoréduction, réaction d'hydrolyse, réaction de condensation et réaction de neutralisation (*p. ex., réactions impliquées dans la synthèse et la décomposition des macromolécules*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** analyser, expérimentalement ou à l'aide d'une simulation à l'ordinateur, le mouvement des molécules à travers une membrane (*p. ex.,*

diffusion du glucose, de l'amidon ou des protéines à travers une membrane de dialyse). [ER, AI]

- B2.2** illustrer, à l'aide de logiciels ou de modèles moléculaires, les structures chimiques des biomolécules, y compris les glucides, les lipides, les protéines et les acides nucléiques en repérant leurs groupements fonctionnels. [C]
- B2.3** effectuer des tests d'identification de macromolécules en laboratoire (*p. ex., déterminer la présence de glucides à l'aide du test de Benedict, et la présence de lipides à l'aide du test de Biebrich*). [ER]
- B2.4** analyser l'activité enzymatique en laboratoire en contrôlant les variables importantes et en adaptant ses techniques au besoin (*p. ex., déterminer les conditions optimales de l'activité enzymatique au niveau du pH, de la concentration ou de la température*). [P, ER, AI, C]
- B2.5** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *transport passif, exocytose, endocytose, site actif, site allostérique, complexe substrat-enzyme, rétroaction inhibitrice, compétition allostérique, oxydoréduction, hydrolyse, condensation, neutralisation*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- B3.1** identifier des exemples d'applications de l'activité enzymatique dans l'industrie agroalimentaire et l'industrie pharmaceutique (*p. ex., fabrication de produits laitiers à l'aide de micro-organismes; utilisation de levure dans la préparation du pain*).

Piste de réflexion : L'application d'enzymes dans la transformation de produits alimentaires peut contribuer à l'amélioration du goût, de l'apparence ou de la valeur diététique. Par exemple, la pectinase est utilisée pour réduire la turbidité des jus de fruits, en particulier les jus de pomme, de poire et de raisin. Cette enzyme est obtenue à partir d'une variété de micro-organismes des espèces *Aspergillus niger* et *Rhizopus oryzae*. Santé Canada permet également l'utilisation d'une enzyme pectinase produite à partir de l'*Aspergillus oryzae* génétiquement modifié.

Questions pour alimenter la discussion : Quel est le rôle des enzymes dans le processus de production des fromages? Quels sont les types d'enzymes utilisés dans la fabrication de sucres alimentaires tels que le sirop de fructose et la saccharose? Quel pourrait être le rôle de la lysine dans la prévention des cancers? Pourquoi la prise de comprimés de lactase permet-elle de réduire les symptômes de l'intolérance au lactose?

B3.2 expliquer comment les besoins de la société ont contribué au développement de nouvelles technologies (*p. ex., la nanotechnologie permet la conception de minuscules structures pouvant être utilisées en médecine; de nouvelles méthodes de traitement du cancer sont testées; les traceurs radioactifs sont maintenant couramment utilisés*) et carrières en biochimie (*p. ex., des chercheurs scientifiques tentent de trouver des traitements contre des maladies telles que le sida et l'hépatite C*).

Piste de réflexion : En 2004, l'Université Laurentienne a fondé le département de science médico-légale. Un diplôme obtenu dans ce domaine pourrait permettre notamment de travailler à la nouvelle installation de l'Unité d'identification médico-légale de la Police provinciale de l'Ontario, installation dotée d'outils modernes pour gérer les scènes de crime et traiter des éléments de preuves étayant les enquêtes.

Questions pour alimenter la discussion : Comment la recherche sur les bactériophages pourrait-elle aider à combattre le fléau montant des bactéries résistantes aux antibiotiques? Quelles professions sont sollicitées par les centres de cancérologie? Comment la recherche sur la nutrition et le cancer a-t-elle évolué au cours des dernières années?

C. PROCESSUS MÉTABOLIQUES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** décrire les réactions chimiques à la base des processus métaboliques cellulaires.
- C2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les processus métaboliques cellulaires de la photosynthèse et de la respiration cellulaire.
- C3.** mettre en évidence les liens entre l'avancement de la connaissance scientifique des processus métaboliques et les progrès technologiques, et reconnaître leur incidence sur la société et l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** décrire la séquence de transformation du glucose lors de la respiration cellulaire aérobie et anaérobie.
- C1.2** décrire les réactions photochimiques et le cycle de Calvin-Benson de la photosynthèse.
- C1.3** appliquer les lois de la thermodynamique à l'étude des transformations énergétiques qui s'opèrent dans la cellule lors de la photosynthèse et de la respiration cellulaire.
- C1.4** schématiser les transferts d'énergie s'opérant lors de la photosynthèse et de la respiration cellulaire.
- C1.5** comparer les transformations d'énergie et de matière associées aux processus de la respiration cellulaire (aérobie et anaérobie) et de la photosynthèse (*p. ex., comparer pour chaque processus le rôle de l'oxygène et celui des organites tels que les mitochondries et les chloroplastes*).
- C1.6** différencier la respiration aérobie et la respiration anaérobie, y compris la fermentation, selon leur chaîne de réaction et les limitations qui leur sont associées.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** déterminer expérimentalement les produits de la respiration cellulaire et interpréter les résultats obtenus. [P, ER, AI, C]
- C2.2** déterminer expérimentalement les produits de la photosynthèse et interpréter les résultats obtenus. [P, ER, AI, C]
- C2.3** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *glycolyse, cycle de Krebs, phosphorylation oxydative, photophosphorylation, respiration aérobie, respiration anaérobie, fermentation, chaîne de transport d'électrons, cycle de Calvin-Benson*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- C3.1** analyser des applications technologiques découlant de la connaissance scientifique des processus cellulaires (*p. ex., les connaissances acquises sur un micro-organisme particulier peuvent servir en biotechnologie dans l'industrie des pâtes et papiers ou dans le nettoyage des déversements de pétrole*). [AI, C]

Piste de réflexion : Une équipe de chercheurs de l'Université de Kyoto a développé un matériau qui pourrait être utilisé pour reproduire la photosynthèse de manière artificielle. Cette innovation pourrait permettre de synthétiser des sucres et de l'éthanol tout en réduisant la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Questions pour alimenter la discussion : En quoi consiste le processus de création de biogaz à partir de bactéries? La technologie de traitement anaérobie a servi par le passé à stabiliser des déchets de manière biologique; pourquoi l'intérêt envers cette technologie s'accroît-il? Pourquoi la dégradation de combustibles pétroliers est-elle plus importante en milieu tropical qu'en milieu arctique?

C3.2 évaluer l'influence de la compréhension des processus métaboliques cellulaires et de la technologie connexe sur la vie quotidienne (*p. ex., influences sur les décisions individuelles concernant les activités physiques, le régime alimentaire et l'utilisation de produits pharmaceutiques*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les personnes atteintes de diabète reçoivent une formation leur expliquant l'importance de l'insuline dans le processus métabolique. Elles peuvent contrôler leur diabète en maintenant un équilibre constant entre les médicaments, les aliments et l'exercice physique.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les effets de l'entraînement aérobic et de l'entraînement anaérobie sur la performance sportive? Quels sont les effets de la nicotine sur les processus métaboliques? Qu'est-ce qu'une maladie métabolique congénitale? Y a-t-il un lien entre le vieillissement et les processus métaboliques?

D. HOMÉOSTASIE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** décrire l'anatomie et la physiologie du système endocrinien, du système nerveux et du système excréteur, et expliquer les processus de contrôle qui assurent l'homéostasie.
- D2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les mécanismes de rétroaction qui maintiennent l'équilibre chimique et physique chez les organismes vivants.
- D3.** analyser des répercussions sur la société et la santé de certaines initiatives et réglementations liées à la consommation individuelle de produits naturels ou chimiques.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** décrire l'anatomie et la physiologie du système endocrinien, du système excréteur et du système nerveux et expliquer leur rôle dans le maintien de l'homéostasie.
- D1.2** expliquer l'action des hormones sur les mécanismes de rétroaction (*p. ex., expliquer les mécanismes de rétroaction exercés par les hormones mâles et femelles*).
- D1.3** analyser les processus homéostatiques associés au maintien de l'équilibre thermique, hydrique, ionique et acidobasique lors de stress et de traitements médicaux (*p. ex., décrire les mécanismes de rétroaction, le système tampon du sang lors d'exercices physiques, l'effet de la chimiothérapie sur la réponse homéostatique, et l'effet des substances allergènes sur l'homéostasie*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** concevoir et construire un modèle illustrant les composants essentiels du processus homéostatique (*p. ex., schématiser des mécanismes de rétroaction tels que la réponse immunitaire et l'ajustement de la glycémie*). [P, ER, AI, C]
- D2.2** concevoir et effectuer une expérience ou une étude de cas impliquant un mécanisme de rétroaction (*p. ex., examiner le comportement de la daphnie dans différents milieux*). [P, ER, AI, C]

D2.3 concevoir et effectuer une expérience ou une étude de cas impliquant un mécanisme de réponse à un stimulus externe chimique, physique ou lumineux (*p. ex., concevoir une expérience permettant d'étudier l'effet de l'intensité lumineuse sur le diamètre de la pupille en s'assurant d'inclure toutes les précautions et les procédures de sécurité*). [P, ER, AI, C]

D2.4 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *homéostasie, hypothermie, hyperthermie, osmorégulation, récepteur, effecteur, intégrateur, boucle de rétroaction, solution isotonique, solution hypotonique, solution hypertonique, glycémie, néphron, pH sanguin, ADH, hormone antagoniste, insuline, glucagon, SNP, SNC, neurone, neurotransmetteur, synapse, dendrite, axone, testostérone, œstrogène, hypophyse, thyroïdostimuline, corticostimuline, prolactine, épinephrine*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

D3.1 évaluer l'incidence physiologique et sociale de la consommation de produits naturels ou de substances chimiques visant à améliorer la performance sportive ou la santé (*p. ex., la consommation de stéroïdes produit des effets secondaires physiques et psychologiques sérieux; les bienfaits de l'augmentation des acides gras oméga-3 dans le régime alimentaire sont documentés dans plusieurs communications scientifiques*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'alcool est rarement considéré comme une drogue. Pourtant son principal ingrédient, l'éthanol, agit comme un dépresseur sur le cerveau. Une consommation quotidienne excessive d'alcool peut entraîner une perturbation de la vitesse psychomotrice, de la mémoire et de la capacité de raisonnement. Elle peut également causer des dommages au pancréas, aux reins et au foie.

Questions pour alimenter la discussion :

Comment les médicaments antidépresseurs agissent-ils sur le cerveau? Les médicaments disponibles en vente libre peuvent-ils affecter la capacité de conduire? La consommation de suppléments vitaminiques et de suppléments d'antioxydants a-t-elle un effet sur la santé? Quels sont les effets de l'hormonothérapie dans le traitement de la ménopause?

D3.2 évaluer des initiatives et des enjeux liés au système médical canadien, à la réglementation connexe et à la santé individuelle (*p. ex., le Guide alimentaire canadien destiné aux Premières nations, aux Métis et aux Inuits reflète les traditions et les choix alimentaires des autochtones; une perte progressive et irréversible de fonction d'un greffon est l'obstacle majeur qui s'oppose à la survie indéfinie des organes transplantés*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La consommation de certains produits pharmaceutiques tels que la pilule anticonceptionnelle est responsable du rejet d'œstrogènes dans les plans d'eau, par le biais des eaux usées. Les systèmes hormonaux des poissons et des grenouilles étant semblables à ceux des humains, l'œstrogène actif agit également comme contraceptif sur ces espèces, ce qui pourrait entraîner leur disparition. Toute ordonnance devrait être justifiée étant donné les impacts environnementaux possibles.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les effets potentiellement néfastes de produits fabriqués à partir de bisphénol A tels que les biberons en plastique et les bouteilles d'eau? Le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail informe le public sur des maladies professionnelles auxquelles les travailleurs sont exposés; quels sont des métiers à risques pour des maladies telles que l'asthme, les dermatites et les allergies au latex?

E. GÉNÉTIQUE MOLÉCULAIRE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** décrire les principales découvertes ayant contribué à l'évolution de la génétique moléculaire et expliquer les mécanismes d'expression génétique, de réplication de l'ADN, de la synthèse des protéines et des mutations, ainsi que des techniques de base du génie génétique.
- E2.** analyser des processus cellulaires en appliquant la méthode scientifique.
- E3.** analyser des enjeux environnementaux, sociaux et éthiques de l'avancement des recherches scientifiques en génomique.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** expliquer la réplication de l'ADN et décrire les mécanismes de correction des erreurs lors de la transcription.
- E1.2** comparer la structure et la fonction de l'ADN à celles de l'ARN et expliquer leur rôle dans la synthèse protéique.
- E1.3** expliquer les étapes de la synthèse protéique et les mécanismes de contrôle de l'expression génétique par les protéines régulatrices (*p. ex., décrire l'expérience de Jacob-Monod*).
- E1.4** identifier des causes de mutations (*p. ex., mutation ponctuelle, mutation par déphasage*) et des mutagènes (*p. ex., produits chimiques tels que le benzopyrène présent dans la fumée de cigarette et le dichlorométhane, un solvant couramment utilisé; rayonnements électromagnétiques tels que les rayons ultraviolets et les rayons X*).
- E1.5** résumer les principales découvertes ayant contribué au développement de la génétique moléculaire (*p. ex., découvertes de Frederick Griffith, James Watson, Francis Crick, Alfred Hershey, Martha Chase*).
- E1.6** reconnaître des techniques de base du génie génétique utilisées dans des applications industrielles et agricoles (*p. ex., clonage d'un gène, analyse de la séquence de bases azotées d'un gène, méthode de la réaction de polymérisation en chaîne [RPC], électrophorèse*).

- E1.7** décrire le rôle des constituants cellulaires essentiels en biotechnologie (*p. ex., plasmide, enzyme de restriction, ADN recombinant, vecteur*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- E2.1** interpréter le code génétique d'un organisme à partir d'une simulation à l'ordinateur ou du modèle d'un segment d'ADN (*p. ex., comparer la séquence des bases azotées d'un brin d'ADN pour une protéine; repérer une anomalie ou une mutation dans la séquence d'un gène responsable d'une maladie génétique*). [AI]
- E2.2** analyser en laboratoire ou par simulation à l'ordinateur les constituants cellulaires associés à la synthèse protéique (*p. ex., extraire des acides nucléiques; comparer les protéines d'espèces apparentées; séparer par électrophorèse des polypeptides de différentes grosseurs*). [P, ER, AI]
- E2.3** extraire l'ADN d'un échantillon biologique animal (*p. ex., thymus de veau*) ou végétal (*p. ex., kiwi, poire, pois, oignon, banane*) en laboratoire. [P, ER]
- E2.4** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *ADN polymérase, transcription, traduction, acide aminé, polypeptide, enzyme, ADN transcriptase, ARNm, ARNt, ribosome, enzyme de restriction*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

E3.1 analyser des enjeux environnementaux, économiques et sociaux liés à la génomique (*p. ex., la thérapie génique pourrait permettre de soigner des maladies génétiques et acquises, en remplaçant des gènes défectueux par des gènes normaux*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le clonage permet de reproduire les meilleures bêtes et d'accroître les produits et la rentabilité. Toutefois, les chercheurs constatent que les animaux clonés souffrent d'insuffisance respiratoire, ont un faible système immunitaire et vieillissent prématurément.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont des impacts sociaux possibles de l'établissement par les scientifiques d'une carte de gènes susceptibles d'améliorer la performance sportive actuellement réalisée?

E3.2 analyser des questions éthiques relevant de la génomique et évaluer le bien-fondé de légiférer ce domaine (*p. ex., le clonage humain est interdit au Canada en vertu de la Loi sur la procréation assistée; Santé Canada et l'Agence canadienne d'inspection des aliments ont la responsabilité partagée de réglementer les produits issus de la biotechnologie; l'Énoncé de politique des trois Conseils fournit notamment un cadre éthique aux recherches en génétique avec des êtres humains*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le Canada possède l'une des lois les plus complètes sur la preuve par l'ADN et a mis sur pied une banque de données des empreintes génétiques des personnes reconnues coupables d'un crime grave.

Questions pour alimenter la discussion : La portée des droits de propriété intellectuelle (DPI) sur la matière vivante favorise-t-elle les institutions et les chercheurs aux dépens des agriculteurs et des collectivités autochtones? Les organismes génétiquement modifiés sont-ils sans danger pour la santé et l'environnement? Pourquoi est-il important de protéger la confidentialité des résultats de tests génétiques et des informations génétiques d'une personne?

F. POPULATIONS ET ÉCOSYSTÈMES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** expliquer les facteurs qui influent sur la croissance de diverses populations d'espèces.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les interrelations entre les populations d'un écosystème.
- F3.** évaluer l'impact de la croissance démographique et d'initiatives gouvernementales sur les populations et la biodiversité.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- F1.1** expliquer les concepts d'interaction tels que la compétition, la prédation, les mécanismes de défense et les relations symbiotiques entre diverses espèces.
- F1.2** décrire des caractéristiques d'une population telles que la taille, la densité, la répartition, la croissance et la capacité limite de l'habitat.
- F1.3** expliquer les fluctuations d'une population sous l'effet de certains facteurs tels que la fécondité, la prédation et la capacité limite de l'habitat.
- F1.4** expliquer la production, la distribution et l'utilisation des ressources alimentaires en se servant des exemples de la pyramide d'énergie.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- F2.1** expliquer, à l'aide de modèles conceptuels et mathématiques, la variation démographique de diverses espèces d'un écosystème (*p. ex., interpréter des courbes de croissance exponentielle, sigmoïde et sinusoidale de diverses populations*). [AI, C]
- F2.2** déterminer, expérimentalement ou à l'aide de simulations par ordinateur, les caractéristiques de croissance de deux populations en interaction (*p. ex., examiner la dynamique de populations d'un prédateur et de sa proie; étudier la compétition entre deux prédateurs pour la même proie*). [P, ER, AI, C]

F2.3 analyser, à l'aide de la hiérarchie écologique des organismes vivants, les effets d'un changement physique ou social d'une population sur l'ensemble des populations du milieu (*p. ex., examiner les effets de l'élimination d'espèces de poissons indigènes par les lamproies; décrire les effets de l'introduction des moules zébrées dans les Grands Lacs*). [AI]

F2.4 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *compétition, prédation, symbiose, parasitisme, mutualisme, commensalisme, densité, répartition, taille, croissance, capacité limite, fécondité, fluctuation d'une population, pyramide d'énergie, empreinte écologique, croissance démographique, hiérarchie écologique*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

F3.1 évaluer l'importance des programmes de protection et de surveillance des populations (*p. ex., surveillance écologique des milieux marins côtiers, Système canadien d'information sur la biodiversité, Réseau d'évaluation et de surveillance écologique [RESE], programme de surveillance scientifique communautaire Attention Nature, parcs nationaux, réserves marines*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) est responsable de l'évaluation du statut de conservation des espèces en danger de disparition au Canada. Les membres du COSEPAC sont des experts en écologie, en génétique, en gestion des espèces sauvages et des pêches, en taxinomie, en évaluation des risques et en connaissances traditionnelles autochtones. Le COSEPAC étudie le statut de conservation d'espèces canadiennes présumées en péril telles que les amphibiens, les reptiles, les poissons, les oiseaux, les mammifères, les plantes, les mollusques et les arthropodes.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont les catégories de la classification des espèces en péril au Canada? Pourquoi est-il important de restaurer et de préserver les milieux humides? Quels sont les objectifs de missions scientifiques telles que Cape Farewell et Sedna?

F3.2 évaluer l'impact de la croissance démographique et des développements technologiques sur la biodiversité (*p. ex., l'utilisation de pesticides a eu des effets dévastateurs sur les populations de pygargues à tête blanche dans plusieurs régions canadiennes; la surpêche menace la biodiversité marine*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La prolifération de cyanobactéries dans les plans d'eau du Canada est due en grande partie à l'apport de phosphore par des activités domestiques, forestières, agricoles et municipales. Certaines cyanobactéries produisent des toxines et posent un risque à la santé publique. De plus, leur prolifération peut causer la disparition d'autres types d'algues microscopiques provoquant un déséquilibre au niveau des chaînes alimentaires et de la biodiversité.

Questions pour alimenter la discussion : Pourquoi l'alimentation végétarienne est-elle considérée environnementale? Quels sont les effets de la fragmentation des habitats sur certaines populations? Comment la pollution de l'eau affecte-t-elle la biodiversité dans diverses régions du monde?

CHIMIE

Chimie, 11^e année

cours préuniversitaire

SCH3U

Ce cours porte sur les concepts et les théories qui forment la base de la chimie moderne. L'élève étudie les propriétés chimiques de composés solides, liquides et gazeux, examine les réactions et les rapports quantitatifs entre ceux-ci, et évalue les impacts sociaux et environnementaux résultant de la fabrication de nouveaux produits et de l'application de nouveaux processus chimiques. Le cours met également l'accent sur l'importance de la chimie dans les autres disciplines scientifiques.

Préalable : Sciences, 10^e année, cours théorique

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines de la matière, des réactions chimiques, des solutions et de la chimie atmosphérique.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

- A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.
- A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.
- A1.3** planifier une expérience (*p. ex., sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.
- A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

- A1.5** effectuer une expérience en laboratoire, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.
- A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., balance électronique, cylindre gradué, pipette graduée, pHmètre, sonde*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

- A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., porter des lunettes de protection*).

Analyse et interprétation [AI]

- A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*) ou de l'information recueillie ou la solution à un problème.
- A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).

- A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

- A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., diagramme, tableau, graphique, structure de Lewis, équation chimique*).
- A1.12** communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de la matière, des réactions chimiques, des solutions et de la chimie atmosphérique, et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., ingénieure ou ingénieur chimiste, océanologue, pharmacienne ou pharmacien, technicienne ou technicien du contrôle de la qualité de l'eau*).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable dans le domaine de la chimie (*p. ex., Jerome O. Nriagu, géochimiste reconnu mondialement pour ses recherches sur les polluants atmosphériques de source anthropique; André B. Charette, chercheur de renommée internationale en chimie de synthèse; Jillian Buriak, chercheuse émérite dirigeant le groupe des matériaux et de chimie interfaciale de l'Institut national de nanotechnologies; Raymond U. Lemieux, réalisateur de la première synthèse chimique du saccharose avec le chercheur suisse George Huber*).

B. MATIÈRE ET LIAISONS CHIMIQUES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** décrire les rapports existant entre les tendances périodiques, les types de liaisons chimiques et les propriétés des composés ioniques et moléculaires.
- B2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, divers types de réaction et l'activité chimique des réactifs tout en représentant la structure des produits chimiques et la nature de leurs liaisons.
- B3.** évaluer des répercussions de l'utilisation ou de la consommation de produits chimiques sur l'environnement et la santé.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** décrire les relations entre le numéro atomique, le nombre de masse, la masse atomique, l'isotope et le radio-isotope.
- B1.2** exprimer la relation entre la teneur isotopique et la masse atomique relative.
- B1.3** décrire la loi périodique et préciser comment la configuration électronique et les forces internes des atomes peuvent expliquer les tendances périodiques telles que le rayon atomique, l'énergie d'ionisation, l'électronégativité et l'affinité électronique.
- B1.4** établir le rapport entre la réactivité d'une série d'éléments et leur position dans le tableau périodique (*p. ex., comparer la réactivité de métaux d'un même groupe ou d'une même période; comparer la réactivité de non-métaux d'une même famille*).
- B1.5** décrire la formation de liaisons ioniques covalentes et covalentes polaires et les propriétés des produits qui en résultent.
- B1.6** distinguer les composés ioniques et les composés covalents selon leurs propriétés physiques.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** analyser des données se rapportant à des propriétés d'éléments telles que les énergies de première ionisation ou les rayons atomiques

pour en dégager les tendances périodiques. [AI]

- B2.2** établir expérimentalement une série d'activités d'éléments (*p. ex., métaux*). [ER, AI]
- B2.3** représenter diverses molécules contenant des liaisons simples, doubles ou triples en traçant leur structure de Lewis. [C]
- B2.4** construire des modèles moléculaires pour représenter des liaisons simples et multiples, et les structures ioniques cristallines (*p. ex., CO₂, H₂O, NaCl*). [C]
- B2.5** utiliser la formule moléculaire et l'appellation juste de composés ioniques et moléculaires binaires et ternaires, y compris ceux à valences multiples, ainsi que des hydrocarbures simples, cycliques et ramifiés (alcane, alcène et alcyne) en appliquant les règles de l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) et celles du système de la nomenclature traditionnelle, et reconnaître un composé par sa formule chimique. [C]
- B2.6** prédire la polarité d'une liaison covalente et le caractère ionique d'une liaison chimique en utilisant les indices d'électronégativité. [AI]
- B2.7** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *électronégativité, liaison chimique, tendance périodique, particule subatomique, notation chimique, électron de valence, niveau d'énergie, période, groupe, réactif, ion, cation, anion, ion polyatomique, molécule diatomique, point de fusion, conductivité, solubilité, doublet libre, doublet liant, charge partielle, règle de la somme nulle, nombre d'oxydation*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

B3.1 évaluer l'impact sur l'environnement de substances chimiques utilisées dans des produits d'usage courant (*p. ex., métal lourd, alliage, fertilisant, pesticide, produit nettoyant*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La peinture antisalissure appliquée sur les coques de bateaux contient des métaux lourds qui constituent des substances toxiques pour les organismes aquatiques tels que le saumon et les mollusques. L'eau usée et les résidus solides résultant du lavage et du sablage de la peinture antisalissure des coques de bateaux sont considérés comme des substances nocives. Il est de la responsabilité des propriétaires de bateaux de s'assurer qu'aucun déchet ne pénètre le milieu aquatique.

Questions pour alimenter la discussion : La prolifération de cyanobactéries dans les plans d'eau du Canada est due à l'utilisation de quels types de produits? Quels sont les impacts environnementaux de la prolifération de cyanobactéries? Les dioxines et les furanes sont des sous-produits du blanchiment au chlore dans les usines de pâtes et papiers; quels sont les effets de ces composés sur les écosystèmes?

B3.2 évaluer des initiatives visant à réduire l'impact des produits chimiques sur la santé (*p. ex., consommer des aliments biologiques pour réduire l'exposition aux pesticides; consommer des produits de la pêche modérément pour ne pas entraîner une contamination par des métaux lourds*). [AI, C]

Piste de réflexion : Le gouvernement du Canada a tenu une consultation publique pour déterminer s'il faut interdire l'importation, la vente et la publicité des biberons de polycarbonate qui contiennent du bisphénol A. Certains groupes de recherche associent le bisphénol A à divers problèmes de santé tels que le cancer et l'obésité.

Questions pour alimenter la discussion : Quels types de peinture représentent un choix moins nocif pour les enfants? Devrait-on utiliser un nettoyant pour débarasser les fruits et les légumes des résidus de pesticides? Pourquoi l'exportation de l'amiante par le Canada est-elle largement critiquée par plusieurs groupes d'intérêts? Quels sont les risques d'utiliser des poêlons à base de téflon, de la crème solaire à base de PABA, ou de l'insectifuge à base de DEET?

C. RÉACTIONS CHIMIQUES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** distinguer entre les réactions de synthèse, de décomposition, de déplacement simple, de déplacement double et de combustion ainsi que les modèles et les équations qui servent à les représenter.
- C2.** effectuer des expériences permettant d'observer des réactions de synthèse, de décomposition, de déplacement simple, de déplacement double et de combustion en laboratoire, et analyser les résultats obtenus.
- C3.** présenter des procédés industriels et des mesures individuelles visant à réduire les risques pour la santé et l'environnement posés par certaines réactions chimiques.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** reconnaître que le type de réaction chimique (*p. ex., réactions de synthèse, de décomposition, de déplacement simple, de déplacement double, de combustion*) dépend de la nature des réactifs.
- C1.2** identifier les produits d'une réaction de synthèse et prédire la réaction de décomposition correspondante (*p. ex., réaction d'un oxyde métallique ou non métallique avec de l'eau*).
- C1.3** déterminer une réaction de déplacement simple en utilisant la série d'activités des métaux et des halogènes.
- C1.4** prédire les produits d'une réaction de déplacement double (*p. ex., formation d'un précipité, réaction de neutralisation*).
- C1.5** distinguer les réactions de combustion complète et incomplète et préciser les conditions de leur production.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** représenter des réactions de synthèse, de décomposition, de déplacement simple, de déplacement double et de combustion sous la forme d'équations chimiques équilibrées. [C]

- C2.2** prédire les produits de réactions de synthèse, de décomposition, de déplacement simple, et de déplacement double en équilibrant leurs équations chimiques et vérifier ses prédictions expérimentalement. [P, ER, AI, C]

- C2.3** effectuer, en laboratoire, des réactions de combustion complète et incomplète et les représenter sous forme d'équations chimiques équilibrées. [ER, AI, C]

- C2.4** concevoir une expérience pour identifier les produits d'une réaction de déplacement simple et écrire l'équation chimique équilibrée de la réaction. [P, ER, AI, C]

- C2.5** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *formule chimique, loi de la conservation de la masse, coefficient, indice, oxyde, soluble, insoluble, solution aqueuse, tableau de solubilité*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- C3.1** présenter des initiatives ou des procédés chimiques industriels visant à protéger la santé et l'environnement (*p. ex., neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier, programme national de surveillance des résidus chimiques des aliments, augmentation de la quantité de fibres recyclées dans la fabrication du papier*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La chimie des emballages consiste à concevoir des emballages qui protègent les aliments de l'oxygène et des rayons ultraviolets pour empêcher les réactions chimiques d'altérer leur goût. Par exemple, les croustilles sont dans des sacs munis de parois d'aluminium qui contiennent de l'azote, les pâtes alimentaires sont entourées de gaz carbonique et d'azote et d'autres aliments sont emballés sous vide.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les procédés chimiques utilisés dans le traitement de l'eau potable et des eaux usées? Comment les réactions chimiques permettent-elles d'éteindre divers types d'incendies? L'élimination, la séparation et la destruction sont des techniques d'assainissement qui éliminent ou réduisent la quantité de contaminants des sites contaminés; quel est le rôle des réactions chimiques dans ces processus?

- C3.2** préparer un plan de manipulation et d'élimination sécuritaire des produits chimiques à la maison, à l'école ou à un lieu de travail.
[ER, AI, C]

Piste de réflexion : En cas de déversement de produits chimiques, il est recommandé d'avoir le matériel suivant à portée de main : équipement de protection individuel tel que lunettes protectrices et gants résistants aux agents chimiques; tampons absorbants pour acides, bases, huiles et solvants; sacs ou contenants robustes en plastique, pelle et brosse; agents neutralisants pour l'acide et pour les substances caustiques.

Questions pour alimenter la discussion : Pourquoi est-il dangereux de laisser traîner une pile de chiffons imbibés de solvant? Pourquoi les fines particules de poussière représentent-elles un danger d'explosion? Quels sont les risques associés à l'utilisation de solutions concentrées? Quels sont des dangers inhérents au métier de pompier?

D. QUANTITÉS ET RÉACTIONS CHIMIQUES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** expliquer le concept de la mole et décrire son importance dans l'analyse des systèmes chimiques.
- D2.** effectuer des expériences et des calculs qui portent sur les rapports quantitatifs d'équations chimiques équilibrées.
- D3.** expliquer l'importance des rapports quantitatifs entre diverses substances chimiques utilisées à domicile ou dans l'industrie et évaluer les enjeux de leur utilisation.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** expliquer la loi des proportions définies.
- D1.2** distinguer la formule empirique de la formule moléculaire d'un composé.
- D1.3** expliquer le concept de la mole et du nombre d'Avogadro ainsi que la relation entre la mole et la masse molaire.
- D1.4** établir les rapports quantitatifs d'une équation chimique équilibrée (*p. ex., rapport en moles, en grammes, en atomes, en ions ou en molécules*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** calculer la teneur d'un composé en pourcentage à partir de données expérimentales, de sa formule moléculaire et d'un tableau de masses relatives (*p. ex., calculer la composition massique d'un hydrate*). [ER, AI]
- D2.2** déterminer la formule empirique et la formule moléculaire d'un composé selon son pourcentage de composition ou la masse de ses éléments ainsi que sa masse molaire. [ER, AI, C]
- D2.3** résoudre des problèmes impliquant des moles, des masses et des masses molaires et exprimer les résultats de ses calculs en notation scientifique. [P, ER, AI, C]

D2.4 calculer la quantité de produit formé à partir d'une masse ou d'une quantité de moles correspondantes pour un réactif ou déterminer la quantité de réactif pour former une quantité donnée de produit. [P, ER, AI, C]

D2.5 résoudre des problèmes sur les pourcentages de rendement et les réactifs limitants. [P, ER, AI, C]

D2.6 comparer le rendement expérimental d'une réaction à son rendement théorique et suggérer des sources d'erreur possibles (*p. ex., réaction du fil de fer dans une solution de sulfate de cuivre II*). [P, ER, AI, C]

D2.7 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *particule, échantillon, unité, rapport massique, mole, rapport molaire, chiffre significatif, stœchiométrie, pourcentage de rendement, pourcentage massique, composé hydraté, composé anhydre, pourcentage d'erreur, réactif en excès, réactif limitant*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

D3.1 présenter des exemples de la vie courante qui démontrent l'importance de l'analyse des rapports quantitatifs (*p. ex., ingrédients d'une recette, posologie d'un médicament, composition des engrais, traitement de l'eau, usine d'assemblage*). [AI, C]

Piste de réflexion : Les bijoux en or ne sont pas constitués d'or pur puisque le métal est trop mou pour être utilisé en joaillerie. Le concept de carats a été inventé au XIV^e siècle pour faciliter le commerce de l'or : l'or pur est de l'or à 24 carats alors que les bijoux sont majoritairement des alliages de fractions 18/24 (pour l'or à 18 carats) et 14/24 (pour l'or à 14 carats). Les métaux les plus fréquemment utilisés dans l'alliage sont le cuivre, le nickel et l'argent.

Questions pour alimenter la discussion :

Pourquoi est-il important de respecter le pourcentage de mélange d'huile et d'essence dans certains types de moteur? Quelles unités utilise-t-on pour mesurer les taux de pollen dans l'air et pourquoi cette information est-elle diffusée par les médias d'information météorologique? De quels critères tient-on compte lors de la prescription d'une dose de médicaments?

D3.2 évaluer des enjeux sociaux, technologiques et environnementaux liés à la nature quantitative des réactions chimiques (*p. ex., la surcharge d'une batterie entraîne une diminution d'électrolyte et l'oxydation des électrodes; une longue période d'activité physique entraîne une perte d'électrolytes qui doivent être remplacés; le rôle d'un engrais chimique est étroitement lié à sa teneur en éléments nutritifs*).
[P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Chaque substance pétrolière renferme un marqueur biologique consistant en un composé chimique qui ne se décompose pas facilement et qui identifie le produit de façon unique. Cette signature des produits pétroliers permet aux scientifiques d'élaborer des analyses chimiques pour déterminer la probabilité que deux échantillons représentent le même produit pétrolier. Ce procédé permet de déterminer la provenance d'un déversement.

Questions pour alimenter la discussion :

Comment l'analyse scientifique d'une substance chimique permet-elle d'évaluer les risques possibles pour la santé ou l'environnement? Quelles sont les analyses de laboratoire standard et les nouvelles techniques d'étude sur le terrain utilisées pour caractériser les sites contaminés?

E. SOLUTIONS ET SOLUBILITÉ

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** démontrer sa compréhension des propriétés des solutions, du concept de la concentration et de l'importance de l'eau comme solvant.
- E2.** effectuer en laboratoire des expériences qui portent sur les solutions et résoudre des problèmes s'y rapportant en manipulant diverses données.
- E3.** évaluer l'impact d'activités humaines et de diverses technologies sur la qualité de l'eau.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** expliquer l'importance de l'eau comme solvant et préciser certaines de ses propriétés particulières (*p. ex., liaison hydrogène, polarité*).
- E1.2** expliquer la formation d'une solution impliquant la dissolution dans l'eau de substances ioniques ou non ioniques (*p. ex., chlorure de sodium ou oxygène dans l'eau*) et la dissolution de solutés non polaires dans des solvants non polaires (*p. ex., graisses dans de l'essence ou de l'huile végétale*).
- E1.3** décrire l'effet de la température sur la solubilité d'un gaz, d'un liquide et d'un solide dans l'eau.
- E1.4** déterminer, en utilisant les règles de solubilité, diverses combinaisons de solutions aqueuses qui réagissent pour former un précipité.
- E1.5** énoncer les définitions d'un acide et d'une base selon les théories d'Arrhenius.
- E1.6** distinguer de manière qualitative les bases et les acides forts et faibles en fonction de leur degré d'ionisation.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- E2.1** résoudre divers problèmes portant sur la concentration des solutions et exprimer ses résultats en notation scientifique et selon différentes unités de concentration (*p. ex., mol/L, g/100 mL, parties par million (ppm), parties par milliard (ppb), pourcentage de masse, pourcentage de volume*). [P, ER, AI, C]

- E2.2** préparer des solutions selon une concentration spécifiée en dissolvant un soluté solide ou en diluant une solution concentrée. [ER]
- E2.3** déterminer expérimentalement les propriétés qualitatives et quantitatives de solutions (*p. ex., analyse qualitative des ions dissous et construction d'une courbe de solubilité*) et résoudre des problèmes à partir des données obtenues. [P, ER, AI, C]
- E2.4** représenter des réactions de précipitation par leurs équations ioniques nettes. [C]
- E2.5** représenter, sous forme d'équations chimiques équilibrées, diverses réactions chimiques des acides et des bases (*p. ex., réactions de dissociation, de déplacement, de neutralisation*). [AI, C]
- E2.6** effectuer des calculs stœchiométriques impliquant des données relatives aux solutions et exprimer ses résultats en notation scientifique. [P, ER, AI, C]
- E2.7** déterminer la concentration d'un acide ou d'une base par titrage (*p. ex., l'acide acétique dans le vinaigre*). [P, ER, AI]
- E2.8** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *composition variable, miscible, dipôle, eau douce, eau dure, ion hydroxyde, ion hydrogène, ion spectateur, indicateur acidobasique, point d'équivalence, point de virage, force d'attraction, liaison hydrogène, ion hydraté, solution étalon, ménisque, échange ionique, adoucisseur d'eau*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

E3.1 décrire la nature et la provenance de divers polluants de l'eau (*p. ex., lessivage des produits biologiques provenant des fermes, lixiviation des déchets enfouis*) et indiquer les concentrations acceptables de polluants métalliques et organiques dans l'eau potable. [AI, C]

Piste de réflexion : La majorité de la population ontarienne est alimentée en eau potable par un réseau d'eau municipal qui contrôle et analyse la qualité de l'eau en obéissant à des règles strictes. Cependant, les foyers et entreprises approvisionnés par d'autres sources telles que des puits privés devraient faire analyser leur eau au moins trois fois par année ainsi qu'après une inondation ou des travaux de plomberie.

Questions pour alimenter la discussion :

Comment les eaux souterraines et les eaux de surface deviennent-elles contaminées? Y a-t-il encore des endroits au Canada où les eaux usées des municipalités sont rejetées directement dans les cours d'eau? Comment les géomembranes empêchent-elles le lixiviat de s'échapper des sites d'enfouissement?

E3.2 analyser des enjeux technologiques (*p. ex., procédés utilisés pour purifier l'eau afin de la rendre potable, méthodes d'adoucissement de l'eau*) et sociaux liés à l'accès à l'eau potable (*p. ex., l'emballage et le transport de l'eau en bouteille ont des répercussions économiques et environnementales*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Selon l'UNICEF et l'Organisation mondiale de la santé, 87 % de la population mondiale a accès à des sources d'approvisionnement en eau potable et on prévoit que d'ici 2015, plus de 90 % y auront accès. Toutefois, dans certains pays en développement comme la Chine, l'accès à l'eau potable reste très inégal et est menacé par des déversements de produits chimiques et par la sécheresse.

Questions pour alimenter la discussion : Quel est l'impact de technologies de purification de l'eau telles que l'unité mobile de purification de l'eau, une nouvelle technologie canadienne, utilisée lors de l'inondation de 2008 au Bangladesh? Quel est le principe de fonctionnement des désalinisateurs utilisés en navigation côtière? Quelles méthodes de purification d'eau les voyageurs peuvent-ils utiliser afin d'éviter de contracter des maladies?

F. GAZ ET CHIMIE ATMOSPHÉRIQUE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** expliquer les lois régissant le comportement des gaz.
- F2.** déterminer expérimentalement le rapport entre la pression, le volume et la température des gaz et résoudre des problèmes qui portent sur les lois des gaz et leur volume ainsi que la quantité de matière en moles et en masse molaire.
- F3.** évaluer des répercussions sociales, économiques et environnementales résultant de la pollution atmosphérique ainsi que des initiatives individuelles, gouvernementales et non gouvernementales pour préserver la qualité de l'air.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- F1.1** identifier les composantes principales et secondaires de l'atmosphère.
- F1.2** expliquer les différents états de la matière en fonction des forces entre les atomes, les molécules et les ions.
- F1.3** décrire l'état gazeux de la matière à l'aide de la théorie cinétique moléculaire, en fonction du degré de désordre des atomes et des types de mouvements des atomes et des molécules.
- F1.4** décrire, pour un gaz parfait, le rapport quantitatif entre la pression, le volume, la température et la quantité de matière.
- F1.5** expliquer la loi des pressions partielles de Dalton.
- F1.6** énoncer l'hypothèse d'Avogadro et reconnaître sa contribution à l'approfondissement des connaissances sur le comportement des gaz.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- F2.1** exprimer, en utilisant les unités appropriées, la pression (*p. ex., pascals [Pa], kilopascals [kPa], atmosphères [atm], millimètres de mercure [mm Hg]*) et la température (*p. ex., degrés Celsius [°C], kelvins [K]*). [C]

- F2.2** déterminer expérimentalement la relation mathématique et graphique entre le volume, la température et la pression d'un gaz parfait. [P, ER, AI, C]

- F2.3** résoudre des problèmes quantitatifs sur le comportement des gaz parfaits, en appliquant la loi de Boyle-Mariotte, la loi de Charles, la loi combinée des gaz, la loi de Gay-Lussac, la loi des pressions partielles de Dalton et la loi des gaz parfaits, et exprimer ses résultats en notation scientifique. [P, ER, AI, C]

- F2.4** effectuer, à partir d'équations chimiques équilibrées comprenant des gaz, des calculs stœchiométriques afin de déterminer le montant de matière dans une quantité de moles, d'atomes, de molécules, de masses et de volumes, et exprimer ses résultats en notation scientifique. [C]

- F2.5** déterminer expérimentalement le volume molaire d'un gaz (*p. ex., par la réaction du magnésium avec de l'acide chlorhydrique*). [P, ER, AI]

- F2.6** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *température et pression normale (TPN), volume molaire, système fermé, pression atmosphérique, zéro absolu, loi générale des gaz, température ambiante et pression normale (TAPN), ozone, chlorofluorocarbène (CFC), gaz comprimé*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

F3.1 déterminer l'origine de divers types de polluants atmosphériques (*p. ex., suie, gaz à effet de serre, ozone troposphérique et stratosphérique, monoxyde de carbone, chlorofluorocarbure*) ainsi que leurs impacts sur la santé, l'économie et l'environnement (*p. ex., les oxydes d'azote rejetés dans l'atmosphère lors de processus industriels se transforment en acide nitrique qui forme des dépôts acides; l'amincissement de la couche d'ozone pourrait être responsable de l'incidence accrue des cataractes et des cancers cutanés*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'utilisation de moyens de transport à consommation élevée de carburant contribue à l'accroissement de polluants atmosphériques responsables du smog et des dépôts acides. La pollution atmosphérique est associée à des troubles comme l'asthme, les maladies cardiovasculaires et les décès prématurés, et les dépôts acides affectent les écosystèmes aquatiques et forestiers.

Questions pour alimenter la discussion :

Quelles sont les sources des composés organiques volatils et pourquoi comportent-ils des risques pour la santé? Quels sont les avantages de la valorisation énergétique des biogaz produits dans les sites d'enfouissement?

F3.2 évaluer des initiatives individuelles, gouvernementales et non gouvernementales au Canada visant à améliorer la qualité de l'air (*p. ex., Air pur Ontario; réduction des émissions du système d'échappement des véhicules; construction de bâtiments écologiques; achat de crédits carbone pour réduire son empreinte écologique; alertes au smog pour prévenir la population des dangers inhérents à la pollution atmosphérique*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : En 2003, Environnement Canada en partenariat avec l'Université de Toronto et l'Agence spatiale canadienne a lancé le spectrophotomètre MAESTRO dans le but de mesurer les pertes d'ozone dans l'Arctique. L'instrument en orbite mesure les gaz, les particules et les produits chimiques de l'atmosphère, notamment l'ozone, le monoxyde de brome et le dioxyde d'azote.

Questions pour alimenter la discussion : Que fait le gouvernement pour lutter contre la pollution atmosphérique provenant d'autres pays? Pourquoi les toitures végétales permettent-elles de lutter contre le smog et les îlots de chaleur urbains? Comment peut-on se protéger des rayons ultraviolets? Pourquoi faut-il éviter de faire de l'exercice à l'extérieur les jours de smog?

Chimie, 12^e année

cours préuniversitaire

SCH4U

Ce cours permet à l'élève d'approfondir ses connaissances en chimie par l'étude de la chimie organique, de la cinétique chimique et de la thermochimie, des systèmes chimiques et de l'équilibre, de l'électrochimie, et des propriétés et des structures atomiques et moléculaires. Ce cours permet aussi à l'élève d'améliorer ses capacités de résolution de problèmes, ses habiletés en recherche scientifique et son aptitude à communiquer dans un cadre scientifique. Le cours met l'accent sur l'importance de la chimie dans la vie quotidienne et sur l'évaluation de l'incidence de la technologie chimique sur l'environnement.

Préalable : Chimie, 11^e année, cours préuniversitaire

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines de la chimie organique, des structures chimiques, de la thermochimie, des systèmes chimiques et de l'électrochimie.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

- A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.
- A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.
- A1.3** planifier une expérience (*p. ex., sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.
- A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

- A1.5** effectuer une expérience en laboratoire, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.
- A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., balance électronique, cylindre gradué, pipette graduée, pHmètre, sonde*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

- A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., porter des lunettes de protection*).

Analyse et interprétation [AI]

- A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*) ou de l'information recueillie ou la solution à un problème.
- A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).
- A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

- A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., diagramme, tableau, graphique, structure de Lewis, équation chimique, nomenclature de l'Union internationale de chimie pure et appliquée [UICPA]*).
- A1.12** communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de la chimie organique, des structures chimiques, de la thermochimie, des systèmes chimiques et de l'électrochimie, et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (p. ex., *analyste de laboratoire, pharmacienne ou pharmacien, ingénieure ou ingénieur chimiste*).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable dans les domaines de la chimie dans le cadre de leur travail (p. ex., *Richard Bader, concepteur de cartes de densité électronique pour les petites molécules; R. J. LeRoy, inventeur de la technique mathématique de détermination du rayon atomique, appelée le rayon LeRoy; Margaret-Ann Armor, membre fondatrice et chef de file du mouvement WISEST (Women in Scholarship, Engineering, Science and Technology); Sid Altman, Gerhard Herzberg, Rudolph Marcus, John Polanyi, Michael Smith et Henry Taube, lauréats du prix Nobel de chimie*).

B. CHIMIE ORGANIQUE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** expliquer la structure, les propriétés et les réactions de divers composés organiques.
- B2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, diverses réactions des composés organiques et les représenter à l'aide de modèles moléculaires et de formules structurales.
- B3.** évaluer l'incidence des substances organiques et de leurs applications sur la qualité de la vie et sur l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** caractériser les divers groupements fonctionnels organiques, soit les hydrocarbures, les alcools, les aldéhydes, les amines, les cétones, les esters, les éthers, les amides, les acides carboxyliques ainsi que les composés aromatiques simples, selon leur appellation et leur formule structurale.
- B1.2** décrire les propriétés physiques caractérisant les familles de composés organiques (*p. ex.*, solubilité dans divers solvants, polarité, odeur, point de fusion, point d'ébullition).
- B1.3** comparer divers types de réactions organiques, dont les réactions de substitution, d'addition, d'élimination, d'estérification, d'hydrolyse, d'oxydation et de réduction.
- B1.4** distinguer la polymérisation d'addition et la polymérisation de condensation.
- B1.5** expliquer l'influence de l'isomérisme sur les propriétés des composés organiques.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** utiliser le système de l'UICPA pour nommer et écrire la structure des composés organiques suivants : les hydrocarbures, les acides carboxyliques, les alcools, les aldéhydes, les amines, les cétones, les esters, les éthers, les amides et les composés aromatiques simples. [AI, C]

- B2.2** construire des modèles moléculaires de divers composés organiques. [C]

- B2.3** effectuer, en laboratoire, diverses réactions organiques (*p. ex.*, préparer un ester ou un polymère; effectuer une combustion, une réaction d'addition ou une oxydation). [P, ER, AI, C]

- B2.4** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : charge partielle, monomère, hydrocarbure, alcool, aldéhyde, amine, cétone, ester, amide, acide carboxylique, composé aromatique simple. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- B3.1** évaluer l'incidence de composés organiques (*p. ex.*, plastique, textile synthétique, produit pharmaceutique) ou de produits synthétiques (*p. ex.*, polystyrène, aspartame, pesticide, solvant) sur la vie quotidienne et analyser les avantages et les risques associés à leur mise au point. [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les solvants organiques sont couramment utilisés dans des milieux de travail et à la maison. Leurs nombreuses applications comportent notamment le dégraissage, le nettoyage, le décapage et l'extraction d'autres produits. Les solvants organiques ont un effet néfaste sur la santé lorsqu'ils pénètrent dans l'organisme par contact direct avec la peau, par l'inhalation de vapeur ou par ingestion. Ils sont susceptibles de causer des maladies professionnelles telles que le syndrome ébrieux et la dermatite irritative.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont des sources d'émissions de composés organiques volatils? Pourquoi l'Assemblée législative de l'Ontario a-t-elle adopté la *Loi sur l'interdiction des pesticides utilisés à des fins esthétiques*? Quelles sont les incidences des débris marins de matière plastique sur la faune marine?

B3.2 comparer l'utilisation de composés organiques ou de produits synthétiques à l'utilisation d'autres méthodes ou matériaux en fonction de facteurs sociaux, économiques et environnementaux (*p. ex., saccharine ou sucre, pesticide ou désherbage à la main, portes et fenêtres en vinyle ou en bois, sac en plastique ou sac en toile réutilisable*). [AI, C]

Piste de réflexion : L'industrie automobile utilise de plus en plus de matières plastiques dans la fabrication de la carrosserie et du tableau de bord des véhicules. L'utilisation de matière plastique permet d'amenuiser les impacts de la corrosion et d'alléger les véhicules, réduisant ainsi la consommation d'essence.

Questions pour alimenter la discussion : Dans la fabrication de quels produits les matériaux biodégradables à base d'amidon peuvent-ils remplacer le polystyrène? L'utilisation des biosolides comme engrais est-elle sécuritaire? Quelles sont les similarités et les différences entre la saccharine et le sucre?

C. STRUCTURES ET PROPRIÉTÉS

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** expliquer la théorie de la structure atomique et le rapport entre la nature des liaisons chimiques et les propriétés de substances ioniques, covalentes à réseau, moléculaires et métalliques.
- C2.** déterminer expérimentalement les propriétés des solides et des liquides, les comparer et prédire la forme de molécules simples en s'appuyant sur la théorie de la liaison de valence.
- C3.** évaluer l'incidence de technologies et de produits dont la mise au point repose sur la compréhension de la structure moléculaire.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** expliquer les observations expérimentales et les inférences d'Ernest Rutherford et de Niels Bohr relativement au développement du modèle planétaire de l'atome d'hydrogène.
- C1.2** décrire la structure de l'atome en terme de niveaux d'énergie et d'orbitales.
- C1.3** identifier les caractéristiques des orbitales s, p, d et f et expliquer le rapport entre la position des éléments dans le tableau périodique, leurs propriétés et leur configuration électronique.
- C1.4** expliquer comment les propriétés d'un solide ou d'un liquide (*p. ex., dureté, tension superficielle, conductivité électrique*) dépendent de la nature de leurs particules ainsi que des forces intramoléculaires et intermoléculaires (*p. ex., liaisons covalentes, forces de Van der Waals, liens d'hydrogène, liaisons métalliques*).
- C1.5** utiliser la théorie de la répulsion des paires d'électrons de valence (RPEV) pour expliquer et prédire la forme tridimensionnelle et la polarité de molécules simples.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** écrire la configuration électronique d'éléments du tableau périodique. [C]

C2.2 prédire et illustrer la forme tridimensionnelle de molécules simples en utilisant la théorie de la répulsion des paires d'électrons de valence (RPEV). [AI, C]

C2.3 déterminer la polarité de diverses substances par l'analyse de la forme tridimensionnelle et des valeurs d'électronégativité de leurs éléments. [AI, C]

C2.4 prédire le type de solide (ionique, moléculaire, covalent à réseau ou métallique) que formera une substance et en décrire les propriétés. [AI, C]

C2.5 analyser en laboratoire les propriétés physiques de diverses substances et déterminer la nature de leurs liaisons. [P, ER, AI, C]

C2.6 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *orbitale, spectre d'absorption, quanta, photon, dipôle, substance ionique, substance covalente à réseau, substance moléculaire, substance métallique, doublet liant, doublet libre*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- C3.1** présenter des exemples de matériaux créés suite aux recherches sur la structure de la matière, les liaisons chimiques et les propriétés de la matière (*p. ex., gilet pare-balles, colle superpuissante, supraconducteur*). [AI, C]

Piste de réflexion : La nanotechnologie est l'application de la science et de l'ingénierie à l'échelle nanométrique dans le but de produire, par la manipulation de molécules et d'atomes, des matériaux et instruments dont les propriétés particulières ne peuvent être obtenues de manière traditionnelle. Les nanomatériaux sont utilisés dans les secteurs de la médecine, de la biotechnologie, de l'énergie, de l'environnement, de la construction et des télécommunications.

Questions pour alimenter la discussion : L'innovation dans le domaine des fibres intelligentes ne cesse de croître; quels sont des domaines d'application des fibres à haute performance et des fibres photovoltaïques? En quoi consistent les matériaux moléculaires? Quels produits fabrique-t-on avec les matériaux luminescents?

C3.2 évaluer l'impact social de technologies dont la mise au point repose sur la compréhension des structures atomiques et moléculaires (*p. ex., imagerie par résonance magnétique, spectroscopie infrarouge, rayons X, médecine nucléaire*).
[P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le laboratoire des livres et des documents de Bibliothèque et Archives Canada (BAC) offre un cours de chimie destiné aux restaurateurs de livres et de documents graphiques. Outre les notions portant sur les causes de la dégradation des divers matériaux utilisés dans la fabrication des livres, le cours présente les diverses méthodes physico-chimiques utilisées en restauration telles que la spectrométrie UV-visible, la spectroscopie infrarouge, la chromatographie et la spectrométrie de masse.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont des types de recherches effectuées au Centre canadien de rayonnement synchrotron? En quoi consiste la diffraction neutronique et quelles études permet-elle de réaliser? Quels sont les domaines de recherche supportés par le Centre canadien de faisceaux de neutrons situé dans les laboratoires de Chalk River en Ontario?

D. CINÉTIQUE CHIMIQUE ET THERMOCHEMIE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** démontrer sa compréhension des transformations énergétiques et de la cinétique des processus chimiques.
- D2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les variations d'enthalpie de divers processus physiques et chimiques ainsi que les vitesses de réactions chimiques.
- D3.** évaluer l'impact économique et environnemental de diverses sources d'énergie renouvelables et non renouvelables, et les facteurs influençant l'efficacité des réactions chimiques dans une variété de situations.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** comparer les changements d'énergie résultant des transformations physiques, des réactions chimiques et des réactions nucléaires.
- D1.2** expliquer la loi de Hess à l'aide d'exemples de réactions.
- D1.3** comparer les transformations énergétiques qui s'opèrent lors de la formation et de la rupture des liaisons chimiques dans les réactions endothermiques et exothermiques.
- D1.4** décrire l'influence de la masse, de la capacité thermique et de la température d'un corps sur la quantité de chaleur qu'il absorbe ou qu'il dégage.
- D1.5** interpréter des diagrammes simples d'énergie potentielle illustrant diverses réactions chimiques (*p. ex., identifier les portions du graphique qui correspondent à l'énergie des réactifs et des produits ainsi qu'à l'énergie d'activation*).
- D1.6** utiliser la théorie des collisions pour expliquer le rôle des facteurs suivants dans le contrôle de la vitesse d'une réaction chimique : nature et concentration des réactifs, température, surface de contact et présence d'un catalyseur.
- D1.7** reconnaître que la plupart des réactions chimiques comportent plusieurs étapes élémentaires (*p. ex., réactions catalysées et non catalysées*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** écrire des équations thermochimiques en exprimant la variation énergétique sous la forme ΔH ou à l'aide d'un terme énergétique inséré dans l'équation. [C]
- D2.2** résoudre des problèmes à l'aide de l'équation $Q = m c \Delta T$. [P, ER, AI, C]
- D2.3** déterminer expérimentalement la chaleur de réaction à l'aide d'un calorimètre et la comparer à la valeur théorique en calculant l'incertitude relative (*p. ex., déterminer la chaleur de dissolution du nitrate d'ammonium et la chaleur de combustion d'un hydrocarbure*). [P, ER, AI, C]
- D2.4** résoudre divers problèmes en appliquant la loi de Hess. [P, ER, AI, C]
- D2.5** démontrer la loi de Hess expérimentalement (*p. ex., mesurer les chaleurs de réactions dont la somme correspond au ΔH dans l'oxydation du magnésium*). [AI, C]
- D2.6** calculer des chaleurs de réactions chimiques à partir d'un tableau de valeurs des enthalpies standard de formation. [P, ER, AI, C]
- D2.7** déterminer expérimentalement les facteurs influençant la vitesse des réactions chimiques. [P, ER, AI, C]

D2.8 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *complexe activé, enthalpie, chaleur absorbée, chaleur dégagée, énergie cinétique*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

D3.1 comparer l'utilisation de diverses sources d'énergie renouvelables (*p. ex., hydroélectricité, énergie solaire, énergie éolienne, énergie géothermique, énergie marémotrice, énergie de la biomasse*) et non renouvelables (*p. ex., combustibles fossiles tels que le charbon, le pétrole et le gaz naturel; énergie nucléaire*) en fonction de leur rendement énergétique et de leurs incidences sur l'environnement. [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'exploitation des sables bitumineux, avec une production qui dépasse un million de barils par jour et qui va en s'accroissant, a des conséquences environnementales considérables. La production d'un seul baril de bitume nécessite environ quatre barils d'eau qui ne peut être recyclée et qui est rejetée dans des bassins de résidus. La production de bitume nécessite trois fois plus d'énergie que la production d'un baril de pétrole classique et est responsable de l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre et des dépôts acides au Canada.

Questions pour alimenter la discussion : Quel est le principe de fonctionnement d'un système géothermique résidentiel et quels sont les avantages à long terme de l'installation d'un tel système? Le bioéthanol fabriqué à partir de céréales est-il véritablement une source d'énergie environnementale et durable? Quels sont les avantages et les inconvénients des parcs éoliens?

D3.2 analyser les conditions requises pour maximiser l'efficacité des réactions chimiques dans une variété de situations (*p. ex., compost, combustion, catalyseur, compresse chaude, compresse froide*) et évaluer leurs effets sur la durabilité du système. [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Des recherches sont en cours sur l'utilisation des enzymes dans le processus de fabrication des pâtes et papier. En traitant la pâte avec l'enzyme produit par le champignon *P. chrysosporium*, il semblerait possible de blanchir sans chlore en ciblant la lignine. Ce procédé ne produirait pas de sous-produits nocifs, toutefois le coût de production serait plus élevé et les propriétés des fibres pourraient s'en trouver modifiées.

Questions pour alimenter la discussion :

Pourquoi la dégradation des combustibles pétroliers déversés dans les océans est-elle plus importante en milieu tropical qu'en milieu arctique? Quel est l'emplacement optimal d'un composteur pour emmagasiner la chaleur et accélérer le processus de compostage? Quels sont des exemples d'utilisation de procédés catalytiques dans le secteur industriel?

E. SYSTÈMES CHIMIQUES ET ÉQUILIBRE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** expliquer le concept d'équilibre chimique, le principe de Le Chatelier et la dynamique du processus de formation des solutions.
- E2.** analyser le comportement de divers systèmes chimiques et résoudre des problèmes à l'aide de la loi d'action de masse.
- E3.** reconnaître que divers systèmes biologiques et technologiques existent selon un état d'équilibre chimique.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** illustrer le concept d'équilibre en citant des exemples d'équilibres physiques et chimiques (*p. ex., réaction chimique réversible, équilibre liquide-vapeur, électrolytes faibles en solution*).
- E1.2** expliquer qu'un système à l'équilibre est régi par la loi de l'équilibre chimique.
- E1.3** préciser les facteurs (*p. ex., volume, pression, concentration, température*) qui déterminent l'état d'équilibre d'un système conformément au principe de Le Chatelier.
- E1.4** définir différentes expressions des constantes d'équilibre, dont K_c , K_a , K_b , K_{ps} et K_{eau} .
- E1.5** énoncer les définitions d'un acide et d'une base selon la théorie de Bronsted-Lowry.
- E1.6** comparer des bases ou des acides forts et faibles à l'aide du concept de l'équilibre chimique.
- E1.7** décrire les composantes et les caractéristiques des solutions tampons.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- E2.1** prédire et vérifier expérimentalement comment divers facteurs influent sur un système à l'équilibre en appliquant le principe de Le Chatelier. [P, ER, AI, C]

E2.2 déterminer expérimentalement la valeur d'une constante d'équilibre et exprimer le résultat en notation scientifique (*p. ex., K_c du thiocyanate de fer (III), K_{ps} de l'hydroxyde de calcium, K_a de l'acide acétique*). [P, ER, AI, C]

E2.3 résoudre des problèmes d'équilibre chimique portant sur des concentrations de réactifs et de produits, et exprimer ses résultats en notations scientifiques (*p. ex., K_c , K_{ps} , K_a , K_b , pH, pOH*). [P, ER, AI, C]

E2.4 résoudre divers problèmes sur des données d'un titrage acido-basique et sur le pH au point d'équivalence (*p. ex., analyser des courbes de titrage acido-basiques à partir de données expérimentales ou d'un logiciel*). [P, ER, AI, C]

E2.5 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *système homogène, constante d'acidité, effet d'ion commun, principe de Le Chatelier, constante d'équilibre*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- E3.1** expliquer comment le concept d'équilibre chimique est utilisé pour optimiser des processus industriels ainsi que la production de certains produits chimiques. [AI, C]

Piste de réflexion : Plusieurs types d'acidulants sont utilisés dans l'industrie alimentaire pour maintenir le pH des boissons à une faible valeur. L'acide phosphorique est utilisé dans les

boissons gazeuses, des sels de phosphate acide dans les produits en poudre, et des mélanges de phosphates de sodium et de potassium dans les boissons isotoniques pour athlètes afin de maintenir le pH et la concentration ionique à leur valeur critique.

Questions pour alimenter la discussion : Quel est le principe de fonctionnement d'un adoucisseur d'eau? Quelles sont des applications des pompes de dosage?

E3.2 préciser des conditions ou des interventions médicales associées au concept de la solubilité (*p. ex., calcul rénal, mal des caissons, sulfate de baryum*) et expliquer le rôle des solutions tampons à l'intérieur de systèmes biologiques ou biochimiques (*p. ex., ion bicarbonate dans le sang, tamponnage du pH dans les médicaments*). [AI, C]

Piste de réflexion : Plusieurs facteurs influent sur la capacité de neutralisation des dépôts acides par les sols et les plans d'eau. Par exemple, les sols développés sur une roche-mère carbonatée peuvent neutraliser l'excès d'acidité alors que les roches granitiques peu altérables du Bouclier canadien ne le peuvent pas.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les organes et les fonctions biologiques impliqués dans l'équilibre acido-basique du sang? Pourquoi l'industrie pharmaceutique a-t-elle mis au point des comprimés d'acide acétylsalicylique (aspirine) tamponnés?

F. ÉLECTROCHIMIE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** démontrer sa compréhension des concepts fondamentaux de l'oxydoréduction.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les facteurs qui influent sur les réactions d'oxydoréduction et le fonctionnement des piles galvaniques.
- F3.** évaluer l'incidence sociale, économique et environnementale d'applications découlant des connaissances scientifiques en électrochimie.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- F1.1** expliquer l'oxydation et la réduction en fonction de la perte et du gain d'électrons ou du changement du nombre d'oxydation.
- F1.2** expliquer le fonctionnement d'une pile galvanique en illustrant ses composantes (*p. ex., anode, cathode*) et en décrivant ses caractéristiques (*p. ex., direction du flux d'électrons, direction de la migration des ions dans le pont salin, polarité des électrodes*).
- F1.3** décrire une pile galvanique en fonction de ses demi-piles d'oxydation et de réduction et calculer son potentiel en utilisant les potentiels de réduction standards.
- F1.4** décrire la demi-pile à hydrogène et expliquer comment elle sert de référence dans l'attribution des valeurs de potentiel de réduction de diverses substances.
- F1.5** souligner des applications de l'électrochimie dans des processus industriels (*p. ex., affinage des métaux, production d'hydrogène*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- F2.1** démontrer expérimentalement diverses réactions d'oxydoréduction et les analyser qualitativement (*p. ex., activité d'une série de métaux, réactivité d'agents oxydants*). [P, ER, AI, C]

F2.2 équilibrer des équations d'oxydoréduction en utilisant les demi-réactions et le nombre d'oxydation. [AI]

F2.3 construire une pile électrochimique et mesurer sa différence de potentiel. [P, ER, AI, C]

F2.4 écrire les demi-réactions équilibrées ainsi que la réaction nette d'une pile galvanique et calculer son potentiel E° . [AI, C]

F2.5 prédire la spontanéité d'une réaction d'oxydoréduction et la réaction globale d'une cellule à partir d'un tableau de potentiels de réduction standard. [AI, C]

F2.6 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *demiréaction, pile galvanique, agent réducteur, agent d'oxydation, réaction redox, nombre d'oxydation, oxydation, réduction, cathode, anode, potentiel de réduction standard, corrosion*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

F3.1 décrire des piles galvaniques courantes (*p. ex., pile plomb-acide, pile nickel-cadmium*) et évaluer leur incidence sur la société et sur l'environnement. [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Une pile à combustible à hydrogène combine de l'hydrogène et de l'oxygène par voie électrochimique pour produire de l'électricité. Ce type de pile fonctionne comme une pile ordinaire, mais sans que l'électrode s'épuise et sans qu'une recharge électrique soit nécessaire. Les seules émissions de la pile à hydrogène sont la chaleur et la vapeur d'eau.

Questions pour alimenter la discussion : Une étude d'Environnement Canada réalisée en 2007 révèle que seulement 2 % des piles achetées au Canada ont fait l'objet de recyclage; quelles sont les conséquences environnementales de la mise au rebut des piles? Quelles sont des caractéristiques des piles de voitures de golf? des piles marines?

F3.2 évaluer des répercussions sociales, économiques et environnementales de processus électrochimiques (*p. ex., causes de corrosion, traitement anticorrosion, production industrielle de chlore, peinture d'une surface métallique, protection cathodique*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Il existe plusieurs facteurs de corrosion en milieu marin dont la salinité, les rejets industriels et l'augmentation de la température à proximité des centrales électriques. Plusieurs techniques sont utilisées pour protéger les infrastructures de la corrosion marine notamment la peinture anticorrosion, la protection cathodique à l'aide d'anodes sacrificielles et l'application de revêtement de polymères.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont des techniques d'entretien et de protection utilisées pour réduire les effets néfastes de la corrosion sur les bateaux? Les couvertures de béton recouvrant l'armature des ponts sont-elles à l'abri de la corrosion? En quoi consiste le traitement électrochimique des eaux usées?

Chimie, 12^e année

cours précollégial

SCH4C

Ce cours présente à l'élève les concepts qui forment la base de la chimie moderne. L'élève étudie l'analyse qualitative, les relations quantitatives dans les réactions chimiques, la chimie organique et l'électrochimie, ainsi que le rapport entre la chimie et la qualité de l'environnement. Ce cours permet à l'élève d'utiliser un large éventail de techniques de laboratoire et, ce faisant, d'apprendre à recueillir des données, à effectuer des analyses scientifiques et à communiquer correctement des renseignements scientifiques. Le cours met l'accent sur le rôle de la chimie dans la vie quotidienne et sur la création de nouvelles techniques et de nouveaux produits.

Préalable : Sciences, 10^e année, cours théorique ou appliqué

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines de l'analyse qualitative, de la chimie organique, de l'électrochimie, des calculs chimiques et de la chimie de l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

- A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.
- A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.
- A1.3** planifier une expérience (*p. ex., sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.
- A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

- A1.5** effectuer une expérience en laboratoire, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.
- A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., balance électronique, cylindre gradué, pipette graduée, pHmètre, sonde*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

- A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., porter des lunettes de protection*).

Analyse et interprétation [AI]

- A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*) ou de l'information recueillie ou la solution à un problème.
- A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).
- A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

- A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., diagramme, tableau, graphique, structure de Lewis, équation chimique*).
- A1.12** communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de l'analyse qualitative, de la chimie organique, de l'électrochimie, des calculs chimiques et de la chimie de l'environnement et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., chimiste spécialiste du contrôle de la qualité, ingénieure-conceptrice ou ingénieur-concepteur dans l'industrie alimentaire, conseillère ou conseiller technique en pâtes et papiers, opératrice ou opérateur d'usine d'incinération, technologue en assainissement et sécurité industriels*).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable dans les domaines de la chimie dans le cadre de leur travail (*p. ex., Peter J. Dillon, géochimiste de réputation internationale en sciences de l'environnement; Suning Wang, chercheuse émérite dans plusieurs champs de la chimie; Claude Benôit, directrice du Centre des sciences de Montréal reconnue pour sa contribution au rayonnement de la culture scientifique; John Charles Polanyi, lauréat du prix Nobel de chimie en 1986 pour ses théories et applications de la chimioluminescence*).

B. MATIÈRE ET ANALYSE QUALITATIVE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** expliquer les principes de base de l'analyse qualitative.
- B2.** effectuer des analyses qualitatives en appliquant diverses méthodes de séparation et représenter les résultats obtenus à l'aide de formules et d'équations.
- B3.** expliquer l'utilité de l'analyse qualitative dans divers domaines.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** reconnaître, à partir de leurs réactifs et de leurs produits, les types de réactions chimiques suivants : réactions de synthèse, de décomposition, de déplacement simple et de déplacement double.
- B1.2** écrire l'équation ionique nette d'une réaction de déplacement double à l'aide d'un tableau de solubilité.
- B1.3** expliquer la formation de liaisons ioniques résultant de la réaction entre un métal et un non-métal.
- B1.4** décrire les processus fondamentaux de l'analyse qualitative, y compris les essais à la flamme, les réactions de précipitation et le spectre d'émission.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** utiliser la formule moléculaire et l'appellation de composés ioniques et moléculaires binaires et ternaires, y compris ceux à valences multiples, en appliquant les règles de l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) et celles du système de la nomenclature traditionnelle, et reconnaître un composé par sa formule chimique. [C]
- B2.2** déterminer expérimentalement la présence d'ions dans des échantillons inconnus à l'aide d'un plan de séparation (*p. ex., identification d'ions métalliques dans l'eau*). [P, ER, AI, C]

B2.3 prédire la formation d'un précipité lors d'une réaction chimique en écrivant l'équation de déplacement double et l'équation ionique nette correspondante à l'aide d'un tableau de solubilité. [AI, C]

B2.4 effectuer les techniques d'essai à la flamme et de précipitation en laboratoire. [ER, AI]

B2.5 identifier un échantillon de gaz inconnu en observant expérimentalement son spectre d'émission et en le comparant au spectre d'un échantillon de gaz connu (*p. ex., hydrogène, hélium, néon*). [P, ER, AI, C]

B2.6 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *cation, anion, ion polyatomique, ion polyvalent, ion spectateur, charge de l'ion, méthode chassé-croisé, soluble, insoluble, spectroscopie, spectre, raies spectrales, niveau d'énergie, règle de la somme nulle*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

B3.1 présenter divers usages de la spectroscopie (*p. ex., détection de produits organiques, détermination de la pureté de substances organiques, détection de métaux dans l'eau*) et des émissions spectrales (*p. ex., effets pyrotechniques*). [ER, AI, C]

Piste de réflexion : Une grande partie de nos connaissances sur les astres vient de la spectroscopie. L'étude des raies d'absorption dans le spectre des étoiles date du XIX^e siècle. Le spectre d'une étoile renseigne sur la composition chimique de son atmosphère et sur sa température.

Questions pour alimenter la discussion :

Quelles sont des applications de la spectroscopie en géologie? Quelles sont des applications de la spectroscopie infrarouge dans diverses industries agroalimentaires? Comment l'identification de micro-organismes par spectroscopie infrarouge peut-elle être utilisée pour assurer la sécurité des aliments? Comment la spectroscopie permet-elle le dépistage du cancer?

B3.1 décrire des applications de l'analyse qualitative dans divers domaines (*p. ex., dépistage de drogues, analyse de l'encre pour déceler la fausse monnaie*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Chaque substance pétrolière renferme un marqueur biologique consistant en un composé chimique qui ne se décompose pas facilement et qui identifie le produit de façon unique. Cette signature des produits pétroliers permet aux scientifiques d'élaborer des analyses chimiques pour déterminer si deux échantillons sont issus d'un même produit pétrolier. Ce procédé permet de déterminer la provenance d'un déversement.

Questions pour alimenter la discussion : Pourquoi les jouets, les emballages alimentaires et les cosmétiques font-ils l'objet d'analyses qualitatives? Comment utilise-t-on l'analyse qualitative pour déterminer l'incidence des stratégies de gestion agricole sur la qualité du sol? Environnement Canada émet une alerte au smog lorsque l'indice de la qualité de l'air (IQA) atteint un niveau dangereux; comment le niveau de smog dans l'air est-il mesuré?

C. CHIMIE ORGANIQUE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** démontrer sa compréhension de la structure et des propriétés des composés organiques ainsi que des réactions organiques typiques.
- C2.** effectuer en laboratoire divers essais et diverses réactions chimiques avec des composés organiques.
- C3.** évaluer l'incidence des composés organiques sur la qualité de la vie et l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** nommer et identifier la structure des dix premiers hydrocarbures de la série des alcanes, des alcènes et des alcynes.
- C1.2** classer les molécules organiques en fonction de leur groupement fonctionnel (*p. ex.*, alcène, alcyne, alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine).
- C1.3** décrire les caractéristiques particulières de l'atome de carbone en fonction de ses liaisons covalentes et de sa capacité à former de longues chaînes.
- C1.4** expliquer la formation des liaisons covalentes polaires et non polaires entre des non-métaux (*p. ex.*, H_2O , CH_4 , amine, alcool).
- C1.5** reconnaître les propriétés particulières des molécules à base d'oxygène ou d'azote (*p. ex.*, polarité, solubilité en milieu aqueux).
- C1.6** expliquer le principe de la distillation utilisée dans la séparation d'un mélange de composés organiques (*p. ex.*, pétrole).
- C1.7** illustrer, à partir de formules structurales, des réactions organiques typiques telles que la combustion, l'addition ainsi que la polymérisation d'addition.
- C1.8** expliquer les dangers associés à l'utilisation de solvants organiques (*p. ex.*, combustibilité, volatilité, toxicité, entreposage, élimination).
- C1.9** identifier des composés organiques d'usage courant (*p. ex.*, textile imperméable et résistant, revêtement antiadhésif, produit de calfeutrage, colle, plastique).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** construire un modèle tridimensionnel de molécules organiques simples (*p. ex.*, méthane, éthanol, acide acétique). [C]
- C2.2** déterminer expérimentalement les propriétés physiques et chimiques de certains composés organiques communs (*p. ex.*, odeur, conductivité électrique, combustibilité, solubilité). [P, ER, AI]
- C2.3** démontrer la formation de liaisons covalentes dans des molécules organiques en utilisant les structures de Lewis (*p. ex.*, éthanol, méthane, acétylène, butène). [AI, C]
- C2.4** séparer un mélange de liquides par distillation (*p. ex.*, eau et éthanol). [P, ER, AI, C]
- C2.5** identifier expérimentalement les produits de la combustion d'un hydrocarbure ou d'un alcool. [P, ER, AI, C]
- C2.6** synthétiser un composé organique commun (*p. ex.*, ester, nylon, savon, aspirine). [P, ER, AI, C]
- C2.7** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : liaison simple, liaison double, liaison triple, diagramme structural complet, diagramme structural condensé, diagramme structural linéaire, isomère, hydrocarbure linéaire, hydrocarbure cyclique, monomère, polymère, tour de fractionnement. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

C3.1 évaluer l'impact sur l'environnement de la consommation accrue de matières plastiques et proposer des solutions environnementales alternatives (*p. ex., utiliser des produits biodégradables, réduire sa consommation de produits emballés, apporter des repas sans déchets*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La contamination des océans par les débris marins constitués de matières plastiques est un problème environnemental répandu à travers le monde. Les débris plastiques sont la cause de lésions et de décès de nombreuses espèces marines telles que tortues, oiseaux marins, phoques, baleines et poissons. Parmi les sources de débris marins, on compte le rejet des eaux usées, le tourisme côtier, la pêche commerciale et la navigation.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont des impacts environnementaux de la consommation d'eau embouteillée dans des bouteilles de plastique? Les sacs en plastique devraient-ils faire l'objet d'une taxe? Le sur-emballage devrait-il être banni?

C3.2 analyser des avantages et des inconvénients qui découlent de l'utilisation de composés organiques (*p. ex., textile synthétique, carrosserie d'automobile, cœur artificiel*) en fonction de facteurs tels que la qualité de la vie, l'économie et l'environnement. [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Plusieurs produits chimiques retrouvés dans des matières plastiques sont actuellement à l'étude afin de déterminer leurs effets sur la santé. Parmi les produits à l'étude, on compte le bisphénol A utilisé dans la fabrication de contenants en plastique, le nonylphénol, un additif qui entre dans la composition du polystyrène, et les phthalates qui servent de plastifiant dans le PVC, mais qu'on retrouve aussi dans certains produits de toilette pour bébé et d'autres produits de consommation.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont les sources d'émissions des composés organiques volatils? Quels sont des impacts possibles des composés organiques volatils sur la santé? Quels sont les avantages d'utiliser des articles de construction en plastique tels que des portes et des fenêtres en vinyle? La saccharine, composé organique au goût sucré, ne renferme aucune calorie; comporte-t-elle d'autres avantages ou inconvénients? Quelles sont des applications du dichlorométhane?

D. ÉLECTROCHIMIE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** décrire les processus chimiques s'opérant dans les piles galvaniques.
- D2.** examiner en laboratoire les facteurs influant sur la corrosion et le fonctionnement des piles galvaniques.
- D3.** rechercher des technologies et des applications qui découlent des connaissances scientifiques des réactions d'oxydoréduction et de l'électrochimie.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** décrire les caractéristiques d'une pile galvanique (*p. ex., réaction de demi-pile, direction du flux d'électrons, direction de la migration des ions dans le pont salin*) et les fonctions de ses composantes (*p. ex., anode, cathode*).
- D1.2** décrire l'oxydation et la réduction en fonction du gain et de la perte d'électrons.
- D1.3** décrire le fonctionnement d'une pile galvanique en fonction de l'oxydation et de la réduction.
- D1.4** expliquer le processus de corrosion et reconnaître sa similarité avec les réactions chimiques d'une pile galvanique.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** construire une pile galvanique et mesurer sa différence de potentiel. [P, ER]
- D2.2** déterminer expérimentalement les facteurs influant la vitesse de corrosion (*p. ex., contraintes, surface de contact entre deux métaux, nature de l'électrolyte, nature des métaux*). [P, ER, AI, C]
- D2.3** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *électrolyte, réaction d'oxydoréduction, demi-réaction, barrière poreuse, circuit extérieur, courant électrique, différence de potentiel*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- D3.1** rechercher des technologies et des applications de l'électrochimie (*p. ex., batterie, chromage de pare-chocs*). [ER, C]

Piste de réflexion : Une pile à combustible à hydrogène combine de l'hydrogène et de l'oxygène par voie électrochimique pour produire de l'électricité. Ce type de pile fonctionne comme une pile ordinaire, mais sans que l'électrode s'épuise et sans qu'une recharge électrique soit nécessaire. Les seules émissions de la pile à hydrogène sont la chaleur et la vapeur d'eau.

Questions pour alimenter la discussion : En quoi consiste le traitement électrochimique des eaux usées? Quels sont les avantages et inconvénients de divers accumulateurs électrochimiques? Quel est le principe de fonctionnement des méthodes de purification électrochimiques?

- D3.2** rechercher les causes de la corrosion et décrire divers traitements anticorrosion (*p. ex., peinture de la surface métallique, galvanoplastie, protection cathodique*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Il existe plusieurs facteurs de corrosion en milieu marin dont la salinité, les rejets industriels et l'augmentation de la température à proximité des centrales électriques. Plusieurs techniques sont utilisées pour protéger les infrastructures de la corrosion marine notamment la peinture anticorrosion, la protection cathodique à l'aide d'anodes sacrificielles et l'application de revêtement de polymères.

Questions pour alimenter la discussion :

Qu'est-ce qui protège l'acier galvanisé de la corrosion? Quelles sont des techniques d'entretien et de protection utilisées pour réduire les effets néfastes de la corrosion sur les bateaux? Les couvertures de béton recouvrant l'armature des ponts sont-elles à l'abri de la corrosion?

E. CALCULS CHIMIQUES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** démontrer sa compréhension du concept de la mole et des rapports stœchiométriques.
- E2.** utiliser l'analyse quantitative pour préparer des solutions et résoudre des problèmes quantitatifs impliquant des réactions chimiques à partir de données expérimentales et théoriques.
- E3.** expliquer l'importance des rapports quantitatifs en chimie dans la vie quotidienne et dans l'industrie.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** illustrer le concept de la mole en terme de la constante d'Avogadro et de la masse molaire.
- E1.2** expliquer la relation entre la mole et les rapports stœchiométriques dans les équations chimiques équilibrées.
- E1.3** expliquer le concept de réactif limitant.
- E1.4** expliquer les concepts se rapportant à la concentration molaire (*p. ex., molarité, concentration, dilution*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- E2.1** effectuer des analyses quantitatives en utilisant les instruments de laboratoire suivants : pipette, fiole jaugée, balance électronique, cylindre gradué. [ER]
- E2.2** résoudre des problèmes impliquant des moles, des masses, des masses molaires, des concentrations et des volumes de solutions, et exprimer les résultats en notation scientifique (*p. ex., calculer la masse molaire d'un composé simple à l'aide du tableau périodique*). [P, ER, AI, C]
- E2.3** résoudre des problèmes sur les rapports stœchiométriques à partir d'équations chimiques équilibrées. [P, ER, AI, C]

E2.4 déterminer expérimentalement le pourcentage de rendement d'une réaction chimique et en identifier le réactif limitant à l'aide d'observations qualitatives (*p. ex., réaction du papier d'aluminium avec le chlorure de cuivre II, réaction de la laine d'acier avec l'oxygène*). [ER, AI, C]

E2.5 repérer des sources d'erreurs expérimentales qui entraînent un rendement inférieur à 100 % (*p. ex., erreur de manipulation ou de lecture, impureté, réaction incomplète*). [AI]

E2.6 préparer des solutions aqueuses et effectuer une série de dilutions dans le but d'atteindre une concentration donnée en précisant les unités de concentration (*p. ex., g/L, mol/L*) et en utilisant la notation scientifique. [P, ER, AI, C]

E2.7 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *mole, particule, masse, coefficient, unité, symbole, ménisque, litre, réactif limitant, quantité maximale, volume, molaire, soluté, concentration, rendement*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

E3.1 présenter des exemples qui démontrent l'importance de l'analyse des rapports quantitatifs dans divers milieux de travail (*p. ex., ingrédients d'une recette, posologie d'un médicament, composition d'engrais, traitement de l'eau*). [AI, C]

Piste de réflexion : La limite d'exposition en milieu de travail est la concentration d'une substance chimique dans l'air à laquelle la plupart des travailleurs peuvent être exposés sans subir d'effets nuisibles. La limite d'exposition s'exprime par des rapports quantitatifs tels que des parties par million (ppm) pour les substances qui existent à l'état de gaz ou de vapeur à température et pression ambiantes normales et en fibres/cm³ pour des matières comme l'amiante.

Questions pour alimenter la discussion : La composition de l'engrais utilisé en agriculture est-elle la même en début de saison qu'en fin de saison? De quels critères tient-on compte lors de la prescription d'une dose de médicaments?

E3.2 expliquer l'importance de l'exactitude de la concentration dans diverses solutions (*p. ex., préparation de solutions utilisées en coiffure, sirop contre la toux, sérum artificiel, concentration de l'ingrédient actif dans les médicaments*). [AI, C]

Piste de réflexion : Les bijoux en or ne sont pas constitués d'or pur puisque le métal est trop mou pour être utilisé en joaillerie. Le concept de carats a été inventé au XIV^e siècle pour faciliter le commerce de l'or : l'or pur est de l'or à 24 carats alors que les bijoux sont, pour la majorité, des alliages de fraction 18/24 pour l'or à 18 carats et 14/24 pour l'or à 14 carats. Les métaux les plus fréquemment utilisés dans l'alliage sont le cuivre, le nickel et l'argent.

Questions pour alimenter la discussion : Pourquoi est-il important de respecter le pourcentage de mélange d'huile et d'essence dans certains types de moteur? Quelles pourraient être les conséquences de ne pas respecter les proportions de peinture, de diluant et de durcisseur en peinture automobile?

F. CHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** analyser les réactions chimiques, les émissions naturelles et les émissions anthropiques impliquées dans la formation des dépôts acides.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, des échantillons d'air et d'eau, ainsi que des solutions acides et basiques.
- F3.** analyser des retombées environnementales, économiques et sociales des dépôts acides et évaluer des initiatives visant la réduction de ce type d'émissions.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- F1.1** énoncer la définition d'Arrhenius d'un acide et d'une base.
- F1.2** distinguer entre la force et la concentration d'un acide et d'une base (*p. ex., l'acide acétique est un acide faible qui existe sous forme concentrée*).
- F1.3** expliquer la différence entre une base forte et une base faible et entre un acide fort et un acide faible.
- F1.4** décrire la composition de l'air, reconnaître des polluants atmosphériques responsables des dépôts acides (*p. ex., dioxyde de soufre [SO₂], oxydes d'azote [NO_x]*) et identifier des sources naturelles et anthropiques de ces rejets (*p. ex., transport, processus industriel, centrale électrique au charbon, raffinerie de pétrole, raffinerie de sables bitumineux*).
- F1.5** décrire la composition de l'eau douce et de l'eau dure (*p. ex., présence d'ions métalliques chargés positivement*) et identifier les causes de la dureté de l'eau (*p. ex., la teneur en calcium et en magnésium de l'eau est liée à la composition géologique de la roche qu'elle traverse et varie d'une région géographique à une autre; la dureté de l'eau varie selon les conditions physiques et chimiques telles que la température et l'acidité*).
- F1.6** identifier des réactions chimiques influençant les dépôts acides (*p. ex., les oxydes d'azote rejetés dans l'atmosphère lors de processus industriels se transforment en acide nitrique et contribuent aux dépôts acides*) et les facteurs influençant la capacité de neutralisation des dépôts acides par les sols

et les plans d'eau (*p. ex., les sols développés sur une roche-mère carbonatée peuvent neutraliser l'excès d'acidité alors que les roches granitiques peu altérables du Bouclier canadien ne le peuvent pas*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- F2.1** écrire des équations chimiques équilibrées de neutralisation acide-base. [C]
- F2.2** effectuer des analyses de solution en utilisant les instruments de laboratoire suivants : balance électronique, burette, pHmètre. [P, ER, AI]
- F2.3** effectuer un titrage acide-base pour déterminer la concentration d'une base ou d'un acide (*p. ex., mesurer la concentration d'acide acétique dans le vinaigre*). [P, ER, AI, C]
- F2.4** analyser les composantes de l'air en laboratoire (*p. ex., déterminer la proportion d'oxygène dans l'air*). [ER]
- F2.5** déterminer expérimentalement des propriétés physiques et chimiques de l'eau douce et de l'eau dure (*p. ex., efficacité d'un produit d'adoucissement, pouvoir moussant du savon*). [P, ER, AI, C]
- F2.6** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *pollution, atmosphère, eau dure, eau douce, substance dissoute, titrage, indicateur, acidité, degré de dissociation, point d'équivalence, ion H, ion OH⁻, partie par million (ppm), partie par milliard (ppb)*.

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

F3.1 évaluer des initiatives gouvernementales (p. ex., *Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes*; *Accord canado-américain sur la qualité de l'air*) et individuelles (p. ex., *pratiquer des loisirs écologiques comme la bicyclette et le canotage*) visant à préserver la qualité de l'air et de l'eau des dépôts acides. [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Malgré une réduction des niveaux d'acidité dans l'est du Canada au cours des dernières décennies, l'Ontario demeure vulnérable aux dépôts acides en raison de ses industries et de sa situation géographique sur la route des émissions transfrontalières de la région industrialisée des États-Unis.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont les mesures visées par la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes? Quelles sont les causes de l'accroissement des dépôts acides dans l'ouest du Canada? Le réchauffement climatique pourrait-il accélérer les processus physiques et chimiques des dépôts acides et modifier leur trajectoire de transport?

F3.2 évaluer des répercussions des dépôts acides sur l'environnement (p. ex., *lessivage des substances nutritives telles que le calcium et le magnésium nécessaires à la survie des arbres*), la société (p. ex., *dégradation des monuments historiques*) et l'économie (p. ex., *corrosion des lignes électriques qui réduit leur vie utile de 50 % représentant une perte de plusieurs millions de dollars par année*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les dépôts acides menacent les écosystèmes naturels des lacs, des rivières et des forêts de même que la santé publique. Selon Environnement Canada, une réduction additionnelle de 50 % des émissions acides éviterait plus de 500 mortalités prématurées, 1 500 interventions d'urgence à domicile et 200 000 journées de crises d'asthme; cela représente un coût économique pouvant atteindre des milliards de dollars par année.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les impacts des dépôts acides sur les invertébrés des écosystèmes aquatiques et les poissons? Quels sont les effets des dépôts acides sur les producteurs primaires? Quels sont des effets des dépôts acides sur la santé publique?

PHYSIQUE

Physique, 11^e année

cours préuniversitaire

SPH3U

Ce cours aide l'élève à comprendre les concepts de base de la physique. L'élève étudie la cinématique, les lois de la dynamique, les ondes sonores, les caractéristiques et les propriétés des champs magnétiques et des circuits électriques ainsi que les formes d'énergie, notamment l'énergie thermique et l'énergie nucléaire. L'élève améliore ses compétences en matière de recherche scientifique en vérifiant les lois étudiées et en résolvant les problèmes qu'on lui présente et ceux que soulèvent ses recherches. En outre, l'élève analyse les rapports entre la physique et la technologie, et examine l'incidence des applications techniques de la physique sur la société et l'environnement.

Préalable : Sciences, 10^e année, cours théorique

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire et sur le terrain, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines de la cinématique, de l'énergie mécanique, thermique et nucléaire, de l'électricité et du magnétisme, et des ondes et du son.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

A1.1 repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.

A1.2 identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.

A1.3 planifier une expérience (*p. ex., concevoir ou adapter un protocole expérimental, sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.

A1.4 recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

A1.5 effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.

A1.6 faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., interface et sonde, cellule photoélectrique, balance, oscilloscope, multimètre*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

A1.7 manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., porter des lunettes de protection*).

Analyse et interprétation [AI]

A1.8 évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*) ou de l'information recueillie ou la solution à un problème.

A1.9 analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).

A1.10 tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

A1.11 présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., diagramme de forces, diagramme vectoriel, tableau, graphique*).

A1.12 communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

- A2.1** décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de la cinématique, de l'énergie mécanique, thermique et nucléaire, de l'électricité et du magnétisme, et des ondes et du son et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., monteuse ou monteur d'installations au gaz, électricienne ou électricien, physicienne ou physicien nucléaire, ingénieure ou ingénieur civil, technologue de laboratoire physique*).
- A2.2** reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable dans les domaines de la cinématique, de l'énergie mécanique, thermique et nucléaire, de l'électricité et du magnétisme, et des ondes et du son dans le cadre de leur travail (*p. ex., Pierre Langlois, physicien lauréat du prix Roberval pour son livre de vulgarisation scientifique sur l'électricité; Harriet Brooks, première physicienne nucléaire au Canada; Louis Taillefer, expert mondial de la supraconduction; Monique Frize, ingénieure électricienne qui incite les femmes à faire carrière dans les sciences et l'ingénierie*).

B. CINÉMATIQUE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** analyser les relations entre les variables du mouvement uniforme et du mouvement uniformément accéléré, en une et en deux dimensions.
- B2.** démontrer, à partir d'expériences, les relations entre les variables du mouvement rectiligne uniforme et du mouvement uniformément accéléré et interpréter les résultats graphiquement et algébriquement.
- B3.** évaluer l'incidence de diverses technologies du mouvement sur la qualité de la vie et sur l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** distinguer les grandeurs scalaires des grandeurs vectorielles (*p. ex., distance et déplacement; vitesse et vecteur vitesse*) et fournir des exemples de chacune.
- B1.2** distinguer le mouvement uniforme du mouvement uniformément accéléré et définir vitesse constante, vitesse instantanée, vitesse moyenne, vecteur vitesse instantané et vecteur vitesse moyen.
- B1.3** déduire les équations du mouvement à partir d'un graphique représentant la vitesse en fonction du temps d'un mouvement uniformément accéléré ($v_{\text{moy}} = (v_1 + v_2)/2$, $\Delta d = (v_1 + v_2)\Delta t/2$, $\Delta d = v_1\Delta t + \frac{1}{2}a(\Delta t)^2$, $\Delta d = v_2\Delta t - \frac{1}{2}a(\Delta t)^2$, $v_2^2 = v_1^2 + 2a\Delta d$).
- B1.4** identifier des exemples courants de projectiles (*p. ex., fontaine, ballon*) et décrire leur mouvement dans les plans horizontal et vertical.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** déterminer, à l'aide d'équations, de graphiques et de diagrammes à l'échelle, le déplacement d'un corps en mouvement en une et en deux dimensions. [AI, C]

B2.2 tracer des graphiques représentant le déplacement en fonction du temps de mouvements uniformes et uniformément accélérés et, à partir de ceux-ci, déterminer le vecteur vitesse instantané et le vecteur vitesse moyen. [AI, C]

B2.3 tracer des graphiques représentant le vecteur vitesse en fonction du temps de mouvements uniformes et uniformément accélérés et, à partir de ceux-ci, déterminer l'accélération et le déplacement. [AI, C]

B2.4 déterminer, à partir d'une expérience, le déplacement, la vitesse et l'accélération d'un corps en mouvement rectiligne (*p. ex., personne à vélo, chariot sur un plan incliné*). [P, ER, AI, C]

B2.5 déterminer, à partir d'une expérience, l'accélération gravitationnelle d'un corps en chute libre et en calculer le pourcentage d'erreur. [P, ER, AI, C]

B2.6 résoudre des problèmes portant sur le mouvement rectiligne (*p. ex., déterminer le vecteur vitesse moyen ou l'accélération moyenne; convertir des données en unités appropriées; isoler une variable*). [P, ER, AI, C]

B2.7 résoudre des problèmes sur les projectiles en analysant les composantes verticale et horizontale du mouvement (*p. ex., déterminer le vecteur vitesse final d'un projectile, sa portée et son temps de vol*). [P, ER, AI, C]

B2.8 concevoir et effectuer une expérience pour analyser le mouvement d'un projectile (*p. ex., déterminer la vitesse initiale d'un projectile à partir de sa portée et de son temps de vol pour un angle d'inclinaison spécifique*). [P, ER, AI, C]

B2.9 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *mouvement uniforme, mouvement uniformément accéléré, accélération, accélération gravitationnelle, vecteur, scalaire, déplacement, distance, vitesse, projectile, portée, composante verticale, composante horizontale*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

B3.1 évaluer l'incidence sur la société et l'environnement de technologies de reconnaissance du mouvement (*p. ex., surveillance de la circulation routière par radar, utilisation d'un système de positionnement global pour la navigation, utilisation de capteurs de mouvement dans les appareils photos et les consoles de jeux vidéo, suivi des systèmes météorologiques par satellites*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le GPS a été développé par le département de la défense des États-Unis pour appuyer la navigation des forces armées. Le GPS, qui permet de déterminer la latitude, la longitude et l'altitude avec précision, est maintenant utilisé dans des véhicules tels que camions, voitures, avions, navires, bateaux de plaisance, machineries de chantier et machineries agricoles. Ce système de positionnement a également été adapté pour guider des personnes aveugles.

Questions pour alimenter la discussion : Comment et pourquoi piste-t-on le mouvement des animaux dans leur milieu naturel à l'aide de satellites? Quels sont les avantages sociaux et environnementaux de l'utilisation de limiteurs de vitesse par l'industrie du camionnage? Comment l'utilisation de balises de détresse permet-elle aux équipes de sauvetage de réagir rapidement pour sauver des vies? Quelle technologie utilise-t-on pour mesurer la vitesse des balles de service au tennis?

B3.2 évaluer l'impact de progrès technologiques relativement aux objets en mouvement (*p. ex., réduction des risques de blessures grâce aux coussins gonflables des voitures*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Partout au Canada, il est exigé que les bébés et les tout-petits soient attachés dans le siège approprié pour assurer leur sécurité en voiture. Depuis 2002, tous les véhicules neufs fabriqués au Canada sont équipés

de barres d'ancrage inférieures qui facilitent l'installation des sièges de bébé et d'enfant sur la banquette arrière du véhicule et tous les nouveaux sièges de bébé et d'enfant fabriqués au Canada sont équipés de deux connecteurs qui se fixent à ces barres d'ancrage.

Questions pour alimenter la discussion :

Quelles sont des caractéristiques des véhicules à coussins d'air? Quelles données les senseurs installés dans les blocs de départ des coureurs de 100 mètres permettent-ils de mesurer? Quels matériaux et nouvelles technologies permettent d'optimiser la performance sportive dans des sports tels que la course automobile, le bobsleigh, la voile et le golf?

C. FORCES ET ÉNERGIE MÉCANIQUE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** démontrer sa compréhension des forces, du travail, de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle gravitationnelle ainsi que des transformations énergétiques, du rendement énergétique et de la puissance.
- C2.** vérifier la loi de la conservation de l'énergie à partir d'expériences et d'analyses quantitatives.
- C3.** analyser l'impact sur les activités quotidiennes des développements technologiques et des connaissances scientifiques en mécanique.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** énoncer les trois lois de Newton et les illustrer par des exemples (*p. ex., au football, la masse d'un bloqueur détermine la force requise pour le déplacer et la masse d'un receveur influence sa capacité d'accélérer*).
- C1.2** expliquer comment les théories et les découvertes de Galilée et de Newton ont révolutionné les connaissances scientifiques de leur époque et ont fourni les bases nécessaires pour comprendre la relation entre un mouvement et une force.
- C1.3** illustrer des diagrammes de forces et les interpréter.
- C1.4** préciser les conditions nécessaires à l'exécution d'un travail et établir la relation entre le travail, la force et le déplacement dans la direction de la force.
- C1.5** expliquer la loi de la conservation de l'énergie dans diverses situations en établissant la relation entre les variations d'énergie cinétique et d'énergie potentielle gravitationnelle d'un corps et le travail réalisé par la résultante des forces appliquées sur celui-ci.
- C1.6** expliquer, de manière qualitative, le rapport entre le rendement et l'énergie thermique (*p. ex., réchauffement d'une balle de squash*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** vérifier, en laboratoire et par calcul mathématique, la deuxième loi du mouvement de Newton. [P, ER, AI, C]
- C2.2** analyser qualitativement et quantitativement la force gravitationnelle, la force normale, la force de frottement, les coefficients de frottements statique et cinétique et résoudre des problèmes dans différents contextes unidimensionnels en utilisant des diagrammes de force et des équations mathématiques (*p. ex., l'accélération d'un bloc de bois sur différentes surfaces*). [P, ER, AI, C]
- C2.3** concevoir et effectuer une expérience pour vérifier la loi de la conservation de l'énergie, en contrôlant les variables pertinentes (*p. ex., vérifier la conservation de l'énergie d'un pendule effectuant un mouvement périodique simple*). [P, ER, AI, C]
- C2.4** analyser, à partir d'une expérience ou d'une simulation à l'ordinateur, le rendement d'une transformation énergétique (*p. ex., comparer l'énergie cinétique initiale d'un chariot montant un plan incliné à l'énergie potentielle du chariot à sa position la plus élevée à partir d'un graphique vitesse-temps obtenu à l'aide d'une sonde et d'une interface*). [P, ER, AI, C]
- C2.5** concevoir et effectuer une expérience pour déterminer la puissance déployée pour accomplir un travail (*p. ex., calculer la puissance déployée par un athlète qui soulève des haltères*). [P, ER, AI, C]

C2.6 résoudre des problèmes portant sur le travail, l'énergie cinétique, l'énergie potentielle gravitationnelle, la loi de la conservation de l'énergie, le rendement et la puissance en utilisant les formules appropriées (*p. ex., déterminer le rendement du transfert d'énergie produit lorsque le plomb d'une pendule écarté de sa position d'équilibre frappe un chariot*). [P, ER, AI, C]

C2.7 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *lois de Newton, force, poids, frottement, coefficient de frottement, travail, puissance, rendement, loi de la conservation d'énergie, énergie mécanique, énergie potentielle gravitationnelle, énergie cinétique, énergie thermique*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

C3.1 analyser des exemples de l'amélioration du rendement sportif par l'application des principes de la mécanique (*p. ex., suivre son coup au tennis ou au golf accroît le travail effectué sur la balle en augmentant la distance de l'application de la force; l'énergie cinétique d'un sauteur à la perche se transforme en énergie potentielle élastique emmagasinée dans la perche*). [AI, C]

Piste de réflexion : En 2008, de nouveaux exploits mondiaux en natation ont été réalisés avec la mise sur le marché d'un maillot de bain réduisant la résistance au minimum et favorisant une position hydrodynamique du corps grâce à son gainage et à sa tenue ajustée. Ce maillot a été mis au point après d'intensives recherches, notamment par des instituts universitaires et de sport ainsi que par la NASA.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les principes de fonctionnement et les avantages des patins à lame chauffante mis au point par l'inventeur canadien Tory Weber? Quels sont les derniers développements technologiques contribuant à améliorer la performance dans les sports de glisse tels que le ski de fond, la planche à neige et le ski alpin?

C3.2 évaluer l'impact de développements technologiques dans le domaine de la mécanique (*p. ex., réduction du frottement grâce au roulement à billes*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Il est recommandé par Transports Canada de remplacer les quatre pneus d'un véhicule par des pneus d'hiver afin de maintenir le contrôle et la stabilité du véhicule sur des chaussées glacées. La tenue de route est meilleure si le véhicule est équipé de quatre pneus de même type, taille, indice de vitesse et indice de charge.

Questions pour alimenter la discussion : Comment fonctionne un système de freinage antiblocage (ABS)? Quelles propriétés adhésives de la moule et du gecko ont été reproduites pour mettre au point la colle geckel? Des chercheurs ont réussi à faire tourner une roue à l'échelle nanoscopique; quelles pourraient être des applications possibles de machines moléculaires servant de nano-transporteurs?

D. ONDES SONORES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** décrire les caractéristiques et les propriétés des ondes mécaniques en relevant les similarités et les distinctions entre les ondes observables et les ondes sonores.
- D2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les caractéristiques et les propriétés des ondes mécaniques, y compris les ondes sonores.
- D3.** analyser des problèmes causés par les ondes mécaniques et présenter des solutions technologiques découlant de la connaissance scientifique de ces ondes.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** comparer les propriétés d'ondes longitudinales à celles d'ondes transversales et en donner des exemples.
- D1.2** identifier les conditions essentielles à la production et à la transmission d'ondes mécaniques, et les facteurs responsables de leur vitesse de déplacement (*p. ex., la vitesse du son dépend de la température; la vitesse d'une vague dépend de la profondeur de l'eau; la vitesse d'une onde dans un ressort dépend de sa tension*).
- D1.3** énoncer le principe de superposition des ondes.
- D1.4** identifier les propriétés des ondes stationnaires et expliquer les conditions dans lesquelles elles se produisent (*p. ex., modifier la tension et la longueur de la corde d'un violon peut produire des ondes stationnaires de fréquences variées*).
- D1.5** reconnaître les conditions requises pour qu'il y ait résonance mécanique, y compris la résonance acoustique, dans divers milieux (*p. ex., des ondes sonores d'intensité élevée peuvent faire éclater un verre si leur fréquence est proche de la fréquence propre du verre*).
- D1.6** illustrer, au moyen de schémas, la résonance dans un tuyau ouvert et un tuyau fermé à une extrémité, et déterminer les rapports quantitatifs entre la longueur du tuyau, la fréquence, la longueur d'onde et la vitesse du son.

- D1.7** expliquer l'effet Doppler et prédire qualitativement la variation de fréquence perçue par un observateur stationnaire selon que la source émettrice s'approche ou s'éloigne.
- D1.8** expliquer des phénomènes naturels (*p. ex., seuil d'audibilité, écholocation, tremblement de terre, tsunami, vague*) en recourant aux caractéristiques et aux propriétés des ondes.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** déterminer expérimentalement la vitesse d'ondes mécaniques dans un milieu et comparer les résultats obtenus aux valeurs théoriques en identifiant les sources d'erreur ou d'incertitude. [P, ER, AI, C]
- D2.2** analyser, à partir d'expériences effectuées en laboratoire, les propriétés des ondes mécaniques qui se propagent dans un seul milieu et d'un milieu à un autre, et qui interagissent avec un corps (*p. ex., mesurer la fréquence d'un pendule; analyser une impulsion se propageant dans un système composé de deux ressorts différents*). [P, ER, AI, C]
- D2.3** résoudre des problèmes portant sur l'équation d'onde universelle, la résonance mécanique, l'effet Doppler, le nombre de Mach, la résonance d'une colonne d'air et le principe de superposition. [P, ER, AI, C]
- D2.4** observer des interférences constructives et destructives d'ondes mécaniques en laboratoire et représenter ses observations schématiquement. [ER, C]

D2.5 prédire et vérifier expérimentalement les conditions requises pour produire une résonance dans un tuyau ouvert ou fermé (*p. ex., déterminer les longueurs d'un tuyau d'air fermé qui résonneront en réponse à un diapason d'une fréquence connue*). [P, ER, AI, C]

D2.6 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *vibration, cycle, fréquence, période, longueur d'onde, amplitude, compression, raréfaction, nombre de Mach, bang supersonique, mouvement harmonique simple, battement, écholocation, nœud et ventre, pression acoustique, intensité sonore, équation universelle des ondes, ultrason, infrason, diapason*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

D3.1 analyser, à l'aide des caractéristiques et des propriétés des ondes mécaniques, des solutions technologiques utilisées pour résoudre divers problèmes (*p. ex., optimisation de la sonorisation d'une salle de spectacles; prothèse auditive à l'usage des personnes malentendantes; détection des tsunamis et des tremblements de terre*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les signaux de circulation sonores facilitent la traversée des piétons et des personnes ayant une déficience visuelle aux intersections passantes. Le signal sonore émis en alternance durant toute la durée d'un feu de circulation doit être audible jusqu'à l'extrémité du passage et s'ajuster selon le niveau de bruit ambiant.

Questions pour alimenter la discussion : Le Code national du bâtiment requiert que toutes les alarmes d'incendie soient munies d'un mode de signalisation Temporal-3; en quoi consiste ce mode de signalisation? Quelles sont les caractéristiques et les possibilités de la radio haute définition (HD)? Quels sont les événements qui ont marqué les développements technologiques dans le domaine de la sonorisation depuis le premier enregistrement documenté du phonographe en 1857?

D3.2 évaluer des mesures visant à réduire la pollution sonore et les sources de bruits excessifs (*p. ex., règlements obligeant les avions commerciaux à voler à des vitesses subsoniques; murs antibruit placés en bordure des autoroutes*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) décrit la pollution sonore comme une des principales nuisances environnementales des pays industrialisés. Le stress causé par le bruit de la circulation routière et aérienne des milieux urbains est en constante augmentation. Les problèmes de santé les plus fréquents attribués au bruit sont les troubles du sommeil et de la digestion, l'hypertension et la dépression. La pollution sonore peut également compromettre l'exécution de tâches cognitives, la mémorisation et la communication.

Questions pour alimenter la discussion : Devrait-on établir une taxe sur la pollution sonore? L'écoute de la musique à plein volume à l'aide d'appareils électroniques tels que lecteurs de musique portables, écouteurs stéréo et systèmes audio, ou aux concerts et dans les discothèques peut-elle mener à une perte d'acuité auditive? Quelles sont les limites d'exposition au bruit en milieu de travail?

E. ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** expliquer le rôle des champs magnétiques dans la production et la transmission d'énergie électrique.
- E2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les caractéristiques et les propriétés des champs magnétiques et des circuits électriques.
- E3.** analyser l'impact de divers modes de production d'énergie électrique et suggérer des stratégies pour répondre à la demande croissante.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** expliquer la loi d'Ohm et les lois de Kirchhoff.
- E1.2** illustrer le champ magnétique produit par diverses configurations d'aimants (*p. ex.*, un aimant droit, deux aimants droits rapprochés, un aimant en U), ainsi que par un conducteur rectiligne et un solénoïde parcourus par un courant électrique.
- E1.3** décrire qualitativement les caractéristiques des champs magnétiques, dont la nature vectorielle et tridimensionnelle (*p. ex.*, principe d'Oersted, principe du moteur, loi de l'induction électromagnétique de Faraday, loi de Lenz).
- E1.4** distinguer le courant conventionnel du flux d'électrons et indiquer la règle qui s'applique dans chaque cas (règle de la main gauche pour le courant conventionnel et de la main droite pour le flux d'électrons).
- E1.5** déterminer, à l'aide de la règle de la main droite, la direction du champ magnétique et le sens du courant lorsqu'un conducteur rectiligne et un solénoïde sont parcourus par un courant électrique.
- E1.6** expliquer le fonctionnement d'un moteur électrique et d'un alternateur et décrire le rôle de leurs composantes.
- E1.7** expliquer comment les transformateurs augmentent ou diminuent le potentiel électrique et le courant en fonction du nombre de spires des bobines primaires et secondaires (*p. ex.*, décrire les composantes fondamentales et les opérations des transformateurs élévateurs [survolteurs] et abaisseurs [dévolteurs]).

- E1.8** expliquer les méthodes utilisées pour transporter l'énergie électrique dans les lignes à haute tension (*p. ex.*, utilisation du courant alternatif plutôt que du courant continu; utilisation de transformateurs élévateurs et abaisseurs pour contrôler le potentiel et le courant électriques et minimiser les pertes d'énergie).
- E1.9** identifier des risques et des précautions associés à la distribution de l'énergie électrique (*p. ex.*, plusieurs dispositifs de sécurité limitent l'accès aux stations de transformation; des procédures de sécurité doivent être respectées près des lignes à haute tension).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- E2.1** analyser des circuits électriques en série, en parallèle et mixtes à partir d'expériences et à l'aide des lois d'Ohm et de Kirchhoff. [P, ER, AI, C]
- E2.2** effectuer une expérience pour identifier les propriétés des champs magnétiques (*p. ex.*, tracer les lignes du champ magnétique qui entourent un aimant droit, deux aimants droits rapprochés et un aimant en U). [P, ER, AI, C]
- E2.3** illustrer, à partir d'expériences en laboratoire, le champ magnétique produit par un conducteur rectiligne et un solénoïde parcourus par un courant électrique. [ER, C]

E2.4 déterminer expérimentalement les facteurs tels que la différence de potentiel et la direction du courant induit qui influencent l'induction électromagnétique. [P, ER, AI, C]

E2.5 résoudre des problèmes impliquant la loi de l'induction électromagnétique de Faraday, des électroaimants ainsi que des transformateurs éleveurs et abaisseurs. [P, ER, AI, C]

E2.6 construire un dispositif (*p. ex., sonnerie électrique, amplificateur, génératrice, galvanomètre, moteur électrique, électroaimant*) dont le fonctionnement repose sur les propriétés de l'électromagnétisme ou de l'induction électromagnétique. [P, ER]

E2.7 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *courant continu, courant alternatif, courant conventionnel, flux d'électrons, différence de potentiel, puissance électrique, énergie électrique, circuit en série, circuit en parallèle, circuit mixte, résistance, loi d'Ohm, loi de Kirchhoff, champ magnétique, conducteur rectiligne, solénoïde, principe d'Oersted, principe du moteur, loi de l'induction électromagnétique de Faraday, loi de Lenz, règle de la main gauche, règle de la main droite, alternateur, transformateur, réseau de transmission*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

E3.1 comparer divers modes de production d'électricité en fonction de facteurs tels que l'économie, le développement durable, l'environnement et la qualité de la vie (*p. ex., photopile, éolienne, énergie nucléaire, énergie hydroélectrique, énergie thermique, carburants fossiles*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Rankin Inlet, une communauté isolée du Nunavut, utilise le diesel pour produire de l'électricité à partir de génératrices. La communauté a récemment installé une éolienne qui permettra de réduire la consommation de diesel de 50 000 litres par année, diminuant ainsi les coûts de production et les émissions de gaz à effet de serre.

Questions pour alimenter la discussion : Il existe au Canada plusieurs projets de petites centrales hydroélectriques avec les Premières nations; quel est l'impact de ces aménagements hydroélectriques sur les communautés autochtones? Un projet pilote est en cours en Ontario pour transformer des résidus forestiers en bio-huile dans une usine mobile afin de produire de la chaleur et de l'électricité; quels pourraient être les impacts de cette technologie sur les commu-

nautés du Nord de l'Ontario? Peut-on combiner l'énergie éolienne et l'énergie hydraulique en se servant de l'énergie éolienne pour pomper l'eau dans les réservoirs qui alimentent les turbines hydrauliques?

E3.2 évaluer des répercussions sociales d'applications technologiques découlant des connaissances sur l'électricité et le magnétisme en fonction de critères tels que la qualité de la vie, les retombées économiques et la protection de l'environnement (*p. ex., train à sustentation électrodynamique, alternateur d'une centrale électrique thermique, détecteur de métal dans les aéroports*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La carte à puce, grâce à sa sécurité accrue et à sa capacité de mémoire, remplace graduellement la carte à bande magnétique dans un grand nombre d'applications telles que l'identification personnelle, les transactions bancaires et les moyens de paiement. Les cartes à puce sont dotées de microcircuits intégrés qui permettent le transfert et le stockage d'information. La différence de potentiel des cartes à puce est de 3V ou de 5V selon que la carte requiert ou non un contact avec le lecteur.

Questions pour alimenter la discussion : Pourquoi les armes à impulsion électromagnétique menacent-elles la viabilité des systèmes de communication, des ordinateurs et d'autres systèmes électroniques des forces armées et des gouvernements? Pourquoi l'utilisation d'appareils électroniques est-elle interdite à bord d'un avion lors du décollage, de la montée, de l'approche et de l'atterrissage? Quelles sont des causes possibles de la déviation magnétique d'une boussole? Quelles sont les répercussions sociales des technologies d'imagerie par résonance magnétique?

F. ÉNERGIES THERMIQUE ET NUCLÉAIRE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** expliquer les principes scientifiques sous-jacents aux transferts thermiques et à l'énergie nucléaire.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les concepts d'énergie thermique et nucléaire.
- F3.** évaluer des répercussions sociales, technologiques et environnementales des applications de l'énergie thermique et de l'énergie nucléaire.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- F1.1** définir qualitativement les états de la matière et les changements de phase selon les principes de la thermodynamique.
- F1.2** décrire les trois modes de transfert thermique (conduction, convection, radiation) et en présenter des exemples.
- F1.3** décrire la structure de l'atome et de son noyau et reconnaître différents isotopes (*p. ex., hydrogène, deutérium, tritium*).
- F1.4** distinguer les trois types de désintégration nucléaire (alpha, bêta, gamma) ainsi que les effets de leurs rayonnements et préciser les mesures de radioprotection nécessaires pour chaque type.
- F1.5** explorer le concept de demi-vie et décrire des conséquences et des applications qui en découlent (*p. ex., à cause de leur courte demi-vie, les isotopes médicaux ne peuvent être entreposés et leur production doit être continue*).
- F1.6** distinguer la fission nucléaire de la fusion nucléaire et expliquer leur libération d'énergie à l'aide de l'équivalence masse-énergie d'Einstein (*p. ex., la fission d'uranium 235 dans une centrale nucléaire et la fusion d'hydrogène dans le Soleil*).
- F1.7** décrire les principes de fonctionnement du réacteur CANDU ainsi que le rôle de ses composantes principales (*p. ex., eau lourde, uranium, barre d'arrêt, échangeur thermique*).

- F1.8** décrire les transferts thermiques qui s'opèrent dans une centrale nucléaire en se référant aux lois de la thermodynamique.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- F2.1** tracer un diagramme de phase à partir de données empiriques.
- F2.2** déterminer expérimentalement la capacité thermique spécifique de substances pures et calculer la capacité thermique spécifique de substances à l'aide de la méthode des mélanges.
- F2.3** résoudre des problèmes en se servant des équations de la thermodynamique (*p. ex., $Q = mc\Delta T$, $Q = mL_f$, $Q = mL_v$*).
- F2.4** résoudre des problèmes impliquant des désintégrations alpha et bêta (*p. ex., compléter les équations de désintégration d'une famille radioactive, des demi-vies (p. ex., déterminer pendant combien de temps des déchets radioactifs devraient être entreposés) et des réactions de fusion et de fission nucléaires (p. ex., calculer l'énergie libérée lors de la fission de l'uranium)*).
- F2.5** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *thermodynamique, énergie thermique, température, chaleur, capacité thermique spécifique, chaleur latente de fusion, chaleur latente de vaporisation, condensation, sublimation, fusion, solidification, vaporisation, conduction, radiation, convection, calorimètre*.

réchauffement, refroidissement, centrale nucléaire, CANDU, isotope, demi-vie, modérateur, barre d'arrêt, échangeur thermique, équivalence masse-énergie d'Einstein, rayonnement alpha, rayonnement bêta, rayonnement gamma, fission, fusion.

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

F3.1 évaluer l'impact sur la société, la technologie et l'environnement de la compréhension scientifique des modes de transfert thermique (*p. ex., une connaissance du facteur de refroidissement éolien peut réduire les risques d'hypothermie et d'engelure; un système de refroidissement liquide ou à air, ou un échangeur de chaleur permet de maintenir constante la température d'un moteur à combustion*).

Piste de réflexion : Une des méthodes utilisées pour construire des bâtiments chauffés dans les régions septentrionales consiste à établir les fondations profondément dans le pergélisol et à construire le bâtiment au-dessus de la surface du sol. Ce type de construction permet la circulation de l'air entre le bâtiment et le sol et empêche la transmission de la chaleur du bâtiment vers le sol.

Questions pour alimenter la discussion : À quelles fins l'énergie géothermique est-elle utilisée au Canada? Quelles sont les différences entre les lampes fluorescentes compactes et les lampes à incandescence en ce qui concerne leur perte d'énergie en chaleur? Pourquoi le gouvernement de l'Ontario a-t-il mis sur pied un programme de vérification énergétique résidentielle et de remise pour les rénovations?

F3.2 débattre des avantages et des inconvénients des applications de l'énergie nucléaire (*p. ex., les centrales nucléaires produisent peu d'émissions contribuant au smog et aux dépôts acides et permettent de produire des isotopes médicaux. Toutefois ces milieux de travail doivent instaurer des mesures de sécurité strictes et l'entreposage des déchets nucléaires produits comporte des risques pour l'environnement*).

Piste de réflexion : La centrale nucléaire de Chalk River fournit plus de 50 % des isotopes radioactifs utilisés à travers le monde pour le diagnostic et le traitement du cancer et des maladies cardiovasculaires. En 2007, l'arrêt prolongé du réacteur a entraîné une pénurie mondiale d'isotopes ainsi que le retard et l'annulation de certains tests de diagnostic, mettant à risque la vie de plusieurs patients.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont les caractéristiques du Bouclier canadien qui en font un emplacement favorable à l'implantation d'un dépôt permanent de déchets nucléaires? Pourquoi les travailleurs d'une centrale nucléaire doivent-ils porter un dosimètre? Devrait-on interdire l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins militaires?

Physique, 12^e année

cours préuniversitaire

SPH4U

Ce cours permet à l'élève de mieux comprendre les concepts et les théories de base de la physique. L'élève approfondit ses connaissances sur les lois de la dynamique, de la conservation de l'énergie et de la conservation de la quantité de mouvement et étudie les champs électriques et magnétiques, la nature ondulatoire et quantique de la lumière et des notions de physique moderne. En outre, l'élève améliore ses habiletés en recherche, en apprenant par exemple que l'interprétation des données empiriques peut fournir des preuves à l'appui de l'élaboration d'un modèle scientifique. L'élève se penche également sur l'incidence des applications technologiques de la physique sur la société et l'environnement.

Préalable : Physique, 11^e année, cours préuniversitaire

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire et sur le terrain, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines de la dynamique, de l'énergie, des champs électriques et magnétiques, de la nature ondulatoire et quantique de la lumière, et de la physique moderne.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

- A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.
- A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.
- A1.3** planifier une expérience (*p. ex., concevoir ou adapter un protocole expérimental, sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.
- A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

- A1.5** effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.
- A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., interface et sonde, cellule photoélectrique, balance, oscilloscope, multimètre*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

- A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., porter des lunettes de protection*).

Analyse et interprétation [AI]

- A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*) ou de l'information recueillie ou la solution à un problème.
- A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).
- A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

- A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., diagramme de forces, diagramme vectoriel, tableau, graphique*).
- A1.12** communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de la dynamique, de l'énergie, des champs électriques et magnétiques, de la nature ondulatoire et quantique de la lumière, et de la physique moderne et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., océanographe physique, ingénieure électronicienne ou ingénieur électronicien, chercheuse ou chercheur en photonique, professeure ou professeur de physique*).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable en physique dans le cadre de leur travail (*p. ex., Willard S. Boyle, co-inventeur du capteur photographique à couplage de charge; Bob McDonald, vulgarisateur scientifique contribuant à la démystification de la science moderne; Elisabeth Muriel Gregory MacGill, première diplômée en électrotechnique au Canada et première conceptrice d'aéronefs au monde; Pierre Coulombe, président du Bureau de la haute direction du Conseil national de recherches Canada*).

B. DYNAMIQUE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** reconnaître les lois et les systèmes de référence utilisés pour étudier les mouvements rectilignes et circulaires et évaluer l'influence des différents types de force sur ces mouvements.
- B2.** analyser des mouvements rectilignes et circulaires expérimentalement et quantitativement à l'aide de diagrammes de forces, de composantes orthogonales de vecteurs et d'équations du mouvement.
- B3.** analyser des applications de procédés ou de dispositifs technologiques reposant sur les principes de la dynamique et en évaluer les impacts socioéconomiques et environnementaux.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** identifier les forces fondamentales de la nature.
- B1.2** déduire le mouvement d'un corps dans un plan vertical, un plan horizontal et un plan incliné en analysant les forces appliquées à l'aide d'un diagramme de forces.
- B1.3** définir la loi universelle gravitationnelle de Newton ($F = Gm_1m_2/r^2$).
- B1.4** examiner l'influence de la force gravitationnelle sur un corps selon sa proximité avec la surface de la Terre (*p. ex., à proximité de la Terre, m_1 devient la masse de la terre, le rayon est celui de la Terre et la force gravitationnelle correspond au poids de l'objet; en remplaçant ces valeurs dans l'équation de la loi universelle gravitationnelle de Newton, on obtient $mg = Gm_1m/r_1^2$, donc $g = Gm_1/r_1^2 = 9,8 \text{ m/s}^2$*).
- B1.5** déterminer les avantages et les inconvénients du frottement statique et du frottement dynamique dans diverses situations.
- B1.6** distinguer les systèmes de référence (*p. ex., système de référence inertiel et système de référence non inertiel*) et déterminer la vitesse et l'accélération relatives dans diverses situations (*p. ex., une personne qui nage dans une rivière où il y a un courant*).
- B1.7** dériver des équations du mouvement circulaire uniforme en fonction de la vitesse et du rayon de courbure (*p. ex., $F = ma = mv^2/r$*) et de la période de rotation (*p. ex., $v = 2\pi r/T$*).

- B1.8** analyser le mouvement circulaire uniforme dans un plan horizontal et un plan vertical et identifier la force causant l'accélération centripète dans diverses situations (*p. ex., satellite, grande roue*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** déterminer la force résultante sur un corps ou sur un système dans des plans et des contextes variés en analysant, à l'aide de diagrammes de forces, les relations entre la force de gravité, la normale, les forces appliquées et les coefficients de frottement statique et dynamique (*p. ex., force résultante sur un skieur qui dévale une pente; tension entre les wagons d'un train; accélération d'une personne dans un ascenseur; tension sur un pendule*). [P, ER, AI, C]
- B2.2** analyser, en laboratoire ou à partir de simulations à l'ordinateur, le mouvement rectiligne d'un corps dans un plan vertical, un plan horizontal et un plan incliné en utilisant les lois de Newton, les diagrammes de forces, les diagrammes vectoriels et les équations sur le mouvement uniformément accéléré (*p. ex., mesurer les forces appliquées sur un corps en équilibre au centre d'une table de forces et vérifier la valeur nulle de la résultante; déterminer l'accélération d'un corps dans un plan incliné*). [P, ER, AI, C]

B2.3 concevoir et effectuer une expérience pour vérifier une prédiction sur le mouvement d'un corps (*p. ex., déterminer le déplacement maximal d'un objet qui glisse sur une surface rugueuse; comparer les coefficients de frottement statique et dynamique d'un objet sur une surface plane*). [P, ER, AI, C]

B2.4 analyser en laboratoire la relation entre la force centripète et certains facteurs tels que la fréquence, la vitesse, la masse et le rayon, et présenter ses résultats sous forme graphique. [P, ER, AI, C]

B2.5 résoudre des problèmes portant sur le mouvement circulaire uniforme, y compris le mouvement des planètes et des satellites en appliquant la loi de la gravitation universelle de Newton. [P, ER, AI, C]

B2.6 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *force appliquée, résultante, frottement statique, frottement dynamique, coefficient de frottement, poids, force normale, tension, diagramme de forces, force résultante, loi universelle gravitationnelle de Newton, système de référence inertiel, système de référence non inertiel, force centripète, mouvement circulaire uniforme, accélération centripète, satellite*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

B3.1 explorer des situations tirées du quotidien illustrant des conceptions ou des solutions technologiques reposant sur les principes de la dynamique (*p. ex., utilisation de cires différentes pour la glisse et la poussée en ski de fond; minimisation des forces de résistance selon le choix de matériaux ou le profilage d'équipement sportif; modification des bandes de roulement des pneus de vélos de montagne et de vélos de route*). [AI]

Piste de réflexion : L'appontage, ou l'atterrissage sur un porte-avions, est une manœuvre très risquée qui nécessite un éventail de dispositifs d'arrêt tels que des câbles tendus en travers de la piste d'atterrissage et reliés à une presse hydraulique. Une crosse rétractable située sous le fuselage de l'aéronef s'accroche à ces câbles pour provoquer l'arrêt de l'appareil. Si un problème technique ou une défectuosité survient lors de l'appontage, l'avion peut être arrêté par une barrière de sécurité.

Questions pour alimenter la discussion :

Comment prépare-t-on un véhicule pour la conduite hivernale et comment doit-on conduire dans des conditions hivernales? Comment peut-on expliquer la trajectoire particulière des boomerangs? Comment les joueurs de curling peuvent-ils influencer sur la trajectoire de la pierre? Quelles sont les différences entre les patins de hockey, les patins de vitesse sur courte piste et sur longue piste et les patins de patinage artistique? Pourquoi les patineurs artistiques exécutant des sauts et des pirouettes rapprochent-ils leurs jambes et leurs bras lors des rotations?

B3.2 évaluer des répercussions économiques, environnementales et sociales de procédés et de technologies reposant sur les principes de la dynamique et du mouvement circulaire (*p. ex., l'utilisation des courants jets ou des courants marins diminue la durée d'un voyage aérien ou maritime et économise l'énergie; les centrifugeuses sont utilisées pour séparer les composantes du sang; l'inclinaison des routes accroît la sécurité routière; les satellites de communication contribuent à l'essor de la société de l'information*). [AI, C]

Piste de réflexion : L'utilisation d'outils électriques rotatifs tels que perceuse, fraise métallique, disque cylindrique, scie circulaire, ponceuse et meule rend le travail beaucoup plus facile à exécuter mais comporte des risques pour les utilisateurs. Le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail donne de l'information sur les précautions à prendre en maniant divers types d'équipement et de machines afin d'assurer la sécurité des travailleurs.

Questions pour alimenter la discussion :

Comment le pendule de Foucault permet-il de mettre en évidence la rotation de la Terre? Quel attrait représentent les grandes roues que l'on retrouve dans plusieurs grandes villes du monde entier? Quelles sont des applications des satellites en orbite autour de la Terre? Quel est le rôle des centrifugeuses dans le programme d'entraînement des astronautes? Quel est le principe de fonctionnement des pompes centrifuges pour le traitement des eaux usées? Comment détermine-t-on le rayon optimal des pales d'une éolienne?

C. ÉNERGIE ET QUANTITÉ DE MOUVEMENT

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** démontrer qualitativement et quantitativement sa compréhension des concepts de travail, d'impulsion et de quantité de mouvement ainsi que des lois de la conservation de l'énergie et de la conservation de la quantité de mouvement pour des mouvements en une et en deux dimensions.
- C2.** vérifier, en appliquant la méthode scientifique, les lois de la conservation de la quantité de mouvement et de la conservation de l'énergie pour les collisions élastiques et calculer les pertes d'énergie pour les collisions inélastiques.
- C3.** analyser des applications technologiques qui reposent sur les lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement, et évaluer leurs incidences sociales et environnementales.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** établir des liens entre l'impulsion donnée à un objet et la variation de sa quantité de mouvement à partir de situations variées.
- C1.2** analyser, à l'aide de diagrammes vectoriels, la loi de la conservation de la quantité de mouvement dans des systèmes isolés.
- C1.3** analyser les relations entre l'énergie mécanique, le frottement, l'énergie thermique et la loi de la conservation de l'énergie pour des mouvements en une et en deux dimensions (*p. ex., le travail exercé sur un palet de curling est transformé en énergie cinétique et en énergie thermique*).
- C1.4** distinguer les collisions élastiques des collisions inélastiques et en donner des exemples (*p. ex., collision élastique entre des boules de billards; collision inélastique entre deux balles molles qui se déforment au contact*).
- C1.5** analyser l'application de la loi de Hooke en relation avec la loi de conservation de l'énergie dans diverses situations.
- C1.6** analyser le mouvement harmonique simple et son rapport avec la loi de Hooke et le mouvement circulaire.

- C1.7** décrire qualitativement le mouvement des planètes et des satellites et les analyser quantitativement en fonction des transformations d'énergie se produisant (*p. ex., calculer l'énergie nécessaire pour propulser un vaisseau spatial de la surface de la Terre à l'extérieur du champ gravitationnel terrestre et décrire les transformations énergétiques qui en résultent; calculer l'énergie cinétique et l'énergie potentielle gravitationnelle d'un satellite en orbite circulaire stable autour d'une planète*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** analyser, expérimentalement ou à l'aide de simulations à l'ordinateur, les lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement dans des systèmes isolés pour des mouvements en une et en deux dimensions (*p. ex., déterminer si une collision entre deux rondelles est élastique ou inélastique en analysant les diagrammes vectoriels obtenus expérimentalement*). [P, ER, AI, C]
- C2.2** calculer, après expérimentation, l'énergie cinétique, l'énergie potentielle gravitationnelle, l'énergie potentielle élastique et l'énergie thermique d'un système pour vérifier la loi de la conservation de l'énergie (*p. ex., mesurer la constante de rappel d'un ressort et vérifier la loi de Hooke*). [P, ER, AI, C]

C2.3 résoudre des problèmes en appliquant la loi de Hooke et les lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement pour des collisions élastiques et inélastiques en une et en deux dimensions (*p. ex., calculer l'énergie emmagasinée dans un ressort élastique*). [P, ER, AI, C]

C2.4 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *travail, énergie cinétique, impulsion, énergie potentielle gravitationnelle, énergie potentielle élastique, loi de la conservation de l'énergie, loi de la quantité de mouvement, système isolé, loi de Hooke, ressort idéal, mouvement harmonique simple, collision élastique, collision inélastique*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

C3.1 analyser des dispositifs dont la conception et le fonctionnement reposent sur les lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement (*p. ex., l'usure d'un câble d'escalade affecte son coefficient d'élasticité et son efficacité; l'implosion d'un immeuble est une opération technique très complexe*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le choix d'un siège d'auto pour bébé varie selon la taille et le poids du bébé. On doit d'abord utiliser un siège d'auto orienté vers l'arrière du véhicule pour les bébés dont le poids est inférieur à 20 livres, ce type de siège supportant la tête et le cou du bébé lors d'un arrêt subit ou d'une collision. Puis, lorsque le poids de l'enfant dépasse 20 livres (en général, à l'âge d'un an) on peut utiliser un siège d'auto qui fait face à l'avant et qui répartit les forces sur les parties les plus solides de l'enfant lors d'un impact. Lorsque l'enfant pèse au moins 40 livres, on peut l'installer dans un siège d'appoint. Enfin, lorsque l'enfant pèse environ 80 livres ou a une taille de 145 cm ou plus ou atteint l'âge de 8 ans, il est temps d'utiliser uniquement la ceinture de sécurité.

Questions pour alimenter la discussion : Comment la technique du lancer-frapper au hockey permet-elle de propulser la rondelle à plus de 150 km/h? Comment les harnais de sécurité doivent-ils être attachés pour assurer la sécurité des travailleurs dans des échafaudages, des nacelles ou sur des toits? Quel est le principe de fonctionnement des gilets pare-balles?

C3.2 examiner des questions sociales, économiques et environnementales soulevées par l'application des lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement (*p. ex., le déploiement des coussins gonflables, le port de la ceinture de sécurité et le froissement de la carrosserie d'un véhicule lors d'une collision ont un impact sur la sécurité des passagers*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La propulsion et l'explosion des feux d'artifice utilisés pour célébrer des événements marquants impliquent une application des lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement. Les feux d'artifice combinés à des trames musicales font aussi l'objet de compétitions internationales et ont des retombées économiques importantes.

Questions pour alimenter la discussion : Le port d'un casque de protection devrait-il être obligatoire dans des sports tels que la planche à neige, le patin à roues alignées et le vélo de montagne? Quelles ont été des armes importantes utilisées dans diverses guerres depuis l'artillerie médiévale? Quelles sont les retombées touristiques du saut à l'élastique? Comment l'évolution des matériaux a-t-elle influencé les performances sportives dans des sports tels que le golf, le tennis, le tir à l'arc et le hockey?

D. CHAMPS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** expliquer la nature dynamique des champs électriques et magnétiques.
- D2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, le mouvement de particules chargées dans des champs électriques et magnétiques.
- D3.** évaluer les répercussions sociales d'applications technologiques fondées sur les principes des champs électriques et magnétiques.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** décrire les concepts de base de l'électrostatique (*p. ex., loi des charges électriques, loi de Coulomb, transfert des charges électriques, décharge électrique*).
- D1.2** illustrer, à l'aide de lignes de force, le champ électrique produit par une ou deux charges ponctuelles et des plaques parallèles chargées.
- D1.3** comparer les propriétés des champs électriques, magnétiques et gravitationnels et identifier l'origine et la direction de chaque champ.
- D1.4** décrire des exemples de contrôle de champs magnétiques par l'utilisation des propriétés des champs électriques (*p. ex., montrer comment le blindage du matériel électronique ou des conducteurs neutralise les champs électriques et magnétiques*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** analyser, expérimentalement ou à partir de simulations à l'ordinateur, des propriétés des champs électriques et magnétiques (*p. ex., illustrer le champ électrique entre deux masses chargées et entre deux plaques chargées; décrire le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique ou magnétique uniforme*). [P, ER, AI, C]

- D2.2** analyser expérimentalement des forces électriques et magnétiques dans différents contextes (*p. ex., calculer la charge d'un électron à partir de données empiriques; vérifier expérimentalement la loi de Coulomb*). [P, ER, AI, C]

- D2.3** résoudre des problèmes en utilisant la loi de Coulomb. [P, ER, AI, C]

- D2.4** résoudre des problèmes portant sur la force agissant sur un conducteur parcouru par un courant dans un champ magnétique uniforme. [P, ER, AI, C]

- D2.5** résoudre des problèmes portant sur l'intensité du champ électrique et de l'énergie potentielle électrique à divers points dans un champ électrique non uniforme. [P, ER, AI, C]

- D2.6** résoudre des problèmes portant sur le mouvement de particules chargées dans des champs électriques et magnétiques uniformes. [P, ER, AI, C]

- D2.7** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *loi des charges électrostatiques, induction, conduction, électrostatique, champ électrique, champ magnétique, champ uniforme, potentiel électrique, loi de Coulomb*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

D3.1 évaluer comment le concept de champ en physique a révolutionné nos connaissances de la gravitation, de l'électricité et du magnétisme (p. ex., expliquer comment la théorie des champs a aidé les scientifiques à comprendre, à l'échelle microscopique, le mouvement des particules dans les champs électriques et magnétiques). [AI, C]

Piste de réflexion : Une inversion du champ magnétique se produit lorsque les pôles nord et sud échangent leur position, et le champ pointe en direction opposée. Ces inversions sont inscrites dans les particules magnétiques de la lave refroidie des volcans qui sont orientées vers le nord. En moyenne, le champ magnétique s'inverse tous les 200 000 ans.

Questions pour alimenter la discussion : Le déplacement du pôle nord magnétique a-t-il un impact sur les organismes? Comment mesure-t-on ce déplacement? Quelles ont été les premières expéditions à effectuer des observations magnétiques dans l'Arctique canadien?

D3.2 relever des répercussions sociales d'applications technologiques découlant des connaissances sur les champs électrostatiques et magnétiques et les évaluer en fonction de critères tels que la qualité de la vie, les retombées économiques et la protection de l'environnement (p. ex., le traitement magnétique de l'eau permet de purifier l'eau écologiquement et économiquement). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'hypersensibilité électromagnétique fait l'objet de recherches par Santé Canada qui a la responsabilité de promouvoir des limites sécuritaires d'exposition aux rayonnements électromagnétiques. Les symptômes de l'hypersensibilité électromagnétique comprennent des problèmes dermatologiques tels que des rougeurs, des picotements et des brûlures ainsi que des symptômes neurasthéniques tels que la fatigue, la difficulté de se concentrer, le vertige, des palpitations et des troubles digestifs.

Questions pour alimenter la discussion : Pourquoi les armes à impulsion électromagnétique menacent-elles la viabilité des systèmes de communication, des ordinateurs et d'autres systèmes électroniques des forces armées et des gouvernements? Pourquoi la carte à puce remplace-t-elle graduellement la carte à bande magnétique? Y a-t-il des risques pour la santé associés à l'utilisation des téléphones cellulaires?

E. NATURE ONDULATOIRE ET QUANTIQUE DE LA LUMIÈRE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** distinguer le modèle ondulatoire et le modèle quantique de la lumière en décrivant la diffraction, l'interférence, la polarisation et l'effet photoélectrique.
- E2.** démontrer expérimentalement le comportement ondulatoire et la nature quantique de la lumière en utilisant des résultats quantitatifs ou qualitatifs tirés de modèles mathématiques et d'expériences.
- E3.** reconnaître des applications technologiques fondées sur la nature ondulatoire ou quantique de la lumière.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** expliquer, à l'aide d'exemples, la production, la transmission, la réception et l'interaction avec la matière des ondes électromagnétiques.
- E1.2** définir les ondes électromagnétiques comme l'oscillation d'un champ électrique et d'un champ magnétique se propageant à la vitesse de la lumière sur deux plans perpendiculaires.
- E1.3** décrire qualitativement et quantitativement les facteurs (*p. ex., écart entre les fentes, fréquence de la lumière monochromatique, distance à l'écran*) influençant la formation des figures d'interférence.
- E1.4** décrire qualitativement et quantitativement le phénomène de diffraction appliqué à la lumière et l'illustrer schématiquement (*p. ex., expliquer la formation de zones brillantes et de zones sombres sur les figures d'interférence produites par la diffraction de la lumière à travers une fente simple*).
- E1.5** analyser la dispersion de la lumière survenant naturellement dans diverses situations en ayant recours aux concepts de diffraction et d'interférence des ondes (*p. ex., irisation d'une bulle de savon; chatoyement des couleurs du spectre dans l'huile flottant sur l'eau; irisation des couleurs sur des papillons, des insectes et des minéraux*).
- E1.6** retracer l'évolution du modèle quantique et du modèle ondulatoire de la lumière en décrivant les expériences appuyant chaque modèle (*p. ex., les résultats obtenus lors de l'expérience de la double fente*

de Young ont entraîné l'acceptation générale du modèle ondulatoire; décrire l'effet photoélectrique et analyser l'impact de sa découverte sur le débat de la dualité onde-particule du modèle de la lumière).

- E1.7** décrire les propriétés des photons (*p. ex., masse au repos nulle, charge électrique nulle, déplacement à la vitesse de la lumière dans le vide*) incluant leur capacité de transporter des quantas d'énergie selon $E = hf$, où h représente la constante de Planck.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- E2.1** formuler une hypothèse sur le comportement des ondes lumineuses en se basant sur les propriétés des ondes mécaniques et la vérifier expérimentalement (*p. ex., prédire les figures de diffraction et d'interférence de la lumière en se basant sur les figures produites dans des cuves à ondes*). [P, ER, AI, C]
- E2.2** analyser, à partir d'expériences en laboratoire ou de simulations à l'ordinateur, des figures d'interférence produites par la diffraction de la lumière par une fente simple, une fente double et un réseau de diffraction (*p. ex., mesurer la longueur d'onde de la lumière monochromatique à l'aide de figures d'interférence obtenues à l'aide d'un réseau de diffraction*). [P, ER, AI, C]

E2.3 recueillir et interpréter des données empiriques pour appuyer ou infirmer une théorie scientifique qui porte sur la lumière (p. ex., observer l'effet photoélectrique pour expliquer la nature quantique de la lumière; observer les effets de deux filtres polarisants dont on modifie l'orientation relative pour démontrer que la lumière est une onde transversale). [ER, AI]

E2.4 résoudre des problèmes d'interférences constructives et destructives en appliquant le principe de superposition des ondes dans les cas où la lumière traverse une fente simple, une fente double et un réseau de diffraction.

E2.5 résoudre des problèmes concernant l'application de la loi de la conservation de l'énergie à l'effet photoélectrique.

E2.6 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *modèle ondulatoire, modèle quantique, diffraction, polarisation, interférence, maximum principal, maxima secondaires, rayonnement électromagnétique, spectre électromagnétique, effet photoélectrique, quantum, photon*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

E3.1 expliquer le fonctionnement d'une technologie fondé sur la nature ondulatoire ou quantique de la lumière (p. ex., rôle de la diffraction dans la conception des microscopes et des télescopes; utilisation et fonctionnement des spectroscopes; applications et fonctionnement de l'interféromètre de Michelson; interférence dans les pellicules minces). [AI, C]

Piste de réflexion : Les microscopes modernes tels que les microscopes à contraste de phase et les microscopes interférentiels mettent à profit les propriétés ondulatoires de la lumière alors que d'autres microscopes réduisent les aberrations chromosomiques en polarisant des sources de lumière ou en utilisant des sources de lumière monochromatiques.

Questions pour alimenter la discussion : Quel est le principe de fonctionnement des cellules photoélectriques? En quoi consiste un traitement antireflet et comment met-il en pratique les connaissances scientifiques sur l'interférence dans les pellicules minces?

E3.2 évaluer l'impact sur la société et l'environnement de dispositifs technologiques fondés sur la nature ondulatoire ou quantique de la lumière (p. ex., polarimètre, laser, spectroscope, caméra infrarouge, cellule photoélectrique, filtre de polarisation, panneau solaire). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les hologrammes sont produits par un enregistrement sur une surface sensible de figures d'interférence obtenues en combinant l'onde émise par un laser à l'onde réfléchie par l'objet. Le résultat produit une image en relief de l'objet initial. Les hologrammes sont utilisés pour protéger les cartes bancaires et les billets de banque de la contrefaçon de même que pour reproduire des objets rares et pour réaliser des œuvres artistiques.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont des applications pratiques de la polarisation? Quels sont les avantages de la chirurgie au laser pour corriger les défauts de la vue? Comment l'utilisation de panneaux solaires peut-elle contribuer à la diminution des émissions de gaz à effet de serre? Quelles sont des applications pratiques de l'effet photoélectrique?

F. PHYSIQUE MODERNE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** reconnaître l'historique de la physique moderne, incluant les expériences qui ont contribué au développement de la théorie de la relativité restreinte et de la physique quantique.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les concepts de base des théories de la relativité restreinte d'Einstein et de la mécanique quantique.
- F3.** expliquer comment de nouvelles théories et de nouveaux modèles conceptuels influent sur la pensée scientifique et entraînent la mise au point de nouvelles technologies.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- F1.1** étudier le phénomène du rayonnement des corps noirs pour expliquer la théorie de Planck.
- F1.2** décrire et expliquer l'effet Compton en relation avec la quantité de mouvement d'un photon.
- F1.3** souligner les preuves livrées par l'expérience de de Broglie sur les ondes de la matière en relation avec la constante de Planck et la quantité de mouvement.
- F1.4** énoncer les deux postulats de la théorie de la relativité restreinte et décrire les trois expériences abstraites d'Einstein (*simultanéité, dilatation du temps, paradoxe des jumeaux*).
- F1.5** décrire le modèle standard des particules élémentaires en relevant les caractéristiques des quarks, des familles de leptons, des familles de hadrons et des particules de champs (photon, graviton, gluon, boson) de chaque force fondamentale.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- F2.1** résoudre des problèmes portant sur la quantité de mouvement d'un photon et la longueur d'onde de la matière. [P, ER, AI, C]
- F2.2** utiliser les équations de la relativité pour prédire les effets de la dilatation du temps, de la contraction des longueurs et de l'augmentation

de la masse lors de déplacements à différentes vitesses, y compris des vitesses proches de celle de la lumière. [AI, C]

- F2.3** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *rayonnement d'un corps noir, théorie de Planck, effet Compton, longueur d'onde de la matière (onde de de Broglie), théorie de la relativité restreinte d'Einstein, simultanéité, modèle standard, quark, lepton, hadron, photon, gluon, boson, graviton*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- F3.1** retracer l'évolution des idées et des modèles scientifiques à partir de la théorie de la relativité restreinte et de la théorie quantique jusqu'à aujourd'hui (*p. ex., décrire comment l'effet photo-électrique a contribué au développement de la théorie quantique*). [ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'observatoire de neutrinos de Sudbury, situé à deux kilomètres sous le roc a permis aux chercheurs de découvrir que les neutrinos changent de forme. En effet, on a déterminé que les 2/3 des neutrinos électroniques se transforment en neutrinos muoniques et tauiques. Les observations ont permis de calculer que la masse des neutrinos représente environ 20 % de la masse manquante de l'Univers.

Questions pour alimenter la discussion :

Qu'est-ce que la matière noire? Les scientifiques prévoient-ils le renversement du Big Bang, soit le Big Crunch? Qu'est-ce que l'étude du rayonnement des supernova a révélé en 1998 sur la vitesse de l'expansion de l'Univers? Pourquoi ne peut-on pas dépasser la vitesse de la lumière? Quelles questions les scientifiques tenteront-ils de répondre à partir des expériences menées avec le Grand collisionneur de hadrons?

F3.2 évaluer l'impact sur la société d'innovations scientifiques et technologiques fondées sur la théorie quantique (*p. ex., l'analyse des spectres d'émission et d'absorption de matériaux inconnus permet de déterminer leurs composants*).
[P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'imagerie par résonance magnétique qui repose sur les propriétés magnétiques des noyaux des atomes joue un rôle important dans la compréhension de l'organisation du cerveau, et est utilisée dans des travaux de recherche en psychologie et en psychiatrie, de même qu'en médecine.

Questions pour alimenter la discussion :

Comment la miniaturisation des appareils électroniques s'appuie-t-elle sur la nature ondulatoire et particulaire des électrons? Qu'est-ce qu'un ordinateur quantique? À quoi servent les particules de courte période radioactive produites par les cyclotrons? Quels sont des impacts de l'utilisation des lasers, une application quantique, dans les domaines des arts, de l'armement, de l'industrie et de la médecine?

Physique, 12^e année

cours précollégial

SPH4C

Ce cours permet à l'élève de comprendre les concepts de base de la physique. L'élève étudie les concepts liés aux systèmes mécaniques, hydrauliques, pneumatiques et électromagnétiques, ainsi que des applications du mouvement et des transformations d'énergie. L'élève améliore ses habiletés en recherche scientifique en vérifiant les lois de la physique étudiées et apprend à résoudre les problèmes qu'on lui présente et ceux que soulèvent ses recherches. En outre, l'élève examine l'incidence des applications technologiques de la physique sur la société et l'environnement.

Préalable : Sciences, 10^e année, cours théorique ou appliqué

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire et sur le terrain, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines de la cinématique, de l'énergie, des systèmes mécaniques, hydrauliques et pneumatiques, de l'électricité et du magnétisme.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

- A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.
- A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.
- A1.3** planifier une expérience (*p. ex., concevoir ou adapter un protocole expérimental, sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.
- A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

- A1.5** effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.
- A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., interface et sonde, cellule photoélectrique, balance, oscilloscope, multimètre*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

- A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., porter des lunettes de protection*).

Analyse et interprétation [AI]

- A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*) ou de l'information recueillie ou la solution à un problème.
- A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).

- A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

- A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., diagramme de forces, diagramme vectoriel, tableau, graphique*).
- A1.12** communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de la cinématique, de l'énergie, des systèmes mécaniques, hydrauliques et pneumatiques, de l'électricité et du magnétisme et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., monteuse ou monteur en installations thermiques, électricienne ou électricien, technologue de laboratoire physique*).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable en physique dans le cadre de leur travail (*p. ex., Gerald Vincent Bull, expert en matière de balistique et d'artillerie; Elisabeth Canon, experte en développement d'outils de satellite; Richard Marceau, chercheur dans le domaine de l'énergie; Normand C. Beaulieu, chef de file dans la modélisation des systèmes de communication sans fil*).

B. SYSTÈMES MÉCANIQUES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** démontrer qualitativement et quantitativement sa compréhension des forces, des lois de Newton, du frottement statique, du frottement cinétique, du travail, des machines simples, du couple et de l'avantage mécanique.
- B2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, l'influence des forces sur le mouvement et le fonctionnement des machines simples.
- B3.** analyser des impacts sociaux, économiques et environnementaux de dispositifs technologiques reposant sur les principes des machines simples.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** définir les trois lois de Newton et expliquer leur application dans des systèmes mécaniques courants.
- B1.2** analyser qualitativement et quantitativement les forces en une dimension (*p. ex., force de gravitation, force de frottement*) agissant sur un corps dans diverses situations et décrire le mouvement qui en résulte.
- B1.3** préciser les conditions nécessaires à l'exécution d'un travail et évaluer le travail effectué dans différents contextes.
- B1.4** définir le couple comme un ensemble de deux forces parallèles, égales et opposées appliquées sur un objet pour le faire tourner.
- B1.5** expliquer le rôle (*p. ex., dispositif changeant la direction de la force appliquée pour effectuer un travail*) et le fonctionnement des machines simples suivantes : le levier, le plan incliné, la poulie, le treuil, la vis, le coin, la roue et l'essieu.
- B1.6** expliquer le fonctionnement d'un dispositif technologique courant ou d'un système biomécanique qui repose sur les principes des machines simples (*p. ex., un escalier mécanique est un plan incliné bâti sur une chaîne continue qui tourne autour d'un axe à l'aide d'un moteur électrique; la prothèse d'une hanche consiste en une balle de métal jointe au fémur et insérée dans le bassin qui sert de douille*).
- B1.7** définir le concept d'avantage mécanique.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** vérifier les trois lois de Newton expérimentalement et résoudre des problèmes fondés sur ces lois. [P, ER, AI, C]
- B2.2** déterminer, à partir d'expériences, les facteurs qui influent sur le frottement statique et le frottement cinétique. [P, ER, AI, C]
- B2.3** résoudre des problèmes impliquant les trois genres de leviers (*p. ex., ciseaux, brouette, agrafeuse*) à l'aide de la loi des leviers. [P, ER, AI, C]
- B2.4** déterminer expérimentalement la relation entre le couple, la force et la longueur du bras de charge et du bras de travail des leviers. [ER, AI, C]
- B2.5** construire une machine simple ou composée et déterminer son avantage mécanique (*p. ex., système de poulies; appareil d'entraînement par courroies ou engrenages; prothèse; mécanisme permettant d'accomplir une tâche à partir d'une combinaison de machines simples telles que poulies, leviers et plans inclinés*). [P, ER, AI, C]
- B2.6** analyser quantitativement des machines composées sur la base d'une association de machines simples (*p. ex., bicyclette, piano, ouvre-boîte*). [AI]
- B2.7** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *loi de Newton, force, travail, force de frottement, coefficient de frottement, levier,*

machine simple, plan incliné, poulie, vis, treuil, roue, essieu, coin, bras de force, bras de charge, loi des leviers, couple, machine composée, avantage mécanique, système biomécanique. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

B3.1 analyser les moyens utilisés pour augmenter ou réduire le frottement afin d'améliorer le rendement de divers systèmes mécaniques (*p. ex., les rayures des pneus permettent le déplacement de l'eau pour accroître le frottement; le lubrifiant dans le roulement et l'essieu permet de réduire la friction*). [AI]

Piste de réflexion : En 2008, de nouveaux exploits mondiaux en natation ont été réalisés avec la mise sur le marché d'un maillot de bain réduisant la résistance au minimum et favorisant une position hydrodynamique du corps grâce à son gainage et à sa tenue ajustée.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les avantages des patins à lame chauffante mis au point par l'inventeur canadien Tory Weber? Pourquoi est-il important de maintenir une pression optimale des pneus? Quel est le principe de fonctionnement des freins à disques? Quel est le rôle des cires utilisées dans les sports de glisse tels que le ski de fond, la planche à neige et le ski alpin.

B3.2 évaluer l'importance des machines simples (*p. ex., poulie pour puiser l'eau dans un puits; bras de levier pour fabriquer des pièges*) pour répondre à divers besoins de la société (*p. ex., région isolée, pays en voie de développement, handicap physique*). [AI, C]

Piste de réflexion : Plusieurs types d'équipements spécialisés permettent d'adapter des milieux de travail, des centres sportifs, des lieux publics et des habitations dans le but de réduire les obstacles auxquels se heurtent les personnes handicapées et d'améliorer leur accessibilité aux services de la communauté.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les différents types d'écluses de la voie navigable Trent-Severn et du canal Rideau? Comment la charrue a-t-elle évolué au fil du temps? Quelles sont les diverses fonctions des machines simples que l'on retrouve sur un voilier?

C. SYSTÈMES HYDRAULIQUES ET PNEUMATIQUES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** reconnaître les principes scientifiques qui forment la base de la statique et de la dynamique des fluides, ainsi que des applications des systèmes hydrauliques et pneumatiques.
- C2.** analyser le fonctionnement de systèmes pneumatiques et hydrauliques.
- C3.** analyser des répercussions sociales et économiques de technologies découlant des connaissances scientifiques de la statique et la dynamique des fluides.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** déterminer les facteurs qui influent sur l'écoulement laminaire et décrire son effet dans diverses situations (*p. ex., la texture des balles de golf, de la peau de requin et de certaines coques de bateaux réduisent la traînée; les coureurs cyclistes réduisent la traînée en adoptant une position aérodynamique*).
- C1.2** énoncer la loi de Bernoulli et citer des exemples de son application dans divers contextes (*p. ex., la différence de pression entre les deux côtés de l'aile d'un avion est accrue par l'ajout de volets qui augmentent l'écoulement d'air au-dessus de l'aile et le diminuent en dessous; en sport, on met de l'effet dans la balle en la frappant de façon à la faire tourner sur elle-même*).
- C1.3** déterminer des facteurs qui influent sur la hauteur manométrique et expliquer leurs effets sur les liquides et les gaz (*p. ex., l'augmentation progressive de l'épaisseur d'un barrage s'explique par une pression de l'eau plus élevée en profondeur; l'élévation des réservoirs d'eau accroît la pression de l'eau*).
- C1.4** énoncer le principe de Pascal et expliquer son application dans des systèmes hydrauliques et pneumatiques (*p. ex., frein, monte-charge, presse hydraulique*).
- C1.5** schématiser des systèmes hydrauliques et pneumatiques et expliquer la fonction de leurs composantes principales (*p. ex., cylindre, valve, connecteur, pompe*).

- C1.6** identifier diverses applications de systèmes hydrauliques et pneumatiques dans la vie quotidienne.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** vérifier expérimentalement la loi de Bernoulli (*p. ex., soulever une feuille disposée horizontalement en soufflant sur le dessus de celle-ci*) et identifier les facteurs influant sur l'aérodynamique des corps. [ER, AI]
- C2.2** déterminer expérimentalement les facteurs influant la pression exercée par les fluides sur les parois d'un récipient (*p. ex., expliquer, en observant un ballon gonflé immergé dans l'eau, l'effet de la profondeur sur la pression exercée par un fluide; expliquer l'effet de la température sur la pression en soumettant un contenant de plastique scellé à des changements de température*). [P, ER, AI, C]
- C2.3** vérifier expérimentalement le principe de Pascal. [ER, AI]
- C2.4** déterminer expérimentalement les relations entre la force, l'aire, le volume, la pression et le temps dans un système hydraulique ou pneumatique (*p. ex., déterminer la force de sortie d'après ses mesures de la force initiale et des surfaces des pistons d'entrée et de sortie*). [P, ER, AI, C]

C2.5 résoudre des problèmes portant sur les relations entre la force, l'aire, le volume, la pression et le temps dans des systèmes hydrauliques et pneumatiques (*p. ex., calculer la force exercée par un patin de frein hydraulique sur une roue d'un cyclomoteur; calculer le temps que met un système robotique pour accomplir un cycle*). [P, ER, AI, C]

C2.6 analyser quantitativement l'avantage mécanique et l'efficacité des systèmes hydrauliques et pneumatiques. [AI]

C2.7 concevoir et construire un système hydraulique ou pneumatique et proposer des solutions pour augmenter son efficacité énergétique (*p. ex., système de freins, modèle d'un robot industriel, modèle d'un monte-charge*). [P, ER, AI, C]

C2.8 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *fluide, densité, hydraulique, pneumatique, masse volumique, Pascal, manomètre, pression absolue, pression relative, pression atmosphérique, effet Bernoulli*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

C3.1 retracer l'évolution d'une technologie hydraulique, pneumatique ou aérodynamique en analysant les facteurs qui en ont déterminé les progrès (*p. ex., train d'atterrissage, pelle hydraulique, benne à ordures, système de levage hydraulique, remonte-pente, orgue*). [P, AI, C]

Piste de réflexion : Les locomotives bruyantes et polluantes des années 1900 requéraient 3 tonnes de charbon et 4 000 gallons d'eau afin de maintenir la vapeur à une pression assez élevée pour appliquer une force suffisante sur les pistons.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les avantages des divers types de systèmes hydrauliques que l'on retrouve maintenant sur des vélos de montagne? Pourquoi les appareils de conditionnement physique sont-ils souvent munis de systèmes hydrauliques? Comment les systèmes hydrauliques facilitent-ils le travail des ouvriers de la construction?

C3.2 déterminer les avantages et les inconvénients, sur le plan social et économique, de l'accomplissement de certaines tâches par des systèmes robotiques (*p. ex., machines d'assemblage automatique; véhicules télécommandés pour la manutention d'objets dangereux ou l'exploration marine et spatiale; usinage par commandes numériques sur ordinateur*). [AI, C]

Piste de réflexion : La chirurgie robotique consiste à insérer, par le biais de petites incisions sur le corps du patient, une petite caméra et des instruments dirigés par un robot. Les chirurgiens pratiquent l'intervention en manipulant le robot et en surveillant une console de visualisation tridimensionnelle. Ce type de chirurgie favorise une invasion minimale, une douleur moindre et une convalescence écourtée. La chirurgie robotique est utilisée pour traiter des maladies telles que le cancer de la prostate et les maladies du cœur.

Questions pour alimenter la discussion : Comment la téléchirurgie se compare-t-elle à la chirurgie robotique? Comment les robots facilitent-ils l'exploration spatiale? Quelles sont des applications des robots sous-marins?

D. APPLICATIONS DU MOUVEMENT

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** démontrer sa compréhension des facteurs impliqués dans les mouvements rectilignes uniformes et uniformément accélérés d'un corps.
- D2.** analyser, à partir d'expériences et de calculs simples, les mouvements rectilignes uniformes et uniformément accélérés.
- D3.** reconnaître diverses applications de la cinématique dans son quotidien et évaluer leur incidence sur la qualité de la vie et sur l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** démontrer quantitativement les relations entre la vitesse et l'accélération en fonction de la distance et du temps.
- D1.2** distinguer la vitesse instantanée de la vitesse moyenne et donner des exemples pour des mouvements uniformes et non uniformes.
- D1.3** reconnaître que l'accélération est le résultat d'une force non équilibrée appliquée sur un objet.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** analyser, à partir d'expériences, la relation entre la distance, la vitesse et l'accélération d'un corps en mouvement uniforme et uniformément accéléré (p. ex., mesurer la vitesse d'un chariot dévalant un plan incliné et calculer son accélération). [P, ER, AI, C]
- D2.2** interpréter des graphiques distance-temps et vitesse-temps (p. ex., déterminer la vitesse moyenne à partir d'un graphique distance-temps; déterminer l'accélération à partir d'un graphique vitesse-temps). [AI, C]
- D2.3** déterminer expérimentalement l'accélération gravitationnelle et en calculer le pourcentage d'erreur. [P, ER, AI, C]

D2.4 résoudre divers problèmes sur les mouvements linéaires (p. ex., isoler la distance dans la formule $v_{\text{moy}} = \Delta d / \Delta t$; calculer la consommation d'essence et estimer le temps requis pour faire un voyage; calculer l'accélération à l'aide de la formule $a = \Delta v / \Delta t$). [P, ER, AI, C]

D2.5 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : distance, vitesse, accélération, accélération gravitationnelle, orientation, intervalle de temps, mouvement rectiligne uniforme, mouvement uniformément accéléré, force. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

D3.1 évaluer l'incidence sur la société et l'environnement de technologies de reconnaissance du mouvement (p. ex., surveillance de la circulation routière par radar, utilisation d'un système de positionnement global pour la navigation, utilisation de capteurs de mouvement dans les appareils photos et les consoles de jeux vidéo, suivi des systèmes météorologiques par satellites). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le GPS a été développé par le département de la défense des États-Unis pour appuyer la navigation des forces armées. Le GPS, qui permet de déterminer la latitude, la longitude et l'altitude avec précision, est maintenant utilisé dans des véhicules tels que camions, voitures, avions, navires, bateaux de plaisance, machineries de chantier et machineries agricoles. Ce système de positionnement a également été adapté pour guider des personnes aveugles.

Questions pour alimenter la discussion :

Comment et pourquoi piste-t-on le mouvement des animaux dans leur milieu naturel à l'aide de satellites? Quels sont les avantages sociaux et environnementaux de l'utilisation de limiteurs de vitesse par l'industrie du camionnage? Comment l'utilisation de balises de détresse permet-elle aux équipes de sauvetage de réagir rapidement pour sauver des vies? Quelle technologie utilise-t-on pour mesurer la vitesse des balles de service au tennis?

- D3.2** discuter de l'impact social, économique et environnemental de divers moyens de transport (*p. ex., motoneige, train, avion, métro, navire*).
[P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Au Canada, le transport en commun sur rail a évolué progressivement depuis l'exploitation du premier tramway électrique à Windsor en 1886. En 2001 à Ottawa, la première ligne en Amérique du Nord de train léger fonctionnant au diesel fut inaugurée. Le transport en commun sur rail permet d'éviter la congestion routière, est fiable, confortable, efficace et a un impact environnemental réduit.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les impacts de la pollution automobile sur la santé des enfants et des adolescents? Quelles sont des caractéristiques des véhicules à coussins d'air? Quels sont les impacts économiques et environnementaux des circuits de motoneige en Ontario? Quels impacts les véhicules nautiques ont-ils sur l'environnement?

E. TRANSFORMATIONS D'ÉNERGIE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** reconnaître diverses formes d'énergie, des dispositifs qui transforment l'énergie ainsi que des sources d'énergie renouvelables et non renouvelables et expliquer la loi de la conservation de l'énergie.
- E2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, l'application de la loi de la conservation de l'énergie dans diverses transformations énergétiques.
- E3.** analyser le fonctionnement de dispositifs transformant l'énergie ainsi que leurs répercussions sociales, économiques et environnementales.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** reconnaître diverses formes d'énergie (*p. ex., mécanique, thermique, chimique, lumineuse, électrique, nucléaire*) et en citer des exemples.
- E1.2** différencier l'énergie cinétique et l'énergie potentielle dans une variété de contextes (*p. ex., montagnes russes, jouet mécanique à ressort*).
- E1.3** expliquer la loi de la conservation de l'énergie et le concept de rendement énergétique.
- E1.4** décrire, à l'aide de diagrammes, le fonctionnement de dispositifs qui transforment l'énergie (*p. ex., moteur, génératrice, éolienne, panneau solaire, barrage hydroélectrique, énergie marémotrice*).
- E1.5** reconnaître diverses sources d'énergie renouvelables et non renouvelables et comparer leur efficacité dans diverses situations (*p. ex., comparer le rendement énergétique d'un panneau solaire à celui d'une éolienne*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- E2.1** résoudre des problèmes impliquant l'énergie potentielle gravitationnelle et l'énergie cinétique en se servant de la loi de la conservation de l'énergie (*p. ex., $E_p = mgh$ et $E_c = \frac{1}{2}mv^2$*). [P, ER, AI, C]

- E2.2** calculer, après expérimentation, le rendement d'une transformation énergétique simple et expliquer les pertes d'énergie (*p. ex., mesurer l'énergie potentielle gravitationnelle et l'énergie cinétique d'un chariot en haut, au milieu et en bas d'un plan incliné et calculer les pertes d'énergie*). [P, ER, AI, C]

- E2.3** calculer le rendement d'un dispositif qui convertit l'énergie électrique en une autre forme d'énergie selon la formule suivante :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{fournie}}} \times 100. \text{ [ER, AI]}$$

- E2.4** construire et expliquer le fonctionnement d'un dispositif qui effectue des transformations énergétiques (*p. ex., éolienne*). [P, ER, AI, C]
- E2.5** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *énergie mécanique, énergie cinétique, énergie potentielle gravitationnelle, énergie thermique, énergie éolienne, énergie solaire, joule, rendement, conservation de l'énergie*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- E3.1** analyser des avantages et des inconvénients socioéconomiques, technologiques et environnementaux de dispositifs qui transforment l'énergie (*p. ex., les éoliennes utilisées pour produire de l'électricité dans des zones côtières sont économiques et ne polluent pas l'environnement*).

mais peuvent présenter un danger pour plusieurs espèces d'oiseaux). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les centrales au charbon produisant de l'énergie électrique depuis le XVIII^e siècle sont responsables d'une part importante des émissions de gaz à effet de serre, mais l'industrie travaille maintenant à la mise au point de centrales au charbon propres qui captent et séquestrent les émissions de dioxyde de carbone.

Question pour alimenter la discussion : Peut-on combiner l'énergie éolienne et l'énergie hydraulique en se servant de l'énergie éolienne pour pomper l'eau dans les réservoirs qui alimentent les turbines hydrauliques?

E3.2 évaluer des solutions environnementales alternatives utilisées dans sa communauté ou ailleurs pour transformer l'énergie (*p. ex., utilisation de l'énergie solaire dans le sud-ouest de l'Ontario; utilisation d'écales d'arachides pour alimenter les fours dans des industries africaines*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Rankin Inlet, une communauté isolée du Nunavut, utilise le diesel pour produire de l'électricité à partir de génératrices. La communauté a récemment installé une éolienne qui permettra de réduire la consommation de diesel de 50 000 litres par année, diminuant ainsi les coûts de production et les émissions de gaz à effet de serre.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les avantages d'utiliser des lampes fluorescentes compactes? Quelle économie d'énergie l'utilisation d'une sècheuse au gaz peut-elle permettre? Le bioéthanol fabriqué à partir de céréales est-il véritablement une source d'énergie environnementale et durable?

F. ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** décrire les composantes et les fonctions de divers circuits électriques ainsi que le fonctionnement du moteur électrique.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, des circuits électriques mixtes, des champs magnétiques et des applications électromagnétiques.
- F3.** examiner l'application et l'évolution de différentes technologies électriques et électromagnétiques dans le but d'évaluer leurs incidences sur la vie quotidienne et sur l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- F1.1** décrire la fonction des circuits en série, en parallèle et mixte dans des applications courantes.
- F1.2** expliquer les lois d'Ohm et de Kirchhoff.
- F1.3** illustrer le champ magnétique produit par diverses configurations d'aimants et d'électroaimants (*p. ex., un aimant droit, deux aimants droits rapprochés, un aimant en U*).
- F1.4** décrire qualitativement les caractéristiques des champs magnétiques.
- F1.5** énoncer le principe d'Oersted pour un conducteur rectiligne et un solénoïde.
- F1.6** décrire qualitativement la force exercée par un aimant sur un conducteur parcouru par un courant électrique (*p. ex., le principe du moteur*).
- F1.7** comparer qualitativement le courant continu et le courant alternatif et déterminer les usages de chacun.
- F1.8** expliquer le fonctionnement d'un moteur électrique et de ses composantes.
- F1.9** distinguer entre le courant conventionnel et le flux d'électrons et indiquer la règle qui s'applique dans chaque cas (règle de la main gauche pour le courant conventionnel et de la main droite pour le flux d'électrons).

- F1.10** énumérer les consignes de sécurité à respecter au laboratoire ou à la maison dans des situations impliquant l'utilisation d'appareils ou de circuits électriques (*p. ex., couper le courant avant de débiter tout travail sur une prise électrique; remplacer les fusibles grillés par des fusibles de même valeur dans tout dispositif électrique*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- F2.1** construire des circuits électriques et utiliser des appareils de mesure (*p. ex., multimètre, volt-mètre, ampèremètre, oscilloscope, sonde*) de façon sécuritaire en tenant compte des dangers liés à l'électricité. [P, ER]
- F2.2** résoudre des problèmes impliquant des circuits électriques en série, en parallèle et mixte à l'aide des lois d'Ohm et de Kirchhoff. [P, ER, AI, C]
- F2.3** identifier, à partir d'expériences, les propriétés des champs magnétiques (*p. ex., tracer les lignes de champ magnétique qui entourent un aimant droit, deux aimants droits et un aimant en U*). [ER, C]
- F2.4** vérifier expérimentalement la règle de la main gauche et de la main droite (*p. ex., déterminer la direction de la force exercée sur un conducteur parcouru par un courant*). [ER, AI]

F2.5 construire un dispositif (p. ex., sonnerie électrique, amplificateur, électroaimant, moteur électrique) dont le fonctionnement repose sur les propriétés de l'électromagnétisme. [P, ER]

F2.6 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *courant continu, courant alternatif, courant conventionnel, flux d'électrons, différence de potentiel, principe d'Oersted, champ magnétique, principe du moteur, règle de la main gauche, règle de la main droite, conducteur rectiligne, solénoïde, résistance, puissance électrique, circuit en parallèle, circuit en série, circuit mixte, ampèremètre, voltmètre, moteur électrique, loi d'Ohm, loi de Kirchhoff*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

F3.1 analyser un dispositif électrique en fonction de critères tels que l'usage quotidien, la sécurité, le coût, la disponibilité et les répercussions sur l'environnement. [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les déchets électroniques tels que le matériel informatique, les appareils téléphoniques et les petits électroménagers représentent plus de 140 000 tonnes de déchets par année au Canada. Ces déchets renferment des métaux lourds comme le plomb, le cadmium et le mercure qui présentent des risques élevés pour la santé et l'environnement s'ils ne sont pas gérés convenablement.

Questions pour alimenter la discussion : Pourquoi est-il recommandé de toujours se servir d'un disjoncteur de fuite à la terre lors de l'utilisation d'outils électriques portatifs à l'extérieur ou dans des endroits humides? Comment peut-on réduire la consommation d'électricité causée par le mode de veille de certains appareils électriques? Une étude d'Environnement Canada réalisée en 2007 révèle que seulement 2 % des piles achetées au Canada ont fait l'objet de recyclage; quelles initiatives pourraient être mises en place pour améliorer les programmes de collecte et de recyclage de piles?

F3.2 évaluer des répercussions d'applications technologiques découlant des connaissances sur l'électricité et le magnétisme en fonction de critères tels que la qualité de la vie, les retombées économiques et la protection de l'environnement (p. ex., *train à sustentation électrodynamique, alternateur d'une centrale électrique thermique, détecteur de métal dans les aéroports*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La carte à puce, grâce à sa sécurité accrue et à sa capacité de mémoire, remplace graduellement la carte à bande magnétique dans un grand nombre d'applications telles que l'identification personnelle, les transactions bancaires et les moyens de paiement. Les cartes à puce sont dotées de microcircuits intégrés qui permettent le transfert et le stockage d'information. La différence de potentiel des cartes à puce est de 3V ou de 5V selon que la carte requiert ou non un contact avec le lecteur.

Questions pour alimenter la discussion : Pourquoi les armes à impulsion électromagnétique menacent-elles la viabilité des systèmes de communication, des ordinateurs et d'autres systèmes électroniques des forces armées et des gouvernements? Pourquoi l'utilisation d'appareils électroniques est-elle interdite à bord d'un avion lors du décollage, de la montée, de l'approche et de l'atterrissage? Quelles sont des causes possibles de la déviation magnétique d'une boussole? Quelles sont les répercussions sociales des technologies d'imagerie par résonance magnétique?

SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Sciences de l'environnement, 11^e année

cours préuniversitaire/précollégial

SVN3M

Ce cours permet à l'élève de comprendre les concepts de base et d'appliquer les habiletés scientifiques relatives aux sciences de l'environnement. L'élève étudie un nombre important de sujets scientifiques d'actualité dont les grands enjeux environnementaux de l'heure, les effets de l'environnement sur la santé publique, l'agriculture et la foresterie durable, la conservation de l'énergie ainsi que la réduction et la gestion des déchets. Ce cours permet à l'élève d'acquérir une bonne base en littératie environnementale et d'évaluer les implications sociales, économiques et environnementales de diverses actions, développements industriels et technologiques et initiatives gouvernementales et non gouvernementales.

Préalable : Sciences, 10^e année, cours théorique ou appliqué

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire et sur le terrain, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines des sciences de l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

- A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.
- A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.
- A1.3** planifier une expérience (*p. ex., sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.
- A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

- A1.5** effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.
- A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

- A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., porter des lunettes de protection*).

Analyse et interprétation [AI]

- A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*) ou de l'information recueillie ou la solution à un problème.
- A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).

- A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

- A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., diagramme, tableau, graphique*).
- A1.12** communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances en sciences de l'environnement et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., ingénieure ou ingénieur de l'environnement, écogéologue, biologiste de la vie aquatique, ornithologue, ingénieure ou ingénieur civil des ressources hydriques*).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable à la cause environnementale dans le cadre de leur travail (*p. ex., Robie Macdonald, chercheur scientifique à l'Institut des sciences de la mer, reconnu mondialement pour ses travaux sur les transports des contaminants dans les systèmes environnementaux; J. Ross Mackay, professeur émérite de géographie à l'Université de la Colombie Britannique, reconnu dans le monde scientifique pour sa recherche sur les environnements du pergélisol; Robert Page, professeur, consultant et auteur de nombreux ouvrages sur l'énergie et l'environnement, a représenté le gouvernement du Canada au cours de négociations internationales de la Conférence des Parties pour Kyoto; Richard Peltier, professeur et directeur du Centre for Global Change Science, qui dirige le Réseau d'étude de la stabilité du climat polaire dont les travaux portent sur le changement climatique dans les régions nordiques*).

B. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** analyser des causes et des effets des grands enjeux environnementaux de l'heure et évaluer l'importance du développement durable pour la préservation de l'environnement.
- B2.** appliquer des méthodes de surveillance environnementale et mener des travaux de remédiation, de protection et de conservation de l'environnement.
- B3.** évaluer l'influence de facteurs sociaux, économiques et environnementaux sur la réalisation d'études d'impacts environnementaux et le développement de technologies.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** identifier des grands enjeux environnementaux de l'heure (*p. ex., changement climatique, perte de la biodiversité, appauvrissement de l'ozone, dépôt acide, pollution marine, contaminant toxique dans l'environnement, surpêche, espèce envahissante, smog, érosion des sols, pollution atmosphérique*).
- B1.2** reconnaître des activités humaines ayant un impact sur l'environnement (*p. ex., l'utilisation de moyens de transport à consommation élevée de carburant contribue à l'accroissement de polluants atmosphériques responsables du smog et des dépôts acides; l'utilisation des chlorofluorocarbones a contribué à l'appauvrissement de la couche d'ozone; la surpêche met en danger la biodiversité marine; la consommation d'énergie amène à l'émission de gaz à effet de serre qui contribue aux changements climatiques; les déversements accidentels ou délibérés d'hydrocarbure dans les océans perturbent les écosystèmes marins*).
- B1.3** définir le concept de développement durable et reconnaître les interrelations dynamiques entre les systèmes naturels et humains (*p. ex., les questions sociales, économiques et environnementales sont interconnectées et les actions visant à répondre à nos besoins actuels ne devraient pas nuire à la capacité des générations futures à répondre aux leurs*).
- B1.4** présenter des exemples de recherches, de théories et de preuves scientifiques visant à expliquer les causes et les effets de certaines activités humaines sur l'environnement (*p. ex., le baguage d'oiseaux migrateurs permet d'évaluer l'incidence de la*

perturbation des habitats estivaux et hivernaux sur les taux de population; des données sont recueillies pour évaluer les émissions de gaz à effet de serre provenant de certaines activités agricoles).

- B1.5** expliquer le principe de précaution (*p. ex., principe philosophique officiellement entériné en 1992 dans la convention de Rio relativement aux mesures qui doivent être prises pour prévenir les dommages irréversibles à l'environnement même en l'absence de certitude scientifique*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** vérifier, à partir d'une expérience ou d'une simulation à l'ordinateur, l'impact d'une activité humaine sur l'environnement (*p. ex., analyser l'effet du phosphate sur le taux de croissance des algues*). [P, ER, AI, C]
- B2.2** mener une enquête de surveillance environnementale et interpréter les données recueillies (*p. ex., évaluer la santé des arbres de sa région; surveiller les populations de grenouilles et de crapauds pour aider le programme Attention Nature à évaluer la santé des sols marécageux*). [P, ER, AI, C]
- B2.3** participer à la réalisation d'un projet collectif ou communautaire visant la remédiation, la conservation ou la protection de l'environnement (*p. ex., construire des nichoirs d'oiseaux, construire un amphithéâtre en plein air, restaurer des habitats naturels, aménager des frayères, construire une toiture végétale*). [P, ER]

B2.4 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *développement durable, changement climatique, gaz à effet de serre, biodiversité, ozone, dépôt acide, pollution, surpêche, espèce envahissante, smog, érosion, bioaccumulation*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

B3.1 évaluer des facteurs influant sur les recherches scientifiques en environnement (*p. ex., pression politique ou sociale, exploitation d'une ressource, préoccupation publique, intérêt scientifique, santé publique*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les recherches scientifiques sur les zones marines, les espèces aquatiques vulnérables, les stocks de poissons et leurs périodes de migration jouent un rôle important dans la lutte contre la surpêche et l'amélioration de la gestion internationale des pêches et des océans.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les priorités de recherche et domaines de recherche connexes ciblés par le ministère des Pêches et des Océans du Canada? Comment la lutte contre la pollution atmosphérique provenant d'autres pays influence-t-elle les recherches? Pourquoi le Centre de foresterie du Nord effectue-t-il des recherches sur la biodiversité? Pourquoi fait-on des études sur les eaux souterraines?

B3.2 présenter des exemples de technologies développées dans le but d'étudier des questions environnementales, d'atténuer la production de pollution ou de résoudre des problèmes environnementaux (*p. ex., technologies de capture et de séquestration du dioxyde de carbone; production d'énergie à partir de déchets domestiques*). [P, ER, C]

Piste de réflexion : En 2003, Environnement Canada en partenariat avec l'Université de Toronto et l'Agence spatiale canadienne a lancé le spectrophotomètre MAESTRO dans le but de mesurer les pertes d'ozone dans l'Arctique. L'instrument en orbite mesure les gaz, les particules et les produits chimiques de l'atmosphère, notamment l'ozone, le monoxyde de brome et le dioxyde d'azote.

Questions pour alimenter la discussion : Pourquoi les toitures végétales permettent-elles de lutter contre le smog et les îlots de chaleur urbains? Comment les géomembranes permettent-elles de protéger l'environnement des contaminants toxiques? Quel est le principe de fonctionnement des autobus à hydrogène?

C. SANTÉ PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** expliquer des effets de la dégradation de l'environnement sur la santé.
- C2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, l'impact de la pollution de l'environnement sur la santé.
- C3.** évaluer des initiatives publiques et gouvernementales visant à protéger la santé et l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

C1.1 reconnaître les principaux polluants et contaminants environnementaux (*p. ex., polluant atmosphérique – dioxyde de soufre, oxyde d'azote, ozone, particule; métal lourd – plomb, mercure; produit chimique – pesticide, DDT, BPC; moisissure; composé organique volatil – acétone, solvant chloré*).

C1.2 décrire des effets de la dégradation de l'environnement sur la santé (*p. ex., la pollution atmosphérique est associée à des troubles comme l'asthme, les maladies cardiovasculaires et les décès prématurés; la consommation des produits de la pêche sportive ou commerciale peut entraîner une contamination par des métaux lourds; l'amincissement de la couche d'ozone pourrait être responsable de l'incidence accrue des cataractes et des cancers cutanés*).

C1.3 présenter des exemples d'exposition aux contaminants environnementaux (*p. ex., les peintures, tapis et produits de nettoyage sont des sources de composés organiques volatils; des voyageurs peuvent tomber malades après avoir consommé de l'eau ou des aliments contaminés; des insectes peuvent véhiculer des maladies infectieuses; les aliments issus de l'agriculture conventionnelle peuvent comporter un taux élevé de pesticides; les urgences environnementales telles que les déversements de produits chimiques mettent en danger la santé publique; des eaux de baignade contaminées par des micro-organismes pathogènes peuvent transmettre des maladies; une exposition aux champs électromagnétiques peut influencer l'apparition de certains cancers*).

C1.4 décrire des mesures visant à réduire l'exposition personnelle aux contaminants environnementaux (*p. ex., se protéger des rayons ultraviolets en portant des vêtements protecteurs ou de la crème solaire; consommer des aliments biologiques pour réduire l'exposition aux pesticides; éviter de faire de l'exercice à l'extérieur les jours de smog; s'assécher la peau vigoureusement avec une serviette pour éviter de contracter la dermatite du baigneur après une baignade dans un lac; entreposer les peintures, les agents de nettoyage et les solvants dans des endroits aérés pour éviter l'exposition aux composés organiques volatils*).

C1.5 identifier les populations les plus vulnérables aux répercussions de la dégradation de l'environnement (*p. ex., les Inuits sont vulnérables aux effets des changements climatiques; les enfants et les femmes enceintes sont sensibles à la pollution atmosphérique; les températures extrêmes affectent les aînés*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

C2.1 analyser des données empiriques de recherches longitudinales portant sur les effets de la dégradation de l'environnement sur la santé. [AI]

C2.2 analyser en laboratoire ou sur le terrain des échantillons d'eau prélevés dans des environnements naturels ou urbains (*p. ex., étang, plage publique, robinet, piscine extérieure*) et interpréter ses observations (*p. ex., distinguer des algues et des cyanobactéries à l'aide d'un microscope ou des caractéristiques particulières de leurs fleurs d'eau, soit filamenteuses ou planctoniques*). [P, ER, AI]

C2.3 analyser, à partir d'expériences ou de simulations à l'ordinateur, le contenu particulaire d'échantillons d'air (*p. ex., recueillir des échantillons de pollen ou d'air provenant d'un tuyau d'échappement d'une voiture, d'une bouche d'aération ou de la fumée d'une cigarette à l'aide d'un papier filtre et l'observer au microscope*). [P, ER, AI]

C2.4 modéliser un édifice sain (*p. ex., utilisation de matériaux sains sans émanations, traitement de l'air et de l'eau usée au moyen de filtres biologiques*). [P, ER, AI, C]

C2.5 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *dégradation de l'environnement, contaminant environnemental, urgence environnementale, métal lourd, polluant atmosphérique, couche d'ozone, pesticide, produit chimique, smog*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

C3.1 commenter des initiatives publiques visant à assurer la protection de la santé et de l'environnement contre des risques associés à certains projets (*p. ex., ligne de transport d'électricité, tour de téléphonie cellulaire, parc éolien, centrale hydroélectrique, sentier de motoneige, tronçon d'autoroute, site d'enfouissement, industrie porcine*). [AI, C]

Piste de réflexion : Le syndrome du « pas dans ma cour » désigne une opposition publique face à la localisation d'un projet perçu comme une menace à la qualité de la vie ou à l'environnement. La sensibilisation du public aux problèmes environnementaux et la diffusion de l'information sur les positions prises par les promoteurs, les groupes d'intérêt, les partis politiques et le gouvernement influencent ce phénomène de mobilisation et de résistance sociale.

Questions pour alimenter la discussion : Les préoccupations du public face à des projets d'envergure tels qu'une centrale hydroélectrique sont-elles plus prononcées que pour des projets locaux? Quelle est la nature du débat public sur les déchets nucléaires? Y a-t-il une place pour les jeunes dans les débats publics concernant des questions environnementales?

C3.2 commenter des initiatives gouvernementales visant à réduire l'impact de la dégradation de l'environnement sur la santé (*p. ex., Santé Canada établit des plans d'intervention en cas d'urgence pour combattre les maladies infectieuses pouvant résulter d'un désastre naturel; les ministères de l'environnement du Canada et de l'Ontario ont mis en place un système de surveillance météo-*

rologique et d'alerte au smog pour prévenir la population des dangers inhérents aux températures extrêmes et à la pollution atmosphérique).

Piste de réflexion : L'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS) a amorcé, en 2007, une enquête en vue d'établir le niveau actuel d'exposition de la population à une vaste gamme de substances chimiques provenant de l'environnement. Les résultats de cette étude de biosurveillance permettront d'orienter les recherches futures et les mesures à prendre pour réduire les risques d'exposition aux contaminants.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont les mesures mises en place pour réduire les risques d'exposition des peuples autochtones aux contaminants environnementaux? Qui est responsable de l'analyse de la qualité de l'eau lorsqu'elle provient d'un puits? d'un réseau municipal?

D. AGRICULTURE ET FORESTERIE DURABLE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** expliquer les principes et les techniques de l'agriculture et de la foresterie durable.
- D2.** appliquer diverses techniques d'agriculture, incluant l'agriculture biologique et déterminer les effets de divers facteurs sur la productivité des cultures.
- D3.** évaluer des enjeux économiques, sociaux et environnementaux de l'agriculture traditionnelle, biologique et autochtone, et de la foresterie durable.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** comparer les principes de base de l'agriculture traditionnelle et de l'agriculture biologique et identifier des réglementations associées aux deux types.
- D1.2** définir l'aménagement forestier durable et décrire des critères de gestion durable des forêts (*p. ex., conservation de la diversité biologique, conservation du sol et de l'eau, productivité des écosystèmes forestiers, contribution aux cycles écologiques planétaires, responsabilité sociale, droits et participation des peuples autochtones*).
- D1.3** expliquer les relations entre les composantes du sol et les conditions optimales de la croissance des plantes (*p. ex., la matière organique et l'humus retiennent l'eau et sont des sources d'oligoéléments; l'eau permet à la plante de s'hydrater*).
- D1.4** comparer différentes méthodes écologiques pour l'amélioration et le maintien de la structure et de la fertilité du sol (*p. ex., amendement de compost, d'engrais biologique ou de fumier; travail du sol; rotation des cultures; paillage du sol; permaculture; préparation du terrain pour favoriser la régénération naturelle ou la régénération artificielle d'une forêt*).
- D1.5** expliquer des techniques de gestion économe de l'eau (*p. ex., utilisation d'une source naturelle d'eau à proximité, récupération des eaux de pluie, régulation de la fréquence d'arrosage*) pour répondre aux besoins des plantes.

- D1.6** expliquer des techniques d'agriculture et de foresterie visant le maintien de la diversité biologique (*p. ex., agroforesterie, culture associée, culture en bandes, utilisation de variétés indigènes, sauvegarde des semences, établissement de zones tampon, activités de gestion adaptées aux différentes espèces, usage de méthodes qui conservent les ressources génétiques de la forêt*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** tester la présence d'éléments nutritifs (*p. ex., azote, phosphore, potassium*), des caractéristiques (*p. ex., pH, porosité*) et des contaminants (*p. ex., plomb, cuivre*) d'une variété de composts et interpréter les données pour déterminer des usages appropriés de chaque compost (*p. ex., fertilisation d'un potager ou d'arbres fruitiers, utilisation comme terreau*). [P, ER, AI]
- D2.2** effectuer une recherche sur des pesticides naturels sécuritaires (*p. ex., fongicide, herbicide, insecticide, savon insecticide non résiduel*) ou sur d'autres méthodes écologiques (*p. ex., compagnonnage, allélopathie, paillis, utilisation de prédateurs naturels, désherbage mécanique, rotation de cultures, piège*) employés contre les parasites animaux et végétaux des plantes. [P, ER, AI, C]
- D2.3** concevoir le plan d'un jardin urbain (*p. ex., toiture végétale, jardin communautaire*) en tenant compte de critères tels que la zone de rusticité, la composition du sol et les conditions optimales

de croissance des plantes et proposer l'utilisation de pesticides naturels sécuritaires ou d'autres méthodes écologiques pour assurer une bonne productivité. [P, ER, AI, C]

D2.4 préparer un terreau approprié (*p. ex., mélange d'humus, de compost, de vermiculite, de sable, de sphaigne, de terre noire*) pour faire des semis ou des transplantations de plantes. [ER]

D2.5 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *culture organique, compost, rotation des cultures, compagnonnage, humus, conditions optimales de croissance, zone de rusticité, productivité, agroforesterie*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

D3.1 discuter, du point de vue de la santé, de la productivité et des effets sur l'environnement, des avantages et des inconvénients d'utiliser des techniques d'agriculture traditionnelle et d'agriculture biologique (*p. ex., compagnonnage d'ails et de tomates, type de sol pour la culture des bleuets, utilisation du Bacillus thuringiensis dans la production des pommes de terre, utilisation de nématodes [Sternernema feltiae] pour le contrôle des mouches noires*) ou des techniques de gestion durable des forêts (*p. ex., les feux de forêts favorisent le maintien d'écosystèmes forestiers sains et productifs mais comportent aussi des risques significatifs tels que la menace à la vie des organismes, les dommages à la propriété, la diminution de la qualité de l'air et de l'eau, les pertes en matière ligneuse, et la privation du potentiel récréatif*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La déforestation et l'assèchement des terres humides pour en faire des terres agricoles ainsi que l'utilisation excessive d'engrais azotés sont en grande partie responsables de la pollution de l'eau et des émissions de gaz à effet de serre. Les fermes biologiques ont tendance à présenter une plus grande biodiversité que les fermes traditionnelles.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont les causes de l'accélération de l'érosion dans les régions agricoles du Canada? Le secteur agricole biologique a connu une croissance importante au cours des dernières années; quel est l'impact économique pour le Canada de la production et de l'exportation de produits biologiques? Les pesticides agricoles comportent-ils des risques pour la santé et l'environnement? Comment la certification forestière permet-elle aux consommateurs de reconnaître des produits forestiers issus d'une gestion sociale, environnementale et responsable?

D3.2 rechercher des pratiques traditionnelles et des développements réalisés dans le domaine de l'agriculture et de la foresterie autochtones (*p. ex., les autochtones possèdent une tradition de culture du maïs, des haricots et de la courge; en 2000, une coopérative agricole autochtone – First Nations AgriGroup – est fondée en Ontario*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'ethnobotanique est l'étude des plantes et des coutumes agricoles d'un peuple. Cette discipline fait un lien entre la botanique, l'anthropologie, la sociologie, la médecine et l'agriculture, et explore comment les plantes étaient utilisées pour l'alimentation, la fabrication d'abris, la médecine traditionnelle, l'habillement et les cérémonies religieuses.

Questions pour alimenter la discussion : Qu'est-ce que la foresterie autochtone? En quoi consiste le Programme forestier des Premières Nations (PFPN)? Comment le Jardin des Premières Nations du Jardin botanique de Montréal contribue-t-il à la diffusion du savoir écologique traditionnel des peuples autochtones? Quelles techniques agricoles les agriculteurs autochtones utilisent-ils? Pourquoi la création de réserves a-t-elle favorisé la promotion de l'agriculture chez les peuples autochtones?

E. CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** expliquer les principes scientifiques s'appliquant aux sources d'énergie renouvelables et non renouvelables.
- E2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, l'impact écologique de diverses transformations énergétiques.
- E3.** évaluer des avantages et des inconvénients pour les individus, la société et l'environnement de l'utilisation de certaines sources d'énergie renouvelables et de la réduction de la consommation d'énergie.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** reconnaître une variété de sources d'énergie utilisées au cours du temps et évaluer leurs effets sur l'environnement (*p. ex., la pratique de la chasse à la baleine a permis d'obtenir de l'huile utilisée pour le chauffage, l'éclairage et la cuisine, mais a entraîné la décimation de plusieurs espèces dans les années 1800 et 1900; les centrales au charbon produisant de l'énergie électrique depuis le XVIII^e siècle sont responsables d'une part importante des émissions de gaz à effet de serre, mais l'industrie travaille maintenant à la mise au point de centrales au charbon propres qui captent et séquestrent les émissions de dioxyde de carbone*).
- E1.2** reconnaître les caractéristiques d'un système énergétique durable (*p. ex., équité d'accès aux services énergétiques entre les régions et entre les générations actuelles et futures; impact réduit sur l'environnement naturel et la santé*).
- E1.3** décrire différents systèmes de production d'énergie à partir de sources d'énergie renouvelables (*p. ex., solaire, éolienne, hydroélectrique, bioénergie, géothermique*) et non renouvelables (*p. ex., combustible fossile, énergie nucléaire*) et évaluer leurs effets sur l'environnement.
- E1.4** décrire des avancements technologiques visant à réduire la consommation d'énergie ou les émissions de gaz à effet de serre (*p. ex., thermostat programmable, isolant, appareil à certification ÉnerGuide, ampoule fluorescente compacte, voiture hybride, voiture électrique, biocarburant, pile rechargeable, pile à combustible, pile solaire*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- E2.1** modéliser un édifice efficace en tenant compte des sources d'énergie disponibles, de l'isolation, de l'emplacement et des conditions climatiques (*p. ex., à partir de matériaux recyclés, construire une maquette représentant une maison efficace dans le nord de l'Ontario; certification LEED®*). [ER, AI]
- E2.2** modéliser l'utilisation d'une source d'énergie renouvelable (*p. ex., modéliser un mur solaire et vérifier son efficacité énergétique; modifier la forme des pales d'une éolienne en appliquant la technologie des tubercules inspirés des baleines à bosses et vérifier le changement de la vitesse de rotation*). [ER, AI]
- E2.3** analyser, expérimentalement ou à partir de recherches, des techniques d'isolation et des matériaux isolants (*p. ex., comparer le pouvoir isolant de différents matériaux tels que la paille, la mousse isolante ou une couche d'air*). [P, ER, AI]
- E2.4** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *source d'énergie renouvelable, source d'énergie non renouvelable, travail, énergie mécanique, énergie cinétique, énergie potentielle, énergie thermique, énergie éolienne, énergie solaire, joule, puissance, watt, rendement, conservation de l'énergie*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

E3.1 analyser un système de production d'énergie renouvelable en fonction de critères tels que l'emplacement idéal, la faisabilité, la rentabilité, l'efficacité et l'incidence sur l'environnement (p. ex., éolienne, voiture hybride, chauffage solaire passif et actif). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : À l'Île-du-Prince-Édouard, on projette d'utiliser l'énergie éolienne comme principale source d'énergie, de produire de l'électricité à base d'hydrogène pour combler les besoins des industries, des fermes et des foyers, et de se servir d'hydrogène combustible pour les moyens de transport ayant des moteurs à piles à combustible, des moteurs à combustion interne d'hydrogène et des moteurs à combustion interne éconergétique.

Questions pour alimenter la discussion : Quel est le principe de fonctionnement d'un système géothermique résidentiel et quels sont les avantages à long terme de l'installation d'un tel système? Le bioéthanol fabriqué à partir de céréales est-il véritablement une source d'énergie environnementale et durable? Quels sont les avantages et les inconvénients des parcs éoliens?

E3.2 évaluer des avantages et des inconvénients d'une solution écologique visant à réduire la consommation d'énergie (p. ex., diminuer sa consommation de viande, changer ses habitudes de consommation, acheter des produits locaux, utiliser des appareils électriques efficaces, isoler sa maison, utiliser le transport en commun). [AI, C]

Piste de réflexion : Les bâtiments écologiques peuvent contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre puisqu'une grande partie des émissions proviennent du chauffage et de la climatisation des infrastructures. Les systèmes d'évaluation LEED® Canada élaborés spécifiquement en fonction du climat canadien et de la législation canadienne visent à améliorer la performance environnementale des bâtiments par l'emploi de matériaux écologiques et de technologies novatrices.

Questions pour alimenter la discussion : Pourquoi une diminution de sa consommation de viande et l'achat de produits locaux permettent-ils de réduire sa consommation d'énergie? Quelle économie d'énergie pourrait représenter le remplacement de toutes les ampoules incandescentes d'une maison par des ampoules fluorescentes compactes? Quels sont les avantages du télétravail du point de vue de la conservation de l'énergie?

F. RÉDUCTION ET GESTION DES DÉCHETS

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** décrire divers types de déchets et de leur gestion particulière.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique et les principes du développement durable, l'efficacité de diverses stratégies de gestion des déchets.
- F3.** évaluer l'impact de différentes techniques de gestion des déchets sur la société et l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- F1.1** identifier différents types de déchets (*p. ex., biodégradable, recyclable, toxique, nucléaire, dangereux, médical, électronique, ultime, organique, inorganique*) et en présenter des exemples.
- F1.2** expliquer les principes scientifiques et les principes du développement durable qui sous-tendent la gestion de déchets solides (*p. ex., industriel, toxique, médical, électronique, nucléaire*), liquides (*p. ex., eaux usées*) et gazeux (*p. ex., chlorofluorocarbone*).
- F1.3** décrire des stratégies et des technologies de collecte et d'élimination des déchets selon leur type (*p. ex., recyclage, compostage des matières organiques, floculation, fosse septique, site d'enfouissement*).
- F1.4** décrire l'apport des sciences et de la technologie dans l'élaboration de nouvelles stratégies de gestion des déchets et de remédiation de sites contaminés (*p. ex., analyse du cycle de vie des produits de consommation, filtre biologique, convertisseur catalytique, essence sans plomb, évacuateur industriel, vermicompostage, récupération des biogaz des sites d'enfouissement*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- F2.1** analyser le cycle de vie d'un produit de consommation (*p. ex., téléphone cellulaire, appareil ménager, ordinateur, couche jetable*). [AI]

- F2.2** modéliser la fabrication d'un produit secondaire en récupérant, en recyclant et en transformant un type de déchet (*p. ex., transformation de l'huile usée en carburant, valorisation des déchets de construction, création d'objets artistiques à partir d'objets hétéroclites*). [ER]

- F2.3** concevoir et effectuer une expérience pour modéliser le traitement d'un déchet solide, liquide ou gazeux (*p. ex., vérifier la vitesse de décomposition de déchets organiques dans diverses conditions*). [P, ER, AI, C]

- F2.4** recenser des déchets produits (*p. ex., à l'école, à la maison*) et proposer des solutions afin de réduire la quantité de déchets acheminés vers un site d'enfouissement. [AI, C]

- F2.5** analyser, à partir d'une recherche, le plan de gestion de déchets d'une localité ou d'une juridiction. [P, ER, AI, C]

- F2.6** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *déchet, biodégradable, recyclable, toxique, ultime, métal lourd, enzyme, compostage, floculation, filtre biologique, site d'enfouissement, biogaz*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- F3.1** analyser les répercussions à court et à long terme sur l'environnement de l'accumulation de déchets dans des sites variés (*p. ex., des milliers de tonnes de déchets plastiques flottent sur une vaste étendue de l'océan Pacifique; le Canada*

produit des déchets radioactifs tels que des déchets de combustible nucléaire, des déchets radioactifs de faible activité et des résidus de mine et de traitement d'uranium). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les déchets électroniques comme le matériel informatique et les appareils téléphoniques représentent plus de 140 000 tonnes de déchets par année au Canada. Des pays en développement tels que la Chine, l'Inde, le Pakistan et le Ghana récupèrent les déchets électroniques des pays industrialisés, dont le Canada. Des municipalités transformées en dépotoirs électroniques à ciel ouvert mettent à risque la santé des travailleurs qui trient et brûlent les matériaux toxiques pour recycler des matériaux comme le cuivre.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les impacts sur l'environnement de l'utilisation de couches jetables et de couches lavables? Devrait-on interdire les sacs en plastique? Quels changements d'habitudes pourraient mener à une consommation durable sans suremballage? Une étude d'Environnement Canada réalisée en 2007 révèle que seulement 2 % des piles achetées au Canada ont fait l'objet de recyclage; quelles sont les conséquences environnementales de la mise au rebut des piles?

F3.2 évaluer des conséquences des décisions politiques et économiques et des préoccupations environnementales sur les stratégies de gestion des déchets (*p. ex., examiner les normes qui régissent le fonctionnement des stations d'épuration des eaux usées; analyser les critères de sélection d'un site d'enfouissement; examiner des règlements municipaux en ce qui a trait à la quantité de déchets acceptée par domicile; analyser le programme de recyclage d'un édifice à bureaux*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le compostage peut jouer un rôle important dans la gestion des déchets de toutes les municipalités; il permet notamment de réduire la quantité de déchets destinés aux sites d'enfouissement et de fabriquer un amendement de sol de haute qualité. Il existe de plus en plus d'usines de compostage centralisé au Canada.

Questions pour alimenter la discussion : Les déchets devraient-ils être traités à proximité de leur lieu de production? Comment les déchets de construction, de rénovation et de démolition pourraient-ils être gérés pour diminuer l'impact sur les sites d'enfouissement et l'environnement? Quels sont des avantages de la valorisation énergétique des biogaz produits par les sites d'enfouissement?

Sciences de l'environnement, 11^e année

cours préemploi

SVN3E

Ce cours fournit à l'élève les connaissances et les habiletés relatives aux sciences de l'environnement nécessaires pour pouvoir prendre des décisions éclairées au travail et dans sa vie personnelle. L'élève étudie un nombre important de sujets dont l'impact de l'activité humaine sur l'environnement et sur la santé, les principes de gestion durable des ressources naturelles, la conservation de l'énergie ainsi que les stratégies de développement durable et les mesures de sécurité mises en place dans divers milieux de travail. Ce cours permet à l'élève d'acquérir une bonne base en littératie environnementale et lui fournit l'occasion d'évaluer les avantages et les inconvénients, du point de vue de l'environnement, de ses expériences dans le monde du travail et dans la vie quotidienne.

Préalable : Sciences, 9^e année, cours théorique ou appliqué

Un cours de sciences de 9^e ou 10^e année élaboré à l'échelon local donnant droit à un crédit prépare les élèves au cours préemploi de 11^e année en sciences de l'environnement.

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire et sur le terrain, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans le domaine des sciences de l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

- A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.
- A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.
- A1.3** planifier une expérience (*p. ex., concevoir ou adapter un protocole expérimental, sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.
- A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue de vulgarisation scientifique, vidéo documentaire, balado, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

- A1.5** effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.
- A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

- A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., porter des vêtements appropriés lors de travaux sur le terrain*).

Analyse et interprétation [AI]

- A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*), de l'information recueillie ou la solution à un problème.
- A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).
- A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

- A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., diagramme, tableau, graphique*).
- A1.12** communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances en sciences de l'environnement et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (p. ex., *garde forestière ou garde forestier, sylvicultrice ou sylviculteur, technicienne ou technicien de la faune, installatrice ou installateur d'éoliennes, opératrice ou opérateur en assainissement des eaux, pompière forestière ou pompier forestier, responsable de site de traitement des déchets*).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable à la cause environnementale dans le cadre de leur travail (p. ex., *David Suzuki, généticien, environnementaliste, écrivain, animateur radiophonique et vulgarisateur scientifique; Louis Fortier, directeur scientifique du Réseau de centres d'excellence ArcticNet; Sheila Watt-Cloutier, militante environnementaliste inuite; Donald Mackay, directeur du Canadian Environmental Modelling Centre de l'Université Trent, qui a remporté le prestigieux prix Honda de 2001 pour avoir apporté une contribution remarquable au domaine de la technologie environnementale*).

B. ACTIVITÉ HUMAINE ET ENVIRONNEMENT

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** démontrer sa compréhension des activités humaines responsables du rejet de polluants de l'eau, de l'air et du sol et de la perte de biodiversité, et des méthodes utilisées pour analyser de tels impacts.
- B2.** analyser des échantillons d'eau, d'air et de sol prélevés dans des environnements naturels et urbains.
- B3.** évaluer l'impact de l'activité humaine sur l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** décrire la composition naturelle de l'eau, de l'atmosphère et du sol et schématiser le cycle naturel de l'eau, du carbone, de l'azote et de l'oxygène.
- B1.2** reconnaître des polluants de l'eau, de l'air et du sol (*p. ex., gaz à effet de serre; produits chimiques tels que pesticides; métaux lourds*) et identifier des activités humaines responsables de leur rejet dans l'environnement (*p. ex., exploitation minière, transport de marchandises, processus industriel, agriculture conventionnelle*).
- B1.3** identifier des modes de transport des polluants et fournir des exemples de leur transfert d'un milieu à un autre (*p. ex., les oxydes d'azote rejetés dans l'atmosphère lors de processus industriels se transforment en acide nitrique qui forme des dépôts acides; le phosphate et l'azote des engrais sont entraînés vers les plans d'eau par les eaux de ruissellement*).
- B1.4** décrire des méthodes d'analyse des composés naturels et des polluants de l'eau, de l'air et du sol (*p. ex., oxygène dissous dans l'eau, gaz carbonique de l'air, particules en suspension dans l'air, pH du sol, porosité du sol, matière organique*).
- B1.5** définir le concept d'empreinte écologique comme une mesure de l'impact de l'activité humaine sur l'environnement.

- B1.6** reconnaître des activités humaines qui contribuent à la perte de biodiversité (*p. ex., destruction des habitats naturels en raison du développement urbain; introduction d'espèces envahissantes avec le transport de marchandises ou l'importation d'animaux et de plantes; fragmentation des habitats par la construction de routes; surpêche*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** vérifier, à partir d'une expérience, l'impact d'un polluant sur un écosystème (*p. ex., analyser les effets de l'acidité, de la température ou de la présence de phosphates sur le taux de croissance d'algues*). [P, ER, AI, C]
- B2.2** analyser en laboratoire des échantillons d'eau prélevés dans des environnements naturels et urbains (*p. ex., robinet, étang, ruisseau, rivière, fontaine*) et comparer les résultats obtenus (*p. ex., température, oxygène dissous, ions dissous, dureté, turbidité*). [P, ER, AI, C]
- B2.3** analyser en laboratoire des échantillons de sol prélevés dans des environnements naturels et urbains (*p. ex., jardin biologique, cour d'école, champ cultivé, forêt, champ en friche*) et comparer les résultats obtenus (*p. ex., teneur en phosphore, en eau et en matière organique, pH, rétention d'eau, percolation, porosité, densité*). [P, ER, AI, C]

B2.4 analyser, à l'aide d'un microscope, le contenu particulaire d'échantillons d'air recueillis avec un papier filtre (*p. ex., salle de classe, tuyau d'échappement d'une voiture, air expiré, bouche d'aération, fumée de cigarette, pollen*). [P, ER, AI, C]

B2.5 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *empreinte écologique, crédit de carbone, biodégradable, biodiversité, polluant, produit chimique, pesticide, métal lourd, ion, espèce indigène, espèce envahissante, biodiversité*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

B3.1 analyser une question d'actualité découlant de l'impact d'une activité humaine sur l'environnement (*p. ex., évaluer les effets du Sirex noctilio, une espèce introduite accidentellement au Canada, sur la population de pins*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Un larvicide est un produit antiparasitaire qui tue les larves de moustiques avant qu'elles n'atteignent le stade adulte. Le traitement larvicide réduit le nombre de moustiques pouvant transmettre le virus du Nil occidental. Dans les municipalités de l'Ontario, seules les personnes titulaires d'un permis de lutte antiparasitaire ayant obtenu une approbation de la Direction régionale du ministère de l'Environnement peuvent effectuer un traitement larvicide. Seuls les larvicides ayant un impact minime sur l'environnement peuvent être utilisés.

Questions pour alimenter la discussion : Pourquoi les huarts constituent-ils de bons indicateurs de l'amélioration ou de la détérioration de l'état des lacs par rapport aux dépôts acides? Quels polluants retrouve-t-on dans les Grands lacs? Quels sont les effets de ces polluants sur la faune et la flore aquatiques?

B3.2 évaluer des initiatives visant à réduire l'impact de l'activité humaine sur l'environnement (*p. ex., réduction des émissions du système d'échappement des véhicules, création de nouveaux parcs nationaux pour protéger les habitats naturels, construction de bâtiments écologiques, achat de crédits carbone pour réduire son empreinte écologique*). [AI, C]

Piste de réflexion : Au Canada, les bâtiments étant responsables d'environ 30 % des émissions totales de gaz à effet de serre, les bâtiments écologiques peuvent représenter une solution à la réduction de ces émissions. Les systèmes d'évaluation LEED® Canada élaborés spécifiquement en fonction du climat canadien et de la législation canadienne visent

à améliorer la performance environnementale des bâtiments par l'emploi de matériaux écologiques et de technologies novatrices.

Questions pour alimenter la discussion :

Existe-t-il en Ontario des programmes qui font la promotion d'une réduction de la consommation d'eau à l'intention des consommateurs résidentiels, industriels et commerciaux? Les Prix canadiens de l'environnement rendent hommage à des projets ou des initiatives contribuant à la protection, à la restauration et à la préservation de l'environnement au Canada; quels sont les critères d'admissibilité de ces prix? Devrait-on imposer une taxe à la pollution sur des produits couramment utilisés tels que les sacs en plastique et les verres à café jetables?

B3.3 discuter des avantages et inconvénients pour l'environnement de la pratique d'une activité récréative (*p. ex., golf, motoneige, pêche sportive, camping, vélo de montagne, escalade*). [AI, C]

Piste de réflexion : Les ornithologues amateurs peuvent participer au programme national de bénévolat géré par Études d'Oiseaux Canada en recensant et en signalant des données sur les oiseaux observés à leurs mangeoires. Les données ainsi recueillies par les milliers de bénévoles permettent aux scientifiques d'étudier les changements dans la taille et la répartition des populations hivernales d'oiseaux.

Questions pour alimenter la discussion :

Quelles prises les pêcheurs qui pratiquent la pêche avec remise à l'eau d'une partie de leurs prises devraient-ils remettre à l'eau afin d'assurer la viabilité des pêches en Ontario? En quoi consiste le tourisme écologique? Quels principes de gestion les terrains de golf pourraient-ils adopter pour être plus écologiques? Comment une installation de curling peut-elle augmenter son efficacité énergétique et réduire sa consommation d'eau? Quels impacts les sports nautiques ont-ils sur l'environnement?

C. SANTÉ ET ENVIRONNEMENT

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** expliquer les effets de la dégradation de l'environnement sur la santé.
- C2.** vérifier l'impact de la pollution de l'environnement sur la santé.
- C3.** évaluer des enjeux d'actualité et des initiatives gouvernementales portant sur les effets de la dégradation de l'environnement sur la santé.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** reconnaître les principaux polluants et contaminants environnementaux (p. ex., polluants atmosphériques tels que dioxyde de soufre, oxyde d'azote, ozone et particules; métaux lourds tels que plomb et mercure; produits chimiques tels que pesticides, DDT et BPC; moisissures).
- C1.2** décrire des causes naturelles (p. ex., désastres naturels tels que tornades, inondations, séismes, feux de forêt) et des causes anthropiques (p. ex., polluants atmosphériques responsables du smog, des dépôts acides et de l'appauvrissement de la couche d'ozone; urgences environnementales telles que déversements de produits chimiques et accidents nucléaires) de la dégradation de l'environnement.
- C1.3** présenter des exemples d'exposition aux contaminants environnementaux (p. ex., des voyageurs peuvent tomber malades après avoir consommé de l'eau ou des aliments contaminés; des insectes peuvent véhiculer des maladies infectieuses; la consommation d'aliments issus de l'agriculture conventionnelle est une source importante d'exposition aux pesticides).
- C1.4** décrire des effets de la dégradation de l'environnement sur la santé (p. ex., la pollution atmosphérique est associée à des troubles comme l'asthme, les maladies cardiovasculaires et les décès prématurés; la consommation des produits de la pêche peut entraîner une contamination par des métaux lourds).

C1.5 identifier les populations les plus vulnérables aux répercussions de la dégradation de l'environnement (p. ex., les Inuits sont vulnérables aux effets des changements climatiques; les enfants et les femmes enceintes sont sensibles à la pollution atmosphérique; les températures extrêmes affectent les aînés).

C1.6 décrire des mesures visant à réduire l'exposition personnelle aux contaminants environnementaux (p. ex., se protéger des rayons ultraviolets en portant des vêtements protecteurs ou de la crème solaire; consommer des aliments biologiques pour réduire l'exposition aux pesticides; éviter de faire de l'exercice à l'extérieur les jours de smog).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** vérifier en laboratoire l'efficacité de divers produits (p. ex., crème solaire, vêtement protecteur, moustiquaire, masque de protection) visant à réduire l'exposition personnelle aux contaminants environnementaux. [P, ER, AI, C]
- C2.2** analyser des données empiriques de recherches longitudinales portant sur les effets de la dégradation de l'environnement sur la santé. [AI, C]
- C2.3** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : dégradation de l'environnement, contaminant environnemental, urgence environnementale, métal lourd, polluant atmosphérique, couche d'ozone, pesticide, produit chimique, smog. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

C3.1 analyser des questions d'actualité où la santé est menacée par la dégradation de l'environnement (*p. ex., l'amincissement de la couche d'ozone pourrait être responsable de l'incidence accrue des cataractes et des cancers cutanés*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Selon un rapport statistique préparé par Environnement Canada sur les déversements survenus au Canada de 1984 à 1995, les déversements d'hydrocarbures comptent pour 58 %, les déversements de produits chimiques pour 24 % et les déchets et les effluents pour 18 %. Ces renseignements sont recueillis afin de déterminer les causes et les effets des déversements en vue de mettre en place des plans d'intervention et de rétablissement plus efficaces.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont les causes principales d'inondations en Ontario? Quelles sont les inondations les plus graves survenues au Canada? En moyenne, trois cyclones tropicaux menacent la région Atlantique du Canada chaque année; quelles sont les caractéristiques de ces cyclones et comment peut-on s'en protéger?

C3.2 commenter des initiatives gouvernementales visant à réduire l'impact de la dégradation de l'environnement sur la santé (*p. ex., Santé Canada établit des plans d'intervention en cas d'urgence pour combattre les maladies infectieuses pouvant résulter d'un désastre naturel*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les ministères de l'environnement du Canada et de l'Ontario ont mis en place un système de veille météorologique et d'alerte au smog pour prévenir la population des dangers inhérents aux températures extrêmes et à la pollution atmosphérique.

Questions pour alimenter la discussion : De qui relève la responsabilité de l'offre d'une eau potable saine à la population? Que font les différents paliers de gouvernement pour protéger l'environnement et la santé publique contre les risques posés par les substances chimiques? Comment la biosurveillance humaine permet-elle d'évaluer le degré d'exposition aux substances chimiques dans l'environnement? Qu'est-ce que l'Inventaire national des rejets polluants?

D. RESSOURCES NATURELLES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** expliquer des principes de gestion durable des ressources naturelles.
- D2.** appliquer dans ses recherches et expériences sur le terrain des techniques d'identification, d'échantillonnage et de surveillance écologique des ressources naturelles.
- D3.** analyser des problèmes environnementaux liés à l'exploitation des ressources.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** énumérer divers types de ressources naturelles renouvelables et non renouvelables retrouvés au Canada (*p. ex., forestière, minérale, énergétique, marine, hydrique, agricole, halieutique, faunique*).
- D1.2** définir le concept de développement durable et donner des exemples de pratiques visant à assurer une gestion durable des ressources naturelles (*p. ex., il est essentiel d'acquérir des données précises sur l'état des ressources naturelles pour pouvoir prendre des décisions judicieuses; le développement durable implique des intervenants multiples tels que les industries privées, les municipalités et les communautés autochtones, qui doivent être informés et participer au processus décisionnel*).
- D1.3** décrire des caractéristiques d'une ressource naturelle qui revêtent une importance pour son exploitation (*p. ex., les forêts de l'Ontario produisent une large gamme de produits forestiers qui contribue à l'essor de l'industrie des pâtes et papiers et du bois d'œuvre*).
- D1.4** discuter des facteurs (*p. ex., croissance annuelle de la population, développement économique, consommation excessive*) qui contribuent à une demande croissante de ressources naturelles.
- D1.5** comparer des méthodes d'exploitation non durable d'une ressource naturelle à une approche écologique de gestion (*p. ex., la pêche au saumon du pacifique du Canada est régie par douze principes écologiques ayant pour objectifs la conservation et l'exploitation durable de l'espèce et l'amélioration de la prise de décisions concernant la gestion et la protection des stocks de poissons; l'exportation de*

grande quantité d'eau douce et les mégaprojets de détournement des cours d'eau font l'objet de débats au Canada).

- D1.6** expliquer l'importance de la biodiversité (*p. ex., le rythme alarmant de disparition des espèces nous prive de ressources qui s'avéreront peut-être indispensables pour créer de nouveaux médicaments ou des ressources alimentaires utiles pour les générations futures*) et décrire des programmes de protection et de surveillance des ressources biologiques (*p. ex., Programme d'intendance de l'habitat pour les espèces en péril, surveillance écologique des milieux marins côtiers, Système canadien d'information sur la biodiversité*).
- D1.7** décrire des techniques d'échantillonnage (*p. ex., quadrat, transect, carottage, anneaux de croissance des troncs d'arbres, écailles de poissons, pêche avec remise à l'eau des prises*), des programmes de surveillance écologique des ressources naturelles et des programmes d'observation active par les citoyens (*p. ex., Réseau d'évaluation et de surveillance écologique [RESE], programme de surveillance scientifique communautaire Attention nature*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** identifier des ressources naturelles (*p. ex., minéral, poisson, arbre*) selon leurs caractéristiques phénotypiques ou leurs propriétés physiques (*p. ex., forme cristalline, dureté, couleur, lustre*) à l'aide de clés dichotomiques ou de guides d'identification (*p. ex., guide botanique, guide d'identification des minéraux, guide faunique*). [AI, C]

D2.2 appliquer des techniques d'inventaire (*p. ex., effectuer un quadrat ou un transect pour inventorier les espèces d'arbres; faire l'inventaire d'un cours d'eau*), d'échantillonnage (*p. ex., prospection minière*) ou de surveillance écologique (*p. ex., enregistrer la période de floraison d'espèces de plantes sélectionnées*) et interpréter les données recueillies. [P, ER, AI, C]

D2.3 mettre en application les connaissances et habiletés scientifiques acquises en contribuant à la réalisation d'un projet collectif ou communautaire de gestion des ressources naturelles (*p. ex., construire des nichoirs, aménager un sentier éducatif, restaurer des habitats naturels, créer des frayères*). [P, ER, AI, C]

D2.4 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *ressource naturelle, échantillonnage, développement durable, surveillance écologique, diversité biologique, population, faune*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

D3.1 évaluer les répercussions environnementales de l'exploitation d'une ressource naturelle (*p. ex., conséquences des rejets miniers sur un plan d'eau, renaturalisation de terrains après l'exploitation minière, risque de pollution associé aux procédés métallurgiques, dégradation du sol à la suite d'une coupe à blanc, influence de la surpêche sur la biodiversité marine*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'exploitation des sables bitumineux, avec une production qui dépasse un million de barils par jour et qui va en s'accroissant, a des conséquences environnementales considérables. La production d'un seul baril de bitume nécessite environ quatre barils d'eau qui ne peut être recyclée et qui est rejetée dans des bassins de résidus. La production de bitume nécessite trois fois plus d'énergie que la production d'un baril de pétrole classique et est responsable de l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre au Canada.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont les restrictions en vigueur au Canada en ce qui a trait aux prélèvements massifs de l'eau et à son détournement à des fins d'exportation? Quelles méthodes d'exploitation éconergétique Ekati, la première mine de diamants du Canada, utilise-t-elle pour améliorer sa rentabilité et diminuer son empreinte écologique?

D3.2 cerner des facteurs qui affectent la pérennité d'une ressource naturelle (*p. ex., surpêche, perte de l'habitat, fragmentation de l'habitat, érosion des sols, contamination de la nappe phréatique*). [AI, C]

Piste de réflexion : En Colombie Britannique, le dendroctone du pin ponderosa (DPP), s'attaquant principalement au pin tordu, influe négativement sur le commerce de bois de cette espèce d'arbre. De plus, l'infestation par cet insecte, qui risque de se propager plus à l'est, menace la durabilité des ressources forestières. Des options sont considérées pour tenter de récupérer le bois attaqué par le DPP afin de réduire les répercussions sur l'approvisionnement à long terme en bois d'œuvre.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les poissons et les fruits de mer dont la survie est menacée par des techniques de pêche non durable et une consommation non éclairée? Quelles sont les causes de l'accélération de l'érosion dans les régions agricoles du Canada? Quelles espèces sont menacées en raison de la fragmentation de leur habitat?

E. CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** expliquer des principes de base de la production d'énergie renouvelable et non renouvelable et décrire des stratégies de conservation de l'énergie.
- E2.** évaluer, en appliquant la méthode scientifique, la consommation d'énergie et l'efficacité énergétique de divers appareils.
- E3.** analyser des initiatives et des innovations technologiques qui promeuvent la conservation de l'énergie et la protection de l'environnement.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

E1.1 énoncer la loi de la conservation de l'énergie et préciser comment elle s'applique dans le contexte de la production d'énergie et des transformations énergétiques (p. ex., les transformations énergétiques sont accompagnées de perte d'énergie thermique).

E1.2 identifier les principales sources d'énergie renouvelables (p. ex., hydroélectricité, énergie solaire, énergie éolienne, énergie géothermique, énergie marémotrice, énergie de la biomasse) et non renouvelables (p. ex., combustibles fossiles tels que le charbon, le pétrole et le gaz naturel; énergie nucléaire).

E1.3 comparer des sources d'énergie renouvelables et non renouvelables selon des critères tels que la disponibilité, le renouvellement, le coût et les répercussions environnementales (p. ex., tracer un tableau démontrant les ressemblances et les différences entre les combustibles fossiles et l'énergie géothermique).

E1.4 décrire des programmes (p. ex., programme de prêt de compteur d'énergie, programme de remplacement d'appareils ménagers), des pratiques (p. ex., programmation du thermostat, arrêt du moteur d'un véhicule, aménagement paysager, chauffage solaire passif, calfeutrage) et des produits éconergétiques (p. ex., produits portant le symbole international de haute efficacité ENERGY STAR) visant à réduire la consommation d'énergie et à protéger l'environnement.

E1.5 définir des critères de conception de bâtiments écologiques (p. ex., économie d'énergie dynamique, réduction des émissions de gaz à effet de serre, valorisation des déchets de construction, gestion efficace de l'eau, aménagement écologique du site de construction).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

E2.1 lire différents types de compteurs d'énergie (p. ex., compteur d'électricité, compteur de gaz naturel, compteur intelligent) et déterminer le coût de la consommation d'énergie pour une période de temps donnée (p. ex., $\text{coût de la consommation d'électricité} = \text{consommation (kWh)} \times \text{coût du kWh}$; $\text{coût de la consommation de gaz naturel} = \text{consommation (m}^3\text{)} \times \text{coût du mètre cube}$). [ER, AI, C]

E2.2 effectuer une évaluation énergétique d'une maison, d'un établissement communautaire ou d'une entreprise (p. ex., utiliser une liste de vérification des appareils ménagers, du mode de chauffage, de la climatisation, du type de revêtement extérieur, des fenêtres et de l'isolation). [AI, C]

E2.3 comparer, à partir d'expériences ou de recherches, l'efficacité énergétique de divers appareils (p. ex., appareils électroménagers tels que réfrigérateur, sècheuse ou lave-vaisselle; appareils électroniques tels que téléviseur ou téléphone sans fil; outils bureautiques tels qu'ordinateur ou imprimante; sources d'éclairage telles qu'ampoule fluorescente compacte, diode électroluminescente ou ampoule à incandescence). [AI, C]

E2.4 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *loi de la conservation de l'énergie, source d'énergie, énergie géothermique, énergie éolienne, énergie solaire, compteur d'électricité, compteur de gaz, kilowattheure, joule, BTU, produit écoénergétique, ÉnerGuide, énergie renouvelable, énergie non renouvelable*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

E3.1 évaluer des initiatives en matière d'efficacité énergétique au niveau régional, provincial ou national (*p. ex., Journée de l'air pur, Défi Transport, programme de conservation de l'électricité PowerWISE, Office de l'efficacité énergétique, écoÉNERGIE, étiquette ÉnerGuide, ENERGY STAR*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'installation d'un système géothermique résidentiel représente un investissement de taille mais permet de réaliser des économies d'énergie importantes à long terme. Le Programme ontarien d'amélioration du rendement énergétique domiciliaire et l'Initiative écoÉNERGIE offrent aux propriétaires admissibles une subvention pour l'installation d'un système géothermique.

Questions pour alimenter la discussion : Comment le programme écoAUTO encourage-t-il l'utilisation de véhicules à haut rendement énergétique? En quoi consiste le programme ontarien de vérification énergétique résidentielle et de remise pour les rénovations?

E3.2 évaluer des avantages et des inconvénients d'innovations technologiques contribuant à la production ou à la conservation d'énergie (*p. ex., certains convertisseurs pour éolienne contribuent à extraire le plus d'énergie possible quelles que soient les conditions*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le bioéthanol, biocarburant fabriqué à partir de céréales telles que l'orge, le blé et le maïs, ajouté à l'essence permet une combustion plus propre qui émet moins de gaz à effet de serre que l'essence ordinaire. La production de biocarburant aide l'économie des régions agricoles. Toutefois, ce type de production pourrait faire concurrence à la culture des produits alimentaires. Des recherches sont actuellement en cours pour développer des technologies de pointe pour produire de l'éthanol cellulosique à partir de déchets agricoles et ligneux.

Questions pour alimenter la discussion : Quel est le principe de fonctionnement des murs solaires et quelles sont leurs applications? Quels sont les avantages et les inconvénients des parcs éoliens? Quels sont les objectifs du gouvernement en ce qui a trait à la production d'énergie renouvelable?

F. ENVIRONNEMENT ET MILIEU DE TRAVAIL

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** décrire des mesures de sécurité à respecter en milieu de travail et des actions menées par les entreprises en faveur de l'environnement.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, des stratégies de développement durable et des mesures de sécurité mises en place dans divers milieux de travail.
- F3.** évaluer divers milieux de travail en fonction des mesures de sécurité et de développement durable adoptées et proposer des interventions qui permettraient de rendre le milieu de travail plus respectueux de l'environnement et plus sécuritaire.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

F1.1 reconnaître les symboles des catégories de produits contrôlés du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT), identifier des contaminants environnementaux parmi chaque catégorie et discuter de leur impact sur la santé, la faune ou la flore (*p. ex., le plomb est un agent toxique qui a des effets nocifs sur la reproduction des animaux, y compris les humains*).

F1.2 décrire des risques d'origine chimique, physique et biologique (*p. ex., risque d'électrocution, bruit excessif, infection bactérienne, liquide inflammable*) en milieu de travail et énoncer les mesures de précaution à prendre (*p. ex., mise à la terre, insonorisation, stérilisation, entreposage approprié*).

F1.3 décrire les voies d'entrée des matières dangereuses dans le corps humain (*p. ex., ingestion, inhalation, absorption à travers la peau*) et préciser le type d'équipement de protection individuelle (EPI) à utiliser dans diverses situations (*p. ex., gants, masque de soudure, masque respiratoire, tablier de protection, filtre nasal, protection auditive*).

F1.4 expliquer le principe des 4R-V (*réduire, réutiliser, recycler, récupérer, valoriser*) et évaluer les répercussions de son application sur l'environnement (*p. ex., minimisation des déchets, conservation de l'eau,*

durabilité des ressources naturelles, réduction de l'énergie requise pour la production et le transport de produits de consommation).

F1.5 énumérer des initiatives mises en place dans divers milieux de travail pour respecter l'environnement (*p. ex., tri des déchets, économie de papier, utilisation de produits recyclés, diminution des déplacements professionnels, organisation de réunions écologiques neutres en carbone, conservation de l'eau et de l'énergie*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

F2.1 inventorier l'équipement de sécurité, l'équipement de protection individuelle et les aménagements contribuant à la protection de l'environnement retrouvés dans divers milieux de travail (*p. ex., armoire de sécurité, douche de sécurité, combinaison de protection, absorbant pour produits chimiques, bac pour la collecte sélective de déchets*). [AI, C]

F2.2 se documenter sur des programmes de certification visant à évaluer la performance environnementale en milieu de travail (*p. ex., certification VISEZ VERT*), la santé et la sécurité au travail (*p. ex., programme de formation SIMDUT en ligne*).

F2.3 utiliser des techniques de laboratoire en conformité avec les consignes du SIMDUT pour la manutention, l'entreposage et l'élimination des produits chimiques (*p. ex., appliquer les mesures appropriées pour assurer de bonnes conditions d'hygiène et de propreté au laboratoire; porter l'équipement de protection individuelle; appliquer les consignes de sécurité lors de la manipulation des produits chimiques*). [ER]

F2.4 modéliser le fonctionnement d'équipement de protection individuelle ou de protection de l'environnement (*p. ex., concevoir un produit recyclé, comparer l'efficacité d'absorbants pour recueillir de l'huile à la suite d'un déversement*). [P, ER, AI, C]

F2.5 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *fiche signalétique, SIMDUT, matière toxique, matière comburante, gaz comprimé, matière infectieuse, matière corrosive, contaminant environnemental, recyclage, réutilisation, réduction, récupération, valorisation*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

F3.1 élaborer un plan d'action écologique pour une entreprise (*p. ex., conservation de l'énergie, gestion du transport, réduction des déchets, équipement et installation, réunion écologique neutre en carbone, certification LEED®*) et évaluer son incidence économique (*p. ex., tenir compte d'un programme incitatif tel que le Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne et le Prix d'efficacité énergétique du Canada*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les entreprises peuvent améliorer leur performance environnementale et réaliser des économies en adoptant des pratiques et des technologies plus écologiques. Par exemple, les entreprises peuvent consommer moins d'énergie en se dotant de serveurs efficaces, d'appareils portant le symbole ENERGY STAR et de voitures éconergétiques. Elles peuvent réduire leurs déchets et éliminer l'usage de produits chimiques. Elles peuvent installer un système d'énergie renouvelable tel que des panneaux ou des murs solaires, une éolienne ou un système d'énergie géothermique.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les avantages du télétravail du point de vue environnemental? Comment organise-t-on une conférence neutre en carbone? Quels dispositifs à débit réduit d'eau une entreprise pourrait-elle utiliser?

F3.2 analyser un sujet associé à la manutention, à l'entreposage ou à l'élimination de matériaux dangereux ou de déchets en milieu de travail (*p. ex., gestion écologiquement rationnelle d'un dépotoir municipal; dangers d'éliminer des produits chimiques dans les réseaux hydrographiques*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les déchets électroniques tels que le matériel informatique, les appareils téléphoniques et les petits électroménagers représentent plus de 140 000 tonnes de déchets par année au Canada. Ces déchets renferment des métaux lourds comme le plomb, le cadmium et le mercure qui présentent des risques élevés pour la santé et l'environnement s'ils ne sont pas gérés convenablement.

Questions pour alimenter la discussion : Comment les déchets de construction, de rénovation et de démolition pourraient-ils être gérés pour diminuer l'impact sur les sites d'enfouissement et l'environnement? Une étude d'Environnement Canada réalisée en 2007 révèle que seulement 2 % des piles achetées au Canada ont fait l'objet de recyclage; quelles initiatives pourraient être mises en place pour améliorer les programmes de collecte et de recyclage de piles?

SCIENCES

Sciences, 12^e année

cours préuniversitaire/précollégial

SNC4M

Ce cours permet à l'élève, y compris l'élève qui n'a pas l'intention de s'inscrire à des programmes scientifiques lors de ses études postsecondaires, de mieux comprendre les sciences et leurs applications dans le domaine de la santé. L'élève étudie un nombre important de sujets dont les enjeux de l'heure en santé publique, les effets biologiques de divers micro-organismes pathogènes, la science de la nutrition, les technologies médicales conventionnelles et les biotechnologies. Le cours met l'accent sur le rapport entre ces sujets, la santé mondiale et le bien-être des individus tout en permettant à l'élève de parfaire ses habiletés en expérimentation, en recherche scientifique, en pensée critique et en analyse.

Préalable : Sciences, 10^e année, cours théorique ou tout cours du programme-cadre de sciences, 11^e année, filière préuniversitaire, préuniversitaire/précollégiale ou précollégiale

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire et sur le terrain, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines de la santé publique, de la microbiologie, de la nutrition, des technologies médicales et des biotechnologies.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

- A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.
- A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.
- A1.3** planifier une expérience (*p. ex., concevoir ou adapter un protocole expérimental, sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.
- A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet, vidéo documentaire, podcast*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

- A1.5** effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.
- A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

- A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., porter des lunettes de protection*).

Analyse et interprétation [AI]

- A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*), de l'information recueillie ou la solution à un problème.
- A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).
- A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

- A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., photo, diagramme, tableau, graphique*).
- A1.12** communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances dans les domaines de la santé publique, de la microbiologie, de la nutrition, des technologies médicales et des biotechnologies (p. ex., diététiste, infirmière ou infirmier, hématologue, spécialiste en médecine nucléaire, radiologiste, rhumatologue, radio-oncologue, généticienne ou généticien, ingénieure ou ingénieur biomédical).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable dans le domaine de la santé publique dans le cadre de leur travail (p. ex., *Frédéric Banting, découvreur de l'insuline; John A. Hopps, surnommé le père du génie biomédical au Canada, qui a fabriqué le premier stimulateur cardiaque portatif; Louis Siminovitch, pionnier de la recherche génétique au Canada; Jean Cuthand Goodwill, défenseure des peuples autochtones en matière de santé publique et membre fondatrice de l'Association des infirmières et infirmiers autochtones du Canada; Sheela Basrur, ancienne médecin hygiéniste en chef de l'Ontario et un des principaux leaders durant la gestion de l'épidémie due au syndrome respiratoire aigu sévère [SRAS] de 2003 à Toronto; Richard Béliveau, biochimiste et chercheur, sommité mondiale dans le domaine des recherches sur le cancer et auteur de Les aliments contre le cancer [2005] et de Cuisiner avec les aliments contre le cancer [2006]*).

B. ENJEUX EN SANTÉ PUBLIQUE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** analyser des grands enjeux de l'heure en santé publique, y compris l'état de santé des peuples autochtones.
- B2.** évaluer, en appliquant la méthode scientifique, l'efficacité de certains produits, programmes et informations médiatiques portant sur des enjeux de santé publique, et élaborer un plan d'urgence en cas de pandémie.
- B3.** évaluer l'impact des recherches scientifiques et technologiques et des initiatives gouvernementales et non gouvernementales sur la santé publique.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** identifier des pandémies qui ont affecté l'humanité au cours du temps (*p. ex., la peste bubonique entre 1346 et 1350 et la grippe espagnole entre 1918 et 1920 ont fait des millions de morts; la première pandémie cholérique a envahi l'Asie, le Moyen-Orient et une partie de l'Afrique en 1817; la dernière grippe pandémique remonte à 1967*).
- B1.2** identifier des enjeux de santé contemporains incluant des maladies infectieuses (*p. ex., hépatite, VIH/sida, tuberculose, paludisme, maladie transmissible sexuellement*) et des effets de l'environnement sur la santé (*p. ex., changement climatique, pollution atmosphérique, polluant chimique, rayonnement ionisant, urgence environnementale*).
- B1.3** décrire les trois caractéristiques essentielles d'une pandémie (*p. ex., nouveau virus caractérisé par sa virulence qui se transmet d'un humain à un autre*).
- B1.4** énumérer des facteurs favorisant la propagation rapide des maladies infectieuses (*p. ex., croissance de la population mondiale, du commerce international et des interactions entre les populations; réapparition de maladies à tendance épidémique telles que le choléra et la fièvre jaune; augmentation des maladies d'origine animale telles que l'encéphalopathie spongiforme bovine et la grippe aviaire; augmentation des maladies d'origine alimentaire dues à une contamination par des micro-organismes ou des substances chimiques; généralisation de la résistance aux antibiotiques; augmentation des catastrophes environnementales*).
- B1.5** décrire des mesures sanitaires visant la protection de la santé publique (*p. ex., l'institution de la quarantaine pour se préserver des maladies remonte au XIV^e siècle; plusieurs maladies telles que la méningite, la rougeole, le tétanos néonatal, la rubéole, la varicelle, l'influenza et les infections invasives à pneumocoque et à méningocoque sont évitables par la vaccination*).
- B1.6** identifier des problèmes de santé des peuples autochtones et les mesures mises en place par le gouvernement canadien pour améliorer la santé de ces populations (*p. ex., il existe des disparités entre l'état de santé général des populations autochtones et celui du reste de la population canadienne; les taux de blessures, de suicides et de diabète sont plus élevés chez les Premières nations et les Inuits*).
- B1.7** décrire des dispositions législatives importantes en matière de santé publique (*p. ex., en 1996, l'Organisation mondiale de la Santé a mis sur pied un réseau mondial d'alerte et d'action en cas d'épidémie; en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement, les substances chimiques dans l'environnement sont évaluées dans le but de déterminer si elles posent un risque pour la santé; des mesures de surveillance et de protection sont mises en place par les gouvernements pour empêcher les maladies d'origine animale d'entrer dans leur pays*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** analyser, à partir d'une expérience ou d'une recherche, l'efficacité d'un produit ou d'un programme visant à réduire la transmission des maladies (*p. ex., rechercher l'effet d'un programme de distribution de moustiquaires de lit pour lutter contre le paludisme*). [P, ER, AI, C]
- B2.2** élaborer un plan d'urgence en cas de pandémie (*p. ex., adopter des mesures préventives; préparer une trousse d'urgence*). [AI]
- B2.3** commenter, selon un point de vue scientifique, des renseignements diffusés dans les médias sur une question actuelle se rapportant à la santé publique (*p. ex., cerner les enjeux auxquels doit faire face une région affectée par une urgence environnementale telle qu'un ouragan ou un tremblement de terre*). [AI, C]
- B2.4** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *pandémie, urgence environnementale, contamination, grippe pandémique, maladie infectieuse, paludisme, quarantaine, vaccin, diabète*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- C3.1** commenter des initiatives gouvernementales ou non gouvernementales visant la protection de la santé publique (*p. ex., l'Agence de la santé publique du Canada a mis sur pied la Semaine nationale de promotion de la vaccination; Santé Canada travaille avec les peuples des Premières nations et les Inuits afin d'améliorer leur état de santé; l'Agence de la santé publique du Canada donne des recommandations aux voyageurs internationaux pour la prévention et le traitement du paludisme*). [AI, C]

Piste de réflexion : Santé Canada établit des plans d'intervention en cas d'urgence pour gérer les risques provenant de désastres naturels tels que les inondations, les incendies et les tornades, et les urgences comme les déversements importants de produits chimiques, les incidents nucléaires, les pannes d'électricité et les menaces terroristes.

Questions pour alimenter la discussion :

Comment les ressources spatiales du Canada telles que RADARSAT contribuent-elles à des initiatives d'aide humanitaire partout dans le monde? Quels sont les différents domaines d'intervention de la Croix-Rouge canadienne? Dans quels pays l'organisation Médecins Sans Frontières gère-t-elle des projets?

- C3.2** évaluer l'influence des enjeux de l'heure en santé publique sur les recherches scientifiques et technologiques (*p. ex., avec l'augmentation de la mobilité, les maladies ne connaissent pas de frontières et les préoccupations universelles exigent une communauté de recherche qui peut réagir rapidement pour assurer la sécurité publique*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : En 2000, les instituts de recherche en santé du Canada [IRSC] ont été créés pour mettre en œuvre une entreprise de recherche en santé innovatrice pour le XXI^e siècle. En 2003, des chercheurs financés par les IRSC ont séquencé le coronavirus du SRAS en onze semaines seulement.

Questions pour alimenter la discussion :

Comment les IRSC promeuvent-ils la collaboration entre les chercheurs pour trouver des solutions de rechange aux antibiotiques? Quelle est l'importance de la nouvelle technologie canadienne de purification de l'eau utilisée au Bangladesh pour la première fois après les inondations d'août 2007? Dans quelles régions du monde des bateaux-hôpitaux sont-ils utilisés pour apporter des soins médicaux?

C. AGENTS PATHOGÈNES ET MALADIES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** décrire des effets biologiques de divers micro-organismes pathogènes, de la réponse du système immunitaire et des mesures préventives de protection individuelle.
- C2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, la nature et le développement de micro-organismes pathogènes, la réponse du système immunitaire ainsi que l'efficacité de certaines mesures préventives.
- C3.** évaluer l'impact des progrès technologiques, des innovations thérapeutiques et de la prise de mesures préventives au niveau individuel sur la propagation des maladies.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** décrire les caractéristiques et les cycles de reproduction de micro-organismes pathogènes représentatifs (*p. ex.*, cycle lysogène, cycle lytique et cycle infectieux du paludisme).
- C1.2** décrire différents modes de transmission de maladies, notamment la transmission par les insectes (*p. ex.*, paludisme, encéphalite), par l'air (*p. ex.*, grippe, tuberculose), par l'eau (*p. ex.*, choléra, poliomyélite), par voie sexuelle (*p. ex.*, sida) et par les aliments (*p. ex.*, encéphalopathie spongiforme bovine, trichinose, fièvre typhoïde).
- C1.3** expliquer la réponse immunitaire de l'organisme à une infection.
- C1.4** décrire des mesures préventives pour se protéger contre les maladies infectieuses (*p. ex.*, éviter l'infection en se lavant les mains, en utilisant des filtres antibactériens et en utilisant un préservatif pour réduire les risques de maladies transmissibles sexuellement; renforcer ses défenses immunitaires par une alimentation saine, de l'exercice physique régulier, suffisamment de sommeil et l'application des programmes de vaccinations obligatoires ou recommandées telles que la vaccination contre la grippe).
- C1.5** expliquer l'utilité des vaccins, des antibiotiques, des antiseptiques et d'autres traitements médicaux dans la lutte contre les agents pathogènes.

- C1.6** décrire des mesures préventives contre les agents pathogènes et les maladies infectieuses en milieu de travail (*p. ex.*, les établissements de santé instaurent des plans de prévention et de contrôle des infections nosocomiales; l'industrie avicole doit adopter des mesures efficaces de biosécurité pour minimiser la propagation de maladies telles que la grippe aviaire; l'industrie alimentaire devrait recourir à de rigoureux contrôles de qualité de ses produits afin d'en assurer la salubrité et de prévenir des maladies telles que la listériose).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** comparer divers spécimens de bactéries à l'aide d'un microscope et de lames préparées ou de montages humides. [ER, AI]
- C2.2** analyser qualitativement, à partir d'une expérience en laboratoire, l'effet d'un produit aseptique (*p. ex.*, rince-bouche, lingette désinfectante) ou d'une technique de stérilisation (*p. ex.*, stérilisation à la vapeur) sur le développement d'une culture bactérienne. [P, ER, AI, C]
- C2.3** modéliser la transmission d'un agent pathogène (*p. ex.*, contaminer une éprouvette avec de la phénolphtaléine, mélanger avec le contenu d'autres éprouvettes contenant un acide faible et vérifier les éprouvettes contaminées à l'aide d'un indicateur). [ER, AI]

C2.4 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *micro-organisme, agent pathogène, épidémiologie, mode de transmission, réponse immunitaire, vaccin, antibiotique, antiseptique*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

C3.1 évaluer des conséquences de choix individuels sur la santé et la société (*p. ex., la surconsommation d'antibiotiques peut entraîner le développement de souches bactériennes résistantes*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La vaccination anti-grippale annuelle est recommandée pour les personnes les plus à risque telles que les personnes âgées, les élèves et les travailleurs de la santé. Le meilleur moment pour se faire vacciner est d'octobre au début novembre, soit au début de la saison de la grippe. Le vaccin antigrippal est gratuit pour les personnes vivant en Ontario.

Questions pour alimenter la discussion :

Quelles sont les responsabilités des voyageurs en matière de santé avant de partir en voyage? Les nouvelles tendances en médecine esthétique telles que l'injection de Botox comportent-elles des dangers pour la santé? Quels sont des avantages et inconvénients de l'accès à l'information en matière de santé par le biais de l'Internet?

C3.2 évaluer l'incidence des progrès technologiques et thérapeutiques sur la propagation des maladies (*p. ex., les technologies de l'information permettent d'améliorer la communication et la collaboration entre les réseaux de santé et facilitent la collecte, la gestion et la diffusion de l'information*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La maladie de Lyme causée par la bactérie *Borrelia burgdorferi* est une infection émergente transmise par des tiques généralement véhiculées par de petits animaux tels que souris, écureuils et oiseaux que l'on retrouve dans certaines régions du sud de l'Ontario. La maladie de Lyme peut être traitée au moyen d'antibiotiques.

Questions pour alimenter la discussion :

Quelles sont les technologies et innovations thérapeutiques utilisées pour lutter contre des maladies telles que la tuberculose, le sida et le paludisme? Quels sont les avantages des vaccins synthétiques? Quels sont les moyens utilisés pour réduire les risques de transmission de maladies infectieuses lors des transfusions sanguines?

D. SCIENCE DE LA NUTRITION

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** démontrer sa compréhension du rôle des différents éléments nutritifs, de l'anatomie et de la physiologie du système digestif, du concept de valeur énergétique ainsi que des besoins énergétiques normaux de divers individus.
- D2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, l'apport énergétique et nutritionnel d'une variété d'aliments et divers processus impliqués dans la digestion des aliments.
- D3.** évaluer les implications sur la santé liées à la nutrition ainsi que l'apport nutritionnel et énergétique de menus ethniques variés.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** décrire le rôle des éléments nutritifs dans l'organisme (*p. ex., les protéines participent à la régénération et à la réparation des tissus musculaires; les fibres alimentaires facilitent la digestion; les vitamines sont essentielles à l'ensemble des processus biochimiques vitaux; les sels minéraux et l'eau sont essentiels à la régulation du métabolisme; les glucides sont une source d'énergie*).
- D1.2** expliquer l'organisation anatomique et la physiologie du système digestif relativement au processus physique et au processus chimique de la digestion (*p. ex., indiquer la localisation des glandes salivaires et leurs rôles; décrire le rôle de la bile dans la digestion chimique; décrire les conditions optimales pour le bon fonctionnement des enzymes digestives*).
- D1.3** expliquer comment la valeur énergétique d'un aliment est déterminée (*p. ex., la valeur énergétique peut être déterminée expérimentalement à l'aide d'un calorimètre ou elle peut être évaluée à partir de la composition en lipides, glucides et protéines de l'aliment*).
- D1.4** comparer les besoins énergétiques normaux de divers individus en fonction de facteurs variés (*p. ex., âge, sexe, niveau d'activité physique, climat, condition de santé*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** déterminer expérimentalement la présence d'éléments nutritifs dans des aliments (*p. ex., déterminer la présence de glucides à l'aide du test de Benedict, la présence de lipides à l'aide du test de Biebrich et la présence d'amidon à l'aide du test à l'iode*). [ER, AI]
- D2.2** concevoir et effectuer une expérience pour évaluer la valeur énergétique d'un aliment. [P, ER, AI, C]
- D2.3** analyser, à partir d'expériences ou de simulations à l'ordinateur, l'activité enzymatique sur des macromolécules. [P, ER, AI, C]
- D2.4** analyser, à partir d'expériences, des interactions entre divers types d'aliments (*p. ex., préparer une émulsion et analyser ses propriétés; déterminer la capacité de neutralisation d'un antiacide commun par titrage*). [P, ER, AI, C]
- D2.5** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *élément nutritif, valeur énergétique, besoin nutritif, système digestif, calorimétrie, lipide, glucide, protéine, fibre, sel minéral, vitamine, enzymes digestives*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

D3.1 évaluer des dangers chimiques et des causes d'intoxication alimentaire et présenter des initiatives visant à assurer la salubrité des aliments (p. ex., l'Agence canadienne d'inspection des aliments [ACIA] a décelé la présence de nitrofuranes dans le miel, un antibiotique dont l'utilisation est interdite au Canada; plusieurs aliments pour animaux ont été retenus après que des tests ont révélé qu'ils avaient été contaminés par la mélamine et l'acide cyanurique). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le gouvernement du Canada a tenu une consultation publique pour déterminer s'il faut interdire l'importation, la vente et la publicité des biberons de polycarbonate qui contiennent du bisphénol A. Certains groupes de recherche associent le bisphénol A à divers problèmes de santé tels que le cancer et l'obésité.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont des causes possibles d'intoxications alimentaires? Comment peut-on prévenir le botulisme? Quelles mesures de précaution doivent être prises dans la préparation et la conservation des aliments pour assurer leur salubrité? Pourquoi les risques d'intoxications alimentaires s'accroissent-ils en été?

D3.2 discuter de la valeur nutritionnelle et énergétique de menus culturels variés (p. ex., le Guide alimentaire canadien reflète les valeurs, les traditions et les choix alimentaires des Premières nations, des Inuits et des Métis). [AI, C]

Piste de réflexion : L'espérance de vie des habitants d'Okinawa, une petite île japonaise, est l'une des plus élevées au monde. Le régime alimentaire de la population aurait une action préventive sur les maladies cardiovasculaires, le cancer du côlon, le cancer du sein et l'ostéoporose. L'alimentation faible en gras et en calories des Okinawais est constituée essentiellement de riz, de dérivés du soja tels que le tofu, d'une grande diversité de légumes et de produits de la mer, dont les algues.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont les bases du régime alimentaire dans certains pays en développement? En quoi consiste le régime alimentaire traditionnel des autochtones et des Inuits? Pourquoi une augmentation de la consommation d'acides gras oméga-3 dans le régime alimentaire est-elle considérée bénéfique? L'alimentation végétarienne est-elle associée à une culture en particulier ou est-elle un choix personnel?

E. TECHNOLOGIES MÉDICALES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** décrire des technologies médicales conventionnelles utilisées pour mesurer les signes vitaux et effectuer des examens biochimiques, ainsi que des technologies médicales de pointe.
- E2.** utiliser des technologies médicales conventionnelles pour mesurer des signes vitaux et effectuer des examens biochimiques, et simuler l'utilisation de technologies médicales de pointe.
- E3.** évaluer des impacts sociaux des progrès technologiques dans le domaine médical et des approches traditionnelles, culturelles ou alternatives en médecine.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** décrire les quatre signes vitaux habituellement vérifiés (*p. ex., tension artérielle, fréquence cardiaque, température, rythme respiratoire*), indiquer leurs valeurs de référence et reconnaître les technologies médicales utilisées pour les mesurer (*p. ex., stéthoscope, sphygmomanomètre, thermomètre, moniteur de signes vitaux*).
- E1.2** décrire des examens biochimiques courants (*p. ex., examen sanguin, examen de l'urine, examen du liquide amniotique*), préciser ce qu'ils indiquent et reconnaître les techniques médicales utilisées pour les effectuer.
- E1.3** décrire des technologies médicales de pointe (*p. ex., échographie, imagerie par résonance magnétique, radioscopie, endoscopie, imagerie optique*) utilisées pour faciliter le diagnostic d'une maladie ou d'un problème de santé.
- E1.4** décrire des technologies médicales de pointe (*p. ex., chimiothérapie, radiothérapie, nanomédecine*) utilisées pour traiter des maladies ou des problèmes de santé.
- E1.5** décrire des techniques et des technologies biomédicales utilisées pour remplacer des organes ou en améliorer le fonctionnement (*p. ex., prothèse, implant artificiel, chirurgie plastique, greffe*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- E2.1** mesurer des signes vitaux (*p. ex., tension artérielle, fréquence cardiaque, température, rythme respiratoire*) en utilisant des technologies médicales conventionnelles (*p. ex., sphygmomanomètre, stéthoscope, thermomètre*) et les interpréter. [P, ER, AI]
- E2.2** analyser des lames préparées de cellules sanguines à l'aide d'un microscope optique, recueillir ses observations à l'aide d'une photo ou d'un dessin biologique et les interpréter (*p. ex., déterminer le type de cellules sanguines observées, évaluer leur taille et leur nombre*). [P, ER, AI, C]
- E2.3** mesurer, à partir d'expériences ou de simulations à l'ordinateur, des valeurs biochimiques d'un échantillon et les interpréter (*p. ex., niveau de cétone d'un échantillon d'urine, taux de glucose ou de fer dans le sang*). [P, ER, AI]
- E2.4** interpréter des données cliniques résultant d'examen biochimiques et biomécaniques (*p. ex., analyser des données générées par une simulation à l'ordinateur pour diagnostiquer un problème de santé tel que le diabète, l'hypertension ou l'anémie*). [AI]
- E2.5** modéliser des mesures d'hygiène et de salubrité utilisées dans les laboratoires médicaux (*p. ex., technique de lavage des mains, technique de prévention de la contamination d'échantillons, gestion des déchets biomédicaux*). [ER]

E2.6 modéliser le fonctionnement d'une technologie médicale de pointe. [ER]

E2.7 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *biomécanique, biochimie, électrolyte, ion, pH, hormone, homéostasie, pression artérielle, capacité pulmonaire, rythme cardiaque, glycémie, vaccin, prothèse, laser, ultrason, rayon X, stimulateur cardiaque, implant*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

E3.1 analyser des impacts sociaux de l'avancement technologique dans le domaine médical (*p. ex., la télémédecine et la chirurgie télérobotique permettent d'offrir des soins de santé aux personnes vivant dans des régions éloignées et remettent en cause le concept traditionnel de l'hôpital qui offre des services à une région géographique définie*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les technologies permettent d'élaborer de nouvelles méthodes d'identification, de surveillance, de prévention et de traitement des maladies. Par exemple, la mammographie, une radiographie à très faible dose des tissus des seins peut permettre de détecter un cancer du sein. Le traitement de ce type de cancer peut inclure la chirurgie, la radiothérapie, la chimiothérapie, l'hormonothérapie et la thérapie biologique.

Questions pour alimenter la discussion : Quel est l'apport des nouvelles technologies à l'assistance médicale à domicile? Quelles anomalies de l'œil les nouvelles technologies médicales permettent-elles de traiter? Qu'est-ce que la bioinformatique et quelles sont ses applications?

E3.2 comparer des approches conventionnelles, culturelles et alternatives utilisées dans le traitement ou la prévention de maladies (*p. ex., comparer l'utilisation de l'acupuncture à celle de timbres de nicotine pour arrêter de fumer; comparer l'utilisation de l'huile de saule à celle de l'aspirine pour traiter le mal de tête*). [AI, C]

Piste de réflexion : L'homéopathie propose plusieurs formules telles que l'utilisation de l'échinacée et de l'oscillocoquinum pour traiter et prévenir la grippe. Selon l'Agence de la santé publique du Canada, le meilleur moyen de se protéger contre la grippe est de se faire vacciner chaque année. Il n'existe pas véritablement de traitement contre la grippe. Il est indiqué de boire beaucoup de liquide et de prendre des comprimés d'acide acétylsalicylique ou de l'acétaminophène pour réduire les symptômes.

Questions pour alimenter la discussion :

Qu'est-ce que la médecine douce? Quels sont les types de soins prodigués par les sages-femmes en Ontario? Quels sont des éléments de la médecine traditionnelle autochtone?

F. BIOTECHNOLOGIES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** démontrer sa compréhension des fondements biologiques de la biotechnologie, de ses législations ainsi que de ses applications dans les secteurs de la santé, de la procréation assistée et de l'agriculture.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, diverses techniques expérimentales de la biotechnologie.
- F3.** évaluer des questions sociales et éthiques relevant d'applications de la biotechnologie dans les secteurs de la santé, de la procréation assistée et de l'agriculture.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

F1.1 distinguer la biotechnologie traditionnelle et la biotechnologie moderne (*p. ex., la biotechnologie traditionnelle désigne l'utilisation d'organismes vivants pour fabriquer ou modifier des produits tels que le vin, la bière, le yogourt. Elle comprend des techniques telles que la reproduction sélective, la fermentation et l'hybridation. La biotechnologie moderne désigne des techniques de manipulations sélectives des gènes, des cellules ou des tissus vivants en vue de générer des changements dans la constitution génétique d'un organisme.*)

F1.2 reconnaître des concepts biologiques liés à la structure et aux fonctions des macromolécules (*p. ex., comparaison de l'ADN et de l'ARN, réplication de l'ADN, transcription des gènes*), à la synthèse des protéines (*p. ex., transcription, traduction, régulation de l'expression des gènes, effet d'une mutation*) et à la structure et aux modes de reproduction des virus et des bactéries.

F1.3 décrire des applications de la biotechnologie dans les domaines de la santé (*p. ex., génomique, maladie génétique, test génétique, dépistage génétique, thérapie génique, xénotransplantation*) et de la procréation assistée (*p. ex., fécondation in vitro, maternité par substitution, transfert d'embryon, sélection génétique des embryons, diagnostic génétique préimplantatoire, clonage humain*).

F1.4 décrire des utilisations de la biotechnologie dans le secteur de l'agriculture (*p. ex., végétaux à caractères nouveaux tels que pommes de terre résistantes à un insecte ou à un virus et canola tolérant à un herbicide; agriculture moléculaire pour la production de composés pharmaceutiques tels que les vaccins comestibles et les traitements vétérinaires, ou de composés industriels tels que les bioplastiques; biopesticides nouveaux; animaux de ferme transgéniques et clonage des animaux de ferme*).

F1.5 décrire des dispositions législatives importantes en matière de biotechnologies (*p. ex., le clonage humain est interdit au Canada en vertu de la Loi sur la procréation assistée; Santé Canada et l'Agence canadienne d'inspection des aliments ont la responsabilité partagée de réglementer les produits issus de la biotechnologie; l'Énoncé de politique des trois Conseils nationaux de recherche fournit notamment un cadre éthique aux recherches en génétique avec des êtres humains*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

F2.1 appliquer une technique expérimentale issue de la biotechnologie traditionnelle (*p. ex., utiliser une technique de fermentation pour produire du pain, du fromage ou du yogourt; appliquer une technique de greffage pour créer un organisme hybride*). [P, ER]

F2.2 modéliser, à partir d'une expérience en laboratoire ou d'une simulation à l'ordinateur, une technique de la biotechnologie employée dans le secteur de la santé ou de la procréation assistée (p. ex., effectuer en laboratoire le procédé d'électrophorèse pour fragmenter un échantillon d'ADN; cloner un animal à partir d'une simulation à l'ordinateur). [P, ER]

F2.3 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *biotechnologie traditionnelle, biotechnologie moderne, reproduction sélective, hybridation, ADN, ARN, réplication, mutation, génomique, test génétique, dépistage génétique, thérapie génique, végétaux à caractères nouveaux, clonage*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

F3.1 analyser les implications sociales relevant d'applications de la biotechnologie dans les secteurs de la santé, de la procréation assistée ou de l'agriculture (p. ex., la thérapie génique pourrait permettre de soigner des maladies génétiques et acquises en remplaçant des gènes défectueux par des gènes normaux). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le test de dépistage de la phénylcétonurie (PCU), effectué dans les 24 heures suivant la naissance des bébés, permet de déceler des troubles métaboliques chez les nouveau-nés. Les enfants atteints de la PCU n'ont pas l'enzyme qui décompose la phénylalanine dont les niveaux excessifs peuvent causer une déficience mentale. Cette déficience peut être évitée par un régime alimentaire stricte. L'administration de ce test génétique se traduit par une diminution considérable de déficience mentale causée par la PCU.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont des impacts sociaux possibles de l'établissement d'une carte de gènes susceptibles d'améliorer la performance sportive? Quels sont les avantages et les dangers associés au clonage d'animaux d'élevage? Devrait-on obliger les entreprises agroalimentaires à étiqueter les produits contenant des organismes génétiquement modifiés (OGM)?

F3.2 analyser des questions éthiques relevant d'applications de la biotechnologie dans les secteurs de la santé et de la procréation assistée. [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Les tests de diagnostics prénataux sont effectués au premier trimestre de la grossesse pour déterminer si un fœtus est affecté par un problème chromosomique. L'incidence du syndrome de Down et d'autres problèmes chromosomiques augmente avec l'âge de la mère. Un couple dont le fœtus est affecté doit prendre une décision quant à la poursuite de la grossesse vers la 18^e ou 19^e semaine de la période de gestation.

Questions pour alimenter la discussion : Des recherches en génétique des populations humaines peuvent-elles mener au racisme? La confidentialité des résultats de tests génétiques et des informations génétiques d'une personne devrait-elle être protégée? Le don de sperme utilisé pour l'insémination artificielle devrait-il demeurer anonyme et devrait-il être rémunéré?

Sciences, 12^e année

cours préemploi

SNC4E

Ce cours fournit à l'élève les connaissances et les habiletés scientifiques nécessaires pour pouvoir prendre des décisions éclairées au travail et dans sa vie personnelle. L'élève étudie un nombre important de sujets dont les dangers biologiques, chimiques et physiques en milieu de travail, les propriétés des circuits et des appareils électriques simples, la science de la nutrition, la chimie des produits de consommation, ainsi que la transmission et la prévention des maladies. Le cours met l'accent sur l'établissement d'un lien direct entre ces sujets et les expériences de l'élève dans le monde du travail et la vie quotidienne.

Préalable : Sciences, 10^e année, cours appliqué

Le cours de sciences de 10^e année élaboré à l'échelon local donnant droit à un crédit prépare les élèves au cours préemploi de 12^e année en sciences.

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire et sur le terrain, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines de l'électricité, de l'alimentation, de la chimie des produits de consommation, de la santé et de la sécurité au travail.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

- A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.
- A1.2** identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.
- A1.3** planifier une expérience (*p. ex., concevoir ou adapter un protocole expérimental, sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.
- A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

- A1.5** effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.
- A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

- A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., porter des lunettes de protection*).

Analyse et interprétation [AI]

- A1.8** évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*), de l'information recueillie ou la solution à un problème.
- A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).

- A1.10** tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

- A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., photo, diagramme, tableau, graphique*).
- A1.12** communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances dans les domaines de l'électricité, de l'alimentation, de la chimie des produits de consommation, de la santé et de la sécurité au travail, et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., technicienne ou technicien chimiste, technicienne ou technicien en production médiatique, boulangère ou boulanger, ouvrière ou ouvrier au fumoir à poisson, technologue en fabrication de produits laitiers, assistante ou assistant technique de collecte de sang, préposée ou préposé aux bénéficiaires, ambulancière ou ambulancier, conceptrice ou concepteur de jeux électroniques, conseillère ou conseiller en communication électronique*).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable dans les domaines de l'électricité, de l'alimentation, de la chimie des produits de consommation, de la santé et de la sécurité au travail dans le cadre de leur travail (*p. ex., Lorne Trottier, ingénieur et fondateur avec Branko Matic d'une multinationale spécialisée dans la conception d'équipement électronique; Francine Décary, présidente et chef de la direction d'Héma-Québec, une des meilleures entreprises de services transfusionnels au monde; Robert G. E. Murray, microbiologiste reconnu mondialement pour ses recherches sur les relations entre des bactéries et d'autres organismes*).

B. SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** décrire des dangers biologiques, chimiques et physiques, et des dispositions législatives en matière de sécurité en milieu de travail.
- B2.** analyser la nature des dangers rencontrés dans divers milieux de travail de même que des mesures préventives mises en place pour assurer la sécurité des travailleurs.
- B3.** évaluer l'incidence d'initiatives gouvernementales, de technologies et des normes de sécurité pour assurer la santé et la sécurité en milieu de travail.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** décrire les voies d'entrée des matières dangereuses dans le corps humain (*p. ex., ingestion, inhalation, absorption à travers la peau*) ainsi que des symptômes résultants et préciser le type d'équipement personnel à utiliser pour se protéger dans diverses situations (*p. ex., gant, masque de soudure, protection auditive*).
- B1.2** identifier des risques communs d'origine physique (*p. ex., bruit, chute, électrocution, espace restreint, chaleur, froid*) et décrire des situations et des attitudes potentiellement dangereuses (*p. ex., espace restreint dans les mines, installation d'une échelle ou d'un échafaudage à proximité de fils électriques, utilisation inappropriée d'une tronçonneuse en forêt*).
- B1.3** identifier des risques communs d'origine chimique (*p. ex., incendie, contact avec une solution acide, oxydant*) et décrire des situations et des attitudes potentiellement dangereuses (*p. ex., une pile de chiffons imbibés de solvant peuvent s'enflammer facilement; de fines particules de poussière peuvent créer une explosion; une solution concentrée de peroxyde peut causer de graves brûlures*).
- B1.4** identifier des risques communs d'origine biologique (*p. ex., bactérie, virus, moisissure*) et décrire des situations et des attitudes potentiellement dangereuses (*p. ex., l'élimination inappropriée de seringues peut causer une transmission de maladies; une infiltration d'eau peut favoriser la croissance de*

moisissures; le lavage incomplet des mains dans une usine de transformation des aliments peut contribuer à la propagation d'une épidémie de maladies bactériennes comme la listériose ou la salmonellose).

- B1.5** énumérer des stratégies permettant aux travailleurs de signaler des situations dangereuses au travail (*p. ex., remplissage d'un formulaire, mention à une représentante ou un représentant de santé et sécurité au travail, discussion du problème avec un cadre supérieur*).
- B1.6** décrire des dispositions législatives importantes en matière de sécurité au travail (*p. ex., Loi sur la santé et la sécurité au travail*).
- B1.7** présenter des exemples ou des facteurs tels que la température, la concentration et la ventilation influant sur l'entreposage, la manutention et l'élimination des produits chimiques.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** déterminer, à partir d'expériences, les facteurs qui influent sur la vitesse d'une réaction chimique (*p. ex., vérifier la vitesse de réaction entre un métal et un acide en fonction de la concentration de l'acide*).
- B2.2** évaluer l'efficacité de mesures de protection auditive visant à réduire le bruit excessif (*p. ex., utiliser un décibelmètre pour mesurer le niveau de bruit d'une enceinte acoustique*). [P, ER, AI, C]

B2.3 rechercher des symptômes (*p. ex., mal des montagnes*) et des effets sur le corps humain (*p. ex., hypothermie, hyperthermie, hypoxie*) dus à l'exposition à des conditions extrêmes (*p. ex., effet de l'augmentation de la pression sur un plongeur; effet de la diminution de la quantité d'oxygène sur un individu à haute altitude*). [ER]

B2.4 résumer des renseignements sur les dangers inhérents à un emploi particulier (*p. ex., plongeur ou plongeur professionnel, guide de chasse, pompier ou pompier forestier*) et sur les exigences à respecter en matière de santé et de sécurité. [C]

B2.5 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *matière infectieuse, matière corrosive, liquide inflammable, ingestion, inhalation, absorption, protection auditive, équipement de protection individuelle, voie d'entrée*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

B3.1 préparer une liste de vérification des exigences à respecter en matière de santé et de sécurité pour un secteur de travail spécifique (*p. ex., ventilation, mise à la terre, entreposage des produits chimiques, identification des sorties d'urgence*) et l'utiliser pour proposer des interventions qui permettraient de rendre le milieu de travail plus sécuritaire ou respectueux de l'environnement (*p. ex., remplacer des nettoyeurs par une solution diluée de vinaigre, prendre du compost au lieu d'engrais chimiques*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Des personnes fournissant des services de premiers soins en cas d'urgence telles que les ambulanciers, policiers, pompiers et autres secouristes sont exposées, par le contact avec le public, à des maladies transmissibles par le sang comme l'hépatite B, l'hépatite C ou le sida.

Questions pour alimenter la discussion : Quel est l'équipement de protection individuel (EPI) disponible pour assurer la sécurité du personnel médical? Quels sont les différentes manœuvres, les types de cordes et les méthodes d'ancrage utilisés pour le travail en hauteur? Quelles sont des politiques destinées à assurer la sécurité des travailleurs dans le domaine du transport routier, du transport maritime ou du transport aérien?

B3.2 évaluer des initiatives et des technologies issues de la nécessité de protéger les travailleurs d'un secteur particulier (*p. ex., avis de smog du ministère de l'Environnement de l'Ontario, campagne publicitaire, écran de protection contre les rayons X, site Web, cours en ligne, consultation de rapports du coroner sur des accidents de travail*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le ministère du Travail de l'Ontario a préparé un site Web à l'intention des jeunes travailleurs pour les aider à comprendre leurs droits au travail en matière de santé et de sécurité. Ce site comprend également des conseils pour les parents et des liens utiles pour les jeunes travailleurs.

Questions pour alimenter la discussion : Existe-t-il actuellement en Ontario des mesures de prévention de la violence en milieu de travail? Quelles sont des pratiques en matière de protection des travailleurs étrangers temporaires? Quels sont les objectifs du cours en ligne offert par le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail pour les gestionnaires?

C. CIRCUITS ET APPAREILS ÉLECTRIQUES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** démontrer sa compréhension des composantes et des fonctions des circuits et des appareils électriques.
- C2.** déterminer expérimentalement des propriétés des circuits et des appareils électriques simples.
- C3.** évaluer l'impact de la consommation d'électricité et de l'utilisation d'appareils électriques sur l'environnement et la société.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** reconnaître diverses formes d'énergie (*p. ex., mécanique, thermique, chimique, lumineuse, électrique*) et identifier des transformations énergétiques produites par des appareils électriques.
- C1.2** expliquer la fonction des composantes importantes d'un circuit électrique incluant les régulateurs de courant (*p. ex., commutateur, interrupteur, bilame, résistance, fusible, limiteur de surtension*) et illustrer leur symbole et leur emplacement dans un circuit.
- C1.3** comparer qualitativement le courant continu et le courant alternatif et déterminer des usages de chacun (*p. ex., comparer l'utilisation du courant continu dans des appareils électriques portatifs à l'utilisation du courant alternatif dans des appareils électroménagers*).
- C1.4** repérer des appareils ménagers qui requièrent 110 V et 220 V pour fonctionner (*p. ex., un four à micro-ondes et un mixeur requièrent 110 V tandis qu'un chauffe-eau, une pompe à chaleur et une sècheuse requièrent 220 V*).
- C1.5** décrire des mesures de sécurité à suivre lors de l'utilisation de systèmes électriques et relever des situations dangereuses causées par l'électricité (*p. ex., décrire les dangers inhérents à l'utilisation d'outils électriques sous la pluie*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** construire un dispositif électrique simple ou un circuit (*p. ex., haut-parleur, moteur électrique, pile, circuit simple avec ampoule et régulateur de courant*) en suivant des directives et des schémas de montage. [ER]
- C2.2** comparer, à partir de fiches énergétiques, le coût d'utilisation d'appareils électriques similaires (*p. ex., un vieux réfrigérateur et un neuf*) et évaluer leurs empreintes écologiques. [AI]
- C2.3** analyser graphiquement la consommation mensuelle d'électricité au cours d'une année (*p. ex., comparer la consommation mensuelle d'électricité en traçant un diagramme à bandes à partir de données provenant de factures d'électricité*). [AI, C]
- C2.4** schématiser des transformations d'énergie dans des appareils électriques à l'aide de diagrammes et identifier les pertes d'énergie (*p. ex., dans un lecteur MP3 : transfert d'énergie électrique en énergie sonore, lumineuse et thermique*). [AI, C]
- C2.5** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *conducteur, courant alternatif, courant continu, différence de potentiel, court-circuit, disjoncteur, énergie, fusible, kilowattheure, résistance, puissance, régulateur de tension, schéma de circuit, source d'énergie*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

C3.1 évaluer des dangers associés à l'utilisation de certains appareils électriques et préparer un plan d'action pour les éliminer ou les réduire (*p. ex., protection contre la surcharge des circuits, utilisation de fusibles appropriés, mise à la terre*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Il est recommandé de toujours se servir d'un disjoncteur de fuite à la terre lors de l'utilisation d'outils électriques portatifs à l'extérieur ou dans des endroits humides. Un disjoncteur de fuite à la terre détecte un courant qui s'échappe au sol et coupe l'électricité, évitant ainsi toute blessure ou un dommage à l'équipement.

Questions pour alimenter la discussion : Pourquoi est-il important de vérifier que les cordes d'extension sont en bon état et conviennent à la puissance de l'outil avant de s'en servir? L'emploi d'un multimètre comporte-t-il des dangers? Comment s'assure-t-on qu'un circuit est hors tension avant d'entreprendre des travaux électriques?

C3.2 évaluer des retombées environnementales de l'utilisation et de la mise aux ordures d'appareils électriques et proposer des solutions pour remédier aux problèmes soulevés (*p. ex., déterminer les avantages et les inconvénients du recyclage du matériel informatique désuet et du remplacement des vieux appareils électriques; analyser le cycle de vie d'un produit électrique ou électronique*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Chaque année, on génère de 20 à 50 millions de tonnes de déchets électroniques à travers le monde. Des pays en développement tels que la Chine, l'Inde, le Pakistan et le Ghana récupèrent les déchets électroniques des pays industrialisés, dont le Canada. Certaines de leurs villes sont transformées en dépotoirs électroniques à ciel ouvert. Des travailleurs mettent leur santé en péril en triant et en brûlant les déchets toxiques pour en extraire des matériaux comme le cuivre.

Questions pour alimenter la discussion : Comment peut-on réduire la consommation d'électricité causée par le mode de veille de certains appareils électriques? Quels sont les avantages des lampes fluorescentes compactes? Quelle économie d'énergie l'utilisation d'une sècheuse au gaz peut-elle permettre?

D. SCIENCE DE LA NUTRITION

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** distinguer les différents éléments nutritifs et leurs effets sur les fonctions du corps.
- D2.** déterminer, en appliquant la méthode scientifique, les éléments nutritifs présents dans divers aliments.
- D3.** évaluer, à l'aide du Guide alimentaire canadien, ses propres habitudes alimentaires et identifier des choix santé.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** identifier, à l'aide du Guide alimentaire canadien, des sources alimentaires des principaux éléments nutritifs (*p. ex., protéine, glucide, lipide, vitamine, sel minéral*) et spécifier leur rôle dans le bon fonctionnement de l'organisme.
- D1.2** expliquer le rôle et l'importance des fibres alimentaires et des nutriments essentiels (*p. ex., fibre, vitamine, acide aminé essentiel, acide gras essentiel, sel minéral*) dans le bon fonctionnement de l'organisme.
- D1.3** interpréter des étiquettes d'information nutritionnelle (*p. ex., portion, valeur nutritive, quantité, catégorie de nutriments*) de produits alimentaires.
- D1.4** décrire le rôle des additifs alimentaires (*p. ex., lécithine, édulcorant, glutamate monosodique, colorant artificiel, agent de conservation*).
- D1.5** interpréter l'information (*p. ex., sans gras, léger, organique, biologique, sans gras trans, sans cholestérol*) des emballages alimentaires.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** comparer expérimentalement des caractéristiques de divers produits alimentaires préparés commercialement (*p. ex., densité des boissons gazeuses régulières et diététiques; quantité de gras dans les croustilles; quantité de sucre ou de vitamine C dans les jus; quantité de gras dans le bœuf haché maigre et mi-maigre*). [P, ER, AI, C]
- D2.2** déterminer expérimentalement la présence d'éléments nutritifs dans des aliments (*p. ex., effectuer un test à l'iode pour déterminer la présence d'amidon; effectuer un test de Bénédicte pour déterminer la présence de glucides*). [P, ER, AI]
- D2.3** vérifier expérimentalement l'efficacité de divers agents de conservation utilisés dans les aliments (*p. ex., observer le ralentissement de l'oxydation de tranches de pommes arrosées de jus de citron et de vinaigre ou saupoudrées de sel; observer la formation de moisissures sur le pain fait maison et le pain commercial*). [ER, AI]
- D2.4** modifier une recette ou un menu afin de satisfaire à des restrictions diététiques particulières et en expliquer les raisons (*p. ex., diète à teneur réduite en sel, en cholestérol, en sucre; tenir compte de conditions particulières comme la phénylcétonurie, le diabète, l'hypertension, l'intolérance au lactose, les allergies; tenir compte du choix alimentaire d'une personne végétarienne*). [P, ER, AI, C]
- D2.5** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *nutriment, lipide, glucide, protéine, vitamine, sel minéral, test qualitatif, portion, additif alimentaire, gras trans, cholestérol, gras saturé, gras insaturé, hydrogéné, acide aminé essentiel, diète, choix santé, agent de conservation, kilojoule*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

D3.1 déterminer, à l'aide du Guide alimentaire canadien et d'autres ressources, son apport nutritionnel quotidien et suggérer des choix santé pour promouvoir des habitudes alimentaires saines. [AI, C]

Piste de réflexion : Santé Canada a publié un guide alimentaire destiné aux membres des Premières nations et des peuples Inuit et Métis pour les aider à équilibrer leur alimentation traditionnelle avec les choix disponibles dans les épiceries. En plus des recommandations habituelles, ce guide contient des ajouts tirés de la tradition des peuples autochtones, comme des baies sauvages, le gibier, les herbes sauvages et le pain bannock.

Questions pour alimenter la discussion :

Comment les horaires de pratique sportive, le type de sport pratiqué et la saison de l'année influencent-ils l'alimentation du sportif? Pourquoi est-il important de déjeuner le matin? Le Guide alimentaire canadien peut-il être utilisé par les végétariens?

D3.2 évaluer la valeur nutritionnelle de quelques plats d'un restaurant (*p. ex., cafétéria, restaurant à service rapide, pizzeria, café-restaurant, casse-croûte*) ou de menus culturels variés en vue de proposer des choix santé. [AI, C]

Piste de réflexion : L'espérance de vie des habitants d'Okinawa, une petite île japonaise, est l'une des plus élevées au monde. Le régime alimentaire de la population aurait une action préventive sur les maladies cardiovasculaires, le cancer du côlon, le cancer du sein et l'ostéoporose. L'alimentation faible en gras et en calories des Okinawais est constituée essentiellement de riz, de dérivés du soja tels que le tofu, d'une grande diversité de légumes et de produits de la mer, dont les algues.

Questions pour alimenter la discussion : La salade constitue-t-elle toujours un choix santé au restaurant? Quelles sont des options de déjeuners santé dans les restaurants? La consommation de sushis est-elle risquée pour la santé? Quels sont les bienfaits d'une alimentation végétarienne?

E. CHIMIE DES PRODUITS DE CONSOMMATION

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** décrire des propriétés de produits chimiques utilisés à la maison et au travail.
- E2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les propriétés chimiques de divers produits de consommation.
- E3.** évaluer l'importance de substances chimiques utilisées à la maison et au travail et des problématiques associées à leur utilisation.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** décrire les indices d'un changement chimique et reconnaître divers types de réactions chimiques (*p. ex., synthèse, déplacement simple, déplacement double, décomposition, combustion, polymérisation, neutralisation*).
- E1.2** expliquer, qualitativement, pourquoi certaines substances se mélangent tandis que d'autres ne le font pas (*p. ex., l'éthanol et le vinaigre sont miscibles à cause de leur caractéristique polaire*).
- E1.3** expliquer la fonction de l'échelle pH et l'interprétation des mesures obtenues.
- E1.4** comparer les propriétés de composés organiques et inorganiques utilisés couramment à la maison et au travail et donner des exemples de ceux-ci (*p. ex., l'huile essentielle utilisée dans la fabrication des parfums est un mélange de composés organiques peu solubles dans l'eau; les acides, les bases et les nettoyeurs sont des solvants inorganiques*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- E2.1** vérifier expérimentalement l'effet de la variation de différents facteurs (*p. ex., température, concentration, quantité de réactifs, pH, temps*) sur les produits d'une réaction chimique (*p. ex., fabrica-*

tion d'une pâte gluante, préparation d'une solution colorée à partir de cristaux de jus, changement des quantités dans une recette). [P, ER, AI]

- E2.2** effectuer des dilutions à partir de solutions concentrées et observer ou mesurer les changements de propriétés résultants (*p. ex., couleur, pH, viscosité, densité*). [ER, AI]
- E2.3** préparer, par l'entremise d'une réaction chimique, un produit de consommation d'usage courant (*p. ex., savon, nylon, dentifrice, shampoing, tire éponge, baume pour les lèvres*). [P, ER, AI, C]
- E2.4** classer une variété de produits de consommation d'usage courant selon leur pH en utilisant une variété de techniques expérimentales (*p. ex., papier indicateur, indicateur liquide, pH-mètre*). [ER, AI]
- E2.5** comparer selon des critères spécifiques (*p. ex., coût, efficacité, impact environnemental*) des solutions écologiques alternatives à des produits de consommation d'usage courant (*p. ex., crème nettoiyante, shampoing, dentifrice, détachant, peinture*). [ER, AI, C]
- E2.6** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *réactif, produit, indice de réaction, pH, observation qualitative et quantitative, neutralisation, polymérisation, combustion, synthèse, décomposition, dilution, solvant, miscible, organique, inorganique*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

E3.1 rechercher les produits de consommation utilisés lors d'activités courantes (*p. ex., nettoyage d'une piscine, coiffage, entretien ménager, lavage de vitres*) et préparer une fiche d'information en relevant des considérations à respecter.
[P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : On peut réduire la nocivité des déchets de peinture en adoptant des solutions alternatives telles que les peintures en phase aqueuse pour leur plus faible teneur en solvant ou les peintures sans plomb présentant moins de danger pour les enfants et l'environnement.

Questions pour alimenter la discussion :
Comment peut-on minimiser les risques de maladies et d'infestations dans les jardins de manière écologique? Devrait-on utiliser un nettoyant pour laver les fruits et les légumes? L'utilisation d'un désinfectant pour les mains est-elle aussi efficace que le lavage des mains avec un savon antibiotique?

E3.2 évaluer des conséquences sociales, environnementales et économiques de la mise au rebut de produits manufacturés (*p. ex., des milliers de tonnes de débris plastiques flottent dans l'océan Pacifique mettant en danger la vie des animaux marins qui les ingèrent accidentellement*).
[P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le compostage peut jouer un rôle important dans la gestion des déchets de toutes les municipalités; il permet notamment de réduire la quantité de déchets destinés aux sites d'enfouissement et de fabriquer un amendement de sol de haute qualité. Il existe de plus en plus d'usines de compostage centralisé au Canada. Les concentrations dans l'air de spores de champignons et d'autres micro-organismes sont plus élevées près de ces usines mais ne présentent aucun effet néfaste pour la santé.

Questions pour alimenter la discussion : Les déchets devraient-ils être traités à proximité de leur lieu de production? Les fibres comme le lycra, le polyester et le nylon composées de produits dérivés du pétrole sont-elles biodégradables? Les déchets de bois brûlés à l'air libre sont-ils dangereux pour la santé et l'environnement?

F. TRANSMISSION ET PRÉVENTION DES MALADIES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** décrire des modes de transmission de maladies et des stratégies utilisées pour prévenir leur propagation dans une population.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les caractéristiques et la propagation de maladies transmissibles ainsi que l'effet des antibiotiques sur la croissance d'agents pathogènes.
- F3.** évaluer le rôle des gouvernements et l'incidence des progrès technologiques et scientifiques dans la lutte contre les maladies transmissibles.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- F1.1** distinguer les bactéries et les virus selon leurs caractéristiques ainsi que leurs structures, leurs modes de reproduction et leur croissance.
- F1.2** expliquer l'importance d'une immunisation régulière et de la mise à jour de sa fiche d'immunisation de l'Ontario.
- F1.3** décrire différents modes de transmission de maladies, notamment la transmission par les insectes (*p. ex.*, paludisme, encéphalite), par l'air (*p. ex.*, grippe, tuberculose), par l'eau (*p. ex.*, choléra, poliomyélite), par voie sexuelle (*p. ex.*, sida, syphilis) et par les aliments (*encéphalopathie spongiforme bovine, trichinose, fièvre typhoïde*).
- F1.4** décrire les causes, les symptômes, les mesures préventives et les modes de transmission de diverses maladies infectieuses (*p. ex.*, sida, typhoïde, choléra).
- F1.5** décrire l'utilité des vaccins, des antibiotiques, des antiseptiques et d'autres traitements dans la lutte contre les agents pathogènes.
- F1.6** décrire des mesures préventives pour se protéger contre les maladies infectieuses (*p. ex.*, éviter l'infection en se lavant les mains, en utilisant des filtres antibactériens et en utilisant un préservatif pour réduire les risques de maladies transmissibles sexuellement; renforcer ses défenses immunitaires par

une alimentation saine, de l'exercice physique régulier, suffisamment de sommeil et l'application de programmes de vaccinations obligatoires ou recommandées telles que la vaccination contre la grippe).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- F2.1** modéliser la transmission d'un agent pathogène (*p. ex.*, contaminer une éprouvette avec de la phénolphtaléine, mélanger avec le contenu d'autres éprouvettes contenant un acide faible et vérifier les éprouvettes contaminées à l'aide d'un indicateur).
- F2.2** comparer divers spécimens de bactéries à l'aide d'un microscope et de lames préparées ou de montages humides.
- F2.3** analyser qualitativement, à partir d'une expérience en laboratoire, l'effet d'un produit aseptique (*p. ex.*, rince-bouche, lingette désinfectante) ou d'une technique de stérilisation (*p. ex.*, stérilisation à la vapeur) sur le développement d'une culture bactérienne.
- F2.4** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *maladie transmissible, maladie non transmissible, quarantaine, micro-organisme, pathogène, fiche d'immunisation, vaccin, antiseptique, stérilisation, désinfection, pasteurisation, antibiotique*.

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

F3.1 évaluer des conséquences de choix individuels sur la santé et la société (*p. ex., la surconsommation d'antibiotiques peut entraîner le développement de souches bactériennes résistantes*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La mononucléose infectieuse, maladie virale aiguë causée par un virus, affecte plus particulièrement les élèves du secondaire, des collèges et des universités. Elle peut se transmettre entre personnes par le contact avec les sécrétions nasales et de la gorge d'une personne infectée, par le baiser et par le partage de boissons, d'ustensiles ou de produits d'hygiène personnelle.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les comportements préventifs à adopter pour réduire les risques de contracter des maladies transmissibles sexuellement? Pourquoi la vaccination antigrippale est-elle recommandée pour les élèves? Quelles sont les responsabilités des voyageurs en matière de santé avant de partir en voyage?

F3.2 évaluer l'incidence des progrès technologiques et thérapeutiques sur la lutte contre la propagation des maladies (*p. ex., les technologies permettent d'élaborer de nouvelles méthodes d'identification, de surveillance, de prévention et de traitement des maladies*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La maladie de Lyme est une infection émergente transmise par des tiques généralement véhiculées par de petits animaux tels que souris, écureuils et oiseaux que l'on retrouve dans certaines régions du sud de l'Ontario. La maladie de Lyme peut être traitée au moyen d'antibiotiques.

Questions pour alimenter la discussion : Quelles sont les technologies et les thérapies utilisées pour lutter contre des maladies telles que la tuberculose, le sida et le paludisme? Quels sont les moyens utilisés pour réduire les risques de transmission de maladies infectieuses lors des transfusions sanguines?

SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ESPACE

Sciences de la Terre et de l'espace, 12^e année

cours préuniversitaire

SES4U

Ce cours porte sur les concepts et les théories de base des sciences de la Terre ainsi que sur la place de la Terre dans le système solaire et dans l'Univers. Après une introduction générale aux sciences de la Terre, l'élève explore plus en détail les matériaux qui constituent notre planète, les processus internes et superficiels qui la gouvernent ainsi que son histoire et les preuves géologiques à l'appui. De plus, l'élève étudie l'influence des processus géologiques internes et des phénomènes astronomiques sur les astres du système solaire ainsi que l'origine et l'évolution de l'Univers. Ce cours permet également à l'élève de se pencher sur l'incidence des connaissances en sciences de la Terre et de l'espace sur les applications technologiques, la société et l'environnement.

Préalable : Sciences, 10^e année, cours théorique

A. MÉTHODE SCIENTIFIQUE ET CHOIX DE CARRIÈRE

ATTENTES

Tout au long du cours, l'élève doit pouvoir :

- A1.** appliquer la méthode scientifique pour réaliser des expériences en laboratoire et sur le terrain, effectuer des recherches et résoudre des problèmes.
- A2.** explorer des choix de carrière et des contributions de scientifiques canadiens dans les domaines de la géologie terrestre, des matériaux géologiques, des processus internes et superficiels de la Terre, et de l'étude du système solaire et de l'Univers.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Application de la méthode scientifique

Planification [P]

A1.1 repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse.

A1.2 identifier les variables dépendantes et indépendantes d'une expérience ou cerner un sujet de recherche.

A1.3 planifier une expérience (*p. ex., concevoir ou adapter un protocole expérimental, sélectionner le matériel et les instruments de mesure*), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes.

A1.4 recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (*p. ex., revue scientifique, base de données, Internet*) et les référencer.

Expérimentation, recherche et résolution de problèmes [ER]

A1.5 effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.

A1.6 faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., loupe simple, microscope polarisant, télescope*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*).

A1.7 manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (*p. ex., porter des lunettes de protection lors de l'échantillonnage des roches et un casque protecteur dans des zones d'affleurement ou des carrières; se protéger les yeux lors de l'observation du ciel pendant le jour et choisir des endroits sécuritaires pour observer le ciel la nuit*).

Analyse et interprétation [AI]

A1.8 évaluer la fiabilité des données empiriques (*p. ex., identifier les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures*), de l'information recueillie ou la solution à un problème.

A1.9 analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*).

A1.10 tirer une conclusion et la justifier.

Communication [C]

A1.11 présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., échelle de temps, photo, tableau, graphique*).

A1.12 communiquer ses méthodes de recherche, ses idées et ses résultats en utilisant un mode de production attendu (*p. ex., rapport de laboratoire, page Web, vidéo, exposé écrit, exposé oral*).

Exploration des choix de carrière

A2.1 décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de la géologie terrestre, des matériaux géologiques, des processus internes et superficiels de la Terre et de l'étude du système solaire et de l'Univers, et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., ingénieure ou ingénieur minier, hydrologue, météorologue, géologue, minéralogiste, astronome, spécialiste de la télédétection*).

A2.2 reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable dans le domaine des sciences de la Terre et de l'espace dans le cadre de leur travail (*p. ex., David Pearson, directeur-fondateur de Science Nord et professeur en sciences de la Terre à l'Université Laurentienne qui a reçu la médaille Ward Neale en reconnaissance de son travail de sensibilisation aux sciences de la Terre au Canada; Richard Peltier, professeur au département de physique à l'Université de Toronto et sommité mondiale en sciences de la Terre; Kurt Kyser, un des plus grands géochimistes du monde dont les travaux soutenus par ses propres techniques analytiques ont pour thème général l'interaction fluides-roches, principal agent de changement sur la surface et à l'intérieur de la Terre; Moira Isobel Dunbar, pionnière en recherche arctique; Hubert Reeves, astrophysicien et vulgarisateur scientifique, auteur de *Patience dans l'azur et de Poussières d'étoiles*).*

B. INTRODUCTION À LA GÉOLOGIE TERRESTRE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- B1.** démontrer sa compréhension des processus géologiques et des indices de l'évolution de la Terre.
- B2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique et des techniques géologiques, des indices de l'évolution de la Terre.
- B3.** évaluer l'incidence de la contribution canadienne et des progrès technologiques sur la compréhension des processus géologiques.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- B1.1** reconnaître les principaux événements climatiques, biologiques et géologiques de l'ère paléozoïque, de l'ère protérozoïque, de l'ère mésozoïque et de l'ère cénozoïque, ainsi que les groupes importants de fossiles qui les délimitent.
- B1.2** décrire des changements géologiques importants survenus au fil du temps (*p. ex., glaciation, activité tectonique, mouvement des plaques, modification de la croûte terrestre, changement climatique*) et les observations à l'appui (*p. ex., registre fossile, position relative des formations rocheuses, datation géologique*).
- B1.3** décrire les étapes du processus de fossilisation (*p. ex., préservation originale, carbonisation, remplacement, formation de moules et d'empreintes fossiles*) et illustrer des fossiles de divers groupes taxinomiques (*p. ex., foraminifère, mollusque, brachiopode, échinoderme, arthropode, cœlentérés, vertébré ou graptolite*).
- B1.4** distinguer la datation absolue et la datation relative d'objets géologiques (*p. ex., fossile, roche, minéral*).
- B1.5** décrire diverses méthodes de datation radiométrique (*p. ex., datation au carbone 14, datation au potassium-argon, datation à l'uranium-plomb*) en précisant le type d'objets géologiques qu'elles permettent de dater, les isotopes mesurés et la limite d'âge géologique pouvant être déterminée avec précision.

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- B2.1** modéliser une échelle des temps géologiques en y incluant l'évolution de l'homme (*p. ex., échelle synoptique linéaire*). [P, ER, AI, C]
- B2.2** interpréter l'information géologique présentée sous différents formats (*p. ex., séquence de schémas, carte géologique montrant les types de roches d'une région, carte géologique tridimensionnelle, photographie aérienne, image satellite*). [AI, C]
- B2.3** analyser des successions de strates d'un lieu donné (*p. ex., identifier une chronologie dans une succession de strates, modéliser un dépôt de strates sédimentaires*). [P, ER, AI, C]
- B2.4** décrire l'histoire géologique d'une région de l'Ontario en utilisant des séquences stratigraphiques et d'autres données géologiques (*p. ex., échelle des temps géologiques, carte géologique de la surface ou du substratum, bloc-diagramme*). [P, ER, AI]
- B2.5** modéliser la désintégration radioactive et le concept de demi-vie (*p. ex., déterminer la période radioactive d'un élément à l'aide d'une simulation à l'ordinateur*). [AI, C]
- B2.6** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *ère paléozoïque, ère protérozoïque, ère mésozoïque, ère cénozoïque, fossile, datation radiométrique, isotope, demi-vie, uniformitarisme, catastrophisme, temps géologique, désintégration radioactive, dosimètre, compteur Geiger*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

B3.1 décrire la contribution canadienne (*p. ex.*, *Commission géologique du Canada, Séismes Canada, Commission géologique de l'Ontario*) à la recherche ou à la mise au point d'applications technologiques dans le domaine de la géologie terrestre. [P, ER, C]

Piste de réflexion : Le Centre canadien de télédétection utilise les données satellitaires pour analyser les effets des changements climatiques ainsi que les causes et effets des désastres naturels et pour surveiller des éléments terrestres, aquatiques et anthropiques, notamment dans la région du Grand Nord.

Questions pour alimenter la discussion : Quel est le but du Programme national de reconnaissance géochimique? Quel type d'information le site Web de Séismes Canada met-il à la disposition du public? En quoi consiste le projet MIRAGE? En quoi consiste le projet pancanadien Lithoprobe en sciences de la Terre? Pour quelle réalisation des scientifiques du secteur des sciences de la Terre de Ressources naturelles Canada se sont-ils partagé le prix Nobel de la paix en 2007?

B3.2 évaluer l'incidence des progrès technologiques sur notre compréhension de la Terre et des processus géologiques (*p. ex.*, *utilisation de sonars pour dresser la carte des fonds océaniques; identification de matériaux uranifères risquant de produire du radon par des levés aériens de spectroscopie gamma*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Dès sa fondation en 1842, la Commission géologique du Canada a effectué des relevés géologiques dans l'ensemble du pays. Grâce à la découverte de nouveaux concepts scientifiques et des progrès technologiques, la Commission poursuit son mandat et met à la disposition du public un large éventail de cartes numérisées et de données géologiques.

Questions pour alimenter la discussion : Comment les méthodes de datation permettent-elles de retracer l'évolution de la Terre? Quelles sont les technologies utilisées pour l'étude des fonds océaniques? Quel est le nombre approximatif de sismographes utilisés par le Réseau national sismologique canadien?

C. MATÉRIAUX GÉOLOGIQUES

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- C1.** décrire les modes de formation des roches et des minéraux ainsi que leurs caractéristiques et applications.
- C2.** déterminer, en appliquant la méthode scientifique, des propriétés physiques des roches et des minéraux.
- C3.** évaluer des retombées environnementales, sociales et économiques du secteur de l'exploitation minière.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- C1.1** reconnaître que les minéraux sont définis par leur composition chimique et leur structure cristalline (*p. ex., le diamant et le graphite ont une composition chimique identique mais leur structure cristalline est différente*).
- C1.2** décrire la formation des roches ignées (plutoniques et volcaniques) ainsi que leurs caractéristiques particulières (*p. ex., composition et comportement de l'écoulement*).
- C1.3** décrire la formation des sédiments clastiques et chimiques ainsi que des roches sédimentaires correspondantes.
- C1.4** décrire les différents processus de formation des roches métamorphiques (changements de température, de pression et de conditions chimiques) et reconnaître les facteurs qui concourent à leur variété (*p. ex., variation de la roche-mère*).
- C1.5** repérer des ressources minérales utilisées dans la fabrication de produits d'usage courant (*p. ex., le plomb extrait de la galène entre dans la composition des batteries de véhicules et d'alliages; le plastique est produit à base de pétrole brut; les pierres issues du corindon sont utilisées dans la fabrication de bijoux; le tantale entre dans la fabrication d'appareils électroniques*).
- C1.6** rechercher le rôle des matériaux géologiques dans l'élimination sécuritaire des déchets industriels et ménagers ainsi que des substances toxiques (*p. ex., les réservoirs géologiques ont le potentiel de séquestrer le dioxyde de carbone sur de*

longues périodes; le bouclier canadien présente des caractéristiques favorables à l'implantation d'un dépôt permanent de déchets nucléaires; une couche d'argile compacte recouvre le fond des sites d'enfouissement).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- C2.1** identifier des minéraux (*p. ex., quartz, calcite, talc, graphite*) à partir de leurs propriétés physiques (*p. ex., éclat, dureté, magnétisme*). [ER, AI]
- C2.2** modéliser, à partir d'une expérience, la formation des roches volcaniques et plutoniques et comparer la grosseur de leurs cristaux respectifs (*p. ex., faire solidifier un sel dilué à différentes vitesses et comparer la grosseur des cristaux formés*). [P, ER, AI]
- C2.3** différencier des roches ignées extrusives et intrusives selon leur texture et la grosseur de leurs cristaux. [ER, AI]
- C2.4** distinguer les roches sédimentaires clastiques et les roches sédimentaires chimiques selon leur texture (*p. ex., à gros grains, à grains fins*) et leur composition (*p. ex., fragment, fossile*) et déterminer leur origine (*p. ex., détritique, organique, chimique*). [ER, AI]
- C2.5** identifier et classer des roches métamorphiques d'après l'observation de leurs caractéristiques à la loupe, et déduire leurs conditions d'origine (*p. ex., température, pression*) et leur roche-mère. [ER, AI]

C2.6 analyser les caractéristiques des roches de sa région à partir de travaux sur le terrain. [P, ER, AI, C]

C2.7 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *structure cristalline, roche ignée, roche sédimentaire, roche métamorphique, roche plutonique, roche volcanique, roche extrusive, roche intrusive, sédiment clastique, sédiment chimique, roche-mère, exploitation souterraine, exploitation à ciel ouvert.* [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

C3.1 expliquer le fonctionnement de technologies d'exploration ou d'exploitation minière en fonction des caractéristiques physiques des minéraux recherchés (*p. ex., les instruments radiométriques détectent la radiation naturelle émise par des minéraux radioactifs tels que l'uranium, le thorium ou le potassium*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'exploration minière consiste à chercher des gisements minéraux susceptibles de devenir des mines productives. Les techniques utilisées dans ce type d'exploration comptent la cartographie géologique, la collecte d'échantillons de roche et de sol et les levées aériennes.

Questions pour alimenter la discussion : Environ 95 % de la production canadienne de charbon provient de mines en surface. Pourquoi cette méthode est-elle favorisée par rapport à l'exploitation des mines souterraines telle que celle pratiquée à l'île du Cap-Breton en Nouvelle-Écosse pendant plus de 100 ans? Quelles technologies ont permis l'extraction de plus de 4 000 tonnes d'or depuis le début du XX^e siècle dans les formations aurifères des régions de Marathon, Timmins et Kirkland Lake? Pourquoi les travailleurs des mines d'uranium doivent-ils porter un dosimètre?

C3.2 évaluer des retombées économiques, environnementales et sociales au niveau local, provincial ou national de l'exploitation des ressources minérales (*p. ex., le secteur des minéraux revêt une importance particulière pour l'économie nord-ontarienne; les rejets miniers peuvent entraîner la contamination de sources d'eau par des sédiments, des effets chroniques tels que la bioaccumulation de métaux chez des organismes aquatiques et une détérioration du paysage*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : L'amiante était un matériau couramment utilisé en construction jusqu'à ce qu'on découvre les risques de santé posés par ses fibres non intégrées ou scellées dans un produit. L'exploitation et l'exportation de l'amiante par le Canada sont largement critiquées par plusieurs groupes nationaux et internationaux.

Questions pour alimenter la discussion : Quels sont les impacts économiques et environnementaux de l'exploitation des sables bitumineux au Canada? Quels sont les bienfaits de la participation des communautés autochtones au processus de l'exploitation minière? Le Canada comporte un réseau de plus de 100 000 kilomètres de pipelines qui acheminent plus de 95 % du pétrole brut et du gaz naturel que nous produisons. Quels sont les impacts environnementaux de ce réseau de transport?

D. PROCESSUS INTERNES ET SUPERFICIELS DE LA TERRE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- D1.** décrire des processus internes et superficiels de la Terre en précisant leur rôle à la formation du relief terrestre et évaluer des méthodes utilisées pour les mesurer.
- D2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, la nature des processus internes et superficiels de la Terre.
- D3.** évaluer des conséquences des processus géologiques internes et superficiels sur la société.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- D1.1** décrire les trois types de frontières entre les plaques tectoniques (convergence, divergence et transcurrence) en précisant les familles de failles associées à chaque type ainsi que les processus géologiques observés (*p. ex., subduction, point chaud, intrusion de magma, extrusion de lave*).
- D1.2** décrire les processus d'érosion et d'altération ainsi que des facteurs (*p. ex., vent, ruissellement, mouvement des glaciers*) qui influent sur le relief (*p. ex., auge glaciaire, bloc erratique*).
- D1.3** décrire l'origine (*p. ex., marine, érosive*) des sédiments, leurs mécanismes de transport (*p. ex., vent, eau, glacier*) et les formations du relief qui résultent de leur dépôt.
- D1.4** comparer les caractéristiques, la vitesse de propagation et le comportement des trois principaux types d'ondes sismiques.
- D1.5** comparer les méthodes qualitatives et quantitatives servant à mesurer l'intensité et la magnitude d'un tremblement de terre (*p. ex., l'échelle de Mercalli et l'échelle de Richter*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- D2.1** analyser, à partir d'expériences ou de travaux sur le terrain, des causes et des effets de l'altération (*p. ex., physique, chimique, biologique*) et de l'érosion. [P, ER, AI, C]

D2.2 modéliser une séquence sédimentaire (*p. ex., faire un diagramme tridimensionnel d'une couche sédimentaire horizontale*). [ER, AI, C]

D2.3 schématiser les couches internes de la Terre en précisant leurs caractéristiques (*p. ex., construire un modèle tridimensionnel d'une coupe transversale représentant la croûte terrestre, le manteau, le noyau externe et le noyau interne, exprimer leur mesure en notation scientifique, et tracer les courbes de temps de parcours des diverses ondes sismiques pour indiquer les caractéristiques de chaque couche*). [C]

D2.4 expliquer la relation entre une carte géologique, une coupe transversale et un bloc-diagramme et les utiliser pour repérer différents éléments d'une structure souterraine ou pour interpréter l'histoire géologique d'une région. [AI, C]

D2.5 concevoir et fabriquer un modèle de sismographe et expliquer son fonctionnement. [ER, C]

D2.6 analyser les trois types d'ondes sismiques à l'aide de simulations à l'ordinateur ou de modèles en décrivant leur propagation et le mouvement induit dans le milieu traversé. [ER, AI, C]

D2.7 déterminer l'épicentre d'un tremblement de terre à partir de données sismiques (*p. ex., analyser des courbes de temps de parcours enregistré par trois observatoires de surveillance*). [AI]

D2.8 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *plaque lithosphérique, subduction, intrusion du magma, extrusion de lave, point chaud, érosion, altération, météorisation, atoll, bloc erratique, onde sismique*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

D3.1 évaluer l'impact sur la société de méthodes de surveillance et de prédictions d'activités sismiques (*p. ex., tremblement de terre, tsunami, éruption volcanique*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : La dévastation laissée par le tsunami en Asie en 2004 a amené le gouvernement du Canada à évaluer la recherche, les méthodes de surveillance et les systèmes d'alerte en place à l'heure actuelle. La côte ouest du Canada est tout particulièrement vulnérable aux tsunamis engendrés par des séismes en raison de la présence de zones de subduction proches et éloignées aux marges du bassin du Pacifique. Les sismologues de Ressources naturelles Canada surveillent ces événements et émettent un avertissement aux médias et aux municipalités dans les régions qui pourraient être touchées par un tsunami.

Questions pour alimenter la discussion :

Quels sont les signes précurseurs d'un tsunami? Quelles sont les régions du Canada les plus à risque d'être touchées par un tremblement de terre? Comment peut-on préparer sa demeure en cas de tremblement de terre de grande envergure?

D3.2 évaluer l'application de techniques d'ingénierie tenant compte des processus géologiques d'une région (*p. ex., stabilisation des failles dans les mines, norme de construction dans les zones sismiques actives, construction de routes dans des zones de pergélisol, utilisation de l'énergie géothermique pour le chauffage d'un bâtiment, opération de fermeture d'une mine*). [P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Une des méthodes utilisées pour construire des bâtiments chauffés dans les régions septentrionales consiste à établir les fondations profondément dans le pergélisol et à construire le bâtiment au-dessus de la surface du sol. Ce type de construction permet la circulation de l'air entre le bâtiment et le sol et empêche la transmission de la chaleur du bâtiment vers le sol.

Questions pour alimenter la discussion :

Quelles sont les solutions de génie civil utilisées pour réduire les risques de glissement de terrain? À quoi servent les cartes de l'aléa sismique et les lignes directrices en matière de charge sismique du Code national du bâtiment du Canada? À quelles fins l'énergie géothermique est-elle utilisée au Canada?

E. ÉTUDE DU SYSTÈME SOLAIRE

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- E1.** expliquer l'influence de processus géologiques internes et de phénomènes astronomiques sur les astres du système solaire.
- E2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les effets des processus géologiques et des phénomènes astronomiques sur la Terre et d'autres astres du système solaire.
- E3.** évaluer l'impact des innovations technologiques et des préoccupations politiques, sociales et environnementales sur l'étude du système solaire.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- E1.1** comparer des caractéristiques physiques (*p. ex., masse, taille, composition, rotation, champ magnétique*) des astres du système solaire (*p. ex., planète, lune, comète, astéroïde*).
- E1.2** retracer l'origine du système solaire en identifiant les forces et les facteurs fondamentaux qui ont contribué à son évolution et qui ont déterminé ses propriétés (*p. ex., expliquer la taille décroissante des planètes gazeuses en fonction de leur distance du Soleil*).
- E1.3** décrire l'influence de phénomènes astronomiques sur la Terre (*p. ex., rayonnement solaire et particules provenant du Soleil lors des phases calmes et actives; gravité et marées provoquées par l'attraction lunisolaire; effet des débris rocheux ou métalliques provenant d'astéroïdes et de comètes*).
- E1.4** décrire des caractéristiques (*p. ex., atmosphère, océan, couche d'ozone, champ magnétique terrestre*) propices à l'apparition et au maintien de la vie sur Terre en les comparant aux conditions existantes sur d'autres planètes du système solaire (*p. ex., au début de la formation des planètes, Mars et la Terre présentaient de fortes similitudes*).
- E1.5** décrire des recherches scientifiques ayant pour but de découvrir des preuves de vie sur des astres du système solaire (*p. ex., l'exobiologie est un champ de recherche interdisciplinaire regroupant la physique, la chimie organique et inorganique, la biologie cellulaire, la climatologie, la géochimie, la planétologie et la modélisation informatique*).

- E1.6** décrire le mouvement des planètes autour du Soleil à l'aide des lois de Kepler (*p. ex., loi des orbites, loi des aires, loi des périodes*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- E2.1** déduire des caractéristiques géologiques de la Terre et d'autres astres du système solaire en interprétant des images satellitaires, des photos aériennes ou des données recueillies à l'aide de sondes (*p. ex., cratère météorique, faille, volcan*). [AI]
- E2.2** décrire, à partir de recherches documentaires ou de travaux pratiques en laboratoire, des effets de l'interaction de différentes ondes électromagnétiques et de particules à haute énergie (*p. ex., rayonnement cosmique, lumière ultraviolette*) avec des éléments de la Terre (*p. ex., air, eau, roche*). [P, ER, AI, C]
- E2.3** déterminer, à partir de recherches documentaires ou de travaux pratiques en laboratoire, des effets de collisions entre des astres du système solaire (*p. ex., formation de cratère météorique, pluie météorique, ceinture d'astéroïdes*). [P, ER, AI, C]
- E2.4** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *nébuleuse solaire, disque protoplanétaire, planète géante, planète tellurique, planète jovienne, ceinture d'astéroïdes, lois de Kepler, loi des orbites, loi des aires, loi des périodes, trajectoire elliptique, foyer, périhélie, aphélie*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

E3.1 expliquer le fonctionnement et évaluer la contribution d'une technologie utilisée pour étudier les astres du système solaire (*p. ex., utilisation de la spectroscopie pour analyser l'atmosphère des planètes; envoi de sondes pour déterminer des caractéristiques physiques des différentes parties d'une comète*). [AI, C]

Piste de réflexion : La géologie planétaire fait appel à la télédétection et à l'examen d'échantillons par des missions spatiales telles que *Galileo, Spirit, Mars Express* et *Huygens*. Ces missions ont permis de cartographier le sol des planètes et d'étudier la nature de leurs roches et de leur atmosphère à partir d'analyses in situ des terrains avec des instruments comme des chromatographes et des spectromètres.

Questions pour alimenter la discussion : Quelle sonde et quel instrument ont permis de découvrir la présence d'une calotte glaciaire au pôle sud de la planète Mars? Quelles sont les contributions de l'instrument canadien MOPITT et du satellite canadien SCISAT à l'étude de l'atmosphère terrestre? Quelles techniques perfectionnées de prélèvement et d'analyses sans contamination des scientifiques canadiens ont-ils mises au point pour analyser la météorite du lac Tagish?

E3.2 discuter des retombées et des enjeux technologiques, politiques, économiques ou environnementaux de l'exploration du système solaire (*p. ex., débris spatiaux provenant de la désintégration de satellites; projets de lutte contre la pollution lumineuse pour la préservation du ciel étoilé*). [AI, C]

Piste de réflexion : Le Centre des sciences planétaire et spatiale du Nouveau-Brunswick est voué à la recherche et à la formation dans le domaine de la géologie planétaire. Une des recherches actuelles du Centre porte sur les cratères d'impacts des planètes telluriques. D'autres recherches ont permis de mettre au point de nouvelles technologies d'exploration des surfaces planétaires, telles que le territoire de l'Arctique, l'un des plus isolés de la Terre.

Questions pour alimenter la discussion : Quels types d'emplois les innovations du secteur spatial canadien génèrent-elles? Comment les secteurs de l'exploration gazière et pétrolière, de la géologie, des mines, du transport, de la foresterie et de l'agriculture bénéficient-ils des produits dérivés de la technologie spatiale?

F. ÉTUDE DE L'UNIVERS

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** expliquer l'origine et l'évolution de l'Univers et préciser les principales caractéristiques de ses composantes.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, des caractéristiques des composantes de l'Univers.
- F3.** analyser les apports culturels, scientifiques et technologiques de l'étude de l'Univers.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Pour satisfaire aux attentes, l'élève doit pouvoir :

Compréhension et interprétation des concepts

- F1.1** décrire, en termes qualitatifs et quantitatifs, les principales composantes de l'Univers (*p. ex., planète extrasolaire, étoile, galaxie*).
- F1.2** expliquer l'origine et l'évolution de l'Univers en s'appuyant sur la théorie généralement reconnue du Big Bang.
- F1.3** énumérer les caractéristiques (*p. ex., longueur d'onde, fréquence, énergie*) des ondes du spectre électromagnétique et évaluer leur importance pour l'observation astronomique.
- F1.4** décrire des techniques utilisées par les astronomes pour déterminer les caractéristiques physiques des astres (*p. ex., masse, diamètre, luminosité, magnitude absolue*).
- F1.5** classifier des étoiles en fonction de leur température de surface et de leur composition chimique.
- F1.6** expliquer les trois phases du cycle de vie d'une étoile et préciser l'influence de sa masse initiale sur son évolution et sa mort (*p. ex., une étoile de petite masse formera une nébuleuse planétaire et une naine blanche*).

Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication

- F2.1** repérer des astres, examiner leur trajectoire à l'œil nu et à l'aide de cartes du ciel et préciser leurs coordonnées (*p. ex., altitude, zénith, ascension droite, déclinaison*). [AI, C]

F2.2 déterminer des caractéristiques physiques des étoiles en analysant des données spectrographiques et en effectuant des calculs (*p. ex., déterminer la température superficielle à partir de la longueur d'onde maximum en utilisant la loi de Wein; prédire la composition chimique d'une étoile à partir de la classe spectrale*). [AI]

F2.3 établir des liens entre les propriétés des étoiles et leur évolution particulière en utilisant le diagramme de Hertzsprung-Russell. [AI]

F2.4 déterminer la distance des astres à partir de la méthode de la parallaxe, de la température de surface, de la magnitude absolue et de la luminosité. [P, ER, AI]

F2.5 comparer des caractéristiques physiques de corps célestes, y compris la voie lactée, en compilant des données et en les présentant dans un format approprié (*p. ex., classifier des galaxies selon leur forme elliptique, spirale, lenticulaire ou irrégulière*). [P, ER, AI, C]

F2.6 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *zénith, parsec, constellation, amas, quasar, trou noir, nébuleuse, pulsar, supernova, déclinaison, effet Doppler*. [C]

Rapprochement entre la culture scientifique et technologique et l'environnement

- F3.1** décrire les apports culturels et scientifiques de l'étude de l'Univers (*p. ex., mythologie grecque, légende autochtone, théorie géocentrique, théorie héliocentrique*). [AI, C]

Piste de réflexion : Les recherches de l'astronome et géographe Claude Ptolémée au deuxième siècle l'amènent à exposer le système géocentrique en s'appuyant sur des calculs mathématiques et à établir une liste de plus de 1 000 étoiles. Il regroupe ses constats dans l'*Almageste*, un traité écrit en grec et traduit plus tard en arabe. Le modèle de Ptolémée a été prédominant jusqu'à sa substitution par le modèle héliocentrique de Copernic au XVI^e siècle.

Questions pour alimenter la discussion :

Quelles ont été les contributions d'astronomes arabes tels que Ibn Yunis, Al Tusi et Ibn Al-Shatir à notre compréhension de l'Univers? Comment les navigateurs d'autrefois déterminaient-ils leur position à l'aide de la navigation astronomique? Quelles sont des légendes autochtones et inuites associées à l'observation du ciel étoilé?

F3.2 évaluer des contributions technologiques canadiennes et internationales en astronomie et expliquer les principes scientifiques qui les sous-tendent (*p. ex., les recherches effectuées à l'Observatoire de neutrinos de Sudbury ont permis de découvrir des particularités importantes des neutrinos et du Soleil; les images obtenues à l'aide d'un télescope à miroir liquide fabriqué par l'Université Laval à partir d'un alliage gallium-indium sont comparables aux images obtenues à l'aide des miroirs au mercure, mais le miroir au gallium-indium est plus léger et ne produit pas de vapeurs toxiques*).
[P, ER, AI, C]

Piste de réflexion : Le premier microsatellite canadien *MOST* (microvariabilité et oscillations stellaires) est un projet issu de la coopération entre l'industrie, les scientifiques et le gouvernement du Canada. *MOST* permettra aux scientifiques de sonder l'atmosphère des planètes extrasolaires, de déterminer l'âge des étoiles et de mesurer plus précisément les variations de l'intensité lumineuse des étoiles.

Questions pour alimenter la discussion : Le Canada participe, avec la NASA et l'Agence spatiale européenne, à l'élaboration du télescope spatial *James Webb (JWST)*. Quelle est la contribution du Canada à la construction de cet imposant observatoire spatial qui remplacera *Hubble*? Quels sont les objectifs de *Herschel* et *Planck Surveyor*, missions auxquelles contribue le Canada et qui sont vouées à l'observation de l'Univers dans l'infrarouge lointain? Quelle est la zone d'étude du télescope indien *Astrosat UVIT*, dont le module de détection est fourni par le Canada?

Le ministère de l'Éducation tient à remercier toutes les personnes, tous les groupes et tous les organismes qui ont participé à l'élaboration et à la révision de ce document.



Imprimé sur du papier recyclé

08-006

ISBN 978-1-4249-8087-1 (imprimé)

ISBN 978-1-4249-8088-8 (PDF)

ISBN 978-1-4249-8089-5 (TXT)

© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2008