
SCIENCES 10

RAISON D'ÊTRE ET PHILOSOPHIE DU PROGRAMME

Pour obtenir un diplôme d'études secondaires en Alberta, l'élève doit avoir les connaissances et les habiletés scientifiques et technologiques qui lui permettront de comprendre et d'interpréter le monde qui l'entoure et de devenir un membre productif de la société. Il doit également acquérir des valeurs qui l'aideront à se servir de ses connaissances et de ses habiletés de façon responsable. Le programme d'études de sciences lui permet d'acquérir les connaissances et les habiletés et de développer les attitudes dont il aura besoin pour se préparer à des études plus poussées et au choix d'une carrière, en lui donnant l'occasion de découvrir les domaines qui l'intéressent.

L'élève acquiert une culture scientifique en approfondissant sa connaissance des sciences et de leur interaction avec la technologie et la société. Il doit également développer les habiletés générales nécessaires pour cerner et analyser des problèmes, explorer et vérifier des solutions et chercher, interpréter et évaluer des informations. Pour répondre aux besoins de l'élève et à ceux de la société, le programme d'études de sciences doit présenter celles-ci dans un contexte significatif, donnant à l'élève l'occasion d'explorer le processus scientifique, ses applications et ses répercussions et d'examiner les problèmes et les questions technologiques s'y rapportant. Ce faisant, l'élève prend conscience du rôle des

sciences face à l'évolution culturelle et sociale et de leur contribution au maintien d'un environnement durable pour soutenir l'économie et la société.

Orientation du programme

Le programme de sciences du secondaire part du principe que tout élève devrait avoir la possibilité d'acquérir une culture scientifique, c'est-à-dire d'acquérir dans le domaine des sciences les connaissances, habiletés et attitudes nécessaires pour résoudre des problèmes et prendre des décisions, tout en développant le goût d'apprendre toute sa vie et en conservant un sentiment d'émerveillement face au monde qui l'entoure.

Le programme de Sciences 10 permet à l'élève d'apprendre à travers des expériences variées à explorer, analyser et apprécier l'interdépendance des sciences, de la technologie, de la société et de l'environnement et à en tirer une compréhension qui se reflétera dans sa vie personnelle, son choix de carrière et son avenir.

Buts

Le programme d'études de sciences offert en Alberta tend vers les buts suivants de l'enseignement scientifique au Canada :

- encourager l'élève, à tous les niveaux scolaires, à voir les travaux scientifiques et technologiques avec émerveillement et curiosité, tout en développant son esprit critique;

- apprendre à l'élève à se servir des sciences et de la technologie pour acquérir de nouvelles connaissances et résoudre des problèmes, afin de pouvoir améliorer ses conditions de vie et celles des autres;
- préparer l'élève à évaluer d'un œil critique les questions sociales, économiques, morales et environnementales se rattachant à la science;
- donner à l'élève une connaissance fondamentale des sciences qui lui permettra de poursuivre ses études dans ce domaine, le préparera à travailler dans un domaine connexe et l'incitera à se livrer à des passe-temps de nature scientifique qui correspondent à ses goûts et à ses aptitudes;
- amener l'élève, quels que soient ses aptitudes et ses intérêts, à découvrir la diversité des professions et des carrières reliées aux sciences, à la technologie et à l'environnement.

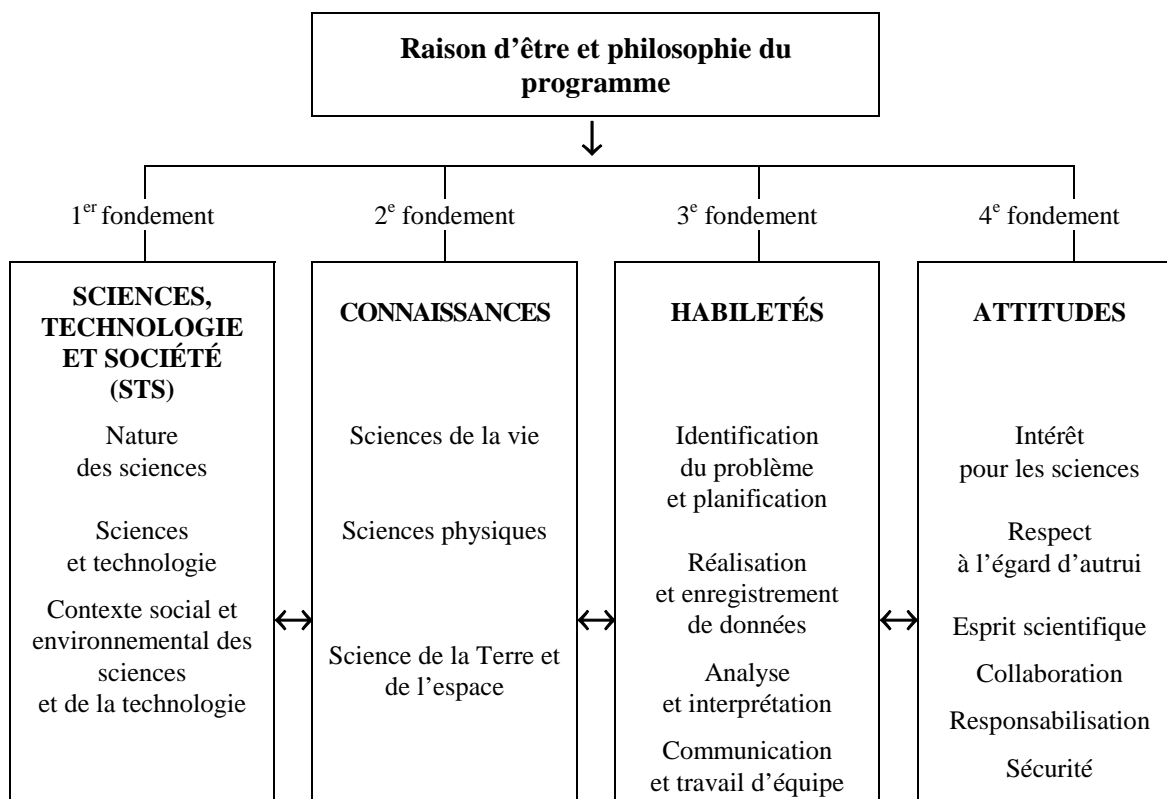
Point de vue autochtone

Le programme de Sciences 10 vise également à faire apprécier à l'élève la diversité culturelle et les réalisations des Premières nations, des Métis et des Inuits, en lui présentant le point de vue de ces peuples autochtones. Il est conçu de manière à :

- faire ressortir les apports divers des peuples autochtones à notre perception et notre compréhension du monde naturel;
- soutenir la pensée relationnelle (aussi dite pensée complexe), en intégrant des apprentissages de diverses disciplines scientifiques;
- faire saisir à l'élève le concept de notre relation avec le monde naturel et l'importance de protéger l'environnement;
- promouvoir une attitude positive chez l'élève, en lui faisant vivre des expériences qui l'incitent à avoir confiance dans sa capacité de réussir dans les domaines scientifiques.

FONDEMENTS DU PROGRAMME

Afin de soutenir l'acquisition d'une culture scientifique, le programme d'études de sciences doit offrir à l'élève plusieurs expériences d'apprentissage qui l'exposent aux domaines essentiels des sciences et de leurs applications. Ces domaines essentiels constituent les fondements du programme et en indiquent l'orientation générale et les principaux éléments.



Premier fondement

Sciences, technologie et société (STS) – L'élève découvre la nature des sciences et de la technologie, les corrélations existant entre ces domaines et le contexte social et environnemental dans lequel ils s'inscrivent.

Deuxième fondement

Connaissances – L'élève développe sa connaissance et sa compréhension des concepts sous-tendant les sciences de la vie, les sciences physiques et les sciences de la Terre et de l'espace, se servant de ce qu'il apprend pour interpréter, intégrer et accroître ses connaissances.

Troisième fondement

Habilités – L'élève acquiert 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.

Quatrième fondement

Attitudes – L'élève est encouragé à développer des attitudes et des valeurs qui favorisent l'acquisition et l'application responsable de connaissances scientifiques et technologiques pour son bien-être, celui de la société et celui de l'environnement.

Premier fondement : Sciences, technologie et société (STS)

L'étendue et le caractère des sciences, leurs liens avec la technologie et le contexte social de leur évolution constituent le *premier fondement* du programme d'études. Voici une brève description des grandes idées qui sous-tendent ce volet du programme.

Nature des sciences

Les sciences offrent à l'homme un moyen méthodique de se renseigner sur la nature des choses, en s'appuyant sur l'observation et les preuves recueillies. Elles permettent d'explorer l'environnement, de recueillir des informations et d'élaborer des idées qui aident à interpréter et expliquer ce qu'on voit. L'activité scientifique procure une assise conceptuelle et théorique servant à prédire, interpréter et expliquer les phénomènes naturels et techniques. Les sciences reposent sur une combinaison de connaissances précises, de théories et d'expérimentation. On expérimente, adapte et améliore sans cesse des idées ayant leurs fondements dans la science, à mesure que de nouvelles connaissances et explications se substituent à celles qui avaient cours jusqu'ici.

Sciences et technologie

La technologie a pour but de résoudre des problèmes pratiques en vue de satisfaire aux besoins de l'être humain. 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. Toutefois, malgré d'importantes corrélations et interdépendances, ces secteurs présentent aussi des distinctions majeures. Les sciences sont axées sur l'élaboration et la vérification de 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 du savoir scientifique réside dans son utilité pour expliquer, interpréter et prédire, tandis que celle de la technologie consiste dans l'efficacité avec laquelle elle permet d'atteindre un objectif défini.

Contexte social et environnemental

L'histoire des sciences atteste que les progrès scientifiques surviennent dans un contexte social. Il y a quantité d'exemples illustrant l'influence des traditions culturelles et intellectuelles sur l'objet et la méthodologie des sciences et l'incidence que celles-ci ont eue, à leur tour, sur le monde, plus vaste, des idées.

Aujourd'hui, la recherche est souvent dictée par un besoin ou une question d'ordre social ou environnemental. Tout comme les recherches antérieures ont mené à des solutions techniques, beaucoup de nouvelles techniques sont à l'origine de questions environnementales et sociales complexes. De plus en plus, ces questions font partie du programme politique. Le pouvoir des sciences d'informer l'individu, la collectivité 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.

Deuxième fondement : Connaissances

La matière des sciences, entre autres, les théories, les modèles, les concepts et les principes essentiels pour comprendre chaque domaine scientifique, correspond au *deuxième fondement* du programme. Pour les besoins de l'organisation de celui-ci, on la définit en fonction des disciplines scientifiques généralement reconnues.

Sciences de la vie

Les sciences de la vie s'intéressent à la croissance des 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 évolution. 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 chimie et la physique, portent sur la matière, l'énergie et les forces. La matière est structurée : elle se compose d'éléments en interaction. Énergie et matière sont en cause dans les interactions de gravitation et les interactions électromagnétiques et nucléaires observées dans l'Univers. Les lois de la conservation

de la masse et de l'énergie, l'impulsion et les charges font l'objet des sciences physiques.

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 qui changent constamment. Il en va de même du système solaire et de l'Univers. Les sciences de la Terre et de l'espace réunissent la géologie, la météorologie et l'astronomie, par exemple.

Troisième fondement : Habiletés

Les habiletés que l'élève acquiert et perfectionne en répondant à des questions, en apportant des solutions aux problèmes posés et en prenant des décisions représentent le *troisième fondement* du programme. Ces habiletés ne sont pas exclusives aux sciences, mais elles en facilitent beaucoup la compréhension et favorisent l'adaptation des concepts scientifiques et techniques appris à de nouvelles situations. Le programme de sciences met l'accent sur quatre types d'habiletés.

Identification du problème et planification

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

Ce sont les habiletés qui consistent à mener à bien un plan d'action supposant la collecte de preuves par l'observation et, dans la plupart des cas, le maniement de matériel et d'équipement.

Analyse et interprétation

Ce sont les habiletés qui consistent à examiner l'information et les preuves recueillies, à traiter et à présenter les données de façon à en permettre l'interprétation et à analyser, évaluer et appliquer les résultats.

Communication et travail d'équipe

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 et débattre des idées et à faire le consensus. Les aptitudes pour le travail d'équipe revêtent aussi une grande importance, puisque

l'élaboration et la mise en œuvre d'idées scientifiques sont une affaire de collaboration tant dans la société qu'en classe.

Quatrième fondement : Attitudes

Enfin, la généralisation de certains aspects du comportement, communément appelés « attitudes », forme le *quatrième fondement* du programme d'études. Les résultats escomptés sous ce rapport se présentent différemment de ceux qui sont énoncés à l'égard des habiletés et des connaissances. Ils s'expriment d'une autre façon et sont plus profondément ancrés dans le vécu de l'élève. Les attitudes évoluent tout au long de la vie et subissent l'influence du foyer, de l'école, de la collectivité et de la société dans son ensemble. 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'une attitude positive joue pour beaucoup dans l'épanouissement de l'élève : elle influe sur son développement intellectuel et le prédispose à un usage responsable des acquis.

Intérêt pour les sciences

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

Respect à l'égard d'autrui

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

Esprit scientifique

L'élève est encouragé à développer des manières d'être et d'agir qui sont favorables à la recherche, à la résolution de problèmes et à la prise de décisions.

Collaboration

L'élève est encouragé à adopter un comportement propice à la coopération.

Responsabilisation

L'élève est encouragé à utiliser les sciences et la technologie de façon responsable face à la société et à l'environnement naturel.

Sécurité

L'élève est encouragé à se préoccuper de la sécurité dans les contextes scientifiques et technologiques.

ORGANISATION ET PRÉSENTATION DU PROGRAMME

Le programme d'études de Sciences 10 se subdivise en quatre unités d'apprentissage :

| Unité | Titre | Accentuation |
|-------|---|------------------------------------|
| A | Énergie, matière et transformations chimiques | Nature des sciences |
| B | Flux d'énergie dans les systèmes technologiques | Sciences et technologie |
| C | Cycle de la matière dans les systèmes vivants | Nature des sciences |
| D | Flux d'énergie dans les systèmes planétaires | Contexte social et environnemental |

Organisation des unités d'apprentissage

Chacune des unités comprend les éléments suivants.

Survol

La description de chaque unité d'apprentissage commence par un survol de la matière à étudier, dans lequel on suggère une façon de l'aborder.

Questions d'encadrement

Des questions aident ensuite à délimiter le contexte dans lequel présenter la matière et suggèrent un objet pour les activités de recherche et la mise en application des idées par l'élève.

Connaissances scientifiques et mathématiques préalables

La description comprend également une liste des concepts et habiletés scientifiques et mathématiques pertinents, que l'élève est censé avoir appris ou acquis au premier cycle du secondaire.

Concepts clés

Les concepts clés énoncent les principales idées à développer dans le cadre de l'unité. Certains peuvent être abordés dans des unités complémentaires du même cours ou dans le cadre d'autres cours, la même année ou d'autres années. Les résultats d'apprentissage décrits ensuite précisent le champ d'études.

Résultats d'apprentissage

Le programme d'études fait mention de deux types de résultats :

- Les résultats d'apprentissage généraux expriment les principaux objectifs visés dans le cadre de chaque unité. Ils sont combinés et particuliers à chaque unité dans le cas des premier et deuxième fondements (STS et connaissances). Toutefois, ils sont communs à toutes les unités en ce qui concerne les deux autres (habiletés et attitudes).
- Les résultats d'apprentissage spécifiques formulent de façon précise ce à quoi doit parvenir l'élève au cours de l'unité d'apprentissage. Ils se présentent sous la forme d'une liste à puces.

Exemples

Plusieurs des résultats d'apprentissage énoncés s'accompagnent d'exemples, qui **ne font pas partie du programme obligatoire**, mais servent à illustrer une façon possible de développer le concept sous-jacent. Ces exemples, donnés à titre indicatif, sont soulignés par des *italiques* et sont séparés du reste du texte par des parenthèses.

Accentuation

Comme il a été indiqué précédemment, la description de chaque unité commence par un survol de la matière à étudier et un ensemble de questions servant à définir le cadre d'apprentissage. Elle indique par ailleurs lequel des aspects suivants il faudrait accentuer.

- *Nature des sciences* : Dans le cadre des unités axées sur la nature des sciences, l'attention de l'élève est centrée sur les démarches d'acquisition et de vérification des connaissances scientifiques, de même que sur la nature du savoir scientifique. Les habiletés auxquelles on attache le plus d'importance sont les habiletés nécessaires à la recherche scientifique.
- *Sciences et technologie* : Les unités mettant l'accent sur les sciences et la technologie amènent l'élève à résoudre des problèmes pratiques, en concevant et expérimentant des prototypes, des produits et des techniques répondant à un besoin précis. Les habiletés auxquelles on attache le plus d'importance sont celles de la résolution de problèmes, combinées aux habiletés utilisées en recherche scientifique.
- *Contexte social et environnemental* : Enfin, dans les unités visant à faire ressortir le contexte social

et environnemental des sciences, l'élève concentre son attention sur des questions et des décisions ayant trait à la mise en application des sciences et de la technologie. On met l'accent sur l'utilisation des habiletés de recherche pour arriver à des décisions éclairées : l'élève recueille des informations et les analyse, en examinant la situation sous différents angles.

Accentuation de la nature des sciences

L'accentuation de la nature des sciences favorise l'apprentissage des concepts et le perfectionnement des habiletés qui suivent.

Concepts

- Les sciences ont pour objet d'accroître la connaissance du monde naturel.
- Le savoir et les théories scientifiques progressent grâce aux hypothèses formulées, aux preuves issues de l'expérimentation et aux explications qu'on en tire.
- Le savoir scientifique naît de l'examen des travaux du chercheur par ses pairs et d'études de réitération probantes.
- Le savoir scientifique est appelé à changer au fil des nouveaux faits mis au jour, ainsi que de l'expérimentation des théories et principes mis en avant et des modifications, précisions ou réserves qui y sont faites en conséquence.
- La recherche scientifique repose sur :
 - l'indication du fondement théorique pertinent,
 - une formulation claire des questions à étudier ou des idées à vérifier et de leurs paramètres,
 - l'élaboration d'une méthode de recherche,
 - l'évaluation des moyens de recueillir et de consigner les faits et le choix de ceux qui conviennent le mieux,
 - l'analyse des faits et l'énoncé d'explications plausibles d'après des théories et concepts scientifiques.
- Les paradigmes scientifiques sont des inventions conceptuelles qui aident à organiser, interpréter et expliquer les constatations. Ainsi :
 - on se sert souvent de concepts, de modèles et de théories pour interpréter et expliquer des observations ou prédire ce qu'on observera;
 - les conventions mathématiques, de même que celles de la nomenclature et de la notation (ex. : symboles chimiques), offrent un moyen d'organiser et de communiquer une théorie, des rapports ou des concepts scientifiques;
 - le langage scientifique est précis, et chaque domaine a sa terminologie.
- La recherche scientifique se limite à certaines questions.

Habiletés (axées sur la recherche scientifique)

Identification du problème et planification, p. ex. :

- énoncer les questions à étudier;
- cerner les questions et leurs paramètres en vue de faciliter la recherche;
- faire des prévisions et formuler une hypothèse à partir des faits ou de l'information à sa disposition ou des théories existantes;
- évaluer et choisir les procédures et les moyens appropriés afin de rassembler des données et des preuves, y compris les méthodes d'échantillonnage qui conviennent.

Réalisation et enregistrement de données, p. ex. :

- exécuter des procédures en contrôlant les variables importantes et, au besoin, en adaptant les procédures mêmes ou en les poussant plus loin;
- employer divers instruments avec efficacité et exactitude pour recueillir des données;
- tirer des informations de diverses sources électroniques et imprimées;
- organiser et compiler les données recueillies selon un mode de présentation convenant à la tâche ou à l'expérience;
- choisir les bons appareils, en faire un emploi sûr et respecter 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.

Analyse et interprétation, p. ex. :

- compiler des données et les présenter de différentes façons, à la main ou par ordinateur;
- interpréter les régularités et les tendances des données, déduire les relations linéaires ou non linéaires qui existent entre les variables ou en faire le calcul;
- prédire la valeur d'une variable par interpolation ou extrapolation à partir de données graphiques ou de la droite la mieux ajustée;

- repérer et expliquer les sources d'erreur et évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte de données;
- tirer une conclusion des données rassemblées au cours d'une expérience et expliquer comment les preuves recueillies confirment ou réfutent une hypothèse, une prédiction, une théorie.

Communication et travail d'équipe, p. ex. :

- travailler avec les autres membres de l'équipe à l'élaboration d'un plan, à sa mise à exécution et à la résolution des problèmes qui surviennent, au moment où ils se produisent;
- choisir le langage et le mode de représentation numérique, symbolique ou graphique qui conviennent pour communiquer des constatations et conclusions;
- évaluer l'emploi de méthodes individuelles et collectives pour la planification et l'exécution de recherches.

Accentuation des sciences et de la technologie

L'accentuation des sciences et de la technologie favorise l'apprentissage des concepts et le perfectionnement des habiletés qui suivent.

Concepts

- La technologie est destinée à fournir des solutions à des problèmes pratiques.
- Les progrès technologiques peuvent supposer la mise au point et l'expérimentation de prototypes, de même que l'application de connaissances tirées de domaines scientifiques et de disciplines connexes.
- Les problèmes technologiques se prêtent souvent à plusieurs solutions, qui font appel à des concepts, des matériaux et des procédés différents et ont des répercussions involontaires aussi bien qu'intentionnelles.
- 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.
- Le perfectionnement technologique comporte les étapes suivantes :
 - bien cerner les problèmes à résoudre et établir des critères d'évaluation de la solution technologique;
 - définir les restrictions et repérer les compromis possibles;
 - élaborer des concepts et des prototypes;
 - éprouver et évaluer les concepts et prototypes en fonction des critères établis.
- Les produits de la technologie sont des dispositifs, des systèmes et des procédés qui répondent à des besoins précis. Toutefois, ces produits n'apportent pas réponse à tous les problèmes.
- Il faut déterminer 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.

Habiletés (axées sur la résolution de problèmes)

Identification du problème et planification, p. ex. :

- cerner des problèmes pratiques;
- énoncer les questions auxquelles il faut répondre pour résoudre des problèmes pratiques;
- proposer et évaluer des solutions de rechange à un problème pratique, en sélectionner une et dresser un plan de mise en œuvre;
- évaluer et choisir les procédures et les moyens appropriés afin de rassembler des données et de l'information pour résoudre le problème posé.

Réalisation et enregistrement de données, p. ex. :

- tirer les informations nécessaires pour résoudre un problème donné de diverses sources électroniques et imprimées et en faire la synthèse;
- construire et éprouver un prototype de dispositif ou de système et résoudre les problèmes qui se posent au fur et à mesure qu'ils surviennent;
- sélectionner les outils et appareils à utiliser avec soin et les employer avec prudence.

Analyse et interprétation, p. ex. :

- repérer et corriger les défauts de fonctionnement d'un prototype et améliorer celui-ci;
- évaluer des concepts et des prototypes d'après des critères qu'il a arrêtés lui-même (p. ex. : fonction, fiabilité, sûreté, efficacité d'emploi des matériaux et incidence sur l'environnement);
- indiquer des applications possibles des conclusions tirées et les évaluer;
- énoncer de nouvelles questions et de nouveaux problèmes à partir de ce qui a été appris.

Communication et travail d'équipe, p. ex. :

- travailler avec les autres membres de l'équipe à l'élaboration d'un plan, à sa mise à exécution et à la résolution des problèmes qui surviennent, au moment où ils se produisent;
- évaluer et recommander une méthode pour résoudre un problème donné, d'après les constatations issues des recherches;
- évaluer l'emploi de méthodes individuelles et collectives pour la planification de tâches et la résolution de problèmes.

Accentuation du contexte social et environnemental

L'accentuation du contexte social et environnemental favorise l'acquisition des concepts et le perfectionnement des habiletés qui suivent.

Concepts

- Les sciences et la technologie ont pour objet de satisfaire aux besoins de la société et d'accroître les capacités de l'homme.
- Les sciences et la technologie subissent l'influence de la société, tout en bénéficiant de son appui : elles ont influé sur le cours de l'histoire et évolué en fonction des besoins de la société.
- Les sciences et la technologie ont des répercussions tant involontaires qu'intentionnelles sur l'homme et l'environnement.
- La société détermine l'orientation des progrès technologiques et scientifiques. Ainsi :
 - La société canadienne appuie la recherche scientifique et les progrès technologiques qui contribuent à sa viabilité à long terme, de même qu'à la durabilité de son économie et de l'environnement.
 - Les décisions visant l'application des perfectionnements scientifiques et technologiques doivent tenir compte de plusieurs questions d'ordre social, culturel, écologique, moral et économique, entre autres.
 - La société soutient le progrès scientifique et technologique, en en reconnaissant les réalisations, en en publiant et diffusant les résultats et en y apportant son appui financier.
- L'activité scientifique et technologique peut tenir à des valeurs personnelles et sociales, tels l'exactitude, l'honnêteté, la persévérance, la tolérance, l'ouverture d'esprit et l'esprit critique, la créativité et la curiosité, et promouvoir ces valeurs.
- Les sciences et la technologie peuvent conduire à différentes professions nécessitant une formation supérieure. Leur étude ouvre de nouveaux champs d'intérêt et passe-temps et prépare à un apprentissage qui se poursuit toute la vie.

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

Identification du problème et planification, p. ex. :

- cerner des questions de nature scientifique;
- indiquer des questions à étudier dans le contexte de sujets d'ordre scientifique ou technologique;
- évaluer ou élaborer les procédures et les moyens appropriés pour recueillir des données et des informations pertinentes.

Réalisation et enregistrement de données, p. ex. :

- réunir des informations pertinentes sur la question, le problème ou le sujet à l'étude et en faire la synthèse;
- repérer dans diverses sources électroniques et imprimées les renseignements d'intérêt sur le sujet à l'étude;
- tirer des informations de diverses sources électroniques et imprimées ou de différentes parties d'une même source et en faire la synthèse.

Analyse et interprétation, p. ex. :

- évaluer les preuves et les sources d'information selon des critères précis;
- évaluer les risques et les avantages de perfectionnements scientifiques et technologiques sous différents rapports;
- énoncer de nouvelles questions et de nouveaux problèmes à partir de ce qui a été appris;
- indiquer des applications possibles des conclusions tirées et les évaluer de différents points de vue scientifiques, technologiques et écologiques.

Communication et travail d'équipe, p. ex. :

- travailler avec les autres membres de l'équipe à l'élaboration d'un plan, à sa mise à exécution et à la résolution des problèmes qui surviennent, au moment où ils se produisent;
- évaluer différentes décisions possibles et recommander la meilleure, d'après ses constatations;
- présenter des arguments clairs et logiques à l'appui d'une décision sur un point donné, en les étayant sur des observations;
- porter un jugement sur des méthodes individuelles et collectives de recherche et l'évaluation de différentes solutions envisagées.

Unité A : Énergie, matière et transformations chimiques

(Accent sur la nature des sciences)

Survol : Les transformations chimiques mettent en jeu de l'énergie et des modifications de la matière. Pour les comprendre, il est important de connaître la structure sous-jacente de la matière et les espèces chimiques fondamentales. L'étude des propriétés des molécules et des composés ioniques, y compris les acides et les bases, amène l'élève à prendre conscience de la nécessité d'un système de classification et d'une nomenclature. L'élève apprend à nommer les composés, à les classer et à écrire des équations chimiques équilibrées pour représenter les transformations chimiques. En outre, il découvre la loi de la conservation de la masse et le concept de la mole.

Questions d'encadrement : Comment la compréhension de la structure de la matière a-t-elle mené à d'autres progrès scientifiques? Comment les éléments se combinent-ils? Peut-on classer ces combinaisons, prédire quels seront les produits et quantifier ces derniers? Pourquoi les scientifiques classent-ils les transformations chimiques, suivent-ils des règles pour les nommer et les représentent-ils par des équations?

Connaissances scientifiques préalables

Concepts :

- Modèle particulaire de la matière
- Symboles du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT), substances pures, mélanges et solutions
- Réactifs, produits, conservation de la masse, tableau périodique, éléments, composés, théorie de l'atome, nomenclature chimique
- Acides et bases

L'élève voit ces concepts dans le cadre des cours suivants :

- Sciences 7^e année, unité C : Chaleur et température
- Sciences 8^e année, unité A : Mélanges et circulation de la matière
- Sciences 9^e année, unité B : Composition et modification chimique
- Sciences 9^e année, unité C : Chimie de l'environnement

Connaissances mathématiques préalables

Concepts :

- Transposition d'une expression écrite en une expression algébrique équivalente
- Addition, soustraction, multiplication et division de nombres décimaux
- Utilisation de rapports et de proportions pour résoudre des problèmes
- Emploi de la notation scientifique (SI) au moyen d'une calculatrice

L'élève voit ces concepts dans le cadre des cours suivants :

- Mathématiques 8 – Les régularités et les relations
- Mathématiques 7 – Le nombre
- Mathématiques 8 – Le nombre
- Mathématiques 8 – Le nombre
Mathématiques 9 – Le nombre

Concepts clés

Les concepts énumérés ci-après sont étudiés dans le cadre de l'unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités d'apprentissage, au cours d'autres années du programme. Les résultats d'apprentissage énoncés à la suite de ces concepts délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- Façons dont les substances chimiques satisfont des besoins de l'être humain
- SIMDUT et mesures de sécurité
- Nomenclature de l'Union internationale de chimie pure et appliquée (UICPA), composés ioniques et molécules, acides et bases
- Preuve de l'existence d'une transformation chimique
- Rôle et nécessité de la classification des transformations chimiques
- Écriture d'équations équilibrées
- Loi de la conservation de la masse et concept de la mole

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Connaissances et STS

L'élève doit pouvoir :

1. Décrire les particules fondamentales qui représentent la constitution intime de la matière et explorer les techniques qui s'y rapportent, c'est-à-dire :
 - montrer, par des exemples tirés du passé, que l'être humain se sert depuis très longtemps de substances chimiques pour satisfaire ses besoins fondamentaux (*ex. : utilisation de matières biotiques et abiotiques par les communautés des Premières nations pour subvenir à leurs besoins, avant la venue des Européens*);
 - exposer le rôle de la preuve dans l'élaboration des modèles atomiques, qui se composent de protons et de neutrons (les nucléons), ainsi que d'électrons (théories de Dalton, Thomson, Rutherford et Bohr);
 - donner des exemples de domaines professionnels faisant appel à la chimie dans sa collectivité (*ex. : génie chimique, cosmétologie, transformation des aliments*).
2. Expliquer, à l'aide du tableau périodique, comment les éléments se combinent pour former des corps composés et suivre les lignes directrices de l'UICPA pour nommer les composés ioniques et les molécules simples, c'est-à-dire :
 - montrer qu'il est au courant des lignes directrices du SIMDUT et prendre des mesures de sécurité pour manipuler, entreposer et éliminer les produits chimiques au laboratoire et à la maison;
 - expliquer l'importance et la nécessité du système de nomenclature de l'UICPA en ce qui a trait tant au travail des scientifiques qu'à la nécessité de communiquer de façon claire et précise;
 - expliquer, à l'aide du tableau périodique, comment et pourquoi les éléments se combinent dans des proportions précises pour former des composés;
 - prédire les formules et écrire les noms de composés ioniques, de molécules et d'acides courants (*ex. : sulfurique, chlorhydrique, nitrique, éthanoïque*), en s'aidant du tableau périodique, d'une table d'ions et des règles de l'UICPA;
 - classer les composés ioniques et les molécules, ainsi que les acides et les bases, d'après leurs propriétés, comme la conductivité, le pH, la solubilité et l'état;
 - prédire si un composé ionique est relativement soluble dans l'eau en consultant une table de produits de solubilité;

- faire le rapprochement entre la structure moléculaire de substances simples et leurs propriétés (*ex. : expliquer comment les propriétés de l'eau tiennent à la nature polaire de la molécule d'eau et faire le rapprochement entre cette propriété et le transfert d'énergie dans les systèmes matériels et vivants*);
 - énoncer dans leurs grandes lignes les problèmes que pose, sur le plan personnel et sociétal, l'utilisation de substances qui peuvent être toxiques ou dangereuses (*ex. : risques que pose pour la santé la consommation excessive d'alcool et de nicotine; exposition à des substances toxiques; risques que posent pour l'environnement la manutention, l'entreposage et l'élimination de métaux lourds, d'acides forts, de gaz inflammables et de liquides volatils*).
3. Reconnaître et classer les transformations chimiques, représenter des réactions chimiques importantes au moyen d'équations nominatives et d'équations chimiques équilibrées et préciser en quoi elles illustrent la loi de la conservation de la masse de Lavoisier, c'est-à-dire :
- donner des exemples de procédés ménagers, commerciaux ou industriels qui se fondent sur des réactions chimiques pour produire des substances utiles et de l'énergie (*ex. : levure chimique pour faire de la pâtisserie, combustion de carburant, électrolyse de l'eau pour former $H_{2(g)}$ et $O_{2(g)}$*);
 - reconnaître les réactions chimiques qui ont de l'importance dans notre société (*ex. : réactions qui assurent la survie des systèmes vivants, telles la photosynthèse et la respiration; réactions qui ont une incidence sur l'environnement, comme les réactions de combustion et la décomposition de déchets*);
 - décrire les signes d'une transformation chimique, c'est-à-dire la transformation de l'énergie, la formation d'un gaz ou d'un précipité, la modification de la couleur ou de l'odeur, la variation de la température;
 - faire la distinction entre les réactions chimiques endothermiques et exothermiques (*ex. : combustion de l'essence et d'autres combustibles naturels et synthétiques, photosynthèse*);
 - reconnaître et classer les catégories de réactions chimiques, c'est-à-dire les réactions de formation (synthèse), de décomposition, de combustion d'hydrocarbures, de remplacement simple et de remplacement double;
 - traduire les équations nominatives en équations chimiques équilibrées, et inversement, pour les réactions chimiques qui se produisent dans les systèmes vivants et non vivants;
 - prédire les produits de réactions chimiques de formation (synthèse) et de décomposition, de remplacement simple et double et de combustion d'hydrocarbures, étant donné les réactifs;
 - définir la mole comme la quantité d'un élément qui contient $6,02 \times 10^{23}$ atomes (nombre d'Avogadro) et appliquer le concept au calcul de quantités de substances formées d'une autre espèce chimique (*ex. : déterminer la quantité d'eau qui contient $6,02 \times 10^{23}$ molécules de H_2O*);
 - interpréter des équations chimiques équilibrées en s'appuyant sur le concept de moles d'espèces chimiques et faire le rapprochement entre le concept de la mole et la loi de la conservation de la masse.

Habilités (*axées sur la recherche scientifique*)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir :

- poser des questions au sujet de rapports observés et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux, c'est-à-dire :
- définir et délimiter des problèmes pour faciliter l'exécution de recherches;
- concevoir une expérience en indiquant et en contrôlant les variables importantes (*ex. : concevoir une expérience pour faire la distinction entre les catégories de matière, comme les acides, les bases et les solutions neutres, et indiquer quelles sont les variables principales et dépendantes*);

- faire des prévisions et formuler une hypothèse à partir des faits ou de l'information à sa disposition (ex. : *échafauder une hypothèse concernant les transformations de la levure chimique durant la cuisson*);
- évaluer et choisir les moyens convenant à la collecte de données et les démarches appropriées pour résoudre des problèmes, faire une recherche et arriver à une décision (ex. : *indiquer les moyens techniques qui conviennent pour classifier les composés, comme le papier de tournesol ou un conductimètre*).

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir :

mener des recherches sur des rapports entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information, c'est-à-dire :

- exécuter des procédures en contrôlant les variables importantes et, au besoin, en adaptant les procédures mêmes ou en les poussant plus loin (ex. : *lors de l'exécution d'une expérience pour illustrer la conservation de la masse, démontrer sa compréhension des systèmes ouverts et fermés et contrôler la perte ou le gain de matière durant une transformation chimique*);
- faire des recherches à la bibliothèque ou à l'aide d'outils électroniques, afin de recueillir des renseignements sur un sujet donné (ex. : *renseignements sur des substances que nous utilisons et sur leur toxicité, en consultant des ouvrages de référence classiques, comme le manuel Merck, ou en effectuant des recherches dans Internet*);
- sélectionner des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source et les intégrer (ex. : *recueillir des renseignements sur la recherche dans le domaine des particules subatomiques; faire des recherches sur la façon dont les communautés des Premières nations se servaient, avant l'arrivée des Européens, des matières à leur disposition, notamment de tissu cérébral pour tanner les peaux*);
- démontrer une connaissance des normes du SIMDUT, et sélectionner et utiliser des techniques convenables pour la manutention et l'élimination des substances employées en laboratoire (ex. : *reconnaître et utiliser les renseignements de la fiche signalétique (FTSS)*);
- sélectionner judicieusement les instruments, la technologie et les substances à employer et les utiliser de façon sûre (ex. : *utiliser l'équipement, comme les becs Bunsen, les balances électroniques et la verrerie de laboratoire, les sondes électroniques et les calculatrices, correctement et de façon sûre*).

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir :

analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles, c'est-à-dire :

- décrire et appliquer une nomenclature et des systèmes de classification utilisés en sciences (ex. : *examiner la périodicité du tableau périodique des éléments, catégoriser la matière et nommer les éléments et les composés en s'appuyant sur les lignes directrices de l'UICPA*);
- appliquer et évaluer d'autres modèles théoriques pour interpréter des connaissances dans un domaine donné (ex. : *comparer les divers modèles de la structure de l'atome*);
- comparer des valeurs théoriques et des valeurs empiriques et expliquer des écarts (ex. : *déterminer la masse d'un système de réaction chimique avant et après la réaction, et expliquer toute divergence*);
- indiquer et expliquer les sources d'erreur et d'incertitude des mesures exécutées et exprimer les résultats en faisant état du degré d'incertitude (ex. : *mesurer et enregistrer la masse d'une substance, faire bon usage des chiffres significatifs*);

- énoncer de nouvelles questions et de nouveaux problèmes à partir de ce qu'il a appris (ex. : « *Comment les peuples de l'Antiquité ont-ils découvert le moyen d'extraire les métaux des minerais?* », « *Comment peut-on évaluer la méthode autochtone traditionnelle de mesure de l'alcalinité des substances?* »).

Communication et travail d'équipe

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, c'est-à-dire :

- communiquer des questions, des idées et des intentions; recevoir, interpréter, comprendre et soutenir les idées d'autrui, et y donner suite (ex. : *utiliser une technique de communication appropriée pour encourager les commentaires des autres*);
- choisir le langage et le mode de représentation numérique, symbolique ou graphique qui conviennent pour communiquer des idées, des plans et des résultats (ex. : *se servir de la notation scientifique (SI) et de la nomenclature de l'UICPA appropriées*).

Attitudes

Intérêt pour les sciences

L'élève doit être encouragé à :

s'intéresser aux questions de nature scientifique, développer son intérêt personnel pour les domaines scientifiques et connexes et y explorer les possibilités de carrière (ex. : *appliquer des concepts appris en classe à son utilisation de produits chimiques dans la vie courante; s'intéresser à des professions de toutes sortes qui font appel à la chimie*).

Respect à l'égard d'autrui

L'élève doit être encouragé à :

reconnaître que le savoir scientifique découle de l'interaction d'idées proposées par des personnes dont les opinions et la formation diffèrent (ex. : *reconnaître l'apport de Canadiens et Canadiennes au savoir actuel sur la structure de la matière; démontrer qu'il est conscient du savoir autochtone traditionnel en ce qui a trait à l'emploi de matières biotiques et abiotiques et qu'il le respecte*).

Esprit scientifique

L'élève doit être encouragé à :

appuyer son évaluation de différentes méthodes de recherche ou de résolution de problèmes et de questions sur des preuves (ex. : *évaluer des inférences et des conclusions fondées sur des particules de matière qu'on ne peut observer directement*).

Collaboration

L'élève doit être encouragé à :

travailler en collaboration pour planifier et faire des recherches, de même que pour faire naître et évaluer des idées (ex. : *participer volontiers au travail d'un groupe; accepter divers rôles au sein de celui-ci et partager avec ses collègues la responsabilité des difficultés qui se posent*).

Responsabilisation

L'élève doit être encouragé à :

faire preuve de sensibilité et d'un sens des responsabilités dans sa quête d'un équilibre entre les besoins de l'être humain et un environnement durable (*ex. : se rendre compte que la préparation, l'emploi et l'élimination de produits chimiques peut avoir des répercussions sur l'environnement*).

Sécurité

L'élève doit être encouragé à :

se soucier de la sécurité au moment de planifier, d'exécuter et de revoir des activités (*ex. : accepter la nécessité de règles en ce qui concerne l'entreposage, la maintenance et l'élimination de matières employées au laboratoire de l'école, à la maison ou au lieu de travail et susceptibles de présenter un danger*).

Unité B : Flux d'énergie dans les systèmes technologiques

(Accent sur les sciences et la technologie)

Survol : L'application des première et deuxième lois de la thermodynamique (conservation et conversion de l'énergie) a facilité la mise au point de dispositifs modernes et efficaces de conversion de l'énergie. L'élève qui étudie les phénomènes de conversion et de transfert de l'énergie mécanique dans les systèmes s'aperçoit que, même si l'énergie est conservée, la quantité d'énergie utile diminue à chaque conversion. Il apprend en outre que l'on ne peut observer l'énergie que durant son transfert et que l'on peut quantifier l'énergie mécanique. Il applique les concepts de conservation et de conversion de l'énergie pour expliquer les conversions d'énergie dans des systèmes naturels et technologiques et pour étudier la conception et la fonction des techniques de conversion de l'énergie.

Questions d'encadrement : Est-ce la science ou la technologie qui a existé pour commencer, et le progrès technologique est-il possible sans l'aide de la science pure? Comment les efforts en vue d'améliorer l'efficacité des moteurs thermiques ont-ils abouti à l'énoncé des première et deuxième lois de la thermodynamique? Comment l'analyse de corps en mouvement peut-elle aider à comprendre les transformations de l'énergie cinétique, les forces et le travail? Pourquoi l'efficacité et la durabilité sont-elles des caractéristiques dont il est important de tenir compte lors de la conception de techniques de conversion de l'énergie?

Connaissances scientifiques préalables

Concepts :

- Besoins d'énergie thermiques et technologie connexe, énergie thermique ou calorifique, transfert de la chaleur, conservation de l'énergie
- Forces agissant sur les structures et à l'intérieur des structures, direction des forces
- Transmission de la force et du mouvement, machines simples, mesure du travail en joules
- Formes d'énergie, transformation de l'énergie, énergie renouvelable et non renouvelable

L'élève voit ces concepts dans le cadre des cours suivants :

Sciences 7^e année, unité C : Chaleur et température

Sciences 7^e année, unité D : Structures et forces

Sciences 8^e année, unité D : Systèmes mécaniques

Sciences 8^e année, unité D : Électricité et électrotechnique

Connaissances mathématiques préalables

Concepts :

- Résolution d'équations linéaires à une ou deux étapes
- Résolution d'équations linéaires à une ou deux étapes, où l'inconnue est contenue dans une fraction
- Résolution d'équations comportant des carrés et des racines carrées

L'élève voit ces concepts dans le cadre des cours suivants :

Mathématiques 8 – Les régularités et les relations

Mathématiques 9 – Les régularités et les relations

Mathématiques 8 – Le nombre
Mathématiques 9 – Le nombre

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> – Création et interprétation de diagrammes de dispersion à l'aide de résultats expérimentaux reliant des variables principales et dépendantes | Mathématiques 9 – La statistique et la probabilité |
| <ul style="list-style-type: none"> – Détermination, par l'observation, de la droite la mieux ajustée d'un diagramme de dispersion et formulation de prévisions fondées sur cette droite | Mathématiques 9 – La statistique et la probabilité |
| <ul style="list-style-type: none"> – Utilisation de méthodes algébriques et graphiques d'analyse d'un contexte où il y a des variables | Mathématiques 7 – Les régularités et les relations Mathématiques 8 – Les régularités et les relations Mathématiques 9 – Les régularités et les relations |
| <ul style="list-style-type: none"> – Emploi de la notation scientifique (SI) au moyen d'une calculatrice | Mathématiques 8 – Le nombre Mathématiques 9 – Le nombre |

Concepts clés

Les concepts énumérés ci-après sont étudiés dans le cadre de l'unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités d'apprentissage, au cours d'autres années du programme. Les résultats d'apprentissage énoncés à la suite de ces concepts délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> – Formes et interconversions de l'énergie – Innovations technologiques concernant les moteurs qui ont mené à l'énoncé du concept d'énergie – Mouvement unidimensionnel – Conversions de l'énergie mécanique et travail fourni | <ul style="list-style-type: none"> – Conception et fonctionnement de systèmes technologiques et de dispositifs axés sur l'énergie potentielle et cinétique, et conversions d'énergie thermique – Utilisation efficace de l'énergie et répercussions sur l'environnement d'une utilisation inefficace |
|--|--|

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Connaissances et STS

L'élève doit pouvoir :

1. Décrire et illustrer comment des technologies fondées sur les principes de la thermodynamique ont été élaborées avant l'énoncé des lois de la thermodynamique, c'est-à-dire :
 - illustrer, par des exemples basés sur des systèmes naturels et technologiques, les diverses formes sous lesquelles l'énergie existe (*ex. : mécanique, chimique, thermique, nucléaire, solaire*);
 - décrire, qualitativement, des technologies utilisées aujourd'hui et dans le passé pour transformer l'énergie d'une forme en une autre et montrer que les techniques de transfert d'énergie aboutissent à des variations mesurables de mouvement, de forme ou de température (*ex. : générateurs hydroélectriques et alimentés au charbon, panneaux de chauffage solaire, moulins à vent, piles à combustible; utilisation de la thermodynamique par les autochtones pour la fabrication d'outils, la conception de structures et le chauffage*);
 - indiquer les travaux par tâtonnement qui ont mené à l'invention du moteur et faire le rapprochement entre les principes de la thermodynamique et la mise au point de modèles de moteur plus efficaces (*ex. : travaux de James Watt, conception de meilleures soupapes pour les moteurs automobiles*);

- expliquer et montrer comment l'élaboration du concept d'énergie a découlé de l'observation de dispositifs thermiques et mécaniques (*ex. : travaux de recherche de Rumford et de Joule; élaboration de techniques s'appuyant sur l'énergie thermique et le transfert d'énergie par les Première nations et les Inuits avant l'arrivée des Européens*).
2. Expliquer et appliquer les concepts qui sous-tendent les mesures théoriques et pratiques de l'énergie dans les systèmes mécaniques, c'est-à-dire :
- décrire des signes de la présence d'énergie, telles des transformations chimiques et physiques observables et des modifications du mouvement, de la forme et de la température;
 - définir l'énergie cinétique comme l'énergie résultant du mouvement, et l'énergie potentielle comme celle qui résulte de la position relative ou de l'état relatif d'un corps;
 - décrire l'énergie chimique comme une forme d'énergie potentielle (*ex. : énergie emmagasinée dans le glucose, l'adénosine triphosphate (ATP), l'essence*);
 - définir, comparer et contraster des grandeurs scalaires et vectorielles;
 - décrire le déplacement et la vitesse en termes quantitatifs;
 - définir l'accélération, de façon quantitative, comme une variation de la vitesse pendant un intervalle donné, laquelle s'exprime par $\bar{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$;
 - expliquer que, en l'absence de résistance, le mouvement à une vitesse constante n'exige aucun apport d'énergie;
 - se rappeler, comme il l'a vu auparavant, que, à toutes fins utiles, la force se définit comme une poussée ou une traction, et le travail fourni, comme l'énergie dépensée quand la vitesse d'un objet augmente ou qu'un corps est déplacé en direction opposée à une force exercée sur lui;
 - définir l'énergie potentielle gravitationnelle comme le travail fourni par un corps abandonné à l'action du champ de pesanteur, c'est-à-dire à l'action de la gravité;
 - établir, au moyen des expressions $E_p = mgh$ et $W = Fd$, le rapport entre l'énergie potentielle gravitationnelle et le travail fourni et démontrer que la variation de l'énergie est égale au travail fourni au système, soit à $\Delta E = W$;
 - quantifier l'énergie cinétique au moyen de l'équation $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ et relier ce concept à la conservation de l'énergie dans les transformations (*ex. : dans le cas d'un objet qui, tombant de son point de repos, parcourt une distance « h », $mgh = Fd = \frac{1}{2}mv^2$*);
 - déduire l'unité SI d'énergie et de travail, c'est-à-dire le joule, d'après les unités fondamentales;
 - explorer et analyser le mouvement scalaire unidimensionnel et le travail fourni à un objet ou à un système, en se servant de méthodes algébriques et graphiques (*ex. : étudier la relation entre la distance, le temps et la vitesse; déterminer l'aire de la partie située sous la droite d'un graphique force-distance*).
3. Appliquer les principes de la conservation de l'énergie et de la thermodynamique pour étudier, décrire et prédire l'efficacité de la transformation de l'énergie dans les systèmes technologiques, c'est-à-dire :
- décrire qualitativement, dans le contexte des lois de la thermodynamique, les transformations d'énergie qui surviennent dans des dispositifs et des systèmes (*ex. : automobile, bicyclette qui s'arrête, centrale thermique, chaîne alimentaire, réfrigérateur, pompe thermique, fosse d'entreposage des aliments dans le pergélisol*);
 - décrire de quelle façon les première et deuxième lois de la thermodynamique ont modifié notre compréhension des conversions d'énergie (*ex. : « Pourquoi les moteurs thermiques ne sont-ils pas entièrement efficaces? »*);

- définir l'énergie « utile » en termes concrets, du point de vue technologique, et analyser les étapes de la transformation de l'énergie « utile » dans des systèmes technologiques (*ex. : barrage d'une centrale hydroélectrique*);
- reconnaître qu'il y a des limites à la quantité d'énergie « utile » qu'on peut tirer de la conversion de l'énergie potentielle en une autre forme dans un dispositif technologique (*ex. : quand l'énergie potentielle de l'essence est convertie en énergie cinétique dans un moteur d'automobile, une partie de l'énergie résultante se présente sous forme de chaleur; quand l'énergie électrique est convertie en lumière dans une ampoule, il y a en a une certaine partie qui se transforme en chaleur*);
- exprimer l'efficacité de façon quantitative, en tant que mesure du travail « utile », comparativement à l'énergie totale apportée à un processus ou à un dispositif de conversion d'énergie;
- appliquer les concepts reliés à l'efficacité de la conversion de l'énergie thermique pour analyser la conception d'un dispositif thermique (*ex. : pompe, chaudière à haute efficacité, moteur d'automobile*);
- comparer le contenu énergétique des combustibles utilisés dans les centrales thermiques de l'Alberta, sur le plan des coûts, des avantages, de l'efficacité et de la durabilité;
- expliquer qu'il est nécessaire de trouver des moyens efficaces de convertir l'énergie pour protéger l'environnement et utiliser judicieusement les ressources naturelles (*ex. : perfectionnements en matière d'efficacité énergétique; point de vue autochtone sur la conservation des ressources naturelles*).

Habilités (axées sur la résolution de problèmes)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir :

poser des questions au sujet de rapports observés et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux, c'est-à-dire :

- concevoir une expérience en indiquant et en contrôlant les variables importantes (*ex. : élaborer une expérience comportant une réaction de combustion pour illustrer la conversion de l'énergie potentielle chimique en énergie thermique*);
- formuler des définitions opérationnelles de variables importantes (*ex. : prédire la conversion de l'énergie de sa forme potentielle à sa forme cinétique dans le cadre d'une expérience axée sur un pendule ou la chute libre d'un corps ou émettre une hypothèse à ce propos*).

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir :

mener des recherches sur des rapports entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information, c'est-à-dire :

- exécuter des procédures en contrôlant les variables importantes et, au besoin, en adaptant les procédures mêmes ou en les poussant plus loin (*ex. : faire une expérience pour démontrer l'équivalence entre le travail fourni à un objet et l'énergie cinétique résultante; concevoir un dispositif qui convertit l'énergie mécanique en énergie thermique*);
- compiler et organiser des données selon des formats ou des modes de traitement appropriés pour en faciliter l'interprétation (*ex. : se servir d'un ordinateur pour recueillir et classer les données d'une expérience conçue pour démontrer l'équivalence entre le travail fourni à un objet et l'énergie cinétique résultante*);
- faire des recherches à la bibliothèque ou à l'aide d'outils électroniques, afin de recueillir des renseignements sur un sujet donné (*ex. : recueillir des renseignements sur le contenu énergétique*).

des combustibles utilisés dans les centrales électriques de l'Alberta; tracer le diagramme du cheminement de l'énergie solaire jusqu'au système d'éclairage de l'école, en précisant quelles transformations ont eu lieu à chaque étape du processus);

- sélectionner des renseignements de diverses sources imprimées et électroniques ou de différentes parties d'une même source et les intégrer (*ex. : créer des documents à liens multiples sur l'utilisation de sources d'énergie de rechange, tels le vent et le soleil, pour produire de l'électricité en Alberta; évaluer l'importance de la mise au point de moteurs efficaces dans le contexte de la révolution industrielle et dans celui de la conjoncture économique actuelle des pays industrialisés*).

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir :

analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles, c'est-à-dire :

- compiler et présenter des données et des renseignements, à la main ou par ordinateur, dans divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des graphiques et des diagrammes de dispersion (*ex. : construire des graphiques distance-temps, vitesse-temps ou force-distance; manipuler et présenter des données en se servant d'outils appropriés, comme des instruments scientifiques, une calculatrice, une base de données ou un tableur*);
- préciser les limites de données ou de mesures (*ex. : reconnaître que la valeur mesurée de la gravité varie selon le point du globe où est effectuée la mesure; faire bon usage des chiffres significatifs*);
- interpréter les régularités et les tendances des données, déduire les relations linéaires ou non linéaires qui existent entre les variables ou en faire le calcul (*ex. : interpréter le graphique de la variation de l'énergie cinétique et potentielle d'un pendule durant une demi-période d'oscillation; calculer la pente de la droite d'un graphique représentant la distance en fonction du temps; analyser un graphique vitesse-temps simple afin de décrire l'accélération; calculer l'aire située sous la droite d'un graphique représentant la force en fonction de la distance*);
- comparer des valeurs théoriques et des valeurs empiriques et expliquer les écarts (*ex. : déterminer l'efficacité de systèmes de conversion de l'énergie thermique*);
- tirer une conclusion des données rassemblées au cours d'une expérience et expliquer comment les preuves recueillies confirment ou réfutent l'hypothèse initiale (*ex. : expliquer l'écart entre l'efficacité théorique et réelle d'un système de conversion d'énergie thermique*);
- construire et mettre à l'essai un prototype d'un dispositif ou d'un système et régler les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent (*ex. : concevoir et construire un dispositif de conversion d'énergie*);
- proposer d'autres solutions à un problème pratique donné, indiquer les forces et les faiblesses que peut présenter chacune et en choisir une comme point de départ pour l'élaboration d'un plan (*ex. : évaluer les mérites respectifs du charbon ou du gaz naturel comme source d'énergie des centrales thermiques en Alberta*);
- évaluer, en fonction de critères qu'il a élaborés lui-même, un dispositif qu'il a conçu et fabriqué lui-même (*ex. : évaluer un dispositif de conversion d'énergie*).

Communication et travail d'équipe

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, c'est-à-dire :

- choisir le langage et le mode de représentation numérique, symbolique ou graphique qui conviennent pour communiquer des idées, des plans et des résultats (*ex. : utiliser la notation scientifique (SI) et les unités fondamentales et dérivées appropriées; se servir des options de niveau avancé d'un logiciel de traitement de texte pour accomplir une tâche et pour insérer des tableaux, des graphiques et du texte*);
- travailler avec les autres membres de l'équipe à l'élaboration d'un plan, à sa mise à exécution et à la résolution des problèmes qui surviennent, au moment où ils se produisent (*ex. : dresser un plan pour la construction d'un dispositif de conversion de l'énergie, obtenir des commentaires à son sujet, le mettre à l'essai et le réviser, y apporter les corrections nécessaires et le mettre en œuvre*).

Attitudes

Intérêt pour les sciences

L'élève doit être encouragé à :

s'intéresser aux questions de nature scientifique, développer son intérêt personnel pour les domaines scientifiques et connexes et y explorer les possibilités de carrière (*ex. : appliquer des concepts appris en classe à des phénomènes courants liés à l'énergie; s'intéresser à des domaines très variés où l'énergie joue un rôle important*).

Respect à l'égard d'autrui

L'élève doit être encouragé à :

reconnaître que le savoir scientifique découle de l'interaction d'idées proposées par des personnes dont les opinions et la formation diffèrent (*ex. : apprécier les technologies autochtones d'hier et d'aujourd'hui qui faisaient ou font usage de matériaux locaux et mettent en pratique des principes scientifiques; se rendre compte que l'évolution des sciences et de la technologie est fonction à la fois d'enjeux mondiaux et de besoins locaux*).

Esprit scientifique

L'élève doit être encouragé à :

appuyer son évaluation de différentes méthodes de recherche ou de résolution de problèmes et de questions sur des preuves (*ex. : évaluer le problème posé selon différents critères; reconnaître qu'il peut y avoir plus d'une solution possible et respecter le choix des autres; évaluer honnêtement les faiblesses des modèles qu'il propose; persévérer dans la recherche de la meilleure réponse à la question posée ou de la meilleure solution au problème à l'étude*).

Collaboration

L'élève doit être encouragé à :

travailler en collaboration pour planifier et faire des recherches, de même que pour faire naître et évaluer des idées (*ex. : employer diverses stratégies, comme le remue-méninges, l'écoute active, la paraphrase et le questionnement pour découvrir la meilleure solution possible au problème à l'étude; faire preuve d'esprit d'équipe lorsqu'il assigne ou exécute des tâches et partager avec ses collègues la responsabilité des difficultés qui se présentent*).

Responsabilisation

L'élève doit être encouragé à :

faire preuve de sensibilité et d'un sens des responsabilités dans sa quête d'un équilibre entre les besoins de l'être humain et un environnement durable (*ex. : prendre conscience du fait que ses choix et ses actes, comme ceux des technologues, peuvent avoir des répercussions sur les autres et sur l'environnement*).

Sécurité

L'élève doit être encouragé à :

se soucier de la sécurité au moment de planifier, d'exécuter et de revoir des activités (*ex. : montrer qu'il se préoccupe de la sécurité des autres et de la sienne au cours de la planification et de l'exécution d'expériences ou de la conception de dispositifs; sélectionner des méthodes sûres pour rassembler les faits dont il a besoin et pour résoudre des problèmes*).

Unité C : Cycle de la matière dans les systèmes vivants

(Accent sur la nature des sciences)

Survol : La cellule, qui est l'unité fondamentale de la vie, est un exemple de système ouvert efficace, formé d'une membrane cellulaire et d'organelles qui exécutent les fonctions essentielles de tous les organismes vivants. L'élève en vient à déduire que les progrès technologiques dans le domaine de la microscopie ont favorisé l'étude de la cellule et des processus cellulaires. Le savoir acquis à propos des processus vitaux au niveau de la cellule s'applique aussi aux organismes pluricellulaires.

Questions d'encadrement : Comment la théorie cellulaire a-t-elle remplacé le concept de « génération spontanée » et révolutionné l'étude des êtres vivants? Comment s'exécutent les fonctions vitales dans les organismes unicellulaires? Comment les plantes font-elles appel à des cellules à fonctions particulières et à des processus spécialisés pour exécuter les mêmes fonctions qu'une cellule unique, mais à plus grande échelle? Comment l'imagerie permet-elle de mieux comprendre la structure et la fonction des cellules?

Connaissances scientifiques préalables

| | |
|---|--|
| Concepts : | L'élève voit ces concepts dans le cadre des cours suivants : |
| – Processus vitaux et structure des plantes | Sciences 7 ^e année, unité B : Les plantes, source de nourriture et de fibre |
| – Organismes, cellules, organes, tissus | Sciences 8 ^e année, unité B : Cellules et systèmes |

Connaissances mathématiques préalables

| | |
|---|--|
| Concepts : | L'élève voit ces concepts dans le cadre des cours suivants : |
| – Estimation et calcul de l'aire et du volume d'objets simples et composés | Mathématiques 8 – La forme et l'espace Mathématiques 9 – La forme et l'espace |
| – Utilisation de rapports et de proportions pour résoudre des problèmes | Mathématiques 8 – Le nombre |
| – Dessin, analyse et interprétation d'agrandissements, de réductions et de diagrammes à l'échelle | Mathématiques 8 – La forme et l'espace |
| – Collecte et présentation de données, à la main et à l'ordinateur, et exécution de leur analyse | Mathématiques 8 – La statistique et la probabilité Mathématiques 9 – La statistique et la probabilité |

Concepts clés

Les concepts énumérés ci-après sont étudiés dans le cadre de l'unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités d'apprentissage, au cours d'autres années du programme. Les résultats d'apprentissage énoncés à la suite de ces concepts délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- | | |
|---|--|
| – Microscopie et naissance de la théorie cellulaire | – Utilisation de modèles explicatifs et visuels en sciences |
| – Structures et fonctions cellulaires, et applications technologiques | – Spécialisation cellulaire dans un organisme pluricellulaire; ex. : plantes |

- Transport actif et passif de la matière
- Rapport entre la taille et la forme de la cellule et rapport de la surface au volume
- Mécanismes de transport, d'échange gazeux et de réaction à l'environnement dans un organisme pluricellulaire; ex. : plantes

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Connaissances et STS

L'élève doit pouvoir :

1. Expliquer le rapport entre les progrès de l'imagerie et l'état actuel des connaissances de la cellule, c'est-à-dire :
 - retracer l'évolution de la théorie cellulaire : tous les êtres vivants sont constitués d'une ou de plusieurs cellules et des substances produites par ces dernières, les cellules sont les unités fonctionnelles de la vie, toutes les cellules proviennent de cellules préexistantes (*ex. : d'Aristote à Hooke, Pasteur, Brown et Schwann et Schleiden; existence de particules subcellulaires, tels les virus et les prions, qui présentent certaines caractéristiques de cellules vivantes*);
 - expliquer comment les progrès dans le domaine de la microscopie et des techniques de coloration ont eu, et continuent d'avoir une incidence directe sur l'approfondissement des connaissances relatives à la structure et au fonctionnement de la cellule (*ex. : microscope électronique, microscope confocal à balayage laser*);
 - indiquer des domaines d'étude de la cellule au niveau moléculaire (*ex. : cartographie de l'ADN et des gènes, transport transmembranaire*).

2. Décrire le rôle joué par les organelles et les structures d'une cellule dans les processus vitaux et utiliser des modèles pour expliquer ces processus et leurs applications, c'est-à-dire :
 - comparer le transport passif de la matière par diffusion ou osmose au transport actif en ce qui concerne le modèle particulaire de la matière, les gradients de concentration, l'équilibre et les protéines de transport (*ex. : modèle particulaire de la matière et modèle de la mosaïque fluide*);
 - se servir de modèles pour expliquer et visualiser des processus complexes, comme la diffusion et l'osmose, l'endocytose et l'exocytose, ainsi que le rôle joué par la membrane cellulaire ou plasmique dans ces processus;
 - décrire la cellule en tant que système ouvert comportant des processus destinés à capter les nutriments, excréter les déchets et échanger de la matière et de l'énergie;
 - indiquer la structure de la membrane plasmique, du noyau, des lysosomes, des vacuoles, des mitochondries, du réticulum endoplasmique, de l'appareil de Golgi, des ribosomes, des chloroplastes et de la paroi cellulaire, là où il y en a, dans les cellules végétales ou animales et décrire la fonction de ces éléments, en termes généraux;
 - comparer la structure, la composition chimique et les fonctions des cellules végétales et animales, et décrire la nature complémentaire de la structure et de la fonction de celles-ci;
 - décrire le rôle joué par la membrane plasmique dans le maintien de l'équilibre lors de l'échange de substances;
 - donner des exemples d'applications des connaissances concernant les membranes semi-perméables, la diffusion et l'osmose (*ex. : fixation de médicaments contre le VIH aux cellules et aux liposomes, diffusion d'hormones protéiques à l'intérieur des cellules, coloration des cellules, désalinisation de l'eau de mer, dialyse péritonéale ou mécanique, séparation des bactéries et des virus, purification de l'eau, fabrication du fromage, emploi de miel comme agent antibactérien et de baies comme agents de conservation par les communautés des Premières nations*);

- décrire la taille et la forme des cellules en s'aidant du rapport de la surface au volume et en précisant comment ce rapport limite la taille de la cellule (*ex. : comparer les cellules nerveuses et les cellules sanguines chez les animaux, les cellules pilifères des plantes et les cellules contenant des chloroplastes que l'on trouve à la surface des feuilles*).
3. Analyser les plantes en tant qu'exemples d'organismes pluricellulaires présentant des structures spécialisées aux niveaux cellulaire, tissulaire et systémique, c'est-à-dire :
- expliquer pourquoi, à partir d'une certaine taille, l'organisme unicellulaire ou la colonie d'organismes unicellulaires nécessite un niveau d'organisation pluricellulaire et faire un rapprochement avec la spécialisation des cellules, des tissus et des systèmes végétaux;
 - décrire les diverses structures et fonctions spécialisées des cellules du système de la feuille, c'est-à-dire l'épiderme, y compris les cellules stomatiques ou cellules de garde, les cellules palissadiques, les cellules parenchymateuses et les cellules du tissu vasculaire du phloème et du xylème, et comment celles-ci contribuent à la photosynthèse;
 - étudier et expliquer le système de transport dans les plantes, c'est-à-dire les tissus du xylème et du phloème et les processus de transpiration, y compris les propriétés de cohésion et d'adhésion de l'eau, la pression de turgescence et l'osmose; la diffusion, le transport actif et la pression racinaire dans les poils absorbants;
 - étudier et expliquer le système d'échanges gazeux dans les plantes, c'est-à-dire les lenticelles, les cellules de garde et les stomates, et le processus de diffusion;
 - étudier et expliquer le phototropisme et le géotropisme à titre d'exemples de systèmes de contrôle chez les plantes;
 - décrire l'évolution des théories du phototropisme et du géotropisme (*ex. : de Darwin et Boysen-Jensen à Went*).

Habilités (*axées sur la recherche scientifique*)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir :

poser des questions au sujet de rapports observés et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux, c'est-à-dire :

- définir et délimiter des problèmes pour faciliter l'exécution de recherches (*ex. : « Comment les plantes s'adaptent-elles à différentes conditions environnementales, notamment à divers niveaux d'exposition à la lumière et à diverses concentrations d'engrais? »*);
- concevoir une expérience en indiquant et en contrôlant les variables importantes (*ex. : établir un plan de recherche pour déterminer l'effet de la concentration de $CO_{2(g)}$ sur le nombre de chloroplastes observés dans une cellule de plante aquatique*);
- faire des prévisions et formuler une hypothèse à partir des faits ou de l'information à sa disposition (*ex. : échafauder une hypothèse quant au mécanisme par lequel les interconversions biochimiques de l'amidon et du glucose pourraient réguler la pression de turgescence dans les cellules; formuler une hypothèse quant à la direction de la croissance des racines et de la plante d'un plant de haricots cultivé sur un plateau tournant et prédire les effets de diverses vitesses de rotation sur l'angle de croissance*);
- indiquer la base théorique d'une recherche et énoncer une prédiction ou une hypothèse qui concorde avec cette base (*ex. : s'appuyer sur la théorie particulaire pour formuler une hypothèse sur la façon dont la vitesse de diffusion dépend de la taille des particules, puis prédire la vitesse de diffusion d'une solution de sucrose et d'une solution d'amidon placées dans un tube à dialyse, lui-même placé dans un becher rempli d'eau*);

- formuler des définitions opérationnelles de variables importantes (*ex. : définir le gradient de concentration ou l'état d'équilibre*).

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir :

mener des recherches sur des rapports entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information, c'est-à-dire :

- exécuter des procédures en contrôlant les variables importantes et, au besoin, en adaptant les procédures mêmes ou en les poussant plus loin (*ex. : mener une expérience pour déterminer l'effet de la tonicité sur la plasmolyse et la déplasmolyse de cellules végétales, comme les poils staminaux ou les cellules des feuilles de plantes aquatiques; indiquer les variables, comme la quantité de lumière ou de chaleur, qui influent sur la plasmolyse, et contrôler ces variables*);
- employer divers instruments avec efficacité et exactitude pour recueillir des données (*ex. : se servir d'un microscope pour observer le mouvement de l'eau dans les plantes; faire des montages humides de tissus prélevés sur des angiospermes, et observer des structures cellulaires propres aux cellules animales et végétales; colorer des cellules pour les rendre visibles*);
- estimer des quantités (*ex. : comparer la taille de diverses catégories de cellules observées au microscope; calculer le grossissement, le champ visuel et l'échelle*);
- compiler et organiser des données selon des formats ou des modes de traitement appropriés pour en faciliter l'interprétation (*ex. : organiser les données recueillies en mesurant quotidiennement la température et en enregistrant la date de floraison de différentes espèces végétales, comme le tremble, le peuplier, le lilas mauve commun et le crocus, afin de déterminer s'il existe un rapport entre les deux variables*);
- faire des recherches à la bibliothèque ou à l'aide d'outils électroniques, afin de recueillir des renseignements sur un sujet donné (*ex. : télécharger du texte, des images, des fichiers audio et vidéo sur les nouvelles technologies employées pour étudier les cellules*);
- sélectionner des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source et les intégrer (*ex. : créer des documents à liens multiples ou résumer des articles axés sur les principes scientifiques ou des progrès technologiques*).

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir :

analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles, c'est-à-dire :

- compiler et présenter des données et des renseignements, à la main ou par ordinateur, dans divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des graphiques et des diagrammes de dispersion (*ex. : recueillir des données sur le nombre de stomates par unité de surface des feuilles de diverses plantes qui croissent dans des régions dont le degré d'humidité diffère et regrouper ces données dans un tableur ou sous forme de graphique pour déterminer s'il existe un rapport entre les variables*);
- interpréter les régularités et les tendances des données, déduire les relations linéaires ou non linéaires qui existent entre les variables ou en faire le calcul (*ex. : comparer le rapport de la surface au volume de diverses cellules et faire un rapprochement entre ces observations et la fonction cellulaire; établir un lien entre des ingrédients de médicaments en usage aujourd'hui et des remèdes traditionnels*);
- tirer une conclusion des données rassemblées au cours d'une expérience et expliquer comment les preuves recueillies confirment ou réfutent l'hypothèse initiale (*ex. : observer et consigner les transformations macroscopiques et microscopiques d'une plante en croissance à titre de preuve de la différenciation*);

- expliquer comment des données confirment ou réfutent une hypothèse ou une prédiction;
- construire et mettre à l'essai un prototype d'un dispositif ou d'un système et régler les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent (*ex. : créer un modèle d'une cellule qui remplit une fonction particulière, en se servant, par exemple, d'un ballon sur lequel il applique du ruban adhésif pour représenter une cellule de garde du stomate*);
- énoncer de nouvelles questions et de nouveaux problèmes à partir de ce qu'il a appris (*ex. : déterminer la raison d'être des structures cellulaires observées dans les tissus vivants ou des lames préparées, en ayant recours à la dissection et à un examen au microscope composé ou à la micrographie*).

Communication et travail d'équipe

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, c'est-à-dire :

- communiquer des questions, des idées et des intentions; recevoir, interpréter, comprendre et soutenir les idées d'autrui, et y donner suite (*ex. : décrire les mouvements cytoplasmiques (cyclose) dans un organisme unicellulaire et communiquer l'inférence selon laquelle des mouvements similaires s'observent dans les cellules d'un organisme pluricellulaire*);
- choisir le langage et le mode de représentation numérique, symbolique ou graphique qui conviennent pour communiquer des idées, des plans et des résultats (*ex. : établir une analogie entre les signes de la division du travail dans les cellules et les services communautaires; noter et expliquer le mouvement de l'eau dans les plantes*).

Attitudes

Intérêt pour les sciences

L'élève doit être encouragé à :

s'intéresser aux questions de nature scientifique, développer son intérêt personnel pour les domaines scientifiques et connexes et y explorer les possibilités de carrière (*ex. : appliquer les concepts appris en classe à des phénomènes courants se rapportant à la cellule et aux organismes pluricellulaires; se renseigner sur les possibilités de carrière dans des domaines tels que la botanique, la foresterie, l'horticulture, la cytologie, la génétique et la santé*).

Respect à l'égard d'autrui

L'élève doit être encouragé à :

reconnaître que le savoir scientifique découle de l'interaction d'idées proposées par des personnes dont les opinions et la formation diffèrent (*ex. : apprécier à sa juste valeur le rôle et l'apport de femmes et d'hommes de différentes cultures qui, par leur utilisation des sciences et de la technologie, nous permettent de mieux comprendre la cellule et les systèmes vivants; prendre conscience de la contribution du savoir autochtone traditionnel aux sciences et à la technologie et en reconnaître la valeur*).

Esprit scientifique

L'élève doit être encouragé à :

appuyer son évaluation de différentes méthodes de recherche ou de résolution de problèmes et de questions sur des preuves (*ex. : se rendre compte que, déjà dans le passé, les autochtones de différentes cultures appliquaient les principes de la recherche scientifique en ayant recours à l'observation et l'expérimentation pour résoudre des difficultés de nature particulière*).

Collaboration

L'élève doit être encouragé à :

travailler en collaboration pour planifier et faire des recherches, de même que pour faire naître et évaluer des idées (*ex. : prendre charge de sa part du travail nécessaire pour préparer une recherche, recueillir des données et les enregistrer; prendre en considération les approches proposées par d'autres membres du groupe*).

Responsabilisation

L'élève doit être encouragé à :

faire preuve de sensibilité et d'un sens des responsabilités dans sa quête d'un équilibre entre les besoins de l'être humain et un environnement durable (*ex. : montrer qu'il se soucie de toutes les formes de vie et les respecte; évaluer les répercussions de ses choix sur l'environnement, et de ceux que font les scientifiques lorsqu'ils mènent des travaux de recherche*).

Sécurité

L'élève doit être encouragé à :

se soucier de la sécurité au moment de planifier, d'exécuter et de revoir des activités (*ex. : montrer qu'il se préoccupe de la sécurité des autres et de la sienne au cours de la planification et de l'exécution d'activités expérimentales; sélectionner des méthodes sûres pour rassembler les faits dont il a besoin et pour résoudre des problèmes*).

Unité D : Flux d'énergie dans les systèmes planétaires (Accent sur le contexte social et environnemental)

Survol : L'énergie solaire maintient la vie et commande les systèmes climatiques planétaires sur la Terre. Sans elle, il n'y aurait ni chaleur ni précipitations, donc, aucune vie sur la planète. L'élève apprend que l'absorption et le transfert d'énergie thermique à la surface de la Terre, ou à proximité de celle-ci, crée une variété de zones climatiques présentant des tendances météorologiques et des biomes caractéristiques. Les facteurs climatiques déterminent les caractéristiques de la flore et de la faune observées dans chacun des grands biomes de la planète. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat a déclaré que, tout bien pesé, on semble pouvoir distinguer une influence humaine sur le climat de la planète. Les scientifiques de différents domaines étudient cette relation pour en déterminer les effets possibles sur les biomes.

Questions d'encadrement : Existe-t-il des liens entre l'énergie solaire, les processus planétaires de transfert d'énergie, le climat et les biomes? Quelles sont les données qui portent à croire que notre climat évolue peut-être plus vite que les diverses espèces vivantes peuvent s'adapter? L'activité humaine est-elle la cause des changements climatiques? Comment pouvons-nous, tout en répondant aux besoins de l'homme, limiter l'effet de nos activités sur la biosphère et sur le climat planétaire?

Connaissances scientifiques préalables

| | |
|---|--|
| Concepts : | L'élève voit ces concepts dans le cadre des cours suivants : |
| – Surveillance de l'environnement, effets sur l'environnement, transferts d'énergie, gestion de l'environnement | Sciences 7 ^e année, unité A : Interactions et écosystèmes |
| – Énergie thermique, changement d'état, transfert de la chaleur | Sciences 7 ^e année, unité C : Chaleur et température |
| – Climat, glaciers et calottes glaciaires | Sciences 8 ^e année, unité E : Eaux douces et eaux salées |
| – Biodiversité, diversité des habitats | Sciences 9 ^e année, unité A : Biodiversité |

Connaissances mathématiques préalables

| | |
|--|--|
| Concepts : | L'élève voit ces concepts dans le cadre des cours suivants : |
| – Addition, soustraction, multiplication et division de nombres décimaux | Mathématiques 7 – Le nombre |
| – Calcul de pourcentages combinés | Mathématiques 8 – Le nombre |
| – Utilisation de rapports et de proportions pour résoudre des problèmes | Mathématiques 8 – Le nombre |
| – Emploi de la notation scientifique (SI) au moyen d'une calculatrice | Mathématiques 8 – Le nombre Mathématiques 9 – Le nombre |
| – Collecte et présentation de données, à la main et à l'ordinateur, et exécution de leur analyse | Mathématiques 8 – La statistique et la probabilité Mathématiques 9 – La statistique et la probabilité |
| – Établissement de prédictions par interpolation et extrapolation | Mathématiques 7 – Les régularités et les relations |
| – Résolution d'équations linéaires à une ou deux étapes | Mathématiques 8 – Les régularités et les relations Mathématiques 9 – Les régularités et les relations |

- Résolution d'équations linéaires à une ou deux étapes, où l'inconnue est contenue dans une fraction

Concepts clés

Les concepts énumérés ci-après sont étudiés dans le cadre de l'unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités d'apprentissage, au cours d'autres années du programme. Les résultats d'apprentissage énoncés à la suite de ces concepts délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- Contextes social et environnemental de l'étude des changements climatiques
- Cycle hydrologique et changement de phase
- Bilan radiatif
- Rapport entre les biomes, l'énergie solaire et le climat
- Zones climatiques, transfert d'énergie thermique par l'hydrosphère et l'atmosphère
- Activité humaine et changements climatiques

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Connaissances et STS

L'élève doit pouvoir :

1. Décrire comment la relation entre l'apport d'énergie solaire, l'énergie émise par la Terre et le flux d'énergie dans la biosphère influe sur les biomes, de même que sur la vie de l'homme et des autres espèces, c'est-à-dire :
 - expliquer de quelle façon le climat influence la vie de l'homme et des autres espèces et pourquoi il est nécessaire d'étudier les changements climatiques (*ex. : décrire les réactions de l'homme et d'autres espèces à des conditions climatiques extrêmes; décrire les modèles d'habitation et l'habillement utilisés par l'homme, de même que les abris et le pelage des animaux vivant dans des conditions d'extrême chaleur, de froid intense, de grande sécheresse ou humidité ou encore de grands vents*);
 - reconnaître le soleil comme la source de toute l'énergie disponible sur la Terre;
 - analyser, dans ses grandes lignes, le bilan radiatif (ou rayonnement net), en exprimant les diverses composantes – rayonnement solaire absorbé par la Terre et son atmosphère, rayonnement thermique émis par la Terre et rayonnement net résultant – en pourcentage;
 - indiquer les caractéristiques principales de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la lithosphère et expliquer leur rapport avec la biosphère terrestre;
 - définir l'effet de serre et expliquer comment divers gaz, notamment le méthane, le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau, y contribuent.
2. Analyser les rapports entre l'énergie solaire nette, les processus planétaires de transfert d'énergie – principalement le rayonnement, la convection et le cycle hydrologique – et le climat, c'est-à-dire :
 - décrire, en termes généraux, comment l'énergie thermique se propage à travers l'atmosphère (caractéristiques planétaires des vents, courant-jet, effet de Coriolis et systèmes météorologiques) et l'hydrosphère (courants océaniques et grandes masses d'eau), des latitudes où le rayonnement net est positif vers celles où il est négatif, ce qui a pour effet de créer toute une gamme de zones climatiques (*ex. : analyser des images statiques et animées prises par satellite*);
 - étudier et décrire, en termes généraux, le rapport entre la quantité d'énergie solaire qui atteint la surface de la Terre, d'une part, et la période de l'année, l'angle d'inclinaison, la longueur du jour, la masse nuageuse, l'effet de l'albédo et la répartition spatiales des aérosols ou particules en suspension dans l'air, d'autre part ;

- expliquer comment le transfert d'énergie thermique à travers l'atmosphère et l'hydrosphère influe sur le climat;
 - étudier et indiquer comment les variations des propriétés thermiques de la matière peuvent causer un réchauffement ou un refroidissement inégal du temps;
 - expliquer, d'après les recherches qu'il a faites, comment les processus d'évaporation, de condensation, de congélation et de fusion causent un transfert d'énergie thermique, en se servant pour ce faire de calculs simples de la chaleur de fusion ($H_{fus} = \frac{Q}{n}$) et de vaporisation ($H_{vap} = \frac{Q}{n}$) et de $Q = mc\Delta t$ pour indiquer les quantités d'énergie thermique en cause dans ces processus, puis faire le lien entre ces processus et le cycle hydrologique.
3. Faire un rapprochement entre le climat et les caractéristiques des grands biomes de la planète, et comparer les biomes de différentes parties du monde, c'est-à-dire :
- définir le biome comme un système ouvert supposant des intrants et des extrants d'énergie et de matière, de même que des échanges à ses limites (*ex. : comparer les cellules et les biomes et indiquer en quoi ces deux types de systèmes ouverts diffèrent*);
 - faire le rapprochement entre les caractéristiques de deux grands biomes (prairie, désert, toundra, taïga, forêt caduque ou forêt ombrophile) et le rayonnement net, les facteurs climatiques (température, humidité, lumière solaire et vent), ainsi que la topographie (chaînes de montagnes, grandes masses d'eau, etc.);
 - analyser les climatogrammes de deux grands biomes (prairie, désert, toundra, taïga, forêt caduque ou forêt ombrophile) et expliquer pourquoi des biomes ayant des caractéristiques semblables peuvent exister à endroits, latitudes et altitudes différents;
 - indiquer les effets possibles de changements climatiques sur des biomes vulnérables (*ex. : répercussions du retrait de la banquise dans l'Arctique sur les espèces locales et sur les sociétés autochtones qui dépendent des modes de vie traditionnels*).
4. Examiner et déterminer l'importance de divers facteurs environnementaux sur le transfert de l'énergie et les changements climatiques à l'échelle planétaire, c'est-à-dire :
- indiquer, d'après ses recherches, les interventions humaines qui, par leur action sur les biomes, risquent de changer le climat (*ex. : émissions de gaz à effet de serre, assèchement des marécages, feux de forêt et déforestation*) et examiner d'un œil critique les indices que ces interventions causent effectivement des changements climatiques (*ex. : réchauffement de la planète, élévation du niveau des mers*);
 - indiquer des moyens d'étudier les changements du climat terrestre survenus dans le passé (*ex. : analyse de carottes glaciaires ou des anneaux de croissance des arbres*);
 - circonscrire la contribution de la science à l'approfondissement des connaissances relatives au climat et aux changements climatiques par l'intermédiaire de programmes internationaux (*ex. : Veille météorologique mondiale, Programme climatologique mondial et Veille de l'atmosphère globale gérés par l'Organisation météorologique mondiale (OMM); Surface Heat Budget of the Arctic (SHEBA) Ocean Project; Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) créé de concert par l'OMM et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE); étude des paléoclimats et de modèles de futurs scénarios concernant le climat*);
 - présenter le rôle de la technologie comme outil de mesure, de modélisation et d'interprétation du climat et des changements climatiques (*ex. : modèles informatiques, dispositifs de mesure des gaz à effet de serre, imagerie par satellite*);
 - décrire les limites du savoir scientifique et de la technologie en ce qui a trait aux prédictions concernant le climat et la météo (*ex. : prévision des répercussions directes et indirectes des changements climatiques ou des modifications des mécanismes de transfert de l'énergie solaire* –

courants océaniques et vents à l'échelle planétaire – sur l'agriculture, la foresterie et les océans au Canada);

- évaluer, en les examinant de différents points de vue, les bienfaits et les risques assortis à l'activité humaine, de même que les effets de celle-ci sur la biosphère et le climat (*ex. : comparer l'hypothèse Gaïa au point de vue autochtone traditionnel sur le monde naturel; décrire et analyser différentes approches suggérées pour atténuer les effets de l'activité humaine sur le climat planétaire*).

Habilités (*axées sur l'utilisation de la recherche pour éclairer la prise de décisions*)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir :

poser des questions au sujet de rapports observés et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux, c'est-à-dire :

- énoncer les questions à étudier compte tenu de problèmes pratiques et des enjeux (*ex. : formuler des questions ayant trait aux changements climatiques, telles que « Quelles seraient les répercussions du réchauffement de la planète sur les biomes du Nord du Canada? » ou « Comment une espèce particulière serait-elle touchée par une élévation ou une baisse de la température moyenne? »*);
- concevoir une expérience pour laquelle il indique des variables précises (*ex. : étudier l'effet chauffant de l'énergie solaire en choisissant pour variables la température, l'efficacité et les matières utilisées*);
- formuler des définitions opérationnelles de variables importantes (*ex. : définir la chaleur de fusion ou de vaporisation comme la quantité d'énergie nécessaire pour modifier l'état d'une mole de matière, au point de fusion ou d'ébullition, quand la température ne varie pas*).

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir :

mener des recherches sur des rapports entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information, c'est-à-dire :

- exécuter des procédures en contrôlant les variables importantes et, au besoin, en adaptant les procédures mêmes ou en les poussant plus loin (*ex. : mener une expérience pour déterminer la capacité qu'ont diverses substances d'absorber ou de réfléchir l'énergie solaire*);
- employer divers instruments avec efficacité et exactitude pour recueillir des données (*ex. : se servir d'un baromètre, d'un pluviomètre, d'un thermomètre et d'un anémomètre*);
- compiler et organiser des données selon des formats ou des modes de traitement appropriés pour en faciliter l'interprétation (*ex. : organiser les données pour préparer des climatogrammes permettant de comparer des biomes*);
- faire des recherches à la bibliothèque ou à l'aide d'outils électroniques, afin de recueillir des renseignements sur un sujet donné (*ex. : se renseigner sur les sources de gaz à effet de serre et les protocoles permettant de contrôler celles qui sont créées par l'homme*);
- sélectionner des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source et les intégrer (*ex. : recueillir dans Internet des données météorologiques et climatiques historiques et courantes*).

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir :

analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles, c'est-à-dire :

- compiler et présenter des données et des renseignements, à la main ou par ordinateur, dans divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des graphiques et des diagrammes de dispersion (*ex. : préparer des climatogrammes pour comparer deux biomes de la liste qui suit : prairie, désert, toundra, taïga, forêt caduque et forêt ombrophile*);
- indiquer les critères propres à permettre d'évaluer des données et des sources d'information, en soulignant les préjugés qui peuvent exister, et les appliquer (*ex. : étudier la question des changements climatiques mondiaux*);
- interpréter les régularités et les tendances des données, déduire les relations linéaires ou non linéaires qui existent entre les variables ou en faire le calcul (*ex. : analyser un graphique de la température mensuelle moyenne de villes situées à la même latitude, dont le climat est différent*);
- préciser les limites de données, d'observations et de mesures (*ex. : énumérer les limites des données et des preuves se rapportant à des changements climatiques antérieurs; déterminer la validité d'interpolations et d'extrapolations; faire bon usage des chiffres significatifs*);
- tirer une conclusion des données rassemblées au cours d'une expérience et expliquer comment les preuves recueillies confirment ou réfutent l'hypothèse initiale (*ex. : résumer une analyse du lien entre l'activité humaine et l'évolution des biomes*);
- expliquer comment des données confirment ou réfutent une hypothèse ou une prédiction (*ex. : faire la preuve que l'activité humaine est ou n'est pas la cause de changements climatiques*);
- proposer d'autres solutions à un problème pratique donné, indiquer les forces et les faiblesses possibles de chacune et en choisir une comme point de départ pour l'élaboration d'un plan (*ex. : dessiner une maison pour un climat précis; analyser des habitations traditionnelles des autochtones pour voir à quel point elles sont adaptées au climat pour lequel elles ont été conçues*).

Communication et travail d'équipe

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, c'est-à-dire :

- choisir le langage et le mode de représentation numérique, symbolique ou graphique qui conviennent pour communiquer des idées, des plans et des résultats (*ex. : employer la notation scientifique (SI), les unités fondamentales et dérivées et les chiffres significatifs comme il se doit*);
- faire la synthèse de renseignements provenant de différentes sources ou de textes complexes et longs, et en tirer des inférences (*ex. : combiner des données, des graphiques et du texte dans un même document grâce à un usage efficace de logiciels complémentaires*);
- indiquer les différentes perspectives qui influent sur une décision ou une question touchant les sciences (*ex. : consulter une grande variété de sources électroniques de données qui reflètent la diversité des points de vue et des perspectives économiques, sociales, scientifiques et autres sur le réchauffement de la planète et les changements climatiques*);
- développer, présenter et soutenir une position ou une ligne de conduite basée sur des découvertes (*ex. : stratégie de réduction des émissions de gaz à effet de serre causées par le transport de passagers et de marchandises*).

Attitudes

Intérêt pour les sciences

L'élève doit être encouragé à :

s'intéresser aux questions de nature scientifique, développer son intérêt personnel pour les domaines scientifiques et connexes et y explorer les possibilités de carrière (*ex. : pousser sa recherche au-delà des limites de la classe et l'étendre à diverses facettes de la vie courante; s'intéresser aux professions axées sur le climat et l'environnement*).

Respect à l'égard d'autrui

L'élève doit être encouragé à :

reconnaître que le savoir scientifique découle de l'interaction d'idées proposées par des personnes dont les opinions et la formation diffèrent (*ex. : apprécier l'ingéniosité des vêtements et modèles d'habitation autochtones qui, faisant usage de matériaux locaux, étaient, et demeurent encore aujourd'hui, bien adaptés au climat; se rendre compte que l'évolution des sciences et de la technologie est fonction à la fois d'enjeux mondiaux et de besoins locaux; prendre plus d'un facteur ou d'un point de vue en considération lorsqu'il doit trancher une question ayant trait aux sciences, à la technologie et à la société*).

Esprit scientifique

L'élève doit être encouragé à :

appuyer son évaluation de différentes méthodes de recherche ou de résolution de problèmes et de questions sur des preuves (*ex. : envisager la situation à l'étude sous différents angles; proposer diverses options et les comparer avant de prendre une décision ou d'agir; évaluer les inférences et les conclusions d'un œil critique et impartial, en tenant compte des nombreux facteurs entrant en jeu dans l'expérimentation*).

Collaboration

L'élève doit être encouragé à :

travailler en collaboration pour planifier et faire des recherches, de même que pour faire naître et évaluer des idées (*ex. : avoir recours à diverses stratégies comme l'écoute active, la paraphrase et le questionnement pour s'assurer de bien saisir les autres points de vue; tenir compte de différentes optiques et essayer de faire le consensus avant de prendre une décision*).

Responsabilisation

L'élève doit être encouragé à :

faire preuve de sensibilité et d'un sens des responsabilités dans sa quête d'un équilibre entre les besoins de l'être humain et un environnement durable (*ex. : s'apercevoir que les gestes posés aujourd'hui peuvent influencer sur la durabilité des biomes pour les générations futures; indiquer, avec impartialité, les conflits pouvant découler de la nécessité de pourvoir aux besoins de l'homme et de protéger l'environnement*).

Sécurité

L'élève doit être encouragé à :

se soucier de la sécurité au moment de planifier, d'exécuter et de revoir des activités (*ex. : montrer qu'il se préoccupe de la sécurité des autres et de la sienne au cours de la planification et de l'exécution d'expériences où il doit chauffer des matériaux; sélectionner des méthodes sûres pour rassembler les faits dont il a besoin et pour résoudre des problèmes*).