

SCIENCES 20–30

2015

RAISON D'ÊTRE ET PHILOSOPHIE DU PROGRAMME

Les programmes de sciences fournissent aux élèves des occasions d'acquérir les connaissances, habiletés et attitudes dont ils ont besoin pour devenir des membres productifs et responsables de la société. Ces programmes permettent également aux élèves d'explorer divers thèmes d'intérêt et de se préparer à poursuivre des études et à choisir une carrière. Les diplômés des écoles de l'Alberta ont besoin des connaissances scientifiques et des habiletés techniques connexes afin de pouvoir comprendre et interpréter le monde qui les entoure. Ils doivent également acquérir des attitudes qui les inciteront à se servir de leurs connaissances et habiletés de manière responsable.

Pour acquérir une culture scientifique, les élèves doivent acquérir une connaissance de la science et de ses relations avec les technologies et la société. Ils doivent également acquérir les habiletés générales nécessaires pour reconnaître et analyser les problèmes, pour trouver des solutions et les mettre à l'essai, et pour rechercher, interpréter et évaluer l'information. Afin d'être pertinent aux élèves tout en répondant aux besoins sociétaux, un programme de sciences doit présenter la matière dans un contexte enrichissant, en offrant aux élèves des occasions de découvrir la démarche scientifique, ses applications et ses effets, et d'examiner des problèmes et des questions technologiques connexes. Ainsi, les élèves prennent conscience du rôle de la science par rapport aux changements sociaux et culturels et aux besoins d'un environnement durable pour soutenir l'économie et la société.

Orientations du programme

Le programme de sciences du niveau secondaire s'inspire de la vision que tous les élèves, quel que soit leur sexe ou leur origine culturelle, auront la possibilité d'acquérir une culture scientifique. Cette culture permet à l'élève de développer ses aptitudes liées à la recherche scientifique, de résoudre des problèmes, de prendre des décisions, d'avoir le goût d'apprendre sa vie durant et de maintenir un sens d'émerveillement du monde qui l'entoure.

Diverses expériences d'apprentissage inspirées du programme fournissent aux élèves des occasions d'explorer, d'analyser et d'apprécier les interactions entre la science, la technologie, la société et l'environnement. Ainsi, les élèves auront une meilleure compréhension du monde qui les entoure, ce qui influera sur leur vie personnelle, leur carrière et leur avenir.

Buts

Les buts suivants, élaborés pour l'enseignement des sciences au Canada sont exposés dans le *Cadre commun de résultats d'apprentissage des sciences de la nature M à 12 : Protocole pancanadien pour la collaboration en matière de programmes scolaires* (1997). Tout le programme de sciences de l'Alberta porte sur ces buts. L'enseignement des sciences vise à :

- encourager les élèves de tous les niveaux scolaires à acquérir un sentiment d'émerveillement et de curiosité à l'égard des activités scientifiques et technologiques;
- amener les élèves à se servir des sciences et de la technologie pour construire de nouvelles connaissances et résoudre des problèmes en vue d'améliorer leur propre qualité de vie et celle des autres membres de la société;
- préparer les élèves à aborder de façon critique, des questions d'ordre social, économique, éthique et environnemental liées aux sciences;
- offrir aux élèves une formation scientifique de base qui leur permettra de poursuivre des études dans ce domaine, les préparera à faire carrière dans le domaine des sciences et les incitera à entreprendre des loisirs à caractère scientifique convenant à leurs intérêts et à leurs aptitudes;
- amener les élèves, en fonction de leurs aptitudes et de leurs intérêts, à s'intéresser à un vaste éventail de carrières liées aux sciences, à la technologie et à l'environnement.

Perspectives autochtones

Au deuxième cycle du secondaire, les cours de sciences incorporent des perspectives autochtones afin d'amener tous les élèves à prendre conscience de la diversité culturelle et des réalisations des Premières nations, des Métis et des Inuits (PNMI). Ces cours sont conçus pour :

- reconnaître la contribution des autochtones à la connaissance du monde naturel;
- favoriser la réflexion pluridisciplinaire en intégrant des connaissances provenant des diverses disciplines des sciences;
- inculquer la notion que des liens unissent les humains au monde naturel et favoriser la prise de conscience de l'importance de sauvegarder l'environnement;

- encourager des attitudes positives en offrant aux élèves des expériences qui leur montrent qu'ils peuvent réussir en sciences.

Technologies de l'information et de la communication (TIC)

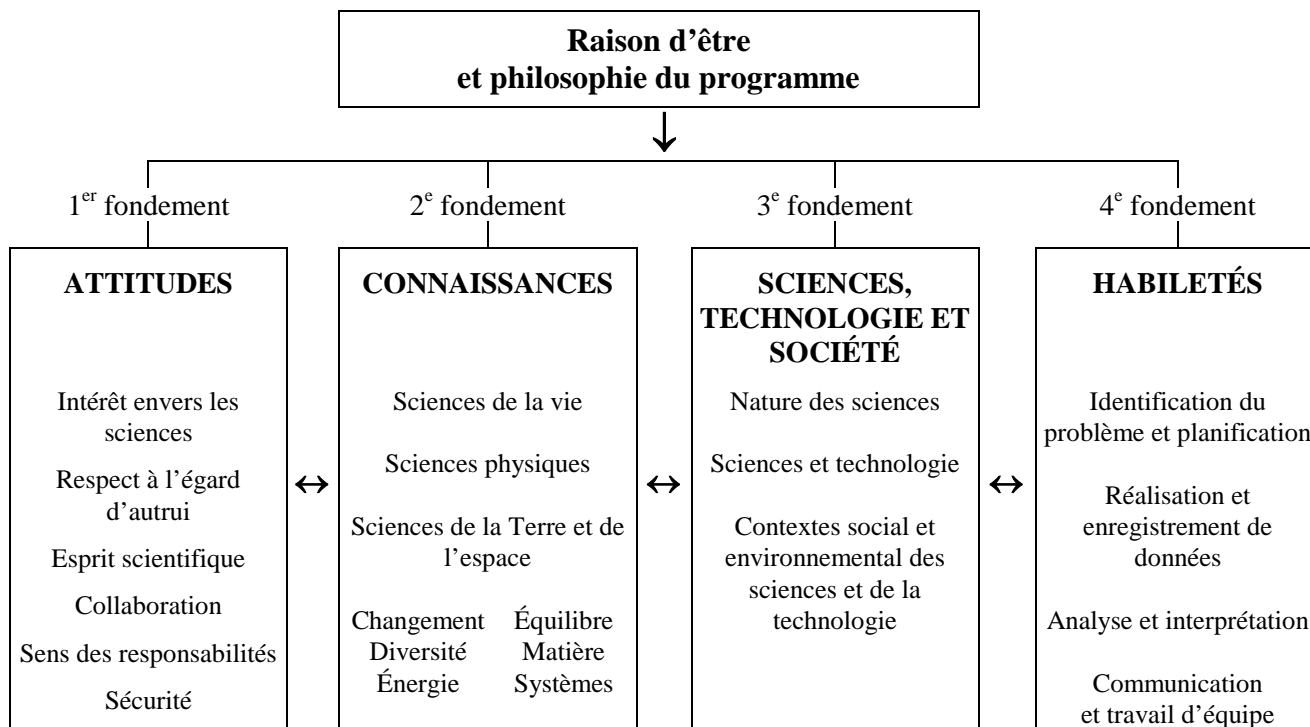
Des résultats d'apprentissage spécifiques, tirés du programme d'études des Technologies de l'information et de la communication (TIC), sont indiqués tout au long des programmes de sciences en 11^e et 12^e années. Ainsi, les élèves acquièrent une perspective globale de la nature de la technologie, apprennent à utiliser et à mettre en pratique une variété de technologies, et examinent l'impact des TIC sur les individus et la société. L'intégration de résultats d'apprentissage liés aux TIC favorise et renforce la compréhension et les habiletés que les élèves doivent acquérir conformément au troisième fondement (Sciences, technologie et société) et au quatrième fondement (Habiletés). Une application efficace, efficiente et éthique des résultats d'apprentissage des TIC fait partie intégrante des orientations du programme.

L'intégration des résultats d'apprentissage des TIC permet aux élèves d'apprendre à :

- comprendre la nature des technologies et à utiliser la terminologie de façon appropriée;
- faire un usage soigneux de l'équipement et partager les ressources limitées des TIC;
- employer la technologie de façon éthique, notamment en respectant la propriété de l'information et des ressources numériques et en citant les sources électroniques;
- faire un usage sécuritaire de la technologie, notamment en appliquant les principes de l'ergonomie et les consignes de sécurité appropriées;
- utiliser Internet de manière sécuritaire, notamment en protégeant les renseignements personnels et en évitant toute communication avec des inconnus;
- se servir de la technologie de manière appropriée, notamment en se conformant aux règles de courtoisie et en respectant la vie privée des autres.

FONDEMENTS DU PROGRAMME

Afin de soutenir l'acquisition d'une culture scientifique, un programme de sciences doit offrir à l'élève des expériences d'apprentissage qui l'exposent aux aspects clés des sciences et de leurs applications. Ces fondements établissent l'orientation générale du programme et mettent en lumière les composantes essentielles de sa structure.



Premier fondement

Attitudes – On encouragera l'élève à développer des attitudes favorisant l'acquisition de connaissances scientifiques et technologiques et leur application pour le bien commun de soi-même, de la société et de l'environnement.

Deuxième fondement

Connaissances – L'élève construira des connaissances et une compréhension des concepts liés aux sciences de la vie, aux sciences physiques et aux sciences de la Terre et de l'espace, en se servant de ce qu'il apprendra pour interpréter, intégrer et élargir les notions apprises.

Troisième fondement

Sciences, technologie et société (STS) – L'élève sera apte à mieux comprendre la nature des sciences et de la technologie, les interactions entre les sciences et la technologie, et les contextes social et environnemental des sciences et de la technologie.

Quatrième fondement

Habilités – L'élève développera les habiletés requises pour mener des recherches scientifiques et technologiques, résoudre des problèmes, communiquer des idées et des résultats scientifiques, travailler en équipe et prendre des décisions éclairées.

Premier fondement : Attitudes

Le premier fondement se rapporte aux aspects généralisés de conduite communément désignés par le terme « attitudes ». En ce qui a trait aux attitudes, les résultats visés se distinguent des énoncés relatifs aux habiletés et aux connaissances : ils s'expriment d'une autre façon et sont plus profondément ancrés dans le vécu de l'élève. L'acquisition de bonnes attitudes est un processus permanent auquel participent le foyer, l'école, la communauté et la société en général. Elles se révèlent non pas tant dans la réaction à un événement particulier que dans les types de comportement manifestés au fil du temps. L'acquisition d'attitudes positives joue un rôle important dans l'épanouissement de l'élève : elle influe sur son développement intellectuel et le prédispose à un usage responsable de ce qu'il aura appris.

Intérêt envers les sciences

L'élève sera encouragé à cultiver son enthousiasme et son intérêt pour l'étude des sciences.

Respect à l'égard d'autrui

L'élève sera encouragé à reconnaître que le savoir scientifique découle de l'interaction des idées proposées par des personnes dont les opinions et la formation diffèrent.

Esprit scientifique

L'élève sera encouragé à développer des attitudes favorables à la recherche, à la résolution de problèmes et à la prise de décisions.

Collaboration

L'élève sera encouragé à développer des attitudes favorisant la collaboration.

Sens des responsabilités

L'élève sera encouragé à développer le sens des responsabilités dans l'application des connaissances scientifiques et technologiques, par rapport à la société et à l'environnement naturel.

Sécurité

L'élève sera encouragé à manifester un souci de sécurité dans les contextes scientifiques et technologiques.

Deuxième fondement : Connaissances

Le deuxième fondement met en évidence le contenu des sciences, entre autres, les théories, les modèles, les concepts et les principes essentiels à la compréhension de chaque domaine scientifique. Pour des raisons d'organisation, ce fondement repose sur des disciplines scientifiques couramment acceptées.

Sciences de la vie

Les sciences de la vie s'intéressent à la croissance de diverses formes de vie et à leur interaction avec leur environnement d'une manière qui reflète leur unicité, leur diversité, leur continuité génétique et leur nature changeante. Elles englobent tant l'étude des écosystèmes, de la biodiversité, des organismes et de la cellule que la biochimie, le génie génétique et la biotechnologie.

Sciences physiques

Les sciences physiques, qui comprennent la physique et la chimie, portent sur la matière, l'énergie et les forces. La matière a une structure et ses composantes ont des interactions entre elles. L'énergie relie la matière aux forces gravitationnelle, électromagnétique et nucléaire de l'Univers. Les sciences physiques se préoccupent de la charge, de la quantité de mouvement et des lois de conservation de la masse et de l'énergie.

Sciences de la Terre et de l'espace

Les sciences de la Terre et de l'espace ajoutent une dimension mondiale et universelle aux connaissances de l'élève. La Terre, notre planète, a une forme et une structure et des régularités de changement, tout comme le Système solaire qui nous entoure et l'Univers physique au-delà de celui-ci. Les sciences de la Terre et de l'espace réunissent la géologie, la météorologie et l'astronomie.

Les thèmes sont les idées principales des sciences et de la technologie qui transcendent les frontières des disciplines et mettent en évidence l'unité qui caractérise les sciences de la nature. Six thèmes ont été isolés pour le programme de sciences de l'école secondaire de deuxième cycle.

Le changement

L'élève développera une compréhension de la façon dont les entités naturelles évoluent dans le temps, de la façon de prédire la direction du changement et, dans certains cas, la manière dont le changement peut être contrôlé.

La diversité

L'élève développera une compréhension de l'ensemble des formes vivantes et non vivantes de la matière, les méthodes utilisées pour comprendre, classer et distinguer ces formes de la matière en se fondant sur des patrons qui se répètent.

L'énergie

L'élève développera une compréhension de la capacité d'effectuer un travail à l'origine de la plupart des événements dans l'univers, et ce, grâce aux diverses formes interconvertibles de l'énergie.

L'équilibre

L'élève développera une compréhension de l'état dans lequel des forces ou des processus opposés s'équilibrent de façon statique ou dynamique.

La matière

L'élève développera une compréhension des parties constituantes et des divers états de la matière dans le monde physique.

Les systèmes

L'élève développera une compréhension des groupes interreliés de choses ou d'événements qui peuvent être définis en fonction de ce qui les délimite et, dans certains cas, en fonction de leurs intrants et de leurs extrants.

Troisième fondement : Sciences, technologie et société (STS)

Comprendre la portée et la nature des sciences, leurs liens avec la technologie et le contexte social de leur évolution constitue le troisième fondement. Voici une courte description des grandes idées qui sous-tendent ce volet du programme.

Nature des sciences (NS)

Les sciences offrent une démarche méthodique de se renseigner sur la nature des choses, en s'appuyant sur l'observation et les preuves recueillies. Elles permettent d'explorer notre environnement, de recueillir des données et d'élaborer des idées qui aident à interpréter et à expliquer ce qu'on voit. L'activité scientifique procure une assise conceptuelle et théorique servant à prédire, interpréter et expliquer les phénomènes naturels et technologiques. Les sciences reposent sur une combinaison de connaissances précises, de théories, d'observations et d'expérimentations. On expérimente, adapte et améliore sans cesse des idées ayant leurs fondements dans la science. Cela donne lieu à de nouvelles connaissances et explications qui remplacent celles ayant cours jusqu'à maintenant.

Sciences et technologie (ST)

La technologie a pour but de résoudre des problèmes pratiques en vue de satisfaire certains besoins des êtres humains. Les progrès de la technologie ont, de tout temps, été intimement liés à ceux des sciences, les deux secteurs exerçant l'un sur l'autre un effet catalyseur. Malgré d'importantes corrélations et interdépendances, ces deux secteurs présentent aussi des distinctions majeures. Les sciences sont axées sur l'élaboration et la vérification des connaissances, tandis que la technologie est centrée sur la formulation de solutions faisant appel à des dispositifs et à des systèmes qui répondent à un besoin précis dans le contexte des limites imposées par le problème défini. La mesure de la connaissance scientifique réside dans son utilité à expliquer, interpréter et prédire, tandis que celle de la technologie consiste dans l'efficacité avec laquelle elle permet d'atteindre un objectif défini.

Contextes social et environnemental (CSE)

L'histoire des sciences atteste que les progrès scientifiques surviennent dans un contexte social. De nombreux exemples illustrent l'influence des traditions culturelles et intellectuelles sur les questions et les méthodologies scientifiques et comment, en retour, les sciences ont influencé le domaine plus large des idées.

Aujourd'hui, la recherche est souvent poussée par un besoin ou une question d'ordre social ou environnemental. Tout comme les recherches antérieures ont mené à des solutions technologiques, beaucoup de nouvelles technologies sont à l'origine de problèmes environnementaux et sociaux complexes. De plus en plus, ces questions font partie des programmes politiques. Le potentiel des sciences d'informer l'individu, les communautés et la société et de leur permettre de prendre des décisions éclairées est une des raisons d'être de la culture scientifique dans une société démocratique.

Quatrième fondement : Habiletés

Les habiletés que l'élève développe et perfectionne pour répondre à des questions, résoudre des problèmes et prendre des décisions représentent le quatrième fondement du programme. Ces habiletés ne sont pas exclusives aux sciences, mais elles en facilitent beaucoup la compréhension et jouent un rôle important dans l'adaptation des sciences et de la technologie à de nouvelles situations. Le programme de sciences met l'accent sur quatre types d'habiletés. Chaque domaine d'habiletés suit une évolution de la maternelle à la 12^e année. La portée et la complexité de son application s'accroissent progressivement.

Identification du problème et planification (IP)

Ce sont les habiletés qui consistent à formuler des questions, cerner des problèmes et élaborer des idées et des plans préliminaires.

Réalisation et enregistrement de données (RE)

Ce sont les habiletés qui consistent à mener à bien un plan d'action, ce qui comprend la collecte de données par le biais de l'observation et, dans la plupart des cas, la manipulation de matériaux et d'équipement.

Analyse et interprétation (AI)

Ce sont les habiletés qui consistent à examiner l'information et les preuves recueillies, à traiter et à présenter les données afin de les interpréter, et enfin de faire l'interprétation, l'évaluation et l'application des résultats.

Communication et travail d'équipe (CT)

Dans le domaine des sciences comme dans les autres, il est essentiel de savoir communiquer dans tous les contextes où l'on est appelé à élaborer, vérifier, interpréter, débattre et accepter des idées. Les aptitudes pour le travail en équipe revêtent aussi une grande importance, puisque l'élaboration et l'application d'idées scientifiques sont un processus de collaboration tant dans la société que dans la salle de classe.

ORGANISATION DU PROGRAMME

Attitudes à cultiver

Une liste des attitudes à développer figure au début de chaque cours de sciences du deuxième cycle du secondaire. Ces résultats spécifiques précisent ce que doit accomplir l'élève pendant chacun des cours en relation avec les résultats spécifiques indiqués dans chaque unité d'étude pour les fondements Connaissances, STS et Habiletés.

Unités d'étude

Dans le programme d'études de sciences du deuxième cycle du secondaire, chaque cours comporte quatre unités d'étude. Chaque unité des cours de niveau 20 et 30 comprend les éléments suivants.

Thèmes

Les thèmes sont les grands concepts scientifiques qui transcendent les unités d'étude.

Survol

Le survol présente le contenu d'une unité et propose une façon de l'enseigner.

Questions d'encadrement

Ces questions délimitent le contexte dans lequel présenter la matière et suggèrent un point central pour les activités de recherche et l'application des idées par l'élève.

Concepts clés

Les concepts énoncent les principales idées à développer dans chaque unité. Certains peuvent être abordés dans d'autres unités du même cours ou dans d'autres cours. Les résultats d'apprentissage décrits précisent à quel point on doit étudier un concept donné.

Résultats d'apprentissage

Chaque unité présente deux types de résultats :

- Les résultats d'apprentissage généraux (RAG) expriment les principaux objectifs que doivent atteindre les élèves au cours de leur apprentissage de chaque unité.
- Les résultats d'apprentissage spécifiques (RAS) formulent de façon précise l'étendue de chaque résultat d'apprentissage général et de l'unité. On indique des résultats spécifiques relatifs aux trois fondements : Connaissances; Sciences, technologie et société (STS); Habiletés.

Les résultats d'apprentissage sont numérotés à des fins de référence. Cette numérotation ne vise pas à signifier une séquence d'enseignement fixe.

Exemples

Un grand nombre des résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Écrits en italiques, ces exemples **ne font pas partie du programme obligatoire**, mais servent à illustrer une manière possible d'atteindre le résultat d'apprentissage.

Mise en valeur du fondement STS

Les RAS relatifs au fondement Sciences, technologie et société (STS), ainsi qu'au fondement Habiletés pour chaque résultat général d'une unité comprennent l'un des aspects suivants sur lequel il faudra mettre l'accent :

- Nature des sciences
- Sciences et technologie
- Contextes social et environnemental

La mise en valeur du fondement STS fournit aux élèves des occasions de développer les habiletés et les concepts connexes décrits aux pages 8 à 10.

Liens supplémentaires

Les liens avec la mise en valeur du fondement STS (pages 8 à 10) sont indiqués en **caractères gras** et (entre parenthèses) après les résultats d'apprentissage spécifiques de ce fondement, ainsi qu'après les résultats spécifiques ou exemples relatifs au fondement Habiletés. Des liens avec le programme d'études des Technologies de l'information et de la communication (TIC) pour le secondaire deuxième cycle (pages 11 à 13) sont indiqués en **caractères gras** et [entre crochets] après certains des résultats spécifiques et exemples relatifs aux STS et aux habiletés. Les liens avec les STS et les TIC indiquent que le concept ou l'habileté à accentuer pour le secondaire deuxième cycle ont été pris en compte dans le résultat d'apprentissage spécifique ou dans l'exemple.

Remarque – La liste des liens avec les STS et les TIC n'est pas exhaustive; d'autres liens peuvent exister.

Liens avec les mathématiques

Les liens avec les mathématiques servent à indiquer des habiletés et des concepts mathématiques pertinents qui se trouvent dans les unités d'études des cours de sciences. Ils précisent les endroits dans les programmes d'études en mathématiques où ces concepts et habiletés sont développés, ce qui aide à soutenir l'établissement de rapports entre les apprentissages effectués en mathématiques et en sciences, à construire sur les acquis des élèves et à indiquer des liens avec leurs apprentissages en mathématiques que les élèves pourraient éventuellement rencontrer. Ces liens ne constituent pas des résultats d'apprentissage en sciences et ils ne sont pas considérés comme des préalables pour les cours de sciences en Alberta.

Cadre pour mettre en valeur la nature des sciences (de la 10^e à la 12^e année)

La mise en valeur de cet aspect du fondement STS favorise l'apprentissage des habiletés et des concepts suivants.

Concepts (axés sur l'acquisition des connaissances scientifiques)

L'élève vient à comprendre que :

- les sciences ont pour objet d'accroître la connaissance du monde naturel (NS1);
- le savoir et les théories scientifiques s'acquièrent grâce aux hypothèses formulées, aux preuves issues de l'expérimentation et aux explications qu'on en retire (NS2);
- le savoir scientifique naît de l'examen et de la critique par leurs pairs des travaux des chercheurs et de la répétition de leurs recherches (NS3);
- le savoir scientifique est appelé à changer au fil des nouveaux faits mis au jour et des nouvelles lois et théories testées et par la suite révisées, renforcées ou rejetées (NS4);
- la recherche scientifique repose sur (NS5) :
 - l'indication d'un fondement théorique pertinent (NS5a);
 - une formulation claire des questions à étudier ou des idées à vérifier et de leurs paramètres (NS5b);
 - l'élaboration d'une méthode de recherche (NS5c);
 - l'évaluation et la sélection de moyens de collecte et d'enregistrement des données (NS5d);
 - la réalisation de la recherche (NS5e);
 - l'analyse des faits et l'énoncé d'explications plausibles d'après des théories et des concepts scientifiques (NS5f);
- les paradigmes scientifiques sont des inventions conceptuelles qui aident à organiser, interpréter et expliquer les constatations (NS6) :
 - On se sert souvent de concepts, de modèles et de théories pour interpréter et pour expliquer les observations et prédire les observations futures (NS6a).
 - Les conventions mathématiques, la nomenclature et la notation sont des moyens d'organiser et de communiquer des théories, des rapports et des concepts scientifiques (les symboles chimiques, par exemple) (NS6b).
 - Le langage scientifique est précis, et chaque champ d'études a sa propre terminologie (NS6c).
- la recherche scientifique se limite à certaines questions (NS7).

Habiletés (axées sur la recherche scientifique)

Identification du problème et planification (IP-NS)

L'élève doit pouvoir :

- trouver, énoncer et délimiter les questions à étudier (IP-NS1);
- concevoir une expérience, déterminer et contrôler les variables majeures (IP-NS2);
- faire des prévisions et formuler une hypothèse d'après les faits ou l'information à sa disposition ou des théories existantes (IP-NS3);
- évaluer et sélectionner les procédures et les moyens appropriés afin de rassembler des données et des preuves, y compris les méthodes d'échantillonnage qui conviennent (IP-NS4).

Réalisation et enregistrement de données (RE-NS)

L'élève doit pouvoir :

- repérer, intégrer et synthétiser les renseignements provenant de sources imprimées et électroniques variées concernant une question scientifique (RE-NS1);
- sélectionner et employer, avec efficacité et exactitude, les instruments qui conviennent pour recueillir des données (RE-NS2);
- effectuer des procédures, contrôler les principales variables et adapter ou étendre les procédures au besoin (RE-NS3);
- compiler et organiser des données, à la main ou à l'aide d'un ordinateur, selon un mode de présentation convenant à la tâche, tels des diagrammes, des organigrammes, des tableaux et des graphiques (RE-NS4);
- appliquer les normes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) à l'égard de la manutention et de l'élimination des matières dangereuses (RE-NS5).

Analyse et interprétation (AI-NS)

L'élève doit pouvoir :

- appliquer la terminologie, les systèmes de classification et la nomenclature appropriés utilisés dans les sciences (AI-NS1);
- interpréter les schémas et les tendances que révèlent les données recueillies et prédire la valeur d'une variable par interpolation ou extrapolation à partir de données graphiques ou de la droite la mieux ajustée (AI-NS2);
- estimer et calculer la valeur des variables, comparer les valeurs théoriques et empiriques et tenir compte des divergences (AI-NS3);
- reconnaître les restrictions des données ou des mesures, expliquer les sources d'erreurs et évaluer la pertinence, la fiabilité et la justesse des données et des méthodes de collecte de données (AI-NS4);
- faire ressortir les nouvelles questions ou les nouveaux problèmes émanant des connaissances acquises (AI-NS5);
- tirer une conclusion des données rassemblées au cours d'une expérience et expliquer comment les preuves recueillies confirment ou réfutent l'hypothèse, la prédiction ou la théorie initiale (AI-NS6).

Communication et travail d'équipe (CT-NS)

L'élève doit pouvoir :

- travailler avec les autres membres de l'équipe à l'élaboration et à la réalisation de recherches (CT-NS1);
- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et ses conclusions (CT-NS2);
- évaluer l'emploi de méthodes individuelles et collectives pour la planification et la réalisation de recherches (CT-NS3).

Cadre pour mettre en valeur les sciences et la technologie (de la 10^e à la 12^e année)

La mise en valeur de cet aspect du fondement STS favorise l'apprentissage des habiletés et des concepts suivants.

Concepts (axés sur l'interrelation des sciences et de la technologie)

L'élève vient à comprendre que :

- la technologie a pour objet de fournir des solutions à des problèmes pratiques (ST1);
- les progrès technologiques peuvent supposer la mise au point et la mise à l'essai de prototypes, de même que l'application de connaissances tirées de domaines scientifiques et de disciplines connexes (ST2);
- les problèmes technologiques exigent souvent plusieurs solutions faisant appel à des concepts, des matériaux et des procédés différents et ayant chacun des répercussions aussi bien prévues que non prévues (ST3);
- le savoir scientifique peut mener à la mise au point de nouvelles technologies, tout comme les nouveautés technologiques peuvent être la source de découvertes scientifiques (ST4);
- le perfectionnement technologique comporte les étapes suivantes (ST5) :
 - formuler clairement les problèmes à résoudre et leurs paramètres ainsi qu'établir les critères à respecter pour évaluer la solution technologique (ST5a);
 - définir les restrictions, les avantages et les inconvénients (ST5b);
 - élaborer des concepts et des prototypes (ST5c);
 - faire l'essai et l'évaluation des concepts et des prototypes en fonction des critères établis (ST5d);
- les produits de la technologie sont des dispositifs, des systèmes et des procédés qui répondent à des besoins précis; cependant, ces produits ne peuvent pas résoudre tous les problèmes (ST6);
- il faut évaluer la pertinence, les risques et les avantages de la technologie pour l'application à laquelle on la destine, sous différents rapports, y compris la durabilité (ST7).

Habiletés (axées sur la résolution des problèmes)

Identification du problème et planification (IP-ST)

L'élève doit pouvoir :

- énoncer les questions auxquelles il faut répondre pour résoudre des problèmes pratiques (IP-ST1);
- proposer et évaluer diverses solutions à un problème pratique, en sélectionner une et dresser un plan de mise en œuvre (IP-ST2);
- évaluer et choisir les méthodes et instruments qui conviennent pour rassembler des données et de l'information afin de résoudre le problème posé (IP-ST3).

Réalisation et enregistrement de données (RE-ST)

L'élève doit pouvoir :

- repérer, intégrer et synthétiser les renseignements provenant de sources imprimées et électroniques variées concernant un problème pratique (RE-ST1);
- construire et faire l'essai d'un prototype de dispositif ou de système et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent (RE-ST2);
- sélectionner et utiliser les outils, les appareils et le matériel de façon sécuritaire (RE-ST3).

Analyse et interprétation (AI-ST)

L'élève doit pouvoir :

- évaluer des concepts et des prototypes d'après des critères qu'il a lui-même établis, c'est-à-dire leur fonction, leur fiabilité, leur coût, leur sûreté, leur incidence sur l'environnement et l'emploi efficace des matériaux (AI-ST1);
- analyser des solutions de rechange à un problème donné; déterminer les forces et faiblesses possibles de chacune et recommander une méthode pour résoudre le problème en se basant sur les résultats (AI-ST2);
- résoudre des problèmes en choisissant la technologie appropriée pour effectuer les manipulations et les calculs (AI-ST3);
- formuler de nouvelles questions et de nouveaux problèmes à partir de ce qui a été appris et évaluer les applications possibles des résultats (AI-ST4).

Communication et travail d'équipe (CT-ST)

L'élève doit pouvoir :

- travailler avec le reste de l'équipe pour faire l'essai d'un prototype de dispositif ou de système et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent (CT-ST1);
- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et les conclusions (CT-ST2);
- évaluer l'emploi de méthodes individuelles et collectives pour la planification et l'exécution de tâches et la résolution de problèmes (CT-ST3).

Cadre pour mettre en valeur le contexte social et environnemental (de la 10^e à la 12^e année)

La mise en valeur de cet aspect du fondement STS favorise l'apprentissage des habiletés et des concepts suivants.

Concepts (axés sur des questions liées à l'application des sciences et de la technologie)

L'élève vient à comprendre que :

- les sciences et la technologie ont pour objet de satisfaire aux besoins de la société et d'accroître les capacités de l'être humain (CSE1);
- les sciences et la technologie ont influencé le cours de l'histoire et les besoins sociétaux et vice versa (CSE2);
- les sciences et la technologie ont des répercussions, aussi bien prévues que non prévues, sur l'être humain et l'environnement (CSE3);
- la société détermine l'orientation des progrès scientifiques et technologiques (CSE4) :
 - la société canadienne appuie la recherche scientifique et les progrès technologiques qui contribuent à promouvoir la viabilité de la société, de l'économie et de l'environnement (CSE4a);
 - les décisions relatives à l'application des progrès scientifiques et technologiques doivent tenir compte d'une foule de considérations d'ordre social, culturel, environnemental, éthique et économique, entre autres (CSE4b);
 - la société soutient le progrès scientifique et technologique en reconnaissant les réalisations, en publiant et diffusant les résultats et en y apportant son appui financier (CSE4c);
- l'activité scientifique et technologique peut tenir à des valeurs personnelles et sociales, telles que l'exactitude, l'honnêteté, la persévérance, la tolérance, l'ouverture d'esprit, un esprit critique, la créativité et la curiosité (CSE5);
- les sciences et la technologie peuvent déboucher sur différentes carrières à la suite d'études postsecondaires; elles peuvent ouvrir de nouveaux champs d'intérêt et passetemps et préparer à un apprentissage qui se poursuit toute la vie (CSE6).

Habiletés (axées sur l'utilisation des sciences pour éclairer la prise de décisions)

Identification du problème et planification (IP-ST)

L'élève doit pouvoir :

- trouver des questions à étudier dans le contexte de sujets d'ordre scientifique et technologique (IP-CSE1);
- planifier des recherches complexes d'informations, en utilisant un large éventail de ressources électroniques et imprimées (IP-CSE2);
- évaluer et mettre au point des méthodes appropriées pour la collecte de données et d'informations valables concernant des problèmes liés aux sciences et à la technologie (IP-CSE3).

Réalisation et enregistrement de données (RE-CSE)

L'élève doit pouvoir :

- repérer, intégrer et synthétiser les renseignements provenant de sources imprimées et électroniques variées concernant une question ou une problématique donnée (RE-CSE1);
- tirer des informations et recueillir des preuves de sources appropriées et évaluer des stratégies de recherche (RE-CSE2).

Analyse et interprétation (AI-CSE)

L'élève doit pouvoir :

- évaluer les preuves et la compétence, la fiabilité, l'exactitude scientifique et la validité des sources d'informations d'après un ensemble de critères établis (AI-CSE1);
- évaluer les risques et les avantages des progrès scientifiques et technologiques à partir de points de vue variés (AI-CSE2);
- évaluer les décisions possibles et recommander la meilleure en se fondant sur les constatations faites (AI-CSE3);
- formuler les nouvelles questions qui découlent des recherches et évaluer, de différents points de vue, leurs implications éventuelles en se fondant sur ce qui a été appris (AI-CSE4).

Communication et travail d'équipe (CT-CSE)

L'élève doit pouvoir :

- travailler avec les autres membres de l'équipe pour effectuer une recherche sur un problème lié aux sciences et à la technologie (CT-CSE1);
- communiquer de façon convaincante et décisive, à l'aide des formats multimédias appropriés, pour mieux faire comprendre une question complexe liée aux sciences et à la technologie (CT-CSE2);
- présenter des arguments clairs et logiques pour appuyer une décision donnée sur un problème, à partir des constatations faites (CT-CSE3);
- évaluer l'efficacité des processus individuels et collectifs pour faire des recherches sur une question donnée ou pour évaluer des solutions de rechange (CT-CSE4).

Résultats d'apprentissage des TIC pour le secondaire deuxième cycle

Catégorie : Communication, recherche, prise de décisions et résolution de problèmes

Résultats généraux	Résultats spécifiques
C1 Les élèves accèdent à l'information, l'utilisent et la communiquent, au moyen de différentes technologies.	C1 4.1 planifier et effectuer des recherches complexes à l'aide de plusieurs sources électroniques 4.2 choisir l'information à partir de sources pertinentes – primaires et secondaires 4.3 évaluer et expliquer les avantages et les inconvénients de différentes stratégies de recherche 4.4 communiquer d'une façon convaincante et engageante, selon les formes appropriées – discours, lettres, rapports, présentations multimédias – en appliquant la technologie de l'information qui convient au contexte ainsi qu'aux personnes et aux fins visées, tout en parvenant à démontrer une bonne compréhension de questions complexes
C2 Les élèves recherchent différents points de vue au moyen des technologies de l'information.	C2 4.1 consulter une vaste gamme de sources reflétant des points de vue variés sur des sujets particuliers 4.2 évaluer la validité des points de vue recueillis à la lumière d'autres sources
C3 Les élèves évaluent l'information avec un esprit critique à l'aide de différentes technologies.	C3 4.1 évaluer l'autorité [personne, organisme, institution reconnus dans leur domaine], la fiabilité et la validité de l'information obtenue par des moyens électroniques 4.2 faire preuve de discernement dans le choix de l'information obtenue par des moyens électroniques sur un sujet particulier
C4 Les élèves utilisent des procédés et des outils organisationnels pour gérer l'enquête.	C4 4.1 utiliser des calendriers, des logiciels de gestion de temps ou de projet pour faciliter le déroulement de l'enquête
C5 Les élèves utilisent la technologie pour faciliter la collaboration au cours d'une enquête.	C5 4.1 utiliser les télécommunications pour poser des questions importantes à des spécialistes 4.2 participer à différents types de tribunes (forums) électroniques
C6 Les élèves utilisent la technologie pour rechercher l'information et (ou) pour résoudre des problèmes.	C6 4.1 explorer et résoudre des problèmes de prédiction, de calcul et d'inférence 4.2 explorer et résoudre des problèmes d'organisation et de manipulation de l'information 4.3 manipuler des données en utilisant des technologies d'élaboration de diagrammes et de visualisation pour vérifier la validité des inférences et des probabilités 4.4 créer de nouvelles façons de comprendre (appréhender) des situations problématiques en tirant parti de la technologie et de certaines techniques 4.5 évaluer la pertinence de la technologie et des techniques utilisées pour explorer ou résoudre un problème donné
C7 Les élèves utilisent des technologies de recherche électroniques pour construire leurs savoirs et leur donner du sens.	C7 4.1 utiliser des stratégies appropriées pour trouver l'information qui répond à leurs besoins personnels 4.2 analyser l'information et en faire la synthèse pour dégager les tendances et les liens entre différentes idées 4.3 utiliser un logiciel de présentation qui leur permettra de démontrer leurs savoirs

Résultats d'apprentissage des TIC pour le secondaire deuxième cycle (suite)

Catégorie : Fonctionnement, connaissances et notions de base

Résultats généraux	Résultats spécifiques
<p>F1 Les élèves démontrent une bonne compréhension de la nature de la technologie.</p>	<p>F1 4.1 évaluer les points forts et les faiblesses des simulations informatisées par rapport aux problèmes concrets 4.2 résoudre des problèmes scientifiques et mathématiques en choisissant la technologie appropriée pour effectuer des calculs et des expériences 4.3 appliquer la terminologie pertinente à la technologie dans toutes formes de communication 4.4 montrer qu'ils comprennent les principes généraux de la programmation et des algorithmes permettant aux logiciels d'effectuer des opérations et de résoudre des problèmes</p>
<p>F2 Les élèves comprennent le rôle de la technologie par rapport à eux-mêmes, au travail et à la société.</p>	<p>F2 4.1 utiliser la technologie à l'extérieur de la classe 4.2 analyser la façon dont la créativité et les innovations technologiques transforment l'économie 4.3 montrer qu'ils comprennent les nouveaux systèmes de communication et ceux qui sont en voie d'émergence 4.4 évaluer le potentiel des technologies en voie d'émergence 4.5 appliquer des mesures de conservation dans l'utilisation de la technologie 4.6 montrer qu'ils possèdent une compréhension des principes de base et des problématiques reliées au commerce électronique, tels que les mesures de sécurité, le respect de la vie privée, la commercialisation et les conséquences sur les gouvernements, le monde des affaires et les consommateurs 4.7 utiliser des sources d'information fiables et à jour de partout dans le monde 4.8 analyser et évaluer l'impact de la technologie sur la communauté mondiale</p>
<p>F3 Les élèves démontrent qu'ils utilisent la technologie en respectant les principes de la morale et de l'éthique.</p>	<p>F3 4.1 montrer qu'ils comprennent comment les changements technologiques peuvent être utiles ou nuisibles pour la société 4.2 relever les données pertinentes indiquant leurs sources d'information et les citer correctement 4.3 respecter la propriété intellectuelle de l'information et son intégrité</p>
<p>F4 Les élèves démontrent qu'ils deviennent des consommateurs éclairés des médias de masse et de l'information électronique.</p>	<p>F4 4.1 faire la distinction entre le style (la forme) et le contenu d'une présentation 4.2 évaluer l'influence et les résultats des manipulations numériques sur notre perception 4.3 reconnaître et analyser divers facteurs qui modifient l'authenticité de l'information tirée des médias de masse et de la communication électronique</p>
<p>F5 Les élèves mettent en pratique les principes d'ergonomie et de sécurité quand ils utilisent la technologie.</p>	<p>F5 4.1 évaluer l'aménagement de nouveaux milieux de travail sur le plan de l'ergonomie 4.2 nommer les mesures de sécurité propres à la technologie utilisée</p>
<p>F6 Les élèves montrent qu'ils possèdent une compréhension fondamentale des habiletés opérationnelles que requièrent différentes technologies.</p>	<p>F6 4.1 montrer qu'ils ont assimilé les résultats d'apprentissage acquis au cours des cycles précédents [Les élèves qui souhaitent poursuivre leurs études dans des domaines spécialisés – électronique, programmation, robotique et autres applications industrielles – ont la possibilité de le faire en ÉPT.]</p>

Résultats d'apprentissage des TIC pour le secondaire deuxième cycle (suite)

Catégorie : Processus de productivité

Résultats généraux	Résultats spécifiques
P1 Les élèves rédigent un texte, le révisent et en font la mise en page.	P1 4.1 montrer qu'ils ont intégré les résultats d'apprentissage acquis dans les matières et au cours des années scolaires antérieures
P2 Les élèves organisent et manipulent des données.	P2 4.1 manipuler (manier et organiser) et présenter des données en choisissant des outils appropriés – instruments, calculatrices scientifiques, bases de données et (ou) tableurs
P3 Les élèves communiquent à l'aide des multimédias.	P3 4.1 choisir et utiliser leurs compétences multimédias, de façon autonome, pour réaliser des présentations dans différentes matières 4.2 renforcer la communication au moyen d'images, d'effets sonores et de musiques appropriés 4.3 appliquer les principes généraux de la mise en page et de la composition graphique à un document en cours d'élaboration
P4 Les élèves intègrent différentes applications.	P4 4.1 insérer diverses informations visuelles et audios dans un document pour créer un message élaboré en fonction d'un auditoire particulier 4.2 appliquer les principes du graphisme (arts graphiques) pour renforcer le sens et la force d'attraction du message 4.3 utiliser efficacement les logiciels intégrés pour reproduire des documents combinant données, graphiques et texte
P5 Les élèves naviguent et créent des ressources contenant des hyperliens (hypertextes).	P5 4.1 créer des documents hypertextes adaptés au contenu d'un sujet particulier 4.2 diffuser des pages hypertextes sur le Web, un réseau local ou un réseau étendu
P6 Les élèves utilisent la technologie de la communication pour interagir avec autrui.	P6 4.1 choisir et utiliser les technologies qui permettent de communiquer efficacement avec un public cible

SCIENCES 20

Le programme de Sciences 20 comporte quatre unités :

- A : Les transformations chimiques
- B : Les changements dans le mouvement
- C : La Terre, une planète qui change
- D : Les changements dans les systèmes vivants

Attitudes à cultiver

L'élève doit être encouragé à cultiver des attitudes propres à favoriser l'acquisition et l'utilisation responsable de connaissances en sciences et en technologie. Il faut favoriser le développement des attitudes décrites ci-dessous tout au long du cours de Science 20, parallèlement à l'atteinte des résultats d'apprentissage relatifs aux connaissances, aux habiletés et à l'interaction des sciences, de la technologie et de la société (STS).

Intérêt envers les sciences

L'élève est encouragé à

s'intéresser aux questions de nature scientifique, à développer son intérêt personnel pour les domaines scientifiques et connexes, et y explorer les possibilités de carrière :

- *chercher les réponses aux questions qu'il génère;*
- *explorer et utiliser une variété de méthodes et de ressources pour améliorer ses connaissances et ses habiletés;*
- *faire preuve d'esprit critique et être constructif dans son évaluation des nouvelles théories et techniques;*
- *utiliser le vocabulaire et les principes scientifiques dans les discussions quotidiennes;*
- *prendre conscience de l'utilité des mathématiques et de l'aptitude à résoudre les problèmes;*
- *s'intéresser aux sciences et aux technologies qui ne présentent pas de lien direct avec ses études précédentes;*
- *reconnaître l'importance d'établir des rapports entre diverses disciplines scientifiques;*
- *s'intéresser à poursuivre des études plus poussées en science;*
- *se renseigner sur les institutions où il pourra faire des études plus poussées en sciences et en technologie et sur les carrières en entreprise;*
- *reconnaître qu'un grand nombre de carrières nécessitent des connaissances et des habiletés liées aux sciences et à la technologie.*

Respect à l'égard d'autrui

L'élève est encouragé à

reconnaître que le savoir scientifique découle de l'interaction des idées proposées par des personnes dont les opinions et la formation diffèrent :

- *utiliser une approche à plusieurs points de vue, tenant compte des facteurs scientifiques, technologiques, économiques, culturels, politiques et environnementaux pour formuler des conclusions, résoudre des problèmes ou prendre des décisions concernant un problème de STS;*
- *chercher attentivement et discuter ouvertement des dilemmes éthiques associés aux utilisations des sciences et de la technologie;*
- *explorer les perspectives, les attitudes et les croyances personnelles à l'égard des progrès scientifiques et technologiques;*
- *reconnaître la contribution des sciences et de la technologie au progrès des civilisations;*

- favoriser le progrès technologique et scientifique en regard des besoins des êtres humains;
- reconnaître que la méthode scientifique est l'une des nombreuses façons de voir l'univers;
- reconnaître les contributions des hommes et des femmes à la recherche;
- reconnaître les contributions des Canadiennes et des Canadiens à la recherche.

Esprit scientifique

L'élève est encouragé à

chercher et utiliser des preuves pour évaluer différentes démarches par rapport aux questions, à la recherche ou à la résolution de problèmes :

- tenir compte des contextes sociaux et culturels dans lesquels une théorie est mise au point;
- reconnaître la relation qui existe entre la résolution de problèmes scientifiques et le développement de nouvelles technologies;
- étudier soigneusement les preuves avant d'accepter une nouvelle idée ou une nouvelle explication;
- faire preuve d'un esprit critique dans son évaluation des applications des sciences;
- remettre en question les arguments lorsque les preuves, les explications ou les positions ne reflètent pas la diversité des perspectives existantes;
- faire preuve d'un esprit critique face à des arguments fondés sur l'utilisation fautive, incomplète ou trompeuse de chiffres;
- reconnaître l'importance de l'examen des hypothèses de base à l'origine d'un champ d'enquête;
- insister sur le fait que les hypothèses fondamentales sur lesquelles se fonde un raisonnement doivent être énoncées de manière explicite afin qu'il soit possible de juger de la validité du raisonnement;
- évaluer les inférences et les conclusions tout en gardant à l'esprit les nombreuses variables en cause dans l'expérimentation;
- poser des questions et effectuer des recherches pour s'assurer de bien comprendre;
- ne pas ménager les efforts et le temps requis pour faire des inférences valides;
- rechercher de nouveaux modèles, de nouvelles explications et théories lorsque des écarts se produisent.

Collaboration

L'élève est encouragé à

travailler en collaboration pour planifier et faire des recherches, de même que trouver et évaluer des idées :

- accorder la même attention et la même énergie aux activités menées par le groupe que s'il s'agissait d'un travail personnel;
- être attentif au discours des autres, rechercher des points de vue différents et envisager les nombreuses perspectives;
- utiliser une technologie de communication appropriée pour obtenir les commentaires des autres;
- participer à divers forums de discussion virtuels.

Sens des responsabilités

L'élève est encouragé à

faire preuve de sensibilité et de sens des responsabilités dans sa poursuite d'un équilibre entre les besoins de l'être humain et un environnement durable :

- assumer une partie de la responsabilité collective pour ce qui est de l'impact des êtres humains sur l'environnement;
- participer aux activités civiles liées à la préservation et à l'utilisation judicieuse de l'environnement et de ses ressources;

- *encourager ses pairs ou les membres de sa communauté à participer à un projet lié à la durabilité;*
- *considérer toutes les perspectives quand il est question de problèmes et de la pondération de facteurs scientifiques, technologiques et écologiques;*
- *tenir compte des effets positifs et négatifs sur les êtres humains et la société, des changements environnementaux causés par la nature et par les êtres humains;*
- *participer aux réseaux sociaux et politiques qui influencent les politiques environnementales dans sa communauté;*
- *promouvoir les actions qui ne sont pas nocives pour l'environnement;*
- *prendre des décisions personnelles fondées sur un sens des responsabilités envers les parties moins privilégiées de la communauté mondiale et envers les générations futures;*
- *avoir un esprit critique en ce qui concerne les conséquences à court et long terme de la durabilité.*

Sécurité

L'élève est encouragé à

se soucier de la sécurité au moment de planifier, d'exécuter et de revoir des activités, en se référant au Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et les renseignements sur l'étiquette des produits de consommation :

- *considérer la sécurité comme une restriction utile dans le contexte des entreprises scientifiques et technologiques;*
- *lire les étiquettes sur les matériaux avant de les utiliser, interpréter les symboles du SIMDUT et consulter un document de référence si les symboles de sécurité ne sont pas compris;*
- *manipuler les matériaux avec précaution, en étant conscient des risques et des conséquences de ses actions;*
- *assumer la responsabilité de la sécurité de tous ceux qui partagent un environnement de travail commun en nettoyant après chaque activité et en éliminant les matériaux conformément aux directives de sécurité;*
- *chercher immédiatement de l'aide pour toute situation exigeant les premiers soins, telles les coupures, les brûlures ou les réactions anormales;*
- *garder son poste de travail en ordre et n'y tenir que le matériel de laboratoire nécessaire;*
- *se montrer critique quant à une méthode, une conception ou un usage particulier de matériaux qui n'est pas sécuritaire ou qui pourrait avoir un impact négatif sur l'environnement;*
- *utiliser la sécurité et l'élimination des déchets comme un critère pour l'évaluation d'une expérience;*
- *inscrire les mesures de précautions relatives à la sécurité et à l'élimination des déchets dans les procédures de laboratoire.*

Unité A : Les transformations chimiques

Thèmes : Matière, transformation et énergie

Survol : Une transformation chimique signifie qu'il y a transformation d'énergie. Afin de comprendre comment sont produits de nombreux matériaux utiles, l'élève doit se familiariser avec les concentrations de solutions aqueuses, les procédés d'oxydoréduction (redox) et les propriétés chimiques des hydrocarbures. Plusieurs secteurs d'activité économiquement importants en Alberta et dans le reste du Canada sont fondés sur l'application de principes chimiques.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :

- Sciences 10, Unité A : Énergie, matière et transformations chimiques

Cette unité contient une introduction au cours de :

- Sciences 30, Unité B : Chimie et environnement

L'unité A exigera environ 25 % du temps prévu pour le cours de Sciences 20.

Liens avec les mathématiques : Se référer à la page 26.

Questions d'encadrement : Qu'est-ce qu'une concentration? Comment les connaissances sur l'oxydo-réduction en solution aqueuse ont-elles servi à résoudre des problèmes pratiques? Quelles caractéristiques des hydrocarbures sont importantes pour le secteur industriel de l'Alberta?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend trois principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. étudier les solutions aqueuses pour en déterminer la conductivité et pour en calculer la concentration;
2. expliquer ce que sont l'oxydation, la réduction et la spontanéité, et appliquer ces connaissances aux piles voltaïques et électrolytiques et à des processus industriels;
3. décrire les propriétés des hydrocarbures simples et décrire les processus industriels importants en Alberta qui sont liés aux hydrocarbures.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans cette unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou d'autres cours. Les résultats d'apprentissage énoncés délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- électrolytes
- non-électrolytes
- concentration
- dilution
- oxydation/anode
- réduction/cathode
- spontanéité
- applications des réactions d'oxydoréduction
- pile voltaïque
- pile électrolytique
- nommer et représenter au moyen de formules développées les hydrocarbures saturés/insaturés (comprenant jusqu'à huit atomes de carbone dans la chaîne principale)
- réactions d'hydrocarbures importantes dans le secteur industriel de l'Alberta

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir étudier les solutions aqueuses pour en déterminer la conductivité et pour en calculer la concentration.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 20–A1.1c expliquer pourquoi la dissolution de substances dans l'eau est souvent une condition préalable aux réactions chimiques et aux transformations chimiques, *ex. : piles, cuisson, médicaments.*
- 20–A1.2c distinguer les électrolytes et les non-électrolytes d'après leurs propriétés chimiques.
- 20–A1.3c comparer et expliquer comment la concentration des solutions peut être exprimée en moles par litre, pourcentage en volume et parties par million.
- 20–A1.4c déterminer la concentration de solutions en moles par litre, pourcentage en volume et parties par million.
- 20–A1.5c déterminer la concentration de solutions diluées et les quantités de solution concentrée et d'eau qu'il faut utiliser lors d'une dilution.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)

(résultats axés sur le contexte social et environnemental)

- L'élève doit pouvoir*
- 20–A1.1sts expliquer que les sciences et la technologie ont pour objet de répondre aux besoins de la société et d'accroître les capacités de l'être humain (CSE1) [TIC F2–4.8] :
- *identifier les propriétés des solutions aqueuses qui permettent aux réactions chimiques importantes pour le secteur industriel de se produire.*
- 20–A1.2sts expliquer que la science et la technologie ont influencé le cours de l'histoire et les besoins sociétaux comme elles ont été influencées par eux (CSE2) [TIC F2–4.8] :
- *comparer les modes d'expression de la concentration des solutions dans les laboratoires de chimie, les processus industriels, les produits ménagers et les études environnementales.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur le contexte social et environnemental)

Identification du problème et planification

- L'élève doit pouvoir*
- 20–A1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- concevoir une méthode pour déterminer si une solution est un électrolyte ou un non-électrolyte (IP–NS2) [TIC F1–4.2].

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir étudier les solutions aqueuses pour en déterminer la conductivité et pour en calculer la concentration.

Réalisation et enregistrement de données

- 20–A1.2h *L'élève doit pouvoir*
mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- utiliser un conductimètre pour différencier entre une solution d'électrolyte ou de non-électrolyte (**RE–NS2**);
 - préparer une solution à l'aide d'une pipette et de la verrerie volumétrique (**RE-NS2, RE-NS5**).

Analyse et interprétation

- 20–A1.3h *L'élève doit pouvoir*
analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- utiliser des données expérimentales pour déterminer la concentration d'une solution (**AI-NS3**) [**TIC C6-4.1**];
 - évaluer le risque que posent la manipulation, l'entreposage et l'élimination des solutions utilisées couramment au laboratoire, à domicile et dans le secteur industriel en Alberta (**AI-CSE2, RE-NS5**).

Communication et travail d'équipe

- 20–A1.4h *L'élève doit pouvoir*
travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- employer la notation du Système international (SI) de même que les unités fondamentales et dérivées qui conviennent, ainsi que les chiffres significatifs (**CT–ST2**)*;
 - *comparer les résultats obtenus sur les électrolytes et les non-électrolytes avec ceux des autres élèves* (**CT–NS3**);
 - *étudier en groupe les conséquences du rejet d'effluent dans les cours d'eau* (**IP–CSE3, RE–CSE1, AI–CSE3, CT–CSE1**) [**TIC C1–4.1**].

*À développer tout au long du cours.

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir expliquer ce que sont l'oxydation, la réduction et la spontanéité, et appliquer ces connaissances aux piles voltaïques et électrolytiques et à des processus industriels.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 20–A2.1c équilibrer les équations de réaction à remplacement simple, approfondissant ainsi les connaissances acquises en Sciences 10, Unité A.
- 20–A2.2c déterminer la réactivité des métaux en comparant leurs réactions dans diverses solutions aqueuses.
- 20–A2.3c faire correspondre les réactions à remplacement simple aux réactions d'oxydoréduction et appliquer les rapports molaires d'équations prédéterminées afin de prédire le nombre de moles de métaux consommés ou produits.
- 20–A2.4c décrire fonctionnellement l'oxydation, la réduction et les réactions spontanées et non spontanées, c.-à-d. : une perte d'électrons correspond à une oxydation, un gain d'électrons correspond à une réduction, une réaction spontanée d'oxydoréduction produit de l'énergie électrique à partir d'une transformation chimique et une réaction d'oxydoréduction non spontanée requiert de l'énergie électrique pour produire une transformation chimique.
- 20–A2.5c appliquer les principes de l'oxydoréduction et des demi-réactions pour décrire, en termes généraux, le fonctionnement des piles voltaïques et électrolytiques, *ex. : piles, extraction de métaux, protection cathodique, galvanisation, électroplacage.*
- Remarque :** l'élève ne sera pas tenu de savoir créer des équations des réactions d'oxydo-réduction, c.-à-d. : de combiner deux demi-réactions pour produire une équation nette.
- 20–A2.6c comparer les méthodes modernes et traditionnelles d'extraction des métaux et de protection contre la corrosion (*ex. : développement des glaçures dans la céramique autochtone traditionnelle*).

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)

(résultats axés sur les sciences et la technologie)

- L'élève doit pouvoir*
- 20–A2.1sts illustrer l'influence de la science et de la technologie sur le cours de l'histoire et les besoins sociétaux, et ont été influencées par ceux-ci (CSE2) [TIC F2-4.8, F3-4.1] :
- *analyser l'importance des piles voltaïques, électrolytiques et à combustible et prédire leur importance future pour la société et l'industrie.*
- 20–A2.2sts décrire les applications de la science et de la technologie qui ont été mises au point pour répondre à des besoins humains et environnementaux (CSE1) :
- *faire des recherches sur l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques liés à l'oxydoréduction, notamment en ce qui concerne la protection cathodique, la galvanisation, l'électroplacage et l'extraction des métaux.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir expliquer ce que sont l'oxydation, la réduction et la spontanéité, et appliquer ces connaissances aux piles voltaïques et électrolytiques et à des processus industriels.

- 20–A2.3sts illustrer en quoi les problèmes technologiques exigent souvent plusieurs solutions faisant appel à des concepts, des matériaux et des procédés différents et ont des répercussions voulues aussi bien que non voulues (ST3) [TIC C6–4.5, F3-4.1] :
- *décrire le besoin dans les processus industriels de solutions efficaces permettant d'obtenir des rendements optimaux tout en respectant les contraintes économiques et les exigences de durabilité (ex. : production de piles et de batteries plus petites et plus durables et préoccupations concernant leur élimination);*
 - *analyser les produits et processus technologiques liés aux piles, à l'extraction des métaux et aux anticorrosifs en fonction des principes scientifiques et du point de vue de la gérance de l'environnement.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur les sciences et la technologie)

Identification du problème et planification

- L'élève doit pouvoir*
- 20–A2.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- *décrire les mesures de sécurité à prendre pour manipuler, entreposer et éliminer les produits utilisés au laboratoire conformément aux normes du SIMDUT et aux renseignements figurant sur l'étiquette des produits de consommation (IP–ST3, RE–NS5);*
 - *concevoir une pile voltaïque à l'aide d'un tableau de suite d'activités afin d'illustrer une réaction spontanée d'oxydoréduction (IP–NS2, IP–NS3).*

Réalisation et enregistrement de données

- L'élève doit pouvoir*
- 20–A2.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- *effectuer des expériences d'immersion de métaux dans des solutions aqueuses afin d'observer la spontanéité d'une série de réactions d'oxydoréduction (IP–ST3, RE–ST3) [TIC C6–4.1, C6–4.2];*
 - *créer un graphique ou un tableau pour présenter les résultats des expériences d'oxydo-réduction (RE–NS4) [TIC P2-4.1];*
 - *construire une pile voltaïque afin d'illustrer une réaction spontanée d'oxydoréduction (RE–ST2, RE–ST3).*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir expliquer ce que sont l'oxydation, la réduction et la spontanéité, et appliquer ces connaissances aux piles voltaïques et électrolytiques et à des processus industriels.

Analyse et interprétation

- 20–A2.3h *L'élève doit pouvoir* analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- déterminer la force relative des agents oxydants et réducteurs dans une série de réactions d'oxydoréduction (**AI–ST3**) [**TIC C6–4.1**];
 - dessiner et légender des schémas de piles voltaïques et électrolytiques en cours de fonctionnement, en repérant l'anode, la cathode, l'oxydation, la réduction et le flux d'électrons (**RE–NS4, CT–NS2**).

Communication et travail d'équipe

- 20–A2.4h *L'élève doit pouvoir* travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques en communiquant des renseignements et des idées et en évaluant des résultats :
- *réaliser une analyse constructive des schémas de fonctionnement de piles voltaïques et électrolytiques élaborés par d'autres* (**CT–NS3**) [**TIC C6–4.5**];
 - *participer à différents types de tribunes (forums) électroniques sur le fonctionnement d'appareils électriques, ex. : des montres, des véhicules électriques ou divers types de batteries et leurs effets sur le fonctionnement d'appareils d'écoute* (**CT–CSE2**) [**TIC C3–4.1, C5–4.2**].

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir décrire les propriétés des hydrocarbures simples et citer les processus industriels importants en Alberta qui sont liés aux hydrocarbures.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 20–A3.1c reconnaître les produits d'usage quotidien dont la fabrication par l'industrie pétrochimique de l'Alberta fait intervenir des transformations d'énergie, *ex. : plastiques, produits cosmétiques, essence.*
- 20–A3.2c reconnaître les propriétés physiques des hydrocarbures, y compris les tendances relatives aux points de fusion et d'ébullition et à la solubilité des alcanes, des alcènes et des alcynes.
- 20–A3.3c suivre la nomenclature de l'Union internationale de chimie pure et appliquée (UICPA) pour indiquer les noms et les formules développées des hydrocarbures simples et non cycliques d'une série de composés homologues d'alcanes, d'alcènes et d'alcynes dont la chaîne principale contient jusqu'à huit atomes de carbone.
- 20–A3.4c reconnaître que les hydrocarbures sont une source de combustible fossile et expliquer les processus de distillation fractionnée pour le raffinage du pétrole et le craquage catalytique pour la production de l'éthène (éthylène).
- 20–A3.5c classer les réactions d'hydrocarbures suivantes, les équilibrer et y appliquer les rapports moléculaires :
- la combustion des hydrocarbures produisant du dioxyde de carbone, de la vapeur d'eau et de l'énergie;
 - la production d'éthène (éthylène) par craquage catalytique;
 - l'hydrogénation d'alcènes (insaturés) produisant des alcanes (saturés);
 - la polymérisation de l'éthène (éthylène) produisant du polyéthène (polyéthylène).

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS) (résultats axés sur les sciences et la technologie)

- L'élève doit pouvoir*
- 20–A3.1sts expliquer que les sciences et la technologie ont pour objet de répondre aux besoins de la société et d'accroître les capacités de l'être humain (**CSE1**) [**TIC F2–4.8**] :
- *décrire certaines des réactions essentielles de l'industrie pétrochimique de l'Alberta, comme celles de la production du méthanol et du polyéthylène;*
 - *décrire les procédés, comme le craquage catalytique, permettant d'obtenir des composés importants sur le plan économique à partir des combustibles fossiles;*
 - *expliquer les usages traditionnels des sables bitumineux (brai) pour le calfatage des canots et l'emploi des huiles et graisses animales comme combustibles.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir décrire les propriétés des hydrocarbures simples et citer les processus industriels importants en Alberta qui sont liés aux hydrocarbures.

- 20–A3.2sts discuter de la pertinence, des risques et des avantages de la technologie pour l'application à laquelle on la destine, sous différents rapports, y compris la durabilité (ST7) [TIC F2-4.2, F3-4.1] :
- *déterminer les difficultés liées à l'application des connaissances scientifiques acquises en laboratoire aux procédés de fabrication à grande échelle ou à la mise au point de produits, en étudiant notamment l'approvisionnement en matières premières, en énergie et en main-d'œuvre, ainsi que l'entreposage et l'élimination des produits de résidus.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur les sciences et la technologie)

Identification du problème et planification

- L'élève doit pouvoir*
- 20–A3.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- décrire les mesures de sécurité à prendre pour manipuler, entreposer et éliminer les matières utilisées au laboratoire, conformément aux normes du SIMDUT et aux renseignements figurant sur l'étiquette des produits de consommation (IP-ST3, RE-NS5);
 - concevoir une méthode pour reconnaître le type de certains hydrocarbures (IP-NS1, IP-NS2).

Réalisation et enregistrement de données

- L'élève doit pouvoir*
- 20–A3.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- réaliser une expérience pour comparer la réactivité de certains hydrocarbures (RE-NS2, RE-NS3, RE-NS5) [TIC C6-4.1];
 - construire des modèles moléculaires représentant la structure de certains hydrocarbures (NS6a, RE-NS4).

Analyse et interprétation

- L'élève doit pouvoir*
- 20–A3.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- *recueillir des données sur les points de fusion et d'ébullition des hydrocarbures et illustrer les tendances à l'aide de diagrammes, de graphiques ou de tableaux (RE-NS4, AI-NS2) [TIC C1-4.1, C6-4.3, C7-4.2].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir décrire les propriétés des hydrocarbures simples et citer les processus industriels importants en Alberta qui sont liés aux hydrocarbures.

Communication et travail d'équipe

- 20–A3.4h *L'élève doit pouvoir* travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- suivre les lignes directrices appropriées de l'UICPA pour écrire les noms et les formules de certains hydrocarbures (**CT-NS2**);
 - *travailler en équipe pour recueillir de l'information et rédiger un rapport décrivant la distillation fractionnée intervenant dans le raffinage du pétrole et le craquage catalytique servant à produire de l'éthène (CT-NS1, CT-NS2)* [**TIC C1-4.1, C1-4.4**].

Liens avec les mathématiques : Les résultats d'apprentissage suivants en mathématiques sont liés au contenu de l'unité A, mais ils ne sont pas considérés comme des préalables.

Concept :	Cours de mathématiques, domaine et résultat spécifique :
Collecte et analyse de données	Mathématiques 9 ^e année, La statistique et la probabilité (l'analyse de données), RAS 3
Mesure et conversion d'unités	Mathématiques 10C, Mesure, RAS 2 Mathématiques 10-3, Mesure, RAS 1 Mathématiques 20-3, Algèbre, RAS 3
Analyse de graphiques	Mathématiques 10C, Relations et fonctions, RAS 1 et 4 Mathématiques 20-3, Statistique, RAS 1
Taux et proportions	Mathématiques 8 ^e année, Le nombre, RAS 4 et 5 Mathématiques 20-2, Mesure, RAS 1
Résolution d'équations	Mathématiques 20-3, Algèbre, RAS 1

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Unité B : Les changements dans le mouvement

Thèmes : Changement, énergie et systèmes

Survol : Le mouvement joue un rôle important dans nos vies et la compréhension de l'effet des forces sur le mouvement a de nombreuses applications technologiques. L'élève découvre la diversité de ces applications, qui vont de la conception de routes et d'équipements sportifs plus sûrs jusqu'aux enquêtes menées sur les accidents de la route. Dans cette unité, l'élève effectue des recherches sur les concepts de déplacement, de vitesse vectorielle, d'accélération, de force, de quantité de mouvement et d'énergie mécanique et il étudie les relations qui les unissent.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :

- Sciences 8, Unité D : Systèmes mécaniques
- Sciences 10, Unité B : Flux d'énergie dans les systèmes technologiques

Cette unité contient une introduction au cours de :

- Sciences 30, Unité C : Énergie électromagnétique

L'unité B exigera environ 25 % du temps prévu pour le cours de Sciences 20.

Liens avec les mathématiques : Se référer à la page 34.

Questions d'encadrement : Comment la conception d'équipement et de systèmes de sécurité intègre-t-elle les concepts de changement dans le mouvement et de forces? Quelle influence a eu la société sur la mise au point des technologies de sécurité et quelles sont les contraintes et limites contextuelles de ces solutions technologiques?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend deux principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. décrire le mouvement unidimensionnel des objets en fonction du déplacement, du temps, de la vitesse vectorielle et de l'accélération;
2. décrire et analyser la loi de conservation de la quantité de mouvement dans les collisions unidimensionnelles et la variation de la quantité de mouvement (impulsion) afin d'expliquer l'effet d'une force sur le mouvement.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans cette unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou d'autres cours. Les résultats d'apprentissage délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- déplacement, temps, vitesse vectorielle, accélération
- conservation de la quantité de mouvement dans une dimension
- impulsion et force
- lois du mouvement de Newton
- application des lois du mouvement et des principes de quantité de mouvement à la conception d'équipement sportif et de dispositifs de sécurité dans le transport

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir décrire le mouvement unidimensionnel des objets en fonction du déplacement, du temps, de la vitesse vectorielle et de l'accélération.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

- 20-B1.1c distinguer les grandeurs scalaires et vectorielles, y compris la distance et le déplacement, et la vitesse et la vitesse vectorielle.
- 20-B1.2c définir la vitesse vectorielle par l'équation $\bar{v} = \Delta\bar{d} / \Delta t$ et l'accélération par $\bar{a} = \Delta\bar{v} / \Delta t$.
- 20-B1.3c comparer et indiquer la différence entre un déplacement selon un mouvement uniforme et un mouvement uniformément accéléré, en utilisant les équations suivantes :

$$\Delta\bar{d} = \bar{v}_i\Delta t + \frac{1}{2}\bar{a}\Delta t^2 \text{ et } \Delta\bar{d} = \frac{(\bar{v}_i + \bar{v}_f)}{2}\Delta t.$$

Remarque : L'élève n'est pas tenu de savoir réorganiser les formules s'il a besoin de l'équation quadratique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)

(résultats axés sur les sciences et la technologie)

L'élève doit pouvoir

- 20-B1.1sts expliquer que la technologie a pour objet de fournir des solutions à des problèmes pratiques (ST1) [TIC F2-4.4] :
- *appliquer les principes du mouvement uniforme unidimensionnel aux aspects pertinents de la sécurité routière, tels que la longueur minimum des rampes d'accès et de sortie des autoroutes, les feux de circulation munis de lumières clignotantes de signalisation, le type d'intersections et la durée d'allumage du feu jaune;*
 - *analyser l'aménagement des zones sujettes aux arrêts-départs continuels et proposer des améliorations en ce qui concerne les feux de circulation et les intersections.*
- 20-B1.2sts expliquer que la science et la technologie ont influencé le cours de l'histoire et les besoins sociétaux et ont été influencées par ceux-ci (CSE2) [TIC F2-4.8] :
- *décrire l'influence des perceptions sociétales du risque et l'influence des connaissances scientifiques sur la mise au point de technologies de sécurité conçues pour maîtriser les changements dans le mouvement.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir décrire le mouvement unidimensionnel des objets en fonction du déplacement, du temps, de la vitesse vectorielle et de l'accélération.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur les sciences et la technologie)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

20–B1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- *déterminer ce qui doit être mesuré et choisir les procédures, technologies et outils appropriés pour étudier les relations entre le déplacement, la vitesse vectorielle et l'accélération (IP–ST3) [TIC C6–4.4];*
- *concevoir une étude servant à examiner la conception des feux de circulation et des intersections (IP–ST1).*

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

20–B1.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- *utiliser et présenter des données à l'aide d'outils appropriés tels que l'instrumentation scientifique, les calculatrices, les bases de données ou les tableurs, pour l'analyse du déplacement, de la vitesse vectorielle et de l'accélération (RE–NS4) [TIC P2–4.1];*
- *utiliser les appareils technologiques avec efficacité et précision pour recueillir des données sur le mouvement, ex. : capteurs numériques du genre Photogate, laboratoires informatiques, chronomètres, balances (RE–NS2) [TIC F1–4.2];*
- *faire des recherches à la bibliothèque ou au moyen d'outils électroniques pour recueillir de l'information sur la détermination des risques liés aux activités sportives et routières (RE–CSE1) [TIC C1–4.1, C3–4.2].*

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

20–B1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- *analyser des graphiques de position en fonction du temps, et de vitesse vectorielle en fonction du temps, pour déduire la relation entre le déplacement, la vitesse vectorielle et l'accélération (AI–NS2) [TIC C7–4.2];*
- *résoudre, quantitativement, des problèmes de mouvement uniforme unidimensionnel et de mouvement soumis à une accélération uniforme à l'aide des équations suivantes :*

$$\Delta \bar{d} = \bar{v}_i \Delta t + \frac{1}{2} \bar{a} \Delta t^2 \text{ et } \Delta \bar{d} = \frac{(\bar{v}_i + \bar{v}_f)}{2} \Delta t \text{ (AI–NS3) [TIC C6–4.1].}$$

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir décrire le mouvement unidimensionnel des objets en fonction du déplacement, du temps, de la vitesse vectorielle et de l'accélération.

Communication et travail d'équipe

- 20-B1.4h *L'élève doit pouvoir* travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- *utiliser les fonctions avancées d'un logiciel de traitement de texte pour insérer des tableaux, des diagrammes, du texte et des graphiques dans un rapport (CT-ST2) [TIC P4-4.3].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir décrire et analyser la loi de conservation de la quantité de mouvement dans les collisions unidimensionnelles et la variation de la quantité de mouvement (impulsion) afin d'expliquer l'effet d'une force sur le mouvement.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 20–B2.1c définir la quantité de mouvement comme étant une quantité vectorielle égale au produit de la masse et de la vitesse vectorielle d'un objet ($\vec{p} = m\vec{v}$).
- 20–B2.2c appliquer la loi de conservation de la quantité de mouvement aux collisions et aux explosions unidimensionnelles.
- 20–B2.3c définir la transformation de la quantité de mouvement comme une impulsion ($\Delta\vec{p} = m\Delta\vec{v} = \vec{F}_{\text{moy}}\Delta t$), établir le lien entre l'impulsion, l'accélération et la deuxième loi du mouvement de Newton ($\Delta\vec{p} / \Delta t = m\vec{a} = \vec{F}$) et utiliser le concept d'impulsion pour expliquer le fonctionnement de plusieurs dispositifs de sécurité, *ex. : les coussins de sécurité gonflables, les cadres télescopiques, les pare-chocs, les ceintures de sécurité d'un véhicule, les filets et les glissières de sécurité sur les autoroutes, les volants télescopiques, les tableaux de bord rembourrés, les casques matelassés, les lunettes de sécurité à mousse préformée et les gants matelassés, qui servent tous à allonger le temps d'arrêt ou le temps de contact en réduisant l'accélération et donc, la force.*
- 20–B2.4c expliquer comment une force non équilibrée entraîne un changement du mouvement et appliquer la première loi du mouvement de Newton pour expliquer l'état de repos ou de mouvement uniforme d'un objet, *ex. : mouvement des passagers dans un véhicule qui accélère ou qui s'arrête.*
- 20–B2.5c appliquer la deuxième loi du mouvement de Newton et l'utiliser pour établir le lien entre la force, la masse et le mouvement, *ex. : pour expliquer les blessures dues au coup de fouet cervical résultant des collisions par l'arrière.*
- 20–B2.6c appliquer la troisième loi du mouvement de Newton pour expliquer l'interaction entre deux objets, *ex. : collision entre deux voitures.*
- 20–B2.7c établir le lien quantitatif entre l'énergie potentielle et cinétique et le travail effectué.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS) (résultats axés sur les sciences et la technologie)

- L'élève doit pouvoir*
- 20–B2.1sts expliquer que la technologie a pour objet de fournir des solutions à des problèmes pratiques (ST1) [TIC F2-4.4] :
- *expliquer la nécessité des technologies de sécurité et de la réglementation des transports et des activités sportives;*
 - *retracer l'évolution des technologies de sécurité dans les sports ou les transports au cours des 50 dernières années et comparer le fonctionnement des dispositifs de la première génération à celui des technologies actuelles, notamment en ce qui concerne l'équipement sportif de sécurité (casques, protège-tibias, gants) et les dispositifs de sécurité automobile (ceinture sous-abdominale, ceinture épaulière, coussins gonflables).*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir décrire et analyser la loi de conservation de la quantité de mouvement dans les collisions unidimensionnelles et la variation de la quantité de mouvement (impulsion) afin d'expliquer l'effet d'une force sur le mouvement.

- 20–B2.2sts expliquer que les décisions relatives à l'application des progrès scientifiques et technologiques découlent d'une foule de considérations d'ordre social, culturel, environnemental, éthique et économique, entre autres
(CSE4b) [TIC F2–4.2, F2–4.8, F3–4.1] :
- *analyser les dispositifs de sécurité de l'équipement sportif et automobile dans le but de réduire les risques en respectant les limites contextuelles imposées, qu'elles soient reliées, par exemple, aux coûts, aux matériaux, au poids, à la durabilité ou à des règles et à la réglementation.*
- 20–B2.3sts expliquer qu'il faut évaluer la pertinence, les risques et les avantages des technologies relativement à chaque application à laquelle on les destine et de plusieurs points de vue, y compris celui de la durabilité **(ST7) [TIC F3–4.1] :**
- *établir la liste des risques et les évaluer dans diverses situations quotidiennes liées aux transports et au sport et décrire les technologies conçues pour réduire les risques de blessure.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur les sciences et la technologie)

Identification du problème et planification

- L'élève doit pouvoir*
- 20–B2.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- déterminer des questions à étudier découlant de problèmes et de préoccupations pratiques, *ex. : « Comment peut-on améliorer le pouvoir protecteur de l'équipement sportif? », « Faut-il améliorer les dispositifs de protection ou changer les règles pour rendre les sports comme le soccer ou le hockey moins dangereux? » (IP–ST1);*
 - *analyser la loi de conservation de la quantité de mouvement à l'aide d'un tableur (IP–ST3) [TIC C6–4.2, P2–4.1].*

Réalisation et enregistrement de données

- L'élève doit pouvoir*
- 20–B2.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- réunir et organiser des données sur les risques de blessure et d'accident mortel liés au port de la ceinture de sécurité et à l'emploi des coussins gonflables **(RE–NS4) [TIC C6–4.2, P2–4.1];**
 - *réaliser des essais sur des matériaux qui pourraient être utilisés pour la fabrication des ceintures de sécurité ou pour le matelassage de l'équipement sportif (RE–ST2).*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis.** Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir décrire et analyser la loi de conservation de la quantité de mouvement dans les collisions unidimensionnelles et la variation de la quantité de mouvement (impulsion) afin d'expliquer l'effet d'une force sur le mouvement.

Analyse et interprétation

- 20–B2.3h *L'élève doit pouvoir* analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- résoudre des problèmes de collision et d'explosion unidimensionnelles, à l'aide de diagrammes à l'échelle et de calculs numériques, *ex. : appliquer*
 $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$ *pour des accidents impliquant deux véhicules (AI–ST3) [TIC C6–4.1, P2–4.1];*
 - *déterminer la relation de cause à effet ou la corrélation entre le port de la ceinture de sécurité ou l'emploi de coussins gonflables, la législation sur le port de ceinture et la réduction du nombre d'accidents mortels (AI–NS6) [TIC C7–4.2];*
 - *proposer plusieurs autres solutions pour réduire les blessures liées au coup de fouet cervical provoquées par des collisions par l'arrière et évaluer l'efficacité de chaque solution (AI–ST2) [TIC C2–4.1];*
 - *établir des critères et les utiliser pour évaluer l'efficacité d'un dispositif visant à réduire les blessures liées au coup de fouet cervical (AI–ST1).*

Communication et travail d'équipe

- 20–B2.4h *L'élève doit pouvoir* travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- *consulter une vaste gamme de sources reflétant des points de vue variés sur des sujets particuliers, comme la législation sur le port de la ceinture de sécurité (CT–CSE4) [TIC C2–4.1];*
 - *en équipe, faire des recherches à la bibliothèque ou au moyen d'outils électroniques pour recueillir de l'information sur la détermination des risques liés aux activités sportives et routières (RE–CSE2, CT–NS1) [TIC C1–4.1].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Liens avec les mathématiques : Les résultats d'apprentissage suivants en mathématiques sont liés au contenu de l'unité B, mais ils ne sont pas considérés comme des préalables.

Concept :	Cours de mathématiques, domaine et résultat spécifique :
Collecte et analyse de données	Mathématiques 9 ^e année, La statistique et la probabilité (l'analyse de données), RAS 3
Mesure et conversion d'unités	Mathématiques 10C, Mesure, RAS 1 et 2 Mathématiques 10-3, Mesure, RAS 1 Mathématiques 20-3, Algèbre, RAS 3
Taux et proportions	Mathématiques 20-2, Mesure, RAS 1
Analyse de graphiques	Mathématiques 10C, Relations et fonctions, RAS 1 et 4 Mathématiques 20-3, Statistique, RAS 1
Résolution d'équations	Mathématiques 9 ^e année, Le nombre, RAS 6 Mathématiques 20-3, Algèbre, RAS 1
Diagrammes à l'échelle	Mathématiques 20-2, Mesure, RAS 2 Mathématiques 20-3, Géométrie, RAS 2
Pentes	Mathématiques 10C, Relations et fonctions, RAS 3 Mathématiques 20-3, Algèbre, RAS 2
Compréhension de puissances	Mathématiques 10C, Algèbre et nombre, RAS 3

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Unité C : La Terre, une planète qui change

Thèmes : Changement, diversité, énergie et systèmes

Survol : L'histoire de notre planète est marquée par le changement. De nombreux signes indiquent que la surface de la Terre est en évolution constante et qu'au fil du temps, cette évolution a eu des conséquences importantes sur le climat et les espèces vivantes de notre planète. Dans cette unité, l'élève examine les observations scientifiques révélant les causes naturelles du changement climatique, de l'évolution des espèces vivantes et de la transformation constante de la surface de la Terre.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :

- Sciences 7, Unité E : La Terre
- Sciences 10, Unité D : Flux d'énergie dans les systèmes planétaires

Cette unité contient une introduction au cours de :

- Sciences 30, Unité D : Énergie et environnement

L'unité C exigera environ 25 % du temps prévu pour le cours de Sciences 20.

Liens avec les mathématiques : Se référer à la page 46.

Questions d'encadrement : Quelles preuves scientifiques montrent que la Terre subit des changements? Comment ces preuves ont-elles été utilisées pour formuler des théories scientifiques? Quelles sont les limites des théories actuelles en ce qui concerne la prévision des futurs changements qui toucheront la Terre?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend quatre principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. analyser les preuves et les explications scientifiques des phénomènes géologiques qui se sont produits il y a très longtemps ou qui se produisent sur de très longues périodes de temps;
2. analyser et évaluer les preuves afin d'expliquer la théorie de la tectonique des plaques et la structure interne de la Terre;
3. analyser et évaluer les preuves fossiles des changements dans l'environnement et les espèces vivantes qui se sont produits sur une période de 3,5 milliards d'années;
4. analyser les preuves et évaluer les explications des variations climatiques qu'a subies la Terre depuis deux millions d'années.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans cette unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou d'autres cours. Les résultats d'apprentissage énoncés délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- structure interne de la Terre
- théorie de la tectonique des plaques
- transferts d'énergie lors des tremblements de terre
- fossilisation, datation radiométrique et demi-vie
- principales caractéristiques et espèces vivantes des périodes passées
- comparaison des théories du gradualisme et de l'équilibre intermittent
- extinctions massives
- indices des variations climatiques sur Terre

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir analyser les preuves et les explications scientifiques des phénomènes géologiques qui se sont produits il y a très longtemps ou qui se produisent sur de très longues périodes de temps.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C1.1c décrire les difficultés liées à l'étude des changements touchant les plaques de la croûte terrestre, les climats antérieurs et les espèces vivantes qui se produisent sur plusieurs centaines de millions d'années.
- 20–C1.2c décrire, en termes généraux, l'évolution des théories relatives aux processus géologiques.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS) (résultats axés sur la nature des sciences)

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C1.1sts expliquer que les connaissances scientifiques évoluent à mesure que de nouvelles preuves sont découvertes et que les lois et les théories sont éprouvées et, subséquemment, révisées, renforcées, remplacées ou réfutées (**NS4**) :
- *faire référence aux apports de Hutton, de Lyell et de Wegener concernant l'élaboration des théories relatives aux processus géologiques.*
- 20–C1.2sts expliquer que le savoir scientifique peut mener à la mise au point de nouvelles techniques, tout comme les nouveautés technologiques peuvent être la source de découvertes scientifiques (**ST4**) [**TIC F2–4.4, F2–4.8**] :
- *expliquer l'importance de la technologie pour faciliter l'étude de l'évolution de la surface de la Terre, du climat et des espèces vivantes (amélioration du recueil de données et de la qualité, de l'exactitude et de la précision de ces données) et, notamment, les sismographes, les technologies de datation radiométrique (datation radioactive), la cartographie des fonds océaniques au sonar et le système de positionnement mondial (GPS) permettant de mesurer le mouvement des plaques.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir analyser les preuves et les explications scientifiques des phénomènes géologiques qui se sont produits il y a très longtemps ou qui se produisent sur de très longues périodes de temps.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- formuler une prévision et une hypothèse en fonction des indices disponibles et des données historiques ou théoriques, *ex. : utiliser les données disponibles afin de faire des prévisions concernant l'état des terres émergées d'ici 1000 ans (IP–NS3) [TIC C7–4.2].*

Réalisation et enregistrement de données

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C1.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- *créer un diagramme pour présenter les relations entre l'ère géologique, la position des plaques continentales et le climat (RE–NS4) [TIC C6–4.3, C7–4.2].*

Analyse et interprétation

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- *évaluer l'autorité, la fiabilité et la validité de l'information obtenue par des moyens électroniques concernant l'évolution de la Terre (AI–NS4) [TIC C3–4.1].*

Communication et travail d'équipe

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C1.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- *sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer de l'information à propos de la géologie terrestre (CT–NS2);*
 - *synthétiser des renseignements concernant l'évolution de la Terre provenant de sources multiples ou de textes longs et complexes, relever les données pertinentes concernant les sources bibliographiques et citer ces sources correctement (CT–NS2) [TIC F3–4.2, F3–4.3].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir analyser et évaluer les preuves afin d'expliquer la théorie de la tectonique des plaques et la structure interne de la Terre.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C2.1c décrire la façon dont l'énergie issue des tremblements de terre est transmise par ondes sismiques.
 - 20–C2.2c décrire la relation entre l'échelle de Richter, le mouvement du sol au moment d'un tremblement de terre et l'énergie libérée par un tel événement.
 - 20–C2.3c reconnaître les ondes sismiques primaires et secondaires (ondes P et S, respectivement) et les ondes de surface longitudinales et transverses en fonction de la vibration, de la direction de propagation et du pouvoir destructeur.
 - 20–C2.4c expliquer comment l'étude des ondes sismiques contribue à la compréhension de la structure interne de la Terre.
 - 20–C2.5c reconnaître et décrire les différentes couches de la Terre (c.-à-d. la lithosphère, l'asthénosphère, la mésosphère, le noyau externe et le noyau interne) selon leurs caractéristiques physiques, notamment leur densité, leur rigidité et leur épaisseur.
 - 20–C2.6c énumérer et décrire les preuves appuyant la théorie de la tectonique des plaques, c.-à-d. la localisation des volcans et des tremblements de terre, l'expansion des fonds océaniques, les massifs montagneux, l'âge des sédiments, le paléomagnétisme.
 - 20–C2.7c expliquer comment la convection de matières en fusion fournit l'énergie motrice des plaques tectoniques et expliquer l'hésitation devant l'explication selon laquelle la désintégration radioactive produirait l'énergie géothermique qui cause la tectonique des plaques.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)

(résultats axés sur la nature des sciences)

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C2.1sts expliquer qu'on se sert souvent de concepts, de modèles et de théories pour interpréter et expliquer les observations ou prédire les observations futures (**NS6a**) :
 - *examiner la théorie de la tectonique des plaques et la mesure dans laquelle elle permet d'expliquer et de prévoir les changements de la surface de la Terre.*
 - 20–C2.2sts expliquer que les sciences et la technologie ont pour objet de satisfaire les besoins de la société et d'accroître les capacités de l'être humain (**CSE1**) [**TIC F2–4.4, F2–4.8**] :
 - *décrire les limites des connaissances actuelles en matière de prévision des tremblements de terre et le besoin d'obtenir des prévisions plus précises.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir analyser et évaluer les preuves afin d'expliquer la théorie de la tectonique des plaques et la structure interne de la Terre.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C2.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- définir et cerner les problèmes, *ex. : comment situer approximativement l'épicentre d'un tremblement de terre*, à l'aide de données fournies pour faciliter des recherches **(IP–NS1)**;
 - concevoir une expérience de simulation pour déterminer l'effet d'un tremblement de terre sur une maquette de bâtiment **(IP–NS2)**;
 - rechercher les régions canadiennes sujettes aux tremblements de terre et déterminer les lieux qui risquent d'être touchés par un futur tremblement de terre **(IP–NS3)** **[TIC C7–4.2]**.

Réalisation et enregistrement de données

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C2.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- réunir et organiser des données afin d'examiner la fréquence mensuelle des tremblements de terre, leur intensité et leur localisation dans le monde **(RE–NS4)** **[TIC C7–4.2, P2–4.1]**.

Analyse et interprétation

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C2.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- effectuer des calculs estimatifs prévisionnels pour déterminer le site des tremblements de terre, les vérifier et les valider **(AI–NS3)** **[TIC C6–4.1, F1–4.2]**;
 - comparer la théorie de la dérive des continents et celle de la tectonique des plaques **(AI–CSE1)** **[TIC C2–4.2]**;
 - examiner l'application des ondes sismiques et de surface dans la conception de bâtiments antisismiques **(AI–ST4)**.

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir analyser et évaluer les preuves afin d'expliquer la théorie de la tectonique des plaques et la structure interne de la Terre.

Communication et travail d'équipe

- 20–C2.4h *L'élève doit pouvoir* travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- *utiliser les fonctions avancées d'un logiciel de traitement de texte pour insérer des tableaux, des diagrammes, du texte et des graphiques et sélectionner et utiliser des fonctions multimédias conçues pour les présentations (CT-NS2) [TIC P3–4.1, P4-4.3].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir analyser et évaluer les preuves fossiles des changements dans l'environnement et les espèces vivantes qui se sont produits sur une période de 3,5 milliards d'années.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C3.1c expliquer l'emploi des connaissances sur les radio-isotopes, la désintégration radioactive et les demi-vies pour évaluer l'âge des minéraux et des fossiles.
- 20–C3.2c décrire les types de fossilisation courants, c.-à-d. les restes biologiques, les empreintes, les traces, les pistes ou tanières servant de preuves directes de l'évolution et décrire l'importance des fossiles dans le schiste de Burgess au Canada.
- 20–C3.3c expliquer comment les couches de roche sédimentaire, ainsi que les fossiles, peuvent fournir des preuves de la chronologie, du paléoclimat, de l'évolution et des extinctions massives, *ex. : fossiles stratigraphiques et transitionnels, fossiles de reptiles et de certains types de plantes indiquant généralement un climat chaud et tropical.*
- 20–C3.4c décrire, en termes généraux, les caractéristiques principales et les espèces vivantes des quatre ères : précambrien, paléozoïque, mésozoïque et cénozoïque.
- 20–C3.5c expliquer pourquoi l'oxygène est devenu un élément important de l'atmosphère terrestre après l'évolution des plantes et de la chlorophylle.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)

(résultats axés sur la nature des sciences)

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C3.1sts expliquer que le savoir scientifique peut mener à la mise au point de nouvelles techniques, tout comme les nouveautés technologiques peuvent être la source de découvertes scientifiques (ST4) [TIC F2–4.4, F2–4.8] :
- *expliquer l'importance de la technologie pour faciliter l'étude de l'évolution du climat terrestre et des espèces vivantes (amélioration de la collecte et de la qualité de données, de leur exactitude et de leur précision), y compris les technologies de datation radiométrique (datation radioactive), de la cartographie des fonds océaniques au sonar et du système de positionnement mondial (GPS) permettant de mesurer le mouvement des plaques.*
- 20–C3.2sts expliquer que les connaissances scientifiques évoluent à mesure que de nouvelles preuves sont découvertes et que les lois et les théories sont éprouvées et, subséquentement, révisées, renforcées, réfutées ou remplacées (NS4) [TIC C7–4.2] :
- *discuter des causes probables et des indices géologiques des extinctions massives et souligner le contraste entre ces causes-là et les forces à l'origine du déclin actuel de certaines espèces.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir analyser et évaluer les preuves fossiles des changements dans l'environnement et les espèces vivantes qui se sont produits sur une période de 3,5 milliards d'années.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

20–C3.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- utiliser les indices stratigraphiques d'un site afin de prédire les structures géologiques qu'on pourrait trouver dans une région voisine (**IP–NS3**) [**TIC C6–4.1, C7–4.2**].

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

20–C3.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- réunir et organiser des données à l'aide de formats et de traitements de données pour faciliter leur interprétation afin de déterminer des conditions climatiques à partir de fossiles (**RE–NS4**) [**TIC C6–4.2, P2–4.1**].

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

20–C3.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer les solutions possibles :

- interpréter des séquences stratigraphiques simples (**AI–NS2**) [**TIC C7–4.2**];
- appliquer les divisions de temps géologique c.-à-d. : les ères, les périodes et les époques (**AI–NS1**);
- interpréter les courbes de désintégration des éléments couramment utilisés en datation radiométrique (**AI–NS2**) [**TIC C7–4.2**];
- décrire les espèces vivantes passées d'après les indices fossiles, déterminer et expliquer les sources d'erreur et exprimer les résultats sous une forme qui reflète le degré d'incertitude approprié (**AI–NS4**).

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir analyser et évaluer les preuves fossiles des changements dans l'environnement et les espèces vivantes qui se sont produits sur une période de 3,5 milliards d'années.

Communication et travail d'équipe

- 20–C3.4h *L'élève doit pouvoir* travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- *préparer une présentation de groupe en résumant les arguments en faveur des théories du gradualisme et de l'équilibre intermittent en tant que deux modèles d'évolution possibles (CT–NS1) [TIC P6–4.1];*
 - *évaluer l'emploi de méthodes individuelles et collectives pour la planification et l'exécution d'une recherche sur l'évolution des espèces vivantes menée à partir de fossiles (CT-NS3).*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 4

L'élève doit pouvoir analyser les preuves et évaluer les explications des variations climatiques qu'a subies la Terre depuis deux millions d'années.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C4.1c décrire les signes géologiques des glaciations répétées dans de vastes étendues canadiennes et dans sa propre région, *ex. : Cypress Hills, dépôts d'or du Yukon, topographie, tracé de réseaux hydrographiques, blocs erratiques, vallées en U.*
- 20–C4.2c expliquer comment les carottes de glace tirées des calottes polaires offrent des preuves de l'existence de périodes de réchauffement et de refroidissement depuis cent-mille ans.
- 20–C4.3c expliquer, en termes généraux, comment les changements climatiques de la Terre et les extinctions massives pourraient être causés par des changements ou variations de l'orbite de la Terre autour du soleil, de l'inclinaison de l'axe de la Terre, de l'énergie émise par le Soleil, de la géographie terrestre (en raison des mouvements de la croûte), de l'activité volcanique, des courants océaniques, de la composition de l'atmosphère ou de l'impact d'astéroïdes.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)

(résultats axés sur la nature des sciences)

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C4.1sts expliquer qu'on se sert souvent de concepts, de modèles et de théories pour interpréter et expliquer des observations ou prédire les observations futures (**NS6a**) :
- *décrire les limites des modèles géologiques actuels pour la prévision des futurs changements climatiques.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

- L'élève doit pouvoir*
- 20–C4.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- concevoir un plan pour examiner les données des carottes glaciaires prélevées dans des champs de glace du monde entier afin d'étudier le climat depuis deux millions d'années (**IP–NS1, IP–NS4**).

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 4

L'élève doit pouvoir analyser les preuves et évaluer les explications des variations climatiques qu'a subies la Terre depuis deux millions d'années.

Réalisation et enregistrement de données

- 20–C4.2h *L'élève doit pouvoir* mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- sélectionner les données pertinentes sur les carottes de glace pour l'étude du climat depuis deux millions d'années (**RE–NS4**);
 - *observer un glacier à partir de photographies aériennes et documenter les changements qui se sont produits au fil du temps (RE–NS4) [TIC C7–4.2].*

Analyse et interprétation

- 20–C4.3h *L'élève doit pouvoir* analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- déterminer et expliquer les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures utilisées pour décrire les climats anciens selon les données des carottes glaciaires, et exprimer les résultats sous une forme qui reflète le degré d'incertitude approprié (**AI–NS4**);
 - *distinguer entre la corrélation et la relation de cause à effet lorsqu'il décrit la relation entre le changement climatique et l'extinction massive, (AI–NS6) [TIC C7–4.2];*
 - *faire ressortir les nouvelles questions ou les nouveaux problèmes émanant des connaissances acquises (ex.: « La vitesse actuelle de la disparition des espèces est-elle comparable à celle des périodes d'extinction massive du passé ? ») (AI–NS5).*

Communication et travail d'équipe

- 20–C4.4h *L'élève doit pouvoir* travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- *synthétiser l'information issue de diverses sources pour faire des déductions concernant le réchauffement de la planète et le changement climatique, relever les données pertinentes, reconnaître les sources d'information et les citer correctement (CT–CSE2) [TIC C7–4.2, F3–4.2, F3–4.3].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Liens avec les mathématiques : Les résultats d'apprentissage suivants en mathématiques sont liés au contenu de l'unité C, mais ils ne sont pas considérés comme des préalables.

Concept :	Cours de mathématiques, domaine et résultat spécifique :
Collecte et analyse de données	Mathématiques 9 ^e année, La statistique et la probabilité (l'analyse de données), RAS 3
Analyse de graphiques	Mathématiques 10C, Relations et fonctions, RAS 1 Mathématiques 20-3, Statistique, RAS 1

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Unité D : Le changement dans les systèmes vivants

Thèmes : Énergie, équilibre, changement et systèmes

Survol : La matière se recycle et l'énergie se dissipe dans la biosphère et les écosystèmes qui la composent. Le concept d'écosystème sert à expliquer le flux énergétique et le recyclage des nutriments et à quantifier des processus à grande échelle et de longue durée. L'élève étudie la destruction de l'habitat, la succession écologique et les changements chez les populations, en accordant une attention particulière à la nécessité d'un équilibre entre les intérêts de la population humaine croissante et ceux des écosystèmes durables.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :

- Sciences 9, Unité A : Biodiversité
- Sciences 10, Unité D : Flux d'énergie dans les systèmes planétaires

Cette unité contient une introduction au cours de :

- Sciences 30, Unité A : La réaction des systèmes vivants à leur environnement

L'unité D exigera environ 25 % du temps prévu pour le cours de Sciences 20.

Liens avec les mathématiques : Se référer à la page 57.

Questions d'encadrement : Quelles sont les principales caractéristiques d'un écosystème? Comment fonctionnent le cycle de la matière et le flux d'énergie au sein de la biosphère et dans les écosystèmes? Qu'est-ce que ces connaissances suggèrent relativement à la protection de l'environnement pour les générations futures? Comment les écosystèmes et les organismes changent-ils au fil du temps et comment réagissent-ils aux dérangements naturels et humains?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend trois principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. analyser les écosystèmes et la succession écologique dans sa région et décrire les relations et les interactions entre les sous-systèmes et les composants;
2. examiner et analyser le cycle de la matière et le flux d'énergie au sein de la biosphère et des écosystèmes ainsi que les interactions entre la société et l'environnement;
3. analyser et décrire l'adaptation des organismes à leur milieu, les facteurs limitant les populations naturelles et les changements évolutifs dans un contexte écologique.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans cette unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou d'autres cours. Les résultats d'apprentissage énoncés délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- facteurs biotiques/abiotiques
- taille de la population
- succession primaire et secondaire
- destruction et remise en état de l'habitat
- diversité des espèces
- interventions humaines dans les cycles biogéochimiques (azote, carbone, eau)
- autotrophes, hétérotrophes, chaînes alimentaires, réseaux alimentaires
- niveaux trophiques, biomasse, énergie et pyramides
- croissance de la population humaine, biodiversité et capacité limite
- adaptation des organismes, sélection naturelle
- preuves de la théorie de l'évolution

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir analyser les écosystèmes et la succession écologique dans sa région et décrire les relations et les interactions entre les sous-systèmes et les composants.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 20–D1.1c mener des recherches sur un écosystème aquatique ou terrestre local et l'analyser, faire la distinction entre les facteurs biotiques et abiotiques, décrire l'influence de ces facteurs sur la taille de la population, puis :
- en déduire les effets abiotiques sur la vie, *ex. : lumière, nutriments, eau, température;*
 - en déduire les interactions de nature biotique, *ex. : relations prédateurs-proies, compétition, relations symbiotiques;*
 - en déduire l'influence du biote sur l'environnement local, *ex. : microclimats, sol, nutriments.*
- 20–D1.2c décrire les étapes principales d'une succession primaire dans un écosystème donné et la nature de sa communauté climacique, *ex. : tourbière à épinettes, dune de sable, étang, prairie.*
- 20–D1.3c établir la différence entre la succession primaire et secondaire dans un écosystème aquatique et un écosystème terrestre donnés, *ex. : étang, rivière, lac, forêt, espace vert,* et comparer les moyens naturels et artificiels servant à déclencher une succession secondaire dans un écosystème, *ex. : reforestation ou repousse après un feu de forêt, inondation ou autre catastrophe naturelle, exploitation à ciel ouvert, coupe à blanc, brûlis contrôlé par certains groupes autochtones afin de stimuler la régénération du biome des prairies.*
- 20–D1.4c décrire les répercussions possibles de la destruction d'habitats sur un écosystème.
- 20–D1.5c décrire les conséquences de l'introduction d'une nouvelle espèce ou de l'extraction massive d'une espèce établie dans un milieu donné, *ex. : dreissena polymorphe [moule zébrée], carpe et achillée millefeuille d'Eurasie dans les lacs canadiens, salicaire pourpre en Alberta, cheval ou bison dans la région des plaines de l'Alberta.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis.** Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir analyser les écosystèmes et la succession écologique dans sa région et décrire les relations et les interactions entre les sous-systèmes et les composants.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)

(résultats axés sur le contexte social et environnemental)

L'élève doit pouvoir

20–D1.1sts décrire comment la société détermine l'orientation des progrès scientifiques et technologiques (CSE4) [TIC F2–4.4] :

- *discuter du soutien public apporté aux travaux scientifiques concernant la relation prédateur-proie (ex. : introduction des loups) dans le cadre de la gestion de la faune des parcs provinciaux et nationaux.*

20–D1.2sts expliquer que la société et la technologie ont des répercussions, aussi bien intentionnelles que non intentionnelles, sur l'être humain et l'environnement (CSE3) [TIC F3–4.1] :

- *discuter, en termes de principes scientifiques, comment les projets de reforestation modifient l'orientation de la succession secondaire dans un écosystème naturel;*
- *évaluer les répercussions à long terme de la prévention des incendies et de la protection contre le feu sur la stabilité, la diversité et la productivité des populations et des écosystèmes;*
- *évaluer la disparition des habitats et déterminer la responsabilité de la société de protéger l'environnement pour les générations à venir;*
- *analyser les besoins en réhabilitation d'habitats naturels, comme la remise en état de zones humides et de marais, de forêts et de prairies naturelles, et décrire les étapes permettant d'assurer la diversité des espèces.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur le contexte social et environnemental)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

20–D1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- *élaborer un modèle pour expliquer la relation entre les populations de prédateurs et de proies, en soulignant les caractéristiques qui permettent à chaque population de s'adapter à son niveau trophique (IP–NS2);*
- *faire des recherches sur l'effet de l'exploitation forestière sur les niveaux de prédation du cerf et les sources alimentaires de ce mammifère (IP–NS1);*
- *concevoir une expérience et déterminer des variables précises pour étudier la relation entre les éléments biotiques et abiotiques d'un microécosystème (IP–NS2);*
- *évaluer et choisir les méthodes et les technologies appropriées pour évaluer l'impact de l'introduction de l'espèce X dans un milieu donné (IP–NS4) [TIC C6–4.5].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir analyser les écosystèmes et la succession écologique dans sa région et décrire les relations et les interactions entre les sous-systèmes et les composants.

Réalisation et enregistrement de données

- 20–D1.2h *L'élève doit pouvoir* mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- réaliser une observation sur le terrain, mesurer qualitativement et quantitativement les facteurs biotiques et abiotiques pertinents dans l'écosystème aquatique ou terrestre choisi, *ex. : pH, température, précipitations, dureté de l'eau, turbidité, concentration en oxygène dissous, humidité, vent, intensité lumineuse, composition du sol, plantes, animaux et micro-organismes*, et présenter les résultats sous une forme qui décrit, en termes généraux, la structure de l'écosystème (RE–NS4) [TIC C6–4.2];
 - *faire des recherches à la bibliothèque ou au moyen d'outils électroniques pour recueillir de l'information sur un sujet donné, par exemple :*
 - *priorité à la protection de l'environnement par rapport aux intérêts économiques,*
 - *les espèces en voie de disparition dans le monde,*
 - *la Convention sur la diversité biologique,*
 - *les initiatives de développement durable (RE–NS4) [TIC C1–4.1, C3–4.2].*

Analyse et interprétation

- 20–D1.3h *L'élève doit pouvoir* analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- analyser les données de l'observation sur le terrain pour déterminer les interactions des composants biotiques et abiotiques de l'écosystème étudié, *ex. : plantes dominantes, microclimats et habitats, niches et interactions communes au sein du biote (AI–NS1, AI–NS2) [TIC C7–4.2];*
 - *classer les données pertinentes recueillies lors d'observations d'une succession dans un microclimat, ex. : infusion de foin, les présenter sous forme de graphique et les interpréter (AI–NS2) [TIC C6–4.3];*
 - *analyser les données statistiques de diagrammes, de tableaux et de graphiques issus d'une séance d'information dans le cadre d'une audience publique concernant une proposition de prospection de minéraux dans une zone sensible du point de vue écologique ou culturel (AI–NS2, AI–NS3, AI–NS4) [TIC C7–4.2];*
 - *analyser les arguments avancés par les représentants de deux camps opposés, ex. : un groupe environnemental et une industrie, concernant un problème écologique afin de déterminer si ces personnes ont un parti pris (AI–NS4, AI–CSE1) [TIC C2–4.1, C2–4.2];*
 - *formuler de nouvelles questions à partir des recherches menées, par exemple : « Doit-on lutter contre les feux de forêt d'origine naturelle? » (AI–NS5).*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir analyser les écosystèmes et la succession écologique dans sa région et décrire les relations et les interactions entre les sous-systèmes et les composants.

Communication et travail d'équipe

- 20–D1.4h *L'élève doit pouvoir* travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- *obtenir des commentaires de la part des autres sur une question environnementale (CT–NS1);*
 - *participer à divers forums de discussion virtuels pour recueillir et partager de l'information concernant des questions écologiques (CT–NS1) [TIC C5–4.2];*
 - *créer une affiche expliquant les initiatives mises en œuvre par le secteur industriel afin de protéger l'environnement (CT–NS2) [TIC P4–4.2].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir examiner et analyser le cycle de la matière et le flux d'énergie au sein de la biosphère et des écosystèmes ainsi que les interactions entre la société et l'environnement.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 20–D2.1c définir les cycles biogéochimiques de l'azote, du carbone, de l'oxygène et de l'eau et décrire, en termes généraux, leurs relations d'interdépendance à partir des connaissances sur le cycle hydrologique acquises en Sciences 10, Unité D.
- 20–D2.2c décrire les facteurs naturels et artificiels ayant une influence sur les cycles biogéochimiques :
- cycle de l'azote, *ex. : contribution des secteurs automobile, agricole et industriel à la production d'acide nitrique par la combinaison des NO_x et de l'eau, azote contenu dans le fumier et l'engrais;*
 - cycle du carbone, *ex.: émissions d'oxydes de carbone issues de l'extraction, de la distribution et de l'utilisation de combustibles fossiles, dégagements associés à la déforestation et à l'industrie du ciment;*
 - cycle de l'eau, *ex. : extraction d'eau souterraine, barrages hydro-électriques et irrigation.*
- 20–D2.3c analyser et décrire le flux d'énergie dans un écosystème à l'aide des concepts de conservation et flux de l'énergie (deuxième loi de la thermodynamique), d'entrées et sorties d'énergie dans les niveaux trophiques et dans les réseaux, et de réseaux, chaînes et pyramides alimentaires, ainsi que d'exemples précis d'autotrophes et d'hétérotrophes.
- 20–D2.4c expliquer pourquoi la taille d'une population et la biomasse sont en relation directe avec le niveau trophique de l'espèce et expliquer comment décrire les niveaux trophiques en termes de pyramides des nombres, de biomasse ou d'énergie.

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir examiner et analyser le cycle de la matière et le flux d'énergie au sein de la biosphère et des écosystèmes ainsi que les interactions entre la société et l'environnement.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS) (résultats axés sur le contexte social et environnemental)

L'élève doit pouvoir

- 20–D2.1sts expliquer que les sciences et la technologie ont des répercussions, aussi bien voulues que non voulues, sur l'être humain et l'environnement (CSE3) [TIC F3–4.1] :
- *évaluer si les efforts de réduction de l'impact des humains sur les cycles biogéochimiques sont viables, en prenant en compte divers points de vue, ex. : parmi les questions soulevées par l'injection des déchets dangereux en puits profonds et dans les grands fonds océaniques, on trouve celles des propriétés des déchets, de leur concentration, de l'incertitude, des préoccupations écologiques, des risques et des bienfaits pour la santé des êtres humains et des organismes, ainsi que la question des coûts;*
 - *évaluer l'influence de la société et l'impact de diverses technologies sur le cycle de l'azote;*
 - *discuter de l'utilisation de l'eau par la société, des effets de cette utilisation sur la qualité et la quantité d'eau dans les écosystèmes et de la nécessité d'épurer et de conserver l'eau, en étudiant notamment le secteur manufacturier, le secteur pétrolier, les systèmes agricoles, le secteur minier et la consommation domestique quotidienne d'eau.*
- 20–D2.2sts expliquer que les sciences et la technologie ont pour objet de répondre aux besoins de la société et d'accroître les capacités de l'être humain (CSE1) [TIC F2–4.8] :
- *mettre en contraste le régime alimentaire des populations des pays en voie de développement et celui des populations des pays développés en termes d'efficacité énergétique et de répercussions environnementales, et imaginer des moyens d'enrayer à l'avenir les pénuries alimentaires.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés (résultats axés sur le contexte social et environnemental)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

- 20–D2.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- *concevoir une étude en vue de comparer la production de dioxyde de carbone des plantes à celle des animaux (IP–NS1, IP–NS2, IP–NS3, IP–NS4);*
 - *émettre des hypothèses sur la façon dont des changements dans le cycle du carbone à la suite de l'utilisation de combustibles fossiles pourraient se répercuter sur d'autres cycles biogéochimiques, ex. : ceux du soufre, du fer ou de l'eau (IP–NS3);*
 - *prédire les perturbations du cycle de l'azote qui sont dues à l'activité humaine (IP–NS3).*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir examiner et analyser le cycle de la matière et le flux d'énergie au sein de la biosphère et des écosystèmes ainsi que les interactions entre la société et l'environnement.

Réalisation et enregistrement de données

- L'élève doit pouvoir*
- 20–D2.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques afin de recueillir et d'enregistrer des données et de l'information :
- dessiner, à la main ou par ordinateur, des diagrammes annotés de flux d'énergie dans des chaînes, des réseaux et des pyramides alimentaires (**RE–NS4**).

Analyse et interprétation

- L'élève doit pouvoir*
- 20–D2.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- décrire différents moyens de présenter les données relatives au flux d'énergie dans le cas des écosystèmes : pyramides des biomasses, des nombres ou des énergies (**AI–NS4, AI–NS5, AI–NS6**);
 - évaluer la pertinence, la fiabilité et le caractère adéquat des données et des méthodes de collecte de données, notamment en étudiant la crédibilité, la fiabilité et la validité de l'information recueillie électroniquement (**AI–NS4**) [**TIC C3–4.1, C3–4.2**];
 - évaluer le bien-fondé de la décision d'employer une technologie, ex. : injection de déchets en puits profond, pour résoudre un problème (**AI–CSE2**) [**TIC C6–4.5**].

Communication et travail d'équipe

- L'élève doit pouvoir*
- 20–D2.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- utiliser les fonctions avancées d'un logiciel de traitement de texte pour insérer des tableaux, des diagrammes, du texte et des graphiques dans les réseaux alimentaires et les budgets énergétiques de divers niveaux trophiques dans un écosystème (**CT–NS2**) [**TIC P4–4.3**];
 - avancer des arguments sur une question telle que l'essor de l'immobilier d'habitation et d'autres installations dans le parc national Banff ou Jasper (**CT–CSE3**) [**TIC C2–4.1, C7–4.2**];
 - participer à une recherche de groupe concernant l'incidence de l'activité humaine sur les cycles biogéochimiques et présenter les résultats à l'aide des outils multimédias appropriés (**CT–CSE1, CT–CSE2**) [**TIC P3–4.1**].

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, ne font pas partie du programme requis. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir analyser et décrire l'adaptation des organismes à leur milieu, les facteurs limitant les populations naturelles et les changements évolutifs dans un contexte écologique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 20–D3.1c décrire la mutation comme la cause principale de variations génétiques dans les espèces et les populations, déterminer le rôle de la reproduction sexuée dans la création de variabilité entre les individus et décrire les forces motrices de l'évolution.
- 20–D3.2c décrire l'adaptation des espèces au fil du temps, *ex. : résistance des bactéries aux antibiotiques, longueur du cou de la girafe, vitesse de la gazelle*, comme étant dû à des variations dans une population, à la taille de la population et à des changements environnementaux.
- 20–D3.3c décrire les preuves de l'évolution par sélection naturelle, *ex. : fossiles, biogéographie, embryologie, structures homologues et vestigiales, recherche biochimique*.
- 20–D3.4c comparer le gradualisme et l'équilibre intermittent.
- 20–D3.5c décrire comment les facteurs tels que l'espace, l'accumulation de déchets, *ex. : salinisation du sol*, la compétition, les innovations technologiques, les pratiques d'irrigation, *ex. : fermiers d'Hohokam*, et la disponibilité des ressources alimentaires influent sur la taille des populations.
- 20–D3.6c comparer le schéma de croissance de la population humaine à celui d'autres espèces.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS) (résultats axés sur la nature des sciences)

- L'élève doit pouvoir*
- 20–D3.1sts expliquer que le savoir et les théories scientifiques progressent grâce aux hypothèses formulées, aux preuves résultant de la recherche et de l'observation et aux explications qu'on peut en tirer (NS2) :
- *discuter de la nature des sciences en tant que moyen de connaître, en étudiant notamment la contribution de Buffon, de Lyell, de Malthus et de Wallace à la théorie de l'évolution;*
 - *décrire comment la paléontologie a fourni des données d'une grande valeur dans la recherche d'une explication des variations observées chez les organismes vivants (chevaux, poissons) au fil du temps;*
 - *comparer l'explication des changements évolutifs formulée par Lamarck à celle de Darwin.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir analyser et décrire l'adaptation des organismes à leur milieu, les facteurs limitant les populations naturelles et les changements évolutifs dans un contexte écologique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

- 20–D3.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- *élaborer un projet de recherche pour mesurer ou décrire une variation héréditaire observée dans une population végétale ou animale (IP–NS1, IP–NS2, IP–NS3, IP–NS4).*

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

- 20–D3.2h mener des recherches sur les relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- recueillir des données tirées de l'observation d'organismes ou de simulations pour démontrer comment les caractères héréditaires changent au fil du temps, *ex. : pinsons de Darwin, bactéries, plantes et animaux domestiques (RE–NS1, RE–NS4).*

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

- 20–D3.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- analyser des données tirées de l'observation d'organismes ou de simulations pour démontrer comment les caractères héréditaires changent au fil du temps, *ex. : pinsons de Darwin, bactéries, plantes et animaux domestiques (AI–NS2) [TIC C7–4.2];*
 - démontrer et évaluer les effets des facteurs environnementaux sur les courbes de croissance des populations (AI–NS2, AI–NS6) [TIC C7–4.2];
 - *utiliser des données calculées ou relevées afin de représenter graphiquement la croissance des populations montrant des croissances exponentielles et sigmoïdes (logistiques) (AI–NS2) [TIC C6–4.2, C6–4.3];*
 - *appliquer la courbe de croissance des populations ouvertes afin de déterminer l'impact à long terme sur la capacité limite de la Terre et les besoins en ressources naturelles pour une population humaine en pleine croissance (AI–NS2, AI–NS4, AI–NS6);*
 - *analyser les processus régissant le type de croissance des populations humaines qui sont différents de ceux régissant les populations naturelles (AI–NS2) [TIC C7–4.2].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir analyser et décrire l'adaptation des organismes à leur milieu, les facteurs limitant les populations naturelles et les changements évolutifs dans un contexte écologique.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

20–D3.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :

- *discuter de l'influence de Darwin sur la science et la société modernes (CT–NS1).*

Liens avec les mathématiques : Les résultats d'apprentissage suivants en mathématiques sont liés au contenu de l'unité D, mais ils ne sont pas considérés comme des préalables.

Concept :

Cours de mathématiques, domaine et résultat spécifique :

Collecte et analyse de données

Mathématiques 9^e année, La statistique et la probabilité (l'analyse de données), RAS 1 et 3

Taux et proportions

Mathématiques 8^e année, Le nombre, RAS 3

Analyse de graphiques

Mathématiques 10C, Relations et fonctions, RAS 1
Mathématiques 20-3, Statistique, RAS 1

SCIENCES 30

Le programme d'études de Sciences 30 comporte quatre unités d'apprentissage :

A : La réaction des systèmes vivants à leur environnement

B : La chimie et l'environnement

C : L'énergie électromagnétique

D : L'énergie et l'environnement

Attitudes à cultiver

L'élève doit être encouragé à cultiver des attitudes propres à favoriser l'acquisition et l'utilisation responsable de connaissances en sciences et en technologie. Il faut favoriser le développement des attitudes décrites ci-dessous tout au long du cours de Sciences 30, parallèlement à l'atteinte des résultats d'apprentissage relatifs aux connaissances, aux habiletés et à l'interaction des sciences, de la technologie et de la société (STS).

Intérêt envers les sciences

L'élève est encouragé à

s'intéresser aux questions et problèmes de nature scientifique et développer son intérêt personnel pour les domaines scientifiques et connexes, et y explorer les possibilités de carrière :

- *chercher les réponses aux questions qu'il génère;*
- *explorer et utiliser une variété de méthodes et de ressources pour améliorer ses connaissances et ses habiletés;*
- *faire preuve d'esprit critique et être constructif dans son évaluation des nouvelles théories et techniques;*
- *utiliser le vocabulaire et les principes scientifiques dans les discussions quotidiennes;*
- *prendre conscience de l'utilité des mathématiques et d'une aptitude à résoudre les problèmes;*
- *s'intéresser aux sciences et aux technologies qui ne présentent pas de lien direct avec leurs études précédentes;*
- *reconnaître l'importance d'établir des relations entre diverses disciplines scientifiques;*
- *s'intéresser à poursuivre des études plus poussées en science;*
- *se renseigner sur les institutions où il pourra faire des études plus poussées en sciences et en technologie et sur les carrières connexes;*
- *reconnaître que des emplois à temps partiel nécessitent des connaissances et des habiletés liées aux sciences et à la technologie.*

Respect à l'égard d'autrui

L'élève est encouragé à

reconnaître que le savoir scientifique découle de l'interaction des idées proposées par des personnes dont les opinions et la formation diffèrent :

- *utiliser une approche à plusieurs points de vue, tenant compte des facteurs scientifiques, technologiques, économiques, culturels, politiques et environnementaux pour formuler des conclusions, résoudre les problèmes ou prendre des décisions concernant un problème de STS;*
- *chercher attentivement et discuter ouvertement des dilemmes éthiques associés aux applications des sciences et de la technologie;*
- *explorer les perspectives, les attitudes et les croyances personnelles à l'égard des progrès scientifiques et technologiques;*
- *reconnaître la contribution des sciences et de la technologie au progrès des civilisations;*

- *favoriser le progrès technologique et scientifique en regard des besoins des êtres humains;*
- *reconnaitre que la méthode scientifique est l'une des nombreuses façons de voir l'univers;*
- *reconnaitre les contributions des hommes et des femmes à la recherche;*
- *reconnaitre les contributions des Canadiennes et Canadiens à la recherche.*

Esprit scientifique

L'élève est encouragé à

chercher et utiliser des preuves pour évaluer différentes démarches par rapport aux questions, à la recherche ou à la résolution de problèmes :

- *tenir compte des contextes sociaux et culturels dans lesquels une théorie est développée;*
- *reconnaitre la relation qui existe entre la résolution de problèmes scientifiques et la mise au point de nouvelles technologies;*
- *étudier soigneusement les preuves avant d'accepter une nouvelle idée ou une nouvelle explication;*
- *faire preuve d'un esprit critique dans son évaluation des applications des sciences;*
- *remettre en question les arguments lorsque les preuves, les explications ou les positions ne reflètent pas la diversité des perspectives existantes;*
- *faire preuve d'un esprit critique face à des arguments fondés sur l'utilisation fautive, incomplète ou trompeuse de chiffres;*
- *reconnaitre l'importance de l'examen des hypothèses de base à l'origine d'un champ d'enquête;*
- *insister sur le fait que les hypothèses fondamentales sur lesquelles se fonde un raisonnement doivent être énoncées de manière explicite afin qu'il soit possible de juger de la validité du raisonnement;*
- *évaluer les inférences et les conclusions tout en étant gardant à l'esprit les nombreuses variables en cause dans l'expérimentation;*
- *poser des questions et effectuer une recherche pour s'assurer de bien comprendre;*
- *ne pas ménager les efforts et le temps requis pour faire des inférences valides;*
- *rechercher de nouveaux modèles, de nouvelles explications et théories lorsque des écarts se produisent.*

Collaboration

L'élève est encouragé à

travailler en collaboration pour planifier et faire des recherches, de même que trouver et évaluer des idées :

- *accorder la même attention et la même énergie aux activités menées par le groupe que s'il s'agissait d'un travail personnel;*
- *être attentif au discours des autres, rechercher des points de vue différents et envisager les nombreuses perspectives;*
- *utiliser une technologie de communication appropriée pour obtenir les commentaires des autres;*
- *participer à différents forums de discussion virtuels.*

Sens des responsabilités

L'élève est encouragé à

faire preuve de sensibilité et de sens des responsabilités dans sa poursuite d'un équilibre entre les besoins de l'être humain et un environnement durable :

- *assumer une partie de la responsabilité collective pour ce qui est de l'impact des êtres humains sur l'environnement;*

- *participer aux activités civiles liées à la préservation et à l'utilisation judicieuse de l'environnement et de ses ressources;*
- *encourager ses pairs ou les membres de sa communauté à participer à un projet lié à la durabilité;*
- *considérer toutes les perspectives quand il est question de problèmes et de la pondération de facteurs scientifiques, technologiques et écologiques;*
- *tenir compte des effets positifs et négatifs sur les êtres humains et la société, des changements environnementaux causés par la nature et par les êtres humains;*
- *participer aux réseaux sociaux et politiques qui influencent les politiques environnementales dans sa communauté;*
- *promouvoir les actions qui ne sont pas nocives pour l'environnement;*
- *prendre des décisions personnelles fondées sur un sens des responsabilités envers les parties moins privilégiées de la communauté mondiale et envers les générations futures;*
- *avoir un esprit critique en ce qui concerne les conséquences à court et long terme de la durabilité.*

Sécurité

L'élève est encouragé à

se soucier de la sécurité au moment de planifier, d'exécuter et de revoir des activités, en se référant au Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et aux renseignements sur l'étiquette des produits de consommation :

- *considérer la sécurité comme une restriction utile dans le contexte des entreprises scientifiques et technologiques;*
- *lire les étiquettes sur les matériaux avant de les utiliser, interpréter les symboles du SIMDUT et consulter un document de référence si les symboles de sécurité ne sont pas compris;*
- *manipuler les matériaux avec précaution, en étant conscient des risques et des conséquences de ses actions;*
- *assumer la responsabilité de la sécurité de tous ceux qui partagent un environnement de travail commun en nettoyant après chaque activité et en éliminant les matériaux conformément aux directives de sécurité;*
- *chercher immédiatement de l'aide pour toute situation exigeant les premiers soins, telles les coupures, les brûlures ou les réactions anormales;*
- *garder son poste de travail en ordre et n'y tenir que le matériel de laboratoire nécessaire;*
- *se montrer critique quant à une méthode, une conception ou un usage particulier de matériaux qui n'est pas sécuritaire ou qui pourrait avoir un impact négatif sur l'environnement;*
- *utiliser la sécurité et l'élimination des déchets comme un critère pour l'évaluation d'une expérience;*
- *inscrire les mesures de précautions relatives à la sécurité et à l'élimination des déchets dans les procédures de laboratoire.*

Unité A : La réaction des systèmes vivants à leur environnement

Thèmes : Énergie, équilibre, matière et systèmes

Survol : Le corps humain est en constante interaction avec son environnement externe. Dans cette unité, l'élève apprend que le système circulatoire participe à cette interaction entre les cellules sanguines et le milieu externe et qu'avec le système immunitaire, il défend le corps contre les pathogènes. L'élève applique les principes de l'hérédité et de la génétique moléculaire pour expliquer les troubles humains et pour évaluer les risques et les avantages des technologies génétiques.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :

- Sciences 10, Unité C : Cycle de la matière dans les systèmes vivants
- Sciences 20, Unité D : Le changement dans les systèmes vivants

L'unité A occupera environ 25 % du temps prévu pour le cours de Sciences 30.

Liens avec les mathématiques : Se référer à la page 70.

Questions d'encadrement : Comment la structure et le rôle du système circulatoire humain contribuent-ils à préserver la santé humaine? Quels sont les mécanismes de défense du corps humain? Quels sont les principes de base de la génétique mendélienne et comment peuvent-ils être appliqués au traitement des maladies génétiques? Quels sont les risques, les avantages et les problèmes éthiques liés à la technologie génétique actuelle?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend trois principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. analyser la façon dont le système circulatoire humain favorise l'interaction entre les cellules sanguines et l'environnement externe et effectuer des recherches sur la santé cardiovasculaire;
2. analyser les mécanismes de défense utilisés par le corps humain pour se protéger des pathogènes de l'environnement externe;
3. appliquer les principes de l'hérédité et de la génétique moléculaire pour expliquer le rôle des traits héréditaires dans l'apparition de certains troubles humains, les risques et les avantages de la technologie génétique ainsi que la nécessité d'un questionnement éthique concernant l'application des connaissances scientifiques.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans cette unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou dans le cadre d'autres cours. Les résultats d'apprentissage énoncés délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- structure et fonction de l'appareil circulatoire
- composition du tissu sanguin humain et fonction du sang
- réaction immunitaire aux pathogènes et mécanismes de défense
- santé cardiovasculaire
- comportement des chromosomes
- principes de la génétique mendélienne
- acide désoxyribonucléique (ADN) et synthèse de protéines
- mutations et thérapie génique

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir analyser la façon dont le système circulatoire humain favorise l'interaction entre les cellules sanguines et l'environnement externe et effectuer des recherches sur la santé cardiovasculaire.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

- 30-A1.1c décrire les principales structures du cœur et les vaisseaux sanguins qui y sont associés, ex. : ventricules, oreillettes, septums, valvules (noms précis non requis), aorte, veines caves, artères et veines pulmonaires, artères coronaires.
- 30-A1.2c décrire la contraction rythmique du cœur et son rôle dans la circulation sanguine générale dans les voies pulmonaires et systémiques.
- 30-A1.3c décrire la structure et la fonction des vaisseaux sanguins et la circulation du sang dans les artères, les artérioles, les veinules, les veines et les capillaires.
- 30-A1.4c décrire les principaux constituants du sang (plasma, globules rouges et blancs, plaquettes, protéines sanguines dont les anticorps, l'hémoglobine et les hormones) et leur rôle dans le transport des substances (nutriments, déchets, gaz, hormones), la coagulation, la résistance aux effets des agents pathogènes et la distribution de l'énergie thermique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)

(résultats axés sur le contexte social et environnemental)

L'élève doit pouvoir

- 30-A1.1sts décrire comment la société détermine l'orientation des progrès scientifiques et technologiques (CSE4) [TIC F2-4.4, F2-4.8] :
- *mener des recherches sur la relation entre l'activité physique, le mode de vie, le régime alimentaire, le sexe et la santé cardiovasculaire en étudiant la pression artérielle, le rythme cardiaque et les taux de cholestérol afin de pouvoir expliquer cette relation.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir analyser la façon dont le système circulatoire humain favorise l'interaction entre les cellules sanguines et l'environnement externe et effectuer des recherches sur la santé cardiovasculaire.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

- 30-A1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- concevoir une expérience afin de déterminer les effets de l'activité physique, des émotions, du sexe ou de substances chimiques comme la caféine sur la pression artérielle et le rythme cardiaque (**IP-NS2**) [**TIC C7-4.2**].

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

- 30-A1.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- mesurer le rythme cardiaque et la pression artérielle au repos et déterminer les effets de l'activité physique sur ces deux facteurs (**RE-NS2, RE-NS3**);
 - observer des lames préparées ou des images électroniques de sang humain (**RE-NS2**) [**TIC C1-4.2**];
 - *faire la dissection d'un cœur pour en reconnaître les principales parties et déterminer la direction de la circulation sanguine dans cet organe* (**RE-NS2, RE-NS4**);
 - *utiliser un logiciel informatique ou des vidéos afin d'observer le rôle du cœur et la circulation sanguine dans cet organe, y compris le fonctionnement des valvules qui régulent la circulation du sang* (**RE-NS1**) [**TIC C6-4.4**].

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

- 30-A1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- schématiser la circulation du sang dans un cœur de mammifère (**RE-NS4**);
 - *faire des recherches sur la relation entre le rythme cardiaque et la taille d'un organisme et la représenter sous forme de courbe* (**AI-NS2**) [**TIC C1-4.1, C6-4.3, C7-4.2**];
 - *évaluer la pertinence de l'hypothèse selon laquelle la circulation sanguine peut s'expliquer en fonction de forces des marées* (**AI-NS6**);
 - *déterminer par extrapolation le nombre de battements de cœur par année ou le volume de sang qui circule en une année en fonction du rythme cardiaque de repos* (**AI-NS3**) [**TIC C6-4.1**];

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir analyser la façon dont le système circulatoire humain favorise l'interaction entre les cellules sanguines et l'environnement externe et effectuer des recherches sur la santé cardiovasculaire.

- *comparer, à l'aide d'une simulation, une personne en bonne santé, un athlète et une personne souffrant d'un trouble cardiaque en termes de besoins en oxygène, de débit cardiaque et de blocage des vaisseaux (AI-NS2, AI-NS6) [TIC C7-4.2, F1-4.1].*

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30-A1.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :

- employer la notation du Système international (SI), de même que les unités fondamentales et dérivées qui conviennent, ainsi que les chiffres significatifs (CT-NS2)*;
- utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques qui conviennent pour communiquer des idées, des plans et des résultats (CT-SN2)*;
- *sélectionner et utiliser des outils multimédias pour présenter les résultats concernant l'influence de divers facteurs tels que le mode de vie et la génétique sur la tension artérielle (CT-NS2) [TIC C1-4.4, C7-4.3, P3-4.1, P6-4.1].*

*À développer tout au long du cours.

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir analyser les mécanismes de défense utilisés par le corps humain pour se protéger des pathogènes de l'environnement externe.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 30-A2.1c expliquer comment les pathogènes de l'environnement, *ex. : parasites véhiculés par les moustiques, bactéries, virus*, pénètrent dans le système circulatoire et peuvent compromettre la santé.
- 30-A2.2c décrire, en termes généraux, la fonction de divers mécanismes corporels, y compris les sécrétions cutanées et corporelles (larmes, acide gastrique), dans la prévention de l'entrée des pathogènes dans les tissus corporels.
- 30-A2.3c décrire, en termes généraux, le développement de l'immunité à certains pathogènes, la réaction du système immunitaire aux antigènes étrangers et le rôle des macrophages, des lymphocytes B, des lymphocytes T auxiliaires, des lymphocytes T cytotoxiques, des lymphocytes T suppresseurs, des lymphocytes à mémoire et des anticorps.
- 30-A2.4c expliquer le rapport mutuel entre les maladies auto-immunes et le système immunitaire humain *ex. : sclérose en plaques, arthrite, lupus*.
- 30-A2.5c analyser la façon dont les vaccins protègent contre les bactéries et les virus pathogènes.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS) (résultats axés sur le contexte social et environnemental)

- L'élève doit pouvoir*
- 30-A2.1sts décrire en quoi la société détermine l'orientation des progrès scientifiques et technologiques (CSE4) [TIC F2-4.4, F2-4.8] :
- *décrire comment les programmes de vaccination favorisent le contrôle des épidémies ou la gestion des risques de propagation d'éventuelles infections, comme le tétanos, la variole et la grippe;*
 - *décrire comment l'amélioration des conditions sanitaires, de l'hygiène personnelle et de l'accès à l'eau potable a grandement réduit le nombre de maladies contagieuses, discuter de la nécessité constante d'être vigilant et faire des recherches sur les modes de transmission de maladies telles que la typhoïde, le choléra et les maladies gastro-intestinales.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés (résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

- L'élève doit pouvoir*
- 30-A2.1h poser des questions au sujet de rapports observés et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- *sélectionner les procédures et l'équipement approprié afin d'effectuer une recherche sur les divers moyens utilisés par le corps humain pour se défendre contre les maladies (IP-NS4) [TIC C6-4.4, C6-4.5];*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir analyser les mécanismes de défense utilisés par le corps humain pour se protéger des pathogènes de l'environnement externe.

- *élaborer une étude pour vérifier l'efficacité d'un médicament, en se servant d'un placebo dans un essai à double insu (IP-NS1, IP-NS2, IP-NS4).*

Réalisation et enregistrement de données

- 30-A2.2h *L'élève doit pouvoir* mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- *effectuer des recherches sur les divers moyens utilisés par le corps pour se défendre contre les maladies et synthétiser les renseignements obtenus (RE-NS1) [TIC C7-4.2];*
 - *réaliser une étude biogéographique afin de comparer l'incidence d'une maladie comme l'encéphalite du Nil occidental, la fièvre hémorragique d'Ebola ou la lèpre (maladie de Hansen), dans diverses régions du monde (RE-NS1) [TIC C7-4.2];*
 - *effectuer une simulation de réaction immunitaire à l'aide d'une maquette ou d'une simulation informatisée (RE-NS3).*

Analyse et interprétation

- 30-A2.3h *L'élève doit pouvoir* analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- *évaluer la recherche destinée à la mise au point d'un vaccin contre le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) (AI-CSE1);*
 - *comparer l'utilisation de preuves anecdotique et statistiques pour valider une interprétation ou une conclusion scientifique (NS5d, AI-NS4) [TIC C2-4.2];*
 - *évaluer les conséquences des résultats trouvés en réponse à certaines questions, des résultats tels que les raisons pour lesquelles certaines personnes choisissent de ne pas se faire vacciner ou les raisons pour lesquelles l'incidence de la tuberculose est en hausse (AI-CSE4);*
 - *examiner les conséquences éthiques et pratiques de l'expérimentation sur les animaux d'un médicament ou d'un traitement destiné à l'être humain (AI-CSE4).*

Communication et travail d'équipe

- 30-A2.4h *L'élève doit pouvoir* travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- *sélectionner et utiliser des outils multimédias pour présenter des résultats concernant l'efficacité de la vaccination contre certaines formes de maladie comme la tuberculose (CT-NS2) [TIC C1-4.4, C7-4.3, P3-4.1, P6-4.1].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir appliquer les principes de l'hérédité et de la génétique moléculaire pour expliquer le rôle des traits héréditaires dans l'apparition de certains troubles humains, les risques et les avantages de la technologie génétique ainsi que la nécessité d'un questionnement éthique concernant l'application des connaissances scientifiques.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 30-A3.1c décrire, de façon générale, le comportement des chromosomes pendant la mitose, la méiose et la fécondation.
- 30-A3.2c expliquer l'hérédité de traits uniques à l'aide de l'échiquier de Punnett, en appliquant les connaissances actuelles en matière de gène, de ségrégation et de dominance.
- 30-A3.3c faire la distinction entre les modes d'hérédité autosomiques et liés au sexe.
- 30-A3.4c décrire la structure de l'ADN de la façon suivante :
- en l'identifiant comme une structure à double hélice;
 - en citant ses principaux composants comme étant des nucléotides;
 - en identifiant les appariements de base entre les brins de la double hélice.
- 30-A3.5c expliquer le déroulement général de la réplication de l'ADN.
- 30-A3.6c décrire une fonction primaire de l'ADN en expliquant comment la séquence d'acides aminés d'un polypeptide (protéine) est déterminée par la séquence des triplets de bases de l'ADN, *ex. : utiliser un tableau faisant correspondre des triplets de bases de l'ADN et des acides aminés.*
- 30-A3.7c décrire le rôle des protéines dans le corps humain en tant que molécules de régulation (enzymes), molécules structurelles et source d'énergie.
- 30-A3.8c décrire comment des mutations de l'ADN provoquent la production de protéines qui entraînent des troubles chez l'être humain, *ex. : anémie falciforme ou drépanocytose, hémophilie, chorée de Huntington, fibrose kystique ou mucoviscidose.*
- 30-A3.9c décrire, en termes généraux, ce qu'est le génie génétique, ses applications en thérapie génique et la mise au point d'organismes génétiquement modifiés.
- 30-A3.10c expliquer comment les bactéries et les virus peuvent devenir résistants, à l'aide des concepts de la mutation, du transfert plasmidique, de la transformation et de la sélection naturelle.

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir appliquer les principes de l'hérédité et de la génétique moléculaire pour expliquer le rôle des traits héréditaires dans l'apparition de certains troubles humains, les risques et les avantages de la technologie génétique ainsi que la nécessité d'un questionnement éthique concernant l'application des connaissances scientifiques.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS) (résultats axés sur le contexte social et environnemental)

L'élève doit pouvoir

- 30–A3.1sts expliquer que les sciences et la technologie ont pour objet de répondre aux besoins de la société et d'accroître les capacités de l'être humain (**CSE1**) [**TIC F2–4.8**] :
- *explorer les conséquences médicales et éthiques potentielles pour la société du projet du génome humain et d'autres projets de séquençage du génome;*
 - *étudier l'évolution des modes d'élevage des animaux et de culture des plantes au fil du temps, en commençant par les pratiques traditionnelles, ex. : culture du maïs chez les Hopis, les Hurons ou les Iroquois, en passant par les travaux de Mendel sur l'hérédité, jusqu'à la contribution de nombreux scientifiques à la découverte de la structure moléculaire de l'ADN et à la mise au point de technologies de recombinaison de l'ADN.*
- 30–A3.2sts expliquer que les décisions visant l'évolution des sciences et de la technologie s'appuient sur une foule de considérations d'ordre social, culturel, environnemental, éthique et économique, entre autres (**CSE4b**) :
- *évaluer les risques et les avantages de la technologie génétique, ex. : recherche sur les cellules souches, accès au dépistage génétique, organismes génétiquement modifiés, et la nécessité de prendre en compte des considérations éthiques.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés (résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

- 30–A3.1h poser des questions au sujet de rapports observés et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- *faire des prédictions concernant la probabilité d'hérédité des traits spécifiques (**IP–NS3**) [**TIC C6–4.1**];*
 - *formuler une question vérifiable qui montrerait l'influence de l'environnement sur des maladies telles que le diabète de type 2 dans diverses populations (**IP–NS1**);*
 - *élaborer un protocole expérimental afin d'étudier chez un organisme génétiquement modifié, par exemple le canola, le maïs ou le soya, un caractère acquis par génie génétique (**IP–NS4**).*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir appliquer les principes de l'hérédité et de la génétique moléculaire pour expliquer le rôle des traits héréditaires dans l'apparition de certains troubles humains, les risques et les avantages de la technologie génétique ainsi que la nécessité d'un questionnement éthique concernant l'application des connaissances scientifiques.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30-A3.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- examiner à l'aide d'un arbre généalogique l'hérédité familiale d'un caractère particulier contrôlé par une seule paire de gènes (**RE-NS2**);
- *recueillir des données sur la fréquence de maladies héréditaires comme l'anémie falciforme ou drépanocytose, ou la maladie de Tay-Sachs, dans diverses populations (RE-NS1) [TIC C7-4.2];*
- *effectuer des recherches sur les rapports entre les mutagènes présents dans l'environnement et le taux de mutation, et intégrer et synthétiser les renseignements obtenus (RE-NS1) [TIC C7-4.2];*
- *faire des recherches sur les rapports entre la virulence d'un pathogène et le degré d'hétérogénéité au sein d'une population, par exemple les répercussions d'une maladie introduite par les Européens dans les populations autochtones de l'Amérique du Nord (RE-NS1) [TIC C7-4.2];*
- *faire une simulation de la production de protéines, à l'aide de maquettes (RE-NS3).*

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30-A3.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- interpréter les régularités et les tendances relevées dans des données sur l'hérédité autosomique et liée au sexe (**AI-NS2**) [TIC C6-4.2, C7-4.2];
- prédire, quantitativement, les probabilités de l'acquisition d'un trait particulier selon les modes d'hérédité autosomique et lié au sexe (**AI-NS2**) [TIC C6-4.1];
- *recenser et évaluer les applications possibles du génie génétique dans les domaines de la santé et de l'agriculture (AI-CSE4) [TIC C2-4.1, F2-4.4];*
- *faire des recherches et évaluer les conséquences à long terme de l'utilisation de savons antibactériens et d'antibiotiques sur les populations bactériennes (AI-NS2) [TIC C6-4.1, C7-4.2].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir appliquer les principes de l'hérédité et de la génétique moléculaire pour expliquer le rôle des traits héréditaires dans l'apparition de certains troubles humains, les risques et les avantages de la technologie génétique ainsi que la nécessité d'un questionnement éthique concernant l'application des connaissances scientifiques.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30–A3.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :

- *faire des recherches en groupe pour étudier l'hérédité d'un trait humain contrôlé par une seule paire de gènes, comme la capacité de rouler la langue, les lobes d'oreille attachés (CT–NS1, CT–NS2);*
- *faire des recherches permettant d'élaborer un point de vue sur les organismes génétiquement modifiés, présenter ce point de vue et le défendre (CT–CSE3) [TIC C1–4.4].*

Liens avec les mathématiques : Les résultats d'apprentissage suivants en mathématiques sont liés au contenu de l'unité A, mais ils ne sont pas considérés comme des préalables.

Concept :

Cours de mathématiques, domaine et résultat spécifique :

Collecte et analyse de données

Mathématiques 9^e année, La statistique et la probabilité (l'analyse de données), RAS 1 et 3

Mesure et conversion d'unités

Mathématiques 10C, Mesure, RAS 2
Mathématiques 10-3, Mesure, RAS 1
Mathématiques 20-3, Algèbre, RAS 3

Analyse de graphiques

Mathématiques 10C, Relations et fonctions, RAS 1 et 4
Mathématiques 20-3, Statistique, RAS 1

Taux et proportions

Mathématiques 20-2, Mesure, RAS 1

Rapports et probabilités

Mathématiques 8^e année, Le nombre, RAS 4 et 5
Mathématiques 8^e année, La statistique et la probabilité (la chance et l'incertitude), RAS 2
Mathématiques 30-2, Probabilité, RAS 1 et 3
Mathématiques 30-3, Probabilité, RAS 1

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Unité B : La chimie et l'environnement

Thèmes : Changement, énergie, systèmes

Survol : Pour maintenir la qualité de vie, la société dépend de plus en plus des produits chimiques. Cependant, ces produits chimiques et leurs sous-produits peuvent aussi bien nuire à l'environnement et aux systèmes vivants que présenter des avantages. Il est essentiel d'avoir des connaissances en chimie pour bien comprendre les avantages et les risques liés aux produits chimiques pour l'humanité et contrôler l'émission de ces substances dans l'environnement. Dans cette unité, l'élève examine les effets des acides et des bases, des composés organiques et des polluants de l'air sur les écosystèmes aquatiques et terrestres.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :

- Sciences 10, Unité A : Énergie et matière dans les transformations chimiques
- Sciences 20, Unité A : Les transformations chimiques

L'unité B occupera environ 25 % du temps prévu pour le cours de Sciences 30.

Liens avec les mathématiques : Se référer à la page 79.

Questions d'encadrement : Quels sont certains des effets importants des acides, des bases et des composés organiques synthétiques sur l'environnement et les systèmes vivants? Quels principes chimiques et quelles perspectives entrent en jeu dans l'évaluation des technologies conçues pour réduire la production de ces composés et leur émission dans l'environnement? Comment la société peut-elle dépasser la solution technologique simpliste et déterminer le meilleur moyen de répondre aux besoins humains tout en préservant l'environnement?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend trois principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. analyser les sources des acides et des bases et leurs effets sur l'environnement;
2. analyser les sources des composés organiques et leurs effets sur l'environnement;
3. analyser, selon différentes perspectives, les risques et les avantages liés à l'utilisation de procédés chimiques pour répondre aux besoins humains et évaluer les technologies permettant de réduire l'impact des composés chimiques sur l'environnement.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans cette unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou dans le cadre d'autres cours. Les résultats d'apprentissage énoncés délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- acides et bases
- pH et concentration en ions hydronium
- stoechiométrie et titrage des acides monoprotiques forts et des bases monoprotiques fortes
- tampons et capacité tampon
- sources et impact sur l'environnement de SO_x , de NO_x , des dépôts acides et du smog photochimique
- sources, usages et effets sur l'environnement des composés organiques
- bioamplification et persistance des polluants

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir analyser les sources des acides et des bases et leurs effets sur l'environnement.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

- 30–B1.1c décrire les acides comme étant des donneurs de protons et les bases comme étant des accepteurs de protons.
- 30–B1.2c distinguer les acides, les bases, les composés ioniques électriquement neutres, les composés moléculaires électriquement neutres et les acides forts et faibles, à l'aide de tests diagnostiques appropriés.
- 30–B1.3c décrire le rapport entre le pH et la concentration en ions hydronium.
- 30–B1.4c expliquer, qualitativement, comment les tampons maintiennent un pH relativement constant lorsqu'on ajoute une faible quantité d'acide ou de base dans un système aqueux.
- 30–B1.5c expliquer l'importance de maintenir un pH relativement constant dans un système vivant, *ex. : le rôle de l'ion hydrogénocarbonate dans le maintien du pH sanguin, l'évolution d'une herbe de l'Arctique, Artemisia tilesii, lui permettant de résister à l'humidité acide en absorbant le calcium du sol et en le distribuant à ses feuilles.*
- 30–B1.6c étudier l'usage des indicateurs de pH au fil du temps, *ex. : les premières méthodes autochtones utilisant des extraits de substances naturelles.*
- 30–B1.7c expliquer ce que l'on entend par capacité tampon, *ex. : dans le sol ou la roche sous-jacente.*
- 30–B1.8c décrire brièvement les réactions chimiques, *ex. : les réactions de combustion*, qui produisent des polluants de l'air (comme le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote) qui, lorsqu'ils sont combinés à l'eau, finissent par produire un dépôt acide.
- 30–B1.9c décrire l'impact des dépôts acides sur les composants biotiques et abiotiques de l'environnement, *ex. : abaissement du pH dans les systèmes aquatiques, corrosion accélérée, lixiviation de métaux dans la roche sous-jacente, impact des métaux lixiviés sur les plantes et la chaîne alimentaire.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)

(résultats axés sur le contexte social et environnemental)

L'élève doit pouvoir

- 30–B1.1sts expliquer que les sciences et la technologie ont pour objet de satisfaire les besoins de la société et d'accroître les capacités de l'être humain (CSE1) [TIC F2–4.4, F2–4.8] :
- décrire, en termes généraux, les usages industriels des acides et des bases, *ex. : utilisation d'acide chlorhydrique pour extraire des métaux des minerais; utilisation d'acide sulfurique pour fabriquer de l'engrais, de la peinture, des plastiques, des colorants et des détergents; utilisation d'hydroxyde de sodium pour fabriquer des savons et des produits de débouchage de tuyaux et de nettoyage de fours.*
- 30–B1.2sts expliquer que les sciences et la technologie ont des répercussions, aussi bien intentionnelles que non intentionnelles, sur l'être humain et l'environnement (CSE3) [TIC F3–4.1] :
- identifier et expliquer en quoi les activités humaines et les événements naturels contribuent aux dépôts acides dans l'environnement.

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir analyser les sources des acides et des bases et leurs effets sur l'environnement.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30-B1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- concevoir une méthode pour déterminer la nature acide, basique, ionique électriquement neutre ou moléculaire de solutions (**IP-ST3**) [**TIC C6-4.1, C6-4.4**];
- mettre au point une expérience permettant de déterminer la capacité tampon d'échantillons prélevés dans un sol ou un étang local (**IP-NS4**) [**TIC F1-4.2**].

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30-B1.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- utiliser un pH-mètre ou du papier pH et des indicateurs pour mesurer le pH dans des solutions, *ex. : recueillir des données sur le pH pour étudier un écosystème aquatique* (**RE-NS2**) [**TIC C6-4.4**];
- utiliser des indicateurs et un conductimètre pour déterminer si un acide est fort ou faible (**RE-NS3, RE-NS5**) [**TIC C6-4.4**];
- effectuer un titrage à l'aide d'un acide monoprotique fort et d'une base monoprotique forte (**RE-NS2**) [**TIC C6-4.4**];
- *utiliser des sondes informatiques ou une calculatrice graphique pour mesurer le pH de l'eau ou de solutions aqueuses* (**RE-NS2**) [**TIC C6-4.4, P2-4.1**].

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30-B1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- utiliser les données tirées du titrage pour déterminer la concentration d'un acide fort ou d'une base forte (**RE-NS2, RE-NS3**) [**TIC C6-4.2**];
- faire des recherches afin de pouvoir tracer sur un plan la répartition des dépôts acides telle qu'elle est influencée par les vents dominants (**A1-ST4**) [**TIC C6-4.3**];
- calculer le pH en fonction de la concentration en ions hydronium et la concentration en ions hydroxide en fonction du pH (**AI-NS3**);
- calculer la concentration d'acides monoprotiques forts ou de bases monoprotiques fortes à partir de données empiriques (**AI-NS3**).

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir analyser les sources des acides et des bases et leurs effets sur l'environnement.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30–B1.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :

- comparer les données obtenues lors du titrage à celles obtenues par les autres élèves et groupes (**CT-NS3**);
- utiliser les conventions scientifiques appropriées en présentant les solutions des problèmes de titrage (**CT-ST2**) [**TIC F1-4.3**];
- *faire des recherches sur les protocoles permettant de transporter des matières acides et caustiques dans des zones habitées (CT-CSE4)*;
- *créer en groupe une affiche expliquant les initiatives mises en œuvre par le secteur industriel afin de réduire les émissions pouvant entraîner des dépôts acides (CT-CSE2) [TIC C1-4.4, P4-4.2].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir analyser les sources des composés organiques et leurs effets sur l'environnement.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

- 30–B2.1c reconnaître et nommer selon la nomenclature de l'Union internationale de chimie pure et appliquée (UICPA) les composés carbonés qui contiennent jusqu'à trois atomes de carbone dans la chaîne principale et un seul groupe fonctionnel d'un seul type, notamment les hydrocarbures halogénés simples (*ex. : 2-chloropropane*), les alcools (*ex. : propan-1-ol*), les acides carboxyliques (*ex. : acide propanoïque*) et les esters (*ex. : propanoate de méthyle*).
- 30–B2.2c décrire les utilisations courantes des hydrocarbures, notamment celle des hydrocarbures halogénés simples, des alcools, des acides carboxyliques et des esters (*ex. : l'emploi des chlorofluorocarbones, ou CFC, comme produits réfrigérants ou propulseurs et dans la fabrication de produits de mousse plastique; l'emploi de l'éthanol comme solvant et additif dans l'essence; l'emploi de l'acide acétique comme vinaigre; l'emploi de l'éthanoate d'éthyle comme dissolvant pour vernis à ongles*).
- 30–B2.3c reconnaître les composés organiques habituellement considérés comme des polluants de l'environnement, c.-à-d. : les hydrocarbures, les déchets organiques, les CFC, les biphényles polychlorés (BPC), les dioxines et les furannes.
- 30–B2.4c citer les sources d'hydrocarbures halogénés et des dérivés du benzène et analyser les risques posés par ces composés.
- 30–B2.5c déterminer et expliquer en quoi les activités humaines, *ex. : emploi de véhicules, utilisation de CFC, pratiques agricoles*, et les événements naturels contribuent à la production du smog photochimique, à l'appauvrissement de la couche d'ozone et à l'augmentation des concentrations de composés organiques dans l'environnement.
- 30–B2.6c expliquer le fonctionnement et l'importance de la bioamplification.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)

(résultats axés sur le contexte social et environnemental)

L'élève doit pouvoir

- 30–B2.1sts expliquer les répercussions des sciences et de la technologie, aussi bien intentionnelles que non intentionnelles, sur l'être humain et l'environnement (**CSE3**) [**TIC F2–4.8, F3–4.1**] :
- expliquer les effets généraux sur les systèmes vivants de l'introduction dans l'environnement de polluants comme les herbicides, les pesticides, le dichlorodiphényltrichloro-éthane (DDT), les CFC, le SO₂(g), le CO₂(g) et les polluants organiques particulièrement persistants (POP);
 - interpréter l'information décrivant les effets de la bioamplification et de la persistance dans l'environnement des polluants organiques sur les systèmes biologiques, *ex. : dose létale (DL, DL 50), BPC, DDT*.

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir analyser les sources des composés organiques et leurs effets sur l'environnement.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur le contexte social et environnemental)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

- 30-B2.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- *concevoir une étude sur d'autres solutions que l'utilisation de pesticides ou d'herbicides (IP-ST2) [TIC C2-4.1];*
 - *prévoir l'impact de composés organiques synthétiques sur un écosystème aquatique ou terrestre local (IP-NS3).*

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

- 30-B2.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- *faire des recherches sur les initiatives conçues pour réduire les répercussions des hydrocarbures halogénés sur l'environnement et les enregistrer (RE-CSE1);*
 - *étudier l'action d'un pesticide ou d'un herbicide en examinant sa toxicité, sa volatilité, sa spécificité par rapport à la cible et le développement d'une résistance (RE-CSE1);*
 - *préparer un composé organique synthétique, ex. : un alcool, un ester ou un savon, et étudier ses propriétés (RE-NS3).*

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

- 30-B2.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- *utiliser des sources d'information fiables pour analyser les technologies employées afin de réduire l'émission de POP dans l'environnement (A1-ST4) [TIC C7-4.2].*

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

- 30-B2.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- *élaborer un plan pour étudier l'impact des composés organiques sur un écosystème aquatique ou terrestre et, avant de mettre le plan en œuvre, effectuer des corrections en fonction des commentaires du groupe (CT-CSE1, CT-CSE4).*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir analyser, selon différentes perspectives, les risques et les avantages liés à l'utilisation de procédés chimiques pour répondre aux besoins humains et évaluer les technologies permettant de réduire l'impact des composés chimiques sur l'environnement.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

- 30–B3.1c décrire les risques et les avantages de l'utilisation de procédés chimiques permettant de fabriquer des produits et sous-produits potentiellement nuisibles à l'environnement.
- 30–B3.2c décrire les technologies utilisées pour réduire la production et l'émission de composés chimiques potentiellement nuisibles à l'environnement, *ex. : activités liées aux moteurs à combustion interne, à la fusion métallurgique, à la production de pesticides, à l'adoucissement du gaz sulfureux.*
- 30–B3.3c décrire les solutions de rechange aux technologies chimiques, *ex. : bioremédiation de sols pollués, moyens biologiques de lutte contre les parasites, produits biodégradables.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS) (résultats axés sur les sciences et la technologie)

L'élève doit pouvoir

- 30–B3.1sts expliquer les répercussions des sciences et de la technologie, aussi bien intentionnelles que non intentionnelles, sur l'être humain et l'environnement (CSE3) [TIC F2-4.8, F3-4.1] :
- expliquer le rôle de la concentration dans l'analyse des risques et des avantages faite en vue de déterminer les teneurs limites de substances particulières, *ex. : résidus de pesticides, composés chlorés et fluorés.*
- 30–B3.2sts expliquer que, dans le cas de chaque application à laquelle on destine la technologie, il faut en évaluer la pertinence, les risques et les avantages de plusieurs points de vue, notamment celui de la durabilité (ST7) [TIC F2-4.2, F3-4.1] :
- expliquer ce que l'on entend par « recette technologique » (planche de salut technologique) et expliquer pourquoi il est nécessaire de prendre en compte un éventail plus large de facteurs quand on vise l'atténuation de l'impact des sous-produits de procédés chimiques sur l'environnement.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3

L'élève doit pouvoir analyser, selon différentes perspectives, les risques et les avantages liés à l'utilisation de procédés chimiques pour répondre aux besoins humains et évaluer les technologies permettant de réduire l'impact des composés chimiques sur l'environnement.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur le contexte social et environnemental)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30–B3.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- planifier une évaluation, y compris une analyse des risques et des avantages, d'un procédé chimique ou d'une question liée à son utilisation (**IP–CSE2**) [**TIC F3–4.1**];
- décrire les mesures de sécurité à prendre pour manipuler, entreposer et éliminer les matières utilisées au laboratoire conformément aux normes du SIMDUT et aux renseignements figurant sur l'étiquette des produits de consommation (**IP–CSE3**) [**TIC F5–4.2**];
- *formuler des hypothèses concernant les variations saisonnières de la qualité de l'eau dans l'environnement local* (**IP–NS3**) [**TIC C7–4.2**].

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30–B3.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- participer à un débat sur la priorité à accorder à la protection de l'environnement par rapport aux intérêts économiques (**RE–CSE1**) [**TIC C1–4.4, C2–4.2**];
- recueillir des renseignements dans plusieurs ressources différentes au sujet d'un procédé chimique ou d'une question liée à son utilisation (**IP–CSE2**) [**TIC F3–4.1**].

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30–B3.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- interpréter des données recueillies au moyen de tests de qualité de l'eau sur le pH, la demande biochimique en oxygène (DBO), l'oxygène dissous et les composés organiques;
- analyser les solutions de rechange aux technologies chimiques, *ex. : bioremédiation de sols pollués, moyens biologiques de lutte contre les parasites, produits biodégradables* (**AI–CSE2**);
- évaluer les méthodes employées pour réduire l'incidence des dépôts acides et du smog photochimique, *ex. : réduction de la teneur en soufre dans les carburants, utilisation de convertisseurs catalytiques dans les automobiles, laveurs de cheminée d'usine* (**AI–CSE2**);

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

- *présenter, à l'aide de diagrammes, de tableaux et de graphiques, des données statistiques dans le cadre d'une audience publique concernant une proposition d'implantation d'une industrie chimique dans une zone sensible du point de vue écologique (AI-ST1) [TIC P2-4.1, P4-4.3, P6-4.1].*

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30-B3.4s travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :

- consulter et évaluer plusieurs sources différentes reflétant les divers points de vue concernant les risques et les avantages de l'utilisation de certains produits chimiques, *ex. : utilisation de DDT dans les pays où la malaria est la cause d'un grand nombre de décès (CT-CSE1) [TIC C2-4.1, C2-4.2].*

Liens avec les mathématiques : Les résultats d'apprentissage suivants en mathématiques sont liés au contenu de l'unité B, mais ils ne sont pas considérés comme des préalables.

Concept :	Cours de mathématiques, domaine et résultat spécifique :
Collecte et analyse de données	Mathématiques 9 ^e année, La statistique et la probabilité (l'analyse de données), RAS 3
Mesure et conversion d'unités	Mathématiques 10C, Mesure, RAS 2 Mathématiques 10-3, Mesure, RAS 1 Mathématiques 20-3, Algèbre, RAS 3
Analyse de graphiques	Mathématiques 10C, Relations et fonctions, RAS 1 et 4 Mathématiques 20-3, Statistique, RAS 1
Résolution d'équations	Mathématiques 30-2, Relations et fonctions, RAS 5
Compréhension de puissances	Mathématiques 10C, Algèbre et nombre, RAS 3

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Unité C : L'énergie électromagnétique

Thèmes : Diversité et énergie

Survol : Les technologies de transmission et de transformation de l'énergie électrique fondées sur la théorie des champs et la compréhension du rayonnement électromagnétique (REM) permettent de répondre efficacement à certains besoins de l'être humain tout en approfondissant ses connaissances sur l'univers. Dans cette unité, l'élève étudie le fonctionnement de ces technologies, les principes de la théorie des champs et les propriétés du REM. Cette unité servira de base à l'étude ultérieure de l'électromagnétisme.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :

- Science 9, Unité D : Électricité et électrotechnique
- Sciences 10, Unité D : Flux d'énergie dans les systèmes planétaires
- Sciences 20, Unité B : Les changements dans le mouvement

L'unité B occupera environ 25 % du temps prévu pour le cours de Sciences 30.

Liens avec les mathématiques : Se référer à la page 89.

Questions d'encadrement : Comment la théorie des champs peut-elle servir à expliquer la fonction des appareils électriques à la maison et au travail? Comment les propriétés particulières du spectre électromagnétique sont-elles appliquées aux technologies de la santé, de la communication et de la télédétection? Comment les technologies d'imagerie permettent-elles de révéler la structure et l'histoire de l'univers et d'en façonner la compréhension?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend deux principaux résultats.

L'élève doit pouvoir :

1. expliquer la théorie des champs et analyser ses applications dans les technologies servant à produire, à transmettre et à transformer de l'énergie électrique;
2. décrire les propriétés du spectre électromagnétique et leurs applications dans les technologies médicales, les systèmes de communication et les technologies de télédétection utilisées pour étudier l'univers.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans cette unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou d'autres cours. Les résultats d'apprentissage énoncés délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- appareils dont le fonctionnement est fondé sur l'exploitation des champs électriques et magnétiques (moteurs, générateurs et transformateurs)
- le spectre électromagnétique, ses propriétés et ses effets sur les tissus vivants
- propriétés de base de la théorie des champs pour la comparaison des champs gravitationnel, électrique et magnétique
- principes de la théorie des champs et applications dans la technologie
- technologies utilisées pour étudier la structure et l'histoire de l'univers
- circuits

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir expliquer la théorie des champs et analyser ses applications dans les technologies servant à produire, à transmettre et à transformer de l'énergie électrique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 30-C1.1c définir un champ comme étant une zone autour d'une masse, d'une charge électrique ou d'un aimant qui exerce une force sur une autre masse, une autre charge électrique ou un autre aimant qui s'y introduit.
 - 30-C1.2c comparer les interactions entre des charges électriques statiques, entre deux pôles magnétiques et entre deux masses éloignées.
 - 30-C1.3c comparer les propriétés de base (source, direction et intensité) des champs vectoriels (gravitationnel, électrique et magnétique) en fonction des résultats obtenus avec un objet d'épreuve.
 - 30-C1.4c décrire l'intensité d'un champ gravitationnel à une distance donnée d'une masse, et l'intensité d'un champ électrique à une distance donnée d'une charge ponctuelle, à l'aide des équations $|\vec{g}| = Gm / r^2$ et $|\vec{E}| = kq / r^2$.
 - 30-C1.5c décrire l'effet d'un conducteur se déplaçant dans un champ magnétique et produisant par induction un courant électrique.
 - 30-C1.6c décrire les relations entre puissance, intensité du courant, tension et résistance dans des circuits en série et en parallèle comprenant jusqu'à trois résistances, à l'aide des équations $V = IR$, $P = VI$, $P = I^2R$, $R_T = R_1 + R_2 + R_3$ et $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$.
 - 30-C1.7c exprimer l'énergie électrique en kilowattheures et en joules, à l'aide de l'équation $E_e = Pt$ pour l'énergie électrique et l'équation $P = VI$ pour la puissance.
 - 30-C1.8c faire la distinction entre le courant alternatif (CA) et le courant continu (CC) des points de vue du flux d'électrons et du champ électrique.
 - 30-C1.9c décrire le fonctionnement d'un transformateur en fonction de la relation entre l'intensité du courant, la tension et le nombre de spires dans les bobines primaires et secondaires, à l'aide de l'équation $N_p / N_s = V_p / V_s = I_s / I_p$.
 - 30-C1.10c décrire les avantages du CA sur le CC pour la transmission et l'utilisation de l'énergie électrique.
 - 30-C1.11c comparer la conception et le fonctionnement général d'un moteur électrique à CC à la conception et au fonctionnement général d'un générateur.
 - 30-C1.12c décrire, en termes de conception et d'énergie électrique, le fonctionnement de technologies de sécurité, *ex. : fusibles et disjoncteurs dans un circuit, prises polarisées et mise à la terre.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir expliquer la théorie des champs et analyser ses applications dans les technologies servant à produire, à transmettre et à transformer de l'énergie électrique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)

(résultats axés sur les sciences et la technologie)

L'élève doit pouvoir

30–C1.1sts expliquer que les technologies issues de la théorie des champs ont pour objet de fournir des solutions à des problèmes pratiques (ST1) [TIC F2–4.4, F2–4.8] :

- présenter, en termes généraux, des exemples d'appareils technologiques dont le fonctionnement dépend du courant électrique, *ex. : ampoules électriques, appareils électriques et électroaimants à la maison, au travail et dans l'industrie*, et décrire leurs répercussions sur la vie quotidienne;
- décrire, en termes généraux, des exemples d'appareils technologiques dont le fonctionnement dépend de l'action des champs électrique et magnétique, *ex. : téléphones, lecteurs CD, photocopieurs, filtres électrostatiques et épurateurs*, et décrire leurs répercussions sur la vie quotidienne.

30–C1.2sts expliquer que le progrès technologique peut supposer la mise au point et la mise à l'essai de prototypes, ainsi que l'application de connaissances tirées de domaines connexes et interdisciplinaires (ST2) [TIC C6–4.5, F2–4.8] :

- *expliquer l'importance d'un simple générateur ou moteur électrique dans la société;*
- *faire des recherches sur l'utilisation de nanotubes pour la production de câbles permettant de transmettre l'électricité.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30–C1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- évaluer et sélectionner les instruments appropriés pour mesurer l'intensité du courant, la tension et la résistance (IP–ST3) [TIC C6–4.4, C6–4.5, F1–4.2];
- concevoir une expérience et déterminer les variables particulières pour mesurer l'intensité du courant, la tension et la résistance (RE–NS4) [TIC C6–4.1].

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir expliquer la théorie des champs et analyser ses applications dans les technologies servant à produire, à transmettre et à transformer de l'énergie électrique.

Réalisation et enregistrement de données

- 30–C1.2h *L'élève doit pouvoir* mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- étudier les interactions entre des charges électriques statiques, entre des pôles magnétiques et entre deux masses (**RE–NS3**);
 - construire un circuit électrique pour mesurer l'intensité du courant, la tension et la résistance, à l'aide d'un voltmètre ou d'un ampèremètre (**RE–NS3**) [**TIC F1–4.2**];
 - fabriquer un générateur électrique simple ou un moteur CC (**RE–ST2**);
 - créer des diagrammes pour représenter des champs, *ex.* : *gravitationnels, électriques ou magnétiques*, en traçant les lignes de force (**RE–NS4**);
 - étudier, *en manipulant des variables comme l'intensité du courant, la vitesse vectorielle et l'intensité du champ magnétique*, les effets d'un conducteur se déplaçant dans un champ magnétique (**RE–NS2, RE–NS3**).

Analyse et interprétation

- 30–C1.3h *L'élève doit pouvoir* analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- tester et évaluer un générateur ou un moteur électrique simple qu'il a construit en examinant la conception de cette construction, sa robustesse et sa capacité à effectuer une certaine fonction (**AI–ST1**);
 - calculer la valeur de $|\vec{g}|$ et de $|\vec{E}|$, à l'aide des équations d'intensité de champ correspondantes (**AI–ST3**) [**TIC C6–4.1**];
 - calculer la résistance de circuits en série et en parallèle ayant jusqu'à trois résistances (**AI–ST3**) [**TIC C6–4.1**];
 - calculer la valeur de la puissance, de l'intensité du courant, de la tension et de la résistance (**AI–ST3**) [**TIC C6–4.1**];
 - calculer la valeur de E_e , P , t , I , V , à l'aide des équations associées (**AI–ST3**) [**TIC C6–4.1**];
 - calculer la tension, l'intensité du courant et le nombre de spires dans les bobines primaires et secondaires des transformateurs électriques (**AI–ST3**) [**TIC C6–4.1**].

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir expliquer la théorie des champs et analyser ses applications dans les technologies servant à produire, à transmettre et à transformer de l'énergie électrique.

Communication et travail d'équipe

- 30–C1.4h *L'élève doit pouvoir* travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques pour communiquer des renseignements et des idées et pour évaluer des résultats :
- *travailler en équipe pour concevoir et construire un générateur ou un moteur électrique simple et résoudre les problèmes à mesure qu'ils surviennent (CT-ST1);*
 - *présenter les résultats de la recherche et défendre un point de vue sur l'effet de lignes électriques à haute tension dans la localité, en se servant d'outils multimédias (CT-ST2) [TIC C1–4.4, C7–4.3, P3–4.1, P6–4.1].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir décrire les propriétés du spectre électromagnétique et leurs applications dans les technologies médicales, les systèmes de communication et les technologies de télédétection utilisées pour étudier l'univers.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 30–C2.1c décrire la gamme du spectre électromagnétique, des longues ondes radio à basse fréquence, en passant par les microondes, les rayons infrarouges (IR), les rayons de la lumière visible et les rayons ultraviolets (UV), jusqu'aux très courtes ondes à haute fréquence, comme les rayons X et gamma.
- 30–C2.2c comparer les divers composants du spectre électromagnétique et dégager les différences, en fonction de la source, de la fréquence, de la longueur d'onde, de l'énergie et de leur effet sur les tissus vivants, *ex. : le rayonnement UV sur la peau humaine et les organismes photosynthétiques, le rayonnement gamma sur les cellules vivantes, la lumière visible sur les plantes, le phytoplancton et l'être humain, et l'illumination artificielle sur la croissance des plantes.*
- 30–C2.3c reconnaître que l'atmosphère terrestre absorbe certaines fréquences de rayonnement électromagnétique (REM).
- 30–C2.4c étudier et décrire, qualitativement, les phénomènes de réflexion, de réfraction, de diffraction et de polarisation de la lumière visible.
- 30–C2.5c comparer les propriétés du rayonnement, dans n'importe quelle portion du spectre électromagnétique, à celles de la lumière visible et dégager les différences entre elles, c.-à-d. longueur d'onde, fréquence, vitesse, réflexion, réfraction, diffraction, pénétrabilité.
- 30–C2.6c étudier et décrire les relations entre les variables de l'équation d'onde universelle $v = \lambda f$.
- 30–C2.7c expliquer, en termes généraux, la conception des télescopes utilisés pour collecter de l'information sur l'univers en recueillant le maximum possible de rayonnement électromagnétique, c.-à-d. : télescopes optiques à réflexion et à réfraction et radiotélescopes.
- 30–C2.8c expliquer que la fusion nucléaire se produisant dans le soleil, représentée par l'équation ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$, produit un large spectre de rayonnement électromagnétique.
- 30–C2.9c décrire, en termes généraux, comment un spectroscopie peut servir à déterminer la composition de matières ou d'objets incandescents, et les conditions de lumière et de température nécessaires pour produire des spectres d'émission (raies claires) et d'absorption (raies sombres).
- 30–C2.10c décrire les technologies utilisées pour étudier les étoiles :
- les spectroscopes utilisés pour analyser la distribution d'énergie dans le spectre d'émission continu d'une étoile peuvent servir à évaluer la température à la surface de cette étoile;
 - la technologie à déplacement Doppler utilisée pour mesurer la vitesse des étoiles distantes fournit la preuve de l'expansion de l'univers.
- 30–C2.11c décrire, en termes généraux, l'évolution des étoiles et l'existence de trous noirs, de naines blanches et d'étoiles de neutrons.

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir décrire les propriétés du spectre électromagnétique et leurs applications dans les technologies médicales, les systèmes de communication et les technologies de télédétection utilisées pour étudier l'univers.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)

(résultats axés sur les sciences et la technologie)

L'élève doit pouvoir

- 30–C2.1sts expliquer que la technologie a pour objet de fournir des solutions à des problèmes pratiques (ST1) [TIC F2-4.4] :
- citer des exemples de technologies qui appliquent le rayonnement électromagnétique pour résoudre des problèmes liés à la médecine, à la communication, à l'industrie et à l'environnement, *ex. : utilisation de rayonnement UV pour tuer les bactéries, utilisation de l'IRM et des rayons X dans un but diagnostique, utilisation des ondes radio, des microondes, des fibres optiques et de la lumière infrarouge dans les communications, utilisation de technologies de télédétection, y compris dans les télescopes, les sondes spatiales et les satellites, pour étudier l'univers;*
 - *décrire comment les lentilles optiques ou la chirurgie au laser sont utilisées pour corriger les problèmes de vue;*
 - *décrire les technologies développées afin de protéger les astronautes de la radiation de haute énergie.*
- 30–C2.2sts expliquer que le savoir scientifique peut mener à la mise au point de nouvelles techniques, tout comme les nouveautés technologiques peuvent être la source de découvertes scientifiques (ST4) [TIC F2-4.4, F2-4.8] :
- expliquer, en termes généraux, comment les technologies de détection de rayonnement électromagnétique ont fait progresser notre connaissance scientifique de l'univers et de la structure de la matière.
- 30–C2.3sts expliquer comment il faut évaluer la pertinence, les risques et les avantages de la technologie pour l'application à laquelle on la destine, sous différents rapports, notamment celui de la durabilité (ST7) [TIC F2-4.2, F3-4.1] :
- *évaluer l'importance pour la société de l'étude de la structure et de l'histoire de l'univers et déterminer la pertinence des dépenses engagées pour la construction de télescopes comme Hubble ou le lancement de sondes spatiales;*
 - *effectuer une analyse des avantages et des risques liés à l'utilisation de la radiothérapie pour traiter le cancer, ou de la fréquence à laquelle le rayonnement électromagnétique est utilisé dans les diagnostics médicaux.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir décrire les propriétés du spectre électromagnétique et leurs applications dans les technologies médicales, les systèmes de communication et les technologies de télédétection utilisées pour étudier l'univers.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés (axés sur les sciences et la technologie)

Identification du problème et planification

- L'élève doit pouvoir*
- 30–C2.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- concevoir une expérience et déterminer des variables précises pour étudier la réflexion, la réfraction ou la polarisation de la lumière visible (**IP–NS2**);
 - calculer la valeur de chacune des variables entrant dans l'équation d'onde universelle (**AI–NS3**);
 - *définir une question concernant la fréquence et la durée de l'exposition au rayonnement électromagnétique lors de l'utilisation de terminaux vidéos, de téléphones cellulaires ou d'autres appareils (IP–ST1)*;
 - *indiquer le rapport qualitatif entre la densité optique (indice de réfraction), l'angle d'incidence et la réflexion totale interne (IP–NS3)*;
 - *évaluer et sélectionner des instruments pour la résolution de problèmes et la réalisation d'études tels qu'un prisme, un réseau de diffraction, un luxmètre ou un spectroscopie (IP–ST3) [TIC C6–4.5].*

Réalisation et enregistrement de données

- L'élève doit pouvoir*
- 30–C2.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- faire des recherches sur la réflexion, la réfraction ou la polarisation de la lumière visible (**RE–NS3**);
 - créer des tables de données pour représenter les résultats des études sur la polarisation, la réflexion ou la réfraction de la lumière visible, ou tracer des diagrammes pour illustrer ces phénomènes (**RE–NS4**);
 - créer un tableau récapitulatif ou un schéma des lignes spectrales observées avec les tubes à décharge gazeuse (**RE–NS4**) [TIC P2–4.1];
 - *noter ses observations des changements de couleur d'un objet incandescent, comme une ampoule électrique, qui surviennent à mesure que la température est changée (RE–NS3).*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir décrire les propriétés du spectre électromagnétique et leurs applications dans les technologies médicales, les systèmes de communication et les technologies de télédétection utilisées pour étudier l'univers.

Analyse et interprétation

- 30–C2.3h *L'élève doit pouvoir* analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- observer et analyser les divers spectres d'une source lumineuse artificielle, à l'aide d'un spectroscope, d'un prisme ou d'un réseau de diffraction (AI–NS2);
 - *évaluer le biais, la fiabilité et la validité de l'information obtenue par des moyens électroniques concernant l'exposition au rayonnement électromagnétique (REM) émis par les terminaux vidéos, les téléphones cellulaires et d'autres appareils (AI–NS4) [TIC C2–4.2, C3–4.1, C3–4.2];*
 - *proposer des solutions pour réduire l'exposition humaine au rayonnement électromagnétique (REM) émis par les appareils tels que les téléphones sans fil, les ordinateurs portatifs et les terminaux vidéos, et déterminer les avantages et les inconvénients de chaque solution trouvée (AI–ST2);*
 - *poser de nouvelles questions, comme « Quelle est la relation entre la polarisation de la lumière et la capacité qu'ont les insectes à utiliser cette propriété pour se diriger? » ou « Comment les spectres d'émission et d'absorption sont-ils utilisés pour déterminer la classification spectrale des étoiles? » (AI–ST4).*

Communication et travail d'équipe

- 30–C2.4h *L'élève doit pouvoir* travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- *présenter plusieurs points de vue concernant l'importance de l'étude de la structure et de l'histoire de l'univers et la pertinence des dépenses engagées pour la construction de télescopes ou le lancement de sondes spatiales (CT–ST2) [TIC C1–4.4, P6–4.1];*
 - *utiliser les moyens de communication appropriés pour obtenir de l'information sur les récents progrès réalisés dans l'étude de l'univers (CT–NS1) [TIC C5–4.1];*
 - *participer à divers forums de discussion virtuels afin de déterminer les critères à utiliser pour évaluer les télescopes conçus pour étudier l'univers (CT–NS1) [TIC C5–4.2];*
 - *sélectionner et utiliser des outils multimédias pour présenter la recherche réalisée sur les effets de l'installation d'une tour de télécommunications dans une communauté (CT–ST2) [TIC C1–4.4, C7–4.3, P3–4.1, P6–4.1];*
 - *prendre position pour ou contre l'installation d'une tour de télécommunications dans la communauté locale et défendre cette position (CT–ST3) [TIC C1–4.4].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Liens avec les mathématiques : Les résultats d'apprentissage suivants en mathématiques sont liés au contenu de l'unité C, mais ils ne sont pas considérés comme des préalables.

Concept :	Cours de mathématiques, domaine et résultat spécifique :
Collecte et analyse de données	Mathématiques 9 ^e année, La statistique et la probabilité (l'analyse de données), RAS 1 et 3
Mesure et conversion d'unités	Mathématiques 10C, Mesure, RAS 1 et 2 Mathématiques 10-3, Mesure, RAS 1 Mathématiques 20-3, Algèbre, RAS 3
Analyse de graphiques	Mathématiques 10C, Relations et fonctions, RAS 1 et 4 Mathématiques 20-3, Statistique, RAS 1 Mathématiques 30-2, Relations et fonctions, RAS 8
Résolution d'équations	Mathématiques 9 ^e année, Les régularités et les relations (les variables et les équations), RAS 3 Mathématiques 30-2, Relations et fonctions, RAS 5
Compréhension de puissances	Mathématiques 10C, Algèbre et nombre, RAS 3

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Unité D : L'énergie et l'environnement

Thèmes : Énergie et systèmes

Survol : Le développement durable dépend d'un équilibre entre les besoins mondiaux en énergie et le maintien d'une biosphère viable. L'élève examine et analyse les sources d'énergie renouvelables et non renouvelables et, ce faisant, explore la nécessité d'adopter des perspectives multiples et celle de mettre au point des technologies éconergétiques. Cette unité donne à l'élève l'occasion d'étudier la demande de solutions écologiquement durables pour répondre aux besoins mondiaux en énergie.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :

- Sciences 10, Unité D : Flux d'énergie dans les systèmes planétaires
- Sciences 20, Unité A : Les transformations chimiques, unité B : Les changements dans le mouvement, unité C : La Terre, une planète qui change, et unité D : Le changement dans les systèmes vivants

L'unité D occupera environ 25 % du temps prévu pour le cours de Sciences 30.

Liens avec les mathématiques : Se référer à la page 97.

Questions d'encadrement : Comment pouvons-nous, Canadiens et autres membres de la communauté internationale, conserver l'énergie et maintenir la qualité de vie? Quels sont les avantages et les coûts associés à l'exploitation des sources d'énergie non renouvelable disponibles et ceux liés à la mise au point de sources d'énergie renouvelable? Quel sera notre avenir en ce qui a trait à l'énergie?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend deux principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. expliquer la nécessité de parvenir à un équilibre entre la croissance des besoins mondiaux en énergie et le maintien d'une biosphère viable;
2. décrire le soleil comme étant la source d'énergie principale de la Terre et expliquer le fonctionnement de certaines technologies traditionnelles et de substitution permettant de convertir les sources d'énergie solaire, nucléaire, marémotrice ou autre en des formes utilisables.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans cette unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou d'autres cours. Les résultats d'apprentissage énoncés délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- la consommation mondiale d'énergie et son impact sur la biosphère
- sources d'énergie renouvelable
- parvenir à un équilibre entre la consommation d'énergie et le développement durable
- conversion de l'énergie solaire, des combustibles fossiles et de l'énergie éolienne et hydraulique en énergie électrique et thermique
- fission et fusion, transformation nucléaire
- chaleurs de formation et loi de Hess
- technologies énergétiques de recharge, que l'énergie en question soit nucléaire, éolienne, hydraulique, de la biomasse, marémotrice, solaire, à pile à combustible ou géothermique

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir expliquer la nécessité de parvenir à un équilibre entre la croissance des besoins mondiaux en énergie et le maintien d'une biosphère viable.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

- L'élève doit pouvoir*
- 30–D1.1c comparer la consommation d'énergie de la société contemporaine à celle de cultures traditionnelles et de sociétés autochtones en période de précontact et étudier et analyser la croissance exponentielle de la consommation mondiale d'énergie à l'époque récente.
- 30–D1.2c comparer la consommation d'énergie par habitant du Canada à celle des pays développés et en voie de développement et déterminer des facteurs qui influent sur la consommation, *ex. : l'économie, le mode de vie, le niveau de développement technologique, la géographie, le climat.*
- 30–D1.3c appliquer le concept du développement durable à l'augmentation de l'utilisation rationnelle de l'énergie, *ex. : utilisation rationnelle de l'énergie à domicile, dans le secteur industriel et dans les transports.*
- 30–D1.4c expliquer la nécessité de mettre au point des technologies qui utilisent des sources d'énergie renouvelables et non renouvelables afin de répondre à la demande mondiale croissante.
- 30–D1.5c décrire l'impact sur l'environnement de la mise au point et de l'utilisation de diverses sources d'énergie, c.-à-d. : pétrole brut classique, sables pétrolifères, énergie solaire, énergie éolienne, énergie de la biomasse, hydroélectricité, énergie charbonnière, énergie nucléaire, énergie géothermique.
- 30–D1.6c décrire en quoi la perspective autochtone envisageant l'environnement comme un système interconnecté démontre la nécessité de parvenir à un équilibre entre l'exploitation des ressources et l'impact sur l'environnement.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS) (résultats axés sur le contexte social et environnemental)

- L'élève doit pouvoir*
- 30–D1.1sts expliquer que les sciences et la technologie ont pour objet de satisfaire les besoins de la société et d'accroître les capacités de l'être humain (**CSE1**) [**TIC F2–4.4, F2–4.8**] :
- étudier et évaluer la nécessité de développer des stratégies, *ex. : cogénération, récupération d'énergie, planification de la charge électrique*, et des politiques pour améliorer l'utilisation rationnelle de l'énergie en vue de parvenir à un équilibre entre les besoins mondiaux d'énergie et le maintien d'une biosphère viable.

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir expliquer la nécessité de parvenir à un équilibre entre la croissance des besoins mondiaux en énergie et le maintien d'une biosphère viable.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés

(résultats axés sur le contexte social et environnemental)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

- 30-D1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- trouver des questions à étudier provenant de sujets relatifs aux sciences et à la technologie, *ex.* : « *Quelles sont les sources d'énergie et les technologies qui permettent le mieux d'établir un équilibre entre les besoins mondiaux en énergie et les répercussions écologiques acceptables?* » (IP-CSE1) [TIC F2-4.8];
 - *prédire la date à laquelle les réserves mondiales de pétrole seront pratiquement épuisées, en fonction des taux de consommation actuels et de l'estimation des ressources* (IP-NS3) [TIC C7-4.2].

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

- 30-D1.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- *rechercher de l'information actuelle pertinente sur les réserves mondiales en pétrole et en gaz naturel ou sur les initiatives de développement durable* (RE-CSE1) [TIC C2-4.1, F2-4.7];
 - *réunir et organiser les résultats issus d'une séance d'information dans le cadre d'une audience publique concernant une question telle que la proposition d'exploiter une source d'énergie située dans une zone sensible du point de vue écologique* (RE-NS4) [TIC C6-4.2, P2-4.1].

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

- 30-D1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- analyser des grilles, des tableaux et des graphiques de données concernant la consommation mondiale d'énergie dans le passé, le présent et le futur [TIC C7-4.2];
 - *évaluer le biais, la fiabilité et la validité de l'information obtenue par des moyens électroniques concernant les sources d'énergie de substitution et renouvelable* (AI-NS4) [TIC C2-4.2, C3-4.1, C3-4.2];

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, ne font pas partie du programme requis. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1

L'élève doit pouvoir expliquer la nécessité de parvenir à un équilibre entre la croissance des besoins mondiaux en énergie et le maintien d'une biosphère viable.

- *déterminer de nouvelles questions, comme celles qui ont trait à l'avenir de l'humanité à travers le monde en ce qui concerne l'énergie, ou à la consommation d'énergie dans la métallurgie, la pétrochimie, les pâtes et papiers, les transports et d'autres secteurs (AI-CSE4);*
- *évaluer des politiques conçues pour favoriser l'utilisation rationnelle de l'énergie et le recours aux sources d'énergie renouvelable (AI-CSE2).*

Communication et travail d'équipe

- 30-D1.4h *L'élève doit pouvoir* travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- *présenter une affiche expliquant les initiatives mises en œuvre par le secteur industriel afin de protéger l'environnement (CT-CSE2) [TIC C1-4.4, P6-4.1];*
 - *élaborer, en fonction d'un certain nombre de critères, une politique énergétique portant sur une crise d'énergie possible au Canada, et la présenter (CT-CSE3).*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir décrire le soleil comme étant la source d'énergie principale de la Terre et expliquer le fonctionnement de certaines technologies traditionnelles et de substitution permettant de convertir les sources d'énergie solaire, nucléaire, marémotrice ou autre en des formes utilisables.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

- 30–D2.1c expliquer comment la loi de Hess, $\Delta H^\circ = \sum \Delta_f H^\circ (\text{produits}) - \sum \Delta_f H^\circ (\text{réactifs})$, permet de prédire les chaleurs de combustion.
- 30–D2.2c comparer la proportion d'énergie solaire qui produit du vent et agit sur le cycle de l'eau à la petite part captée par la photosynthèse sous forme d'énergie potentielle chimique.
- 30–D2.3c décrire la conversion de l'énergie solaire en formes renouvelables, ex. : énergie éolienne, énergie hydraulique, énergie potentielle chimique par photosynthèse, et en formes non renouvelables, ex. : charbon, pétrole et gaz, et des conversions subséquentes en énergie électrique et thermique.
- 30–D2.4c décrire le fonctionnement des technologies d'énergie renouvelable, notamment les technologies actives et passives de chauffage solaire, les éoliennes, l'énergie hydroélectrique, l'énergie de la biomasse, l'énergie géothermique et les piles à combustible à hydrogène, et évaluer leurs avantages et inconvénients.
- 30–D2.5c expliquer la différence entre la fission et la fusion et équilibrer des équations simples de réaction nucléaire pour montrer la conservation des nucléons,
ex. : ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$; ${}_1^2\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He} + {}_0^1\text{n}$.
- 30–D2.6c décrire les sources principales de la désintégration radioactive, ses types principaux et le rayonnement ionisant qu'elle entraîne, ex. : désintégration alpha (α), bêta (β) et gamma (γ).
- 30–D2.7c décrire les transformations de masse-énergie qui se produisent dans les réactions de fission et de fusion représentées par la formule $E = mc^2$.
- 30–D2.8c décrire, en termes généraux, le fonctionnement d'un réacteur à fission nucléaire, *ex. : le réacteur CANDU, Canadian Deuterium Uranium*, et l'état actuel de la recherche sur la fusion nucléaire.
- 30–D2.9c étudier la relation entre l'énergie nucléaire et l'énergie géothermique au fil du temps.
- 30–D2.10c comparer aux centrales nucléaires les centrales traditionnelles hydroélectriques ou alimentées au charbon ou au pétrole, et mettre en évidence leurs différences en ce qui a trait aux buts, aux procédés de conversion d'énergie, à la conception et à la fonction.
- 30–D2.11c mettre en évidence les différences d'ordre de magnitude qui existent entre les quantités d'énergie produites par la transformation nucléaire, chimique et d'état.
- 30–D2.12c expliquer l'origine des marées en termes d'attraction gravitationnelle et de mouvements relatifs du soleil, de la lune et de la Terre.
- 30–D2.13c décrire les transformations d'énergie mises en jeu dans la conversion de l'énergie marémotrice en électricité et comparer l'énergie marémotrice à l'énergie hydroélectrique, *ex. : centrales marémotrices dans la Baie de Fundy, au Canada, et à La Rance, en France.*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir décrire le soleil comme étant la source d'énergie principale de la Terre et expliquer le fonctionnement de certaines technologies traditionnelles et de substitution permettant de convertir les sources d'énergie solaire, nucléaire, marémotrice ou autre en des formes utilisables.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS) (résultats axés sur le contexte social et environnemental)

L'élève doit pouvoir

- 30–D2.1sts expliquer que les décisions relatives à l'application des progrès scientifiques et technologiques doivent tenir compte d'une foule de considérations d'ordre social, culturel, environnemental, éthique et économique, entre autres (CSE4b) [TIC F2–4.2, F3–4.1] :
- évaluer les conséquences environnementales et économiques des technologies de transformation d'énergie, *ex. : énergie nucléaire, géothermique, fossile, hydroélectrique, éolienne, marémotrice ou à pile à hydrogène*, dans le cadre d'une analyse des avantages et des risques.
- 30–D2.2sts expliquer que les sciences et la technologie ont pour objet de satisfaire les besoins de la société et d'accroître les capacités de l'être humain (CSE1) [TIC F2–4.4, F2–4.8] :
- *déterminer en quoi l'attribution de subventions de recherche pour la mise au point de nouveaux systèmes de conversion d'énergie et de sources d'énergie permet de maintenir l'équilibre entre les besoins de la société et la préservation de l'environnement.*

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés (résultats axés sur le contexte social et environnemental)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

- 30–D2.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- *concevoir une expérience et déterminer les variables particulières pour comparer la chaleur produite par différents combustibles (IP–NS2) [TIC C6–4.2].*

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

- 30–D2.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- *repérer, intégrer et synthétiser les renseignements provenant de sources imprimées et électroniques variées concernant les initiatives de développement durable comme l'emploi de piles à combustible (RE–CSE1) [TIC C1–4.1, C2–4.1, C3–4.1, C3–4.2].*

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2

L'élève doit pouvoir décrire le soleil comme étant la source d'énergie principale de la Terre et expliquer le fonctionnement de certaines technologies traditionnelles et de substitution permettant de convertir les sources d'énergie solaire, nucléaire, marémotrice ou autre en des formes utilisables.

Analyse et interprétation

- L'élève doit pouvoir*
- 30–D2.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- calculer les chaleurs de combustion à l'aide de la loi de Hess, *ex. : calculer et comparer les combustibles actuellement utilisés à ceux utilisés dans le passé (AI–NS3) [TIC C6–4.1]*;
 - calculer, à l'aide de l'équation $E = mc^2$, les transformations de masse-énergie effectuées dans les réactions de fission et de fusion (AI–NS3) [TIC C6–4.1]
 - étudier quantitativement le rendement d'un appareil, *ex. : capteur solaire, cellule photovoltaïque, brûleur à combustible fossile ou à biomasse, générateur de biogaz*, à l'aide de données sur l'intrant et l'extrant énergétiques (AI–ST1);
 - *déterminer de nouvelles questions, par exemple au sujet de la fusion nucléaire comme étant une future source d'énergie mondiale (AI–CSE4)*;
 - *évaluer les risques et les avantages liés à des nouveautés scientifiques et technologiques telles que la cogénération, les véhicules hybrides, le rendement énergétique, la récupération d'énergie des déchets ou la planification de la charge électrique (AI–CSE2) [TIC F3–4.1]*.

Communication et travail d'équipe

- L'élève doit pouvoir*
- 30–D2.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et d'évaluer des résultats :
- *utiliser les fonctions avancées d'un logiciel de traitement de texte pour insérer des tableaux et des budgets énergétiques dans une analyse des risques et des avantages d'une technologie de transformation d'énergie (CT–ST2) [TIC P4–4.3]*;
 - *consulter de nombreuses sources variées pour évaluer les différentes perspectives sur des sujets comme la cogénération, le rendement énergétique, la récupération d'énergie des déchets, la planification de la charge électrique et les politiques favorisant le rendement énergétique et le recours aux sources d'énergie renouvelable (CT–CSE1) [TIC C2–4.1, C2–4.2]*.

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Liens avec les mathématiques : Les résultats d'apprentissage suivants en mathématiques sont liés au contenu de l'unité D, mais ils ne sont pas considérés comme des préalables.

Concept :	Cours de mathématiques, domaine et résultat spécifique :
Collecte et analyse de données	Mathématiques 9 ^e année, La statistique et la probabilité (l'analyse de données), RAS 1 et 3
Mesure et conversion d'unités	Mathématiques 10C, Mesure, RAS 2 Mathématiques 10-3, Mesure, RAS 1 Mathématiques 20-3, Algèbre, RAS 3
Analyse de graphiques	Mathématiques 10C, Relations et fonctions, RAS 1 et 4 Mathématiques 20-3, Statistique, RAS 1 Mathématiques 30-1, Relations et fonctions, RAS 9 Mathématiques 30-2, Relations et fonctions, RAS 6

Remarque : Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.