

# PROGRAMME D'ÉTUDES

## SCIENCE ET TECHNOLOGIE

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

Formation générale des adultes



FBD

Formation de base diversifiée





# PROGRAMME D'ÉTUDES SCIENCE ET TECHNOLOGIE

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

Formation générale des adultes



FBD

Formation de base diversifiée



Le présent document est une adaptation des programmes d'études *Science et technologie, Applications technologiques et scientifiques, Science et technologie de l'environnement* et *Science et environnement* du Programme de formation de l'école québécoise, enseignement secondaire, deuxième cycle.

**Coordination et rédaction**

Direction de l'éducation des adultes et de la formation continue  
Secteur de l'éducation préscolaire et de l'enseignement primaire et secondaire

**Pour tout renseignement, s'adresser à l'endroit suivant :**

Direction de l'éducation des adultes et de la formation continue  
Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur  
1035, rue de la Chevrotière, 17<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G1R 5A5  
Téléphone : 418 643-9754

Ce document peut être consulté sur le site Web du Ministère :  
**[www.education.gouv.qc.ca](http://www.education.gouv.qc.ca)**.

© Gouvernement du Québec  
Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2018

ISBN 978-2-550-81888-5 (PDF)  
ISBN 978-2-550-81889-2 (version anglaise)

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2018

# Table des matières

Chapitre 1	Présentation de la discipline .....	1
1.1	Apport de la discipline à la formation de l'adulte.....	3
1.2	Conception de la discipline .....	3
1.3	Relations entre la discipline et les autres éléments du programme de la formation de base diversifiée.....	4
1.3.1	Relations avec les domaines généraux de formation.....	4
1.3.2	Relations avec les compétences transversales.....	5
1.3.3	Relations avec les autres domaines d'apprentissage .....	6
Chapitre 2	Contexte pédagogique .....	9
2.1	Situations d'apprentissage .....	11
2.2	Familles de situations d'apprentissage .....	11
2.3	Ressources éducatives .....	12
Chapitre 3	Compétences disciplinaires .....	13
3.1	Dynamique des compétences disciplinaires .....	15
3.2	Compétence 1 : Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique .....	17
3.2.1	Sens de la compétence.....	17
3.2.2	Composantes et manifestations de la compétence.....	18
3.2.3	Développement de la compétence .....	19
3.3	Compétence 2 : Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques .....	19
3.3.1	Sens de la compétence.....	19
3.3.2	Composantes et manifestations de la compétence.....	20
3.3.3	Développement de la compétence .....	21
3.4	Compétence 3 : Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie ....	22
3.4.1	Sens de la compétence.....	22
3.4.2	Composantes et manifestations de la compétence.....	22
3.4.3	Développement de la compétence .....	23
3.5	Démarches.....	24
Chapitre 4	Contenu disciplinaire .....	27
4.1	Savoirs .....	29
4.1.1	Concepts prescrits .....	29
4.1.2	Techniques.....	32
4.2	Repères culturels.....	33

Chapitre 5 Structure des cours du programme d'études.....	35
5.1 Structure des cours du programme d'études .....	37
5.2 Liens entre le secteur des adultes et le secteur des jeunes .....	40
Chapitre 6 Cours du programme d'études .....	41
Structure de présentation des cours.....	43
SCG-4059-2 Science générale 1 .....	45
SCG-4060-2 Science générale 2.....	61
SCT-4061-2 Le défi énergétique .....	77
SCT-4062-2 Les changements climatiques.....	93
SCT-4063-2 La mécanisation du travail .....	107
SCT-4064-2 Les matières résiduelles .....	121
Annexes .....	139
Annexe 1.....	141
Annexe 2.....	143
Annexe 3.....	145
Annexe 4.....	149
Glossaire .....	151
Références bibliographiques .....	155

# Table des illustrations

## Schémas

Schéma 1 – Interactions entre les compétences disciplinaires.....	15
Schéma 2 – Interactions entre les aspects du déploiement d'une compétence .....	17
Schéma 3 – Démarches d'investigation .....	24
Schéma 4 – Liens entre les cours de la FGA et les parcours ainsi que les programmes d'études en FGJ.....	40

## Tableaux

Tableau 1 – Synthèse des concepts prescrits pour la Science générale .....	30
Tableau 2 – Synthèse des concepts prescrits pour la Science et technologie .....	31
Tableau 3 – Synthèse des techniques .....	33
Tableau 4 – Cours de Science générale .....	37
Tableau 5 – Cours de Science et technologie.....	39





## Chapitre 1



## Présentation de la discipline



## 1.1 Apport de la discipline à la formation de l'adulte

---

Les savoirs scientifiques et technologiques s'appliquent à de nombreuses sphères de l'activité humaine et contribuent d'une façon déterminante à la transformation des sociétés. Les applications qui en découlent influent sur notre mode de vie et concourent à l'élargissement des connaissances.

Au-delà de l'apprentissage formel de ces savoirs et savoir-faire, les activités scientifiques et technologiques sollicitent curiosité, imagination, écoute, objectivité, autonomie et persévérance. Ces activités répondent au besoin de comprendre et d'expliquer. Elles développent la rigueur intellectuelle, le sens du travail soigné et méthodique ainsi que le souci d'une langue juste. Elles éveillent aussi un intérêt à l'égard des grands problèmes de l'heure, comme la santé, la sécurité, le respect de la vie et de l'environnement, et fournissent des moyens d'y répondre. Finalement, elles favorisent un questionnement sur les choix de consommation et une ouverture à la solidarité internationale.

La science et la technologie rejoignent ainsi les visées de la formation générale des adultes : **structurer son identité, construire sa vision du monde et développer son pouvoir d'action.**

## 1.2 Conception de la discipline

---

La science offre une grille d'analyse du monde et de ses phénomènes. Constituée d'un ensemble de savoirs, de techniques et de démarches, elle se caractérise par ses méthodes d'investigation fondées sur des relations objectives et vérifiables.

Le terme *technologie* désigne une grande diversité de réalisations parmi lesquelles on compte aussi bien des techniques et des procédés technologiques que des outils, des machines et des matériaux. La technologie est orientée vers l'action et l'intervention. Elle vise à soutenir l'activité humaine, et ses champs d'application sont très nombreux.

Dans un grand nombre de situations, on distingue difficilement la science de la technologie en raison de leur interdépendance. Dans son effort pour expliquer le monde, la science s'appuie fréquemment sur des réalisations concrètes et des développements de la technologie et, inversement, la technologie cherche à répondre à un besoin en utilisant des principes, des lois et des théories scientifiques.

Il arrive que les avancées technologiques précèdent les théories scientifiques qui en expliquent le fondement. La technologie devient, dans ce cas, un champ d'exploration et de questionnement qui relance la théorisation. Cette complémentarité de la science et de la technologie se manifeste également dans leurs manières respectives d'aborder le monde physique, du point de vue tant de la conception que de la pratique.

### 1.3 Relations entre la discipline et les autres éléments du programme de la formation de base diversifiée

---

Par l'intermédiaire de son programme d'études, la discipline de la science et de la technologie entretient des relations avec les autres éléments du programme de la formation de base diversifiée, à savoir les domaines généraux de formation, les compétences transversales et les autres domaines d'apprentissage.

#### 1.3.1 Relations avec les domaines généraux de formation

Les domaines généraux de formation (DGF) rassemblent des contextes de vie dans les cinq grands thèmes que sont *Santé et bien-être*, *Environnement et consommation*, *Médias*, *Orientation et entrepreneuriat* ainsi que *Vivre-ensemble et citoyenneté*. Le programme d'études *Science et technologie* propose d'utiliser des situations d'apprentissage qui se rattachent à ces DGF pour donner du sens aux apprentissages. L'adulte peut donc constater qu'ils sont en lien avec les diverses activités de sa vie.

##### **Santé et bien-être**

De nombreuses interrogations liées à la santé et au bien-être trouvent réponse en science et en technologie. Le programme de cette discipline offre à l'adulte la possibilité de mieux connaître le corps humain et l'incite à adopter de saines habitudes de vie. Comparer les principes biochimiques et la valeur énergétique de certains aliments, étudier les effets de l'intensité des ondes sonores sur la santé auditive et rechercher les principes de la biomécanique relatifs à l'adoption d'une bonne posture sont autant d'exemples de tâches en relation avec le domaine de la santé et du bien-être.

##### **Environnement et consommation**

Plusieurs avancées de la science et de la technologie ont modifié certaines habitudes de consommation et entraîné des conséquences sur l'environnement. Les mesures d'atténuation proposées s'appuient sur des concepts scientifiques et sont souvent de nature technologique. Les situations d'apprentissage liées à ce domaine permettent, d'une part, de prendre conscience des enjeux en cause et des moyens d'y faire face et, d'autre part, de s'interroger sur ses habitudes de consommation. Bref, les situations d'apprentissage invitent l'adulte à adopter des comportements responsables.

##### **Médias**

Divers médias sont à la disposition des adultes qui, en situation d'apprentissage liée à l'actualité, doivent s'informer et communiquer. Or, la diffusion de l'information se fait à l'aide d'objets technologiques comme l'appareil photo, la caméra, la radio, la télévision, l'ordinateur, le téléphone et les satellites de communication. Les principes de construction et de fonctionnement de ces appareils peuvent susciter l'intérêt et devenir des objets d'apprentissage.

## **Orientation et entrepreneuriat**

Des secteurs d'emploi sollicitent bon nombre de savoirs de nature scientifique ou technologique. En offrant des contenus d'apprentissage rattachés à différents champs technologiques, le programme d'études *Science et technologie* aide l'adulte à développer son intérêt et à mesurer ses aptitudes pour les métiers et les professions qui se rattachent à ces secteurs. De plus, certaines activités proposées dans le cadre de ce programme sont pour lui l'occasion de s'initier au travail du scientifique et du technologue et d'envisager une orientation vers ces professions.

## **Vivre-ensemble et citoyenneté**

Les problématiques abordées en science et en technologie, tels les changements climatiques, la gestion des matières résiduelles et le défi énergétique, rendent l'adulte plus conscient de l'interdépendance des personnes, des générations et des peuples et l'incitent à agir pour faire respecter l'environnement ou pour en améliorer la qualité. Les compétences acquises en science et en technologie facilitent sa mobilisation et son implication dans la communauté par rapport aux enjeux environnementaux. L'adulte apprend à situer les problèmes et les applications dans leur contexte, à anticiper leurs retombées à long terme et à s'appuyer sur des sources fiables et rigoureuses pour se forger une opinion et analyser celle des autres.

### **1.3.2 Relations avec les compétences transversales**

L'appropriation d'une culture scientifique et technologique s'opère d'abord par l'acquisition puis par le développement des trois compétences disciplinaires. Ce développement contribue à celui de compétences plus générales, appelées *compétences transversales*. Ces dernières sont de divers ordres, soulignant ainsi différentes facettes du savoir-agir.

#### **Compétences transversales d'ordre intellectuel**

Les situations proposées dans le programme d'études *Science et technologie* exigent de l'adulte qu'il *exploite l'information* de façon judicieuse et se questionne quant à la fiabilité des sources consultées. La quête de réponses ou la recherche de solutions lui permettent d'acquérir des habiletés en *résolution de problèmes*, habiletés qu'il peut ensuite transposer dans d'autres contextes. De plus, il *met en œuvre sa pensée créatrice* lorsqu'il considère plus d'une manière de concevoir ou de réaliser un objet technique et qu'il imagine un plan d'action. Finalement, lorsqu'il analyse des textes ou des exposés scientifiques ou encore des retombées de la science et de la technologie, l'adulte *exerce son jugement critique*.

### Compétences transversales d'ordre méthodologique

Le souci de rigueur associé aux diverses démarches propres à la science et à la technologie fait que l'adulte *se donne des méthodes de travail efficaces*. Il *exploite les technologies de l'information et de la communication*, ce qui lui donne accès à une plus grande diversité de sources d'information et de moyens d'action.

### Compétences transversales d'ordre personnel et social

L'adulte qui passe de l'abstrait au concret, de la décision à l'exécution et qui accepte de prendre des risques *actualise son potentiel*. La construction des savoirs scientifiques et technologiques repose par ailleurs sur le partage d'idées ou de points de vue ainsi que sur leur validation par les pairs ou par des experts. Dans ces contextes, l'adulte est appelé à *coopérer*.

### Compétence transversale de l'ordre de la communication

L'appropriation et l'utilisation des langages propres à la science et à la technologie concourent au développement de la compétence de l'adulte à *communiquer de façon appropriée*.

### 1.3.3 Relations avec les autres domaines d'apprentissage

Chaque discipline aborde le monde de façon particulière. Chacune profite de l'apport des autres et contribue à les enrichir à son tour. L'adulte qui réinvestit, dans une compétence d'une autre discipline, les apprentissages associés à une compétence disciplinaire d'un programme d'études de science et de technologie travaille au développement de ses compétences transversales.

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

Les programmes d'études de mathématique, de science et de technologie font partie du même domaine d'apprentissage et visent le développement de compétences disciplinaires semblables en matière de résolution de problèmes, de raisonnement et de communication. Dans le programme de la formation de base diversifiée, ce domaine est complété par le programme d'études *Informatique*.

En raison du vocabulaire, du graphisme et de la notation qui lui sont propres, la mathématique offre un langage rigoureux et fonctionnel à la science et à la technologie. Ces dernières contribuent, de leur côté, à concrétiser des notions mathématiques comme les variables et les relations. La science et la technologie fournissent une grande variété de contextes d'application des principes de géométrie, de mesure ou de statistique.

L'essor de l'informatique a accéléré le développement des savoirs scientifiques et des technologies qui bénéficient d'outils particuliers pour la recherche d'informations, le traitement des données, la présentation et l'échange des résultats de même que la conception et la fabrication d'objets divers. La science et la technologie offrent par ailleurs à l'informatique des contextes d'application qui stimulent la production et le développement de nouveaux outils. Les ordinateurs étant des objets

technologiques, ils évoluent et se perfectionnent grâce à la recherche et au développement de la science et de la technologie.

### **Domaine des langues**

Le domaine des langues fournit à l'adulte des instruments de communication essentiels au développement de ses compétences disciplinaires en science et en technologie. Pour interpréter des informations, pour décrire ou expliquer un phénomène, pour analyser un objet technique ou pour justifier un choix, il lui faut recourir aux compétences inscrites dans les programmes d'études du domaine des langues. En contrepartie, le programme d'études *Science et technologie* lui offre l'occasion d'utiliser un vocabulaire précis et de saisir l'importance d'une langue rigoureuse.

Comme la langue anglaise est très répandue dans les communications scientifiques et technologiques à l'échelle internationale, l'adulte qui dispose de cette seconde langue, voire d'une troisième langue, a accès à des sources d'information beaucoup plus nombreuses et diversifiées.

### **Domaine de l'univers social**

Les avancées scientifiques et les progrès technologiques sont inscrits dans des réalités historiques et sociales. La perspective historique permet de situer ces progrès dans leur contexte, d'en apprécier l'envergure et d'en mesurer l'ampleur. De même, l'importance et le mode de répartition des richesses ont une influence à la fois sur le développement des sociétés et sur l'avancement de la science et de la technologie.

Comme les sociétés sont tributaires des outils et des moyens dont elles disposent, l'étude de la science et de la technologie peut les éclairer sur leur histoire et leur évolution.

### **Domaine des arts**

Les disciplines artistiques concourent largement au développement de la créativité. Le programme d'études *Science et technologie* utilise cette créativité pour la résolution de problèmes. Certaines démarches particulières bénéficient de la dynamique de création commune aux programmes d'études du domaine des arts. C'est le cas du design, entre autres, qui fait appel aux règles de l'esthétisme.

La science et la technologie apportent en retour une contribution aux disciplines artistiques. Une bonne compréhension du fonctionnement du corps humain mène au développement et à l'amélioration des performances artistiques. De même, les matériaux, produits, outils et autres instruments utilisés en art résultent de la recherche scientifique et des développements technologiques.

## Domaine du développement de la personne

Le programme d'études *Science et technologie* s'appuie sur les réflexions liées au développement de la personne lorsqu'ils abordent des questions d'ordre éthique comme les enjeux des biotechnologies, les choix en matière de santé, le respect des règles de sécurité ou le maintien de la biodiversité.

Par ailleurs, la science et la technologie enrichissent le développement de la personne de leurs connaissances sur le corps humain et ses besoins de même que sur leurs effets et leurs interactions avec l'environnement. Par exemple, la connaissance du système digestif et des besoins nutritifs aide au maintien de la santé et à l'amélioration des performances physiques.

## Domaine du développement professionnel

Les champs d'application de la technologie touchent de nombreux secteurs d'activité et peuvent être associés aux métiers ou aux professions propres à ces secteurs. Les situations d'apprentissage proposées dans les cours du parcours *Applications technologiques et scientifiques* constituent des moments privilégiés pour expérimenter diverses tâches liées à ces métiers et à ces professions. En retour, les activités des programmes d'études du domaine du développement professionnel peuvent amener l'adulte à s'intéresser à des sujets d'ordre scientifique ou technologique.





## Chapitre 2



**Contexte pédagogique**



## 2.1 Situations d'apprentissage

---

Les situations d'apprentissage orientent la construction et la mobilisation des connaissances ainsi que le développement des compétences disciplinaires et transversales. Liées à un contexte, elles présentent soit un problème à résoudre ou une problématique à traiter. Elles comportent une ou plusieurs tâches donnant lieu à une production déterminée.

Généralement rattachées par leur contexte à un domaine général de formation (DGF), les situations d'apprentissage contribuent à la réalisation de l'intention éducative de ce dernier. Des situations *signifiantes*, *ouvertes* et *complexes* confèrent plus de sens aux apprentissages et favorisent l'intégration des contenus disciplinaires et des composantes des compétences. Elles sont *signifiantes* lorsqu'elles rejoignent les centres d'intérêt de l'adulte en s'inspirant des questions de l'actualité, des grands enjeux de société ou des réalisations scientifiques et technologiques en relation avec le quotidien. Elles sont *ouvertes* si elles amènent l'adulte à choisir sa démarche et qu'elles rendent possibles différentes pistes de solution. Leur nature *complexe* donne l'occasion de développer et de mettre en œuvre plus d'une compétence. Les situations d'apprentissage amènent l'adulte à faire des liens entre des concepts généraux issus de différents champs disciplinaires et nécessitent la mobilisation d'un plus grand nombre de ressources.

Bien que l'utilisation de situations d'apprentissage soit obligatoire, aucun des exemples donnés dans les cours n'est prescrit. Il en est de même des exemples de tâches. Le personnel enseignant conçoit ou choisit celles qu'il juge appropriées. Toutefois, dans le but de simplifier la planification d'un cours, il est suggéré de répartir, dans plusieurs situations d'apprentissage, les concepts généraux retenus.

## 2.2 Familles de situations d'apprentissage

---

Des situations d'apprentissage qui se ressemblent en raison du type de tâches à accomplir constituent une famille. Quel que soit leur niveau de complexité, les situations d'une même famille favorisent le transfert des apprentissages. Le programme d'études *Science et technologie* compte deux familles de situations d'apprentissage : *Recherche* et *Expertise*.

### Recherche

La famille *Recherche* couvre les situations d'apprentissage dans lesquelles les tâches exécutées par l'adulte visent la résolution d'un problème d'ordre scientifique ou technologique. Dans les situations de ce type, l'adulte fait preuve de créativité. Il choisit les outils scientifiques ou technologiques dont il a besoin et s'en sert pour résoudre le problème. Il conclut en présentant les résultats de ses travaux et propose, le cas échéant, de nouvelles hypothèses ou pistes de solution. Généralement, les situations de la famille *Recherche* impliquent l'utilisation ou bien de matériel et de techniques de laboratoire propres à la science, ou bien de matériaux, d'outillage, de machines-outils et de techniques du langage des lignes et de fabrication propres à la technologie.

## Expertise

Dans la famille *Expertise*, les situations d'apprentissage comportent des tâches qui appellent l'adulte à se pencher sur une problématique impliquant un phénomène ou une application. Par ailleurs, les situations de cette famille l'amènent à repérer les concepts scientifiques ou technologiques en cause, à les mettre en relation et à les expliquer. Pour y arriver, il se donne une méthode de travail qui lui permet de tirer profit de toute l'information accessible. Il peut aussi procéder au démontage et à l'examen minutieux d'une application. C'est ainsi qu'il porte un jugement éclairé sur les enjeux soulevés par la problématique ou sur la qualité de l'application. L'analyse du phénomène mène parfois à l'utilisation de matériel et de techniques de mesure et d'observation propres à la science, tandis que l'analyse de l'application conduit à l'emploi d'outils et de techniques de représentation graphique ou de démontage qui relèvent de la technologie.

Les situations d'apprentissage des familles *Recherche* et *Expertise* permettent à l'adulte de construire des connaissances, de mobiliser des ressources, de mettre en œuvre les démarches d'investigation et de développer les compétences du programme d'études.

Les familles de situations d'apprentissage sont prescrites. Chaque cours doit comporter des situations d'apprentissage issues de ces deux familles.

## 2.3 Ressources éducatives

---

Pour développer ses compétences, l'adulte fait appel à des ressources internes et externes groupées dans des catégories définies. Elles peuvent être de nature personnelle, conceptuelle, informationnelle, matérielle, institutionnelle ou humaine.

Les ressources personnelles font référence aux connaissances, aux habiletés, aux stratégies, aux attitudes ou aux techniques déjà acquises par l'adulte. Les ressources conceptuelles renvoient à des savoirs provenant des différentes disciplines. Les ressources informationnelles comprennent les manuels scolaires, les documents de référence ou tout autre matériel permettant la recherche d'informations. Par ailleurs, les instruments, les outils, les machines et les objets de toutes sortes font partie des ressources matérielles, alors que les ressources institutionnelles incluent les organismes publics ou parapublics, les industries et les entreprises locales ou toute autre ressource communautaire. L'enseignante ou l'enseignant ainsi que les autres adultes en formation sont les ressources humaines le plus immédiatement accessibles. La présence de techniciennes et de techniciens en travaux pratiques est importante à plusieurs égards, notamment en matière de sécurité au laboratoire et à l'atelier. Selon la situation, l'adulte peut aussi faire appel au personnel enseignant d'autres disciplines ou à différents experts.

## Chapitre 3



## Compétences disciplinaires



### 3.1 Dynamique des compétences disciplinaires

Dans le programme de la formation de base diversifiée, la compétence est définie comme un savoir-agir fondé sur l'utilisation et la mobilisation efficaces d'un ensemble de ressources. Elle se manifeste dans des contextes d'une certaine complexité et son degré de maîtrise peut augmenter durant tout le parcours scolaire et même tout au long de la vie. Tous les cours de science et de technologie ciblent le développement des trois mêmes compétences disciplinaires. Ces compétences se rattachent à trois dimensions complémentaires de la science et de la technologie, soit la méthodologie, la théorie et la communication.

La première compétence, *Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique*, met l'accent sur la méthodologie. Elle vise principalement l'acquisition et la mobilisation de concepts et de techniques utilisés en laboratoire ou en atelier.

La deuxième compétence, *Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques*, met l'accent sur la conceptualisation et sur le transfert des apprentissages, notamment dans la vie quotidienne. Elle implique aussi une réflexion sur la nature même des savoirs scientifiques et technologiques, sur leur évolution et sur leurs multiples répercussions, particulièrement sur le plan social, environnemental et économique.

La troisième compétence, *Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie*, met en évidence la connaissance et l'utilisation d'une terminologie et d'un symbolisme particuliers.

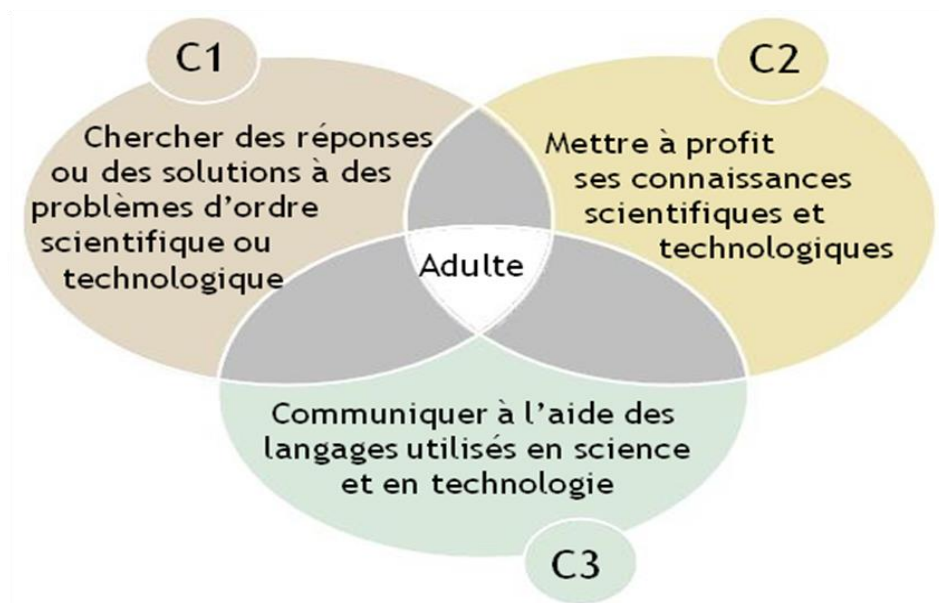


Schéma 1 – Interactions entre les compétences disciplinaires

Les trois compétences se recoupent de multiples façons et se développent en synergie. Ainsi, la recherche de solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique ne peut se faire indépendamment de l'appropriation et de la mise à profit de connaissances spécifiques, d'une part, et de la maîtrise de stratégies de l'ordre de la communication, d'autre part. De même, la mise à profit des connaissances scientifiques et technologiques, qui nécessite l'utilisation d'un langage partagé par les membres de la communauté scientifique ou technologique, sert à la résolution de futurs problèmes.

### **Les trois aspects du déploiement d'une compétence**

La compétence s'exprime dans l'action et se révèle par l'exécution adéquate de tâches dans un contexte donné. Son déploiement comporte trois aspects : la contextualisation, la mobilisation des ressources et le retour réflexif.

L'exercice d'une compétence nécessite, dans un premier temps, une lecture judicieuse des caractéristiques du contexte : c'est la contextualisation. Dans un deuxième temps, la personne prend en compte les contraintes associées au contexte, planifie son action et agit en mobilisant un ensemble de ressources. On parle alors de la mobilisation des ressources. Finalement, le fait d'être compétent renvoie à la capacité d'expliquer la façon dont on a pu mobiliser efficacement un ensemble approprié de ressources pour agir dans une situation donnée. Le concept de compétence implique donc la capacité à réfléchir sur le cheminement emprunté pour accomplir des tâches et résoudre des problèmes. C'est par cet exercice, le retour réflexif, que l'adulte peut mieux réguler son agir et que l'enseignante ou l'enseignant est en mesure d'ajuster ses interventions.

### **Interactions entre les aspects du déploiement d'une compétence**

Les trois aspects du déploiement d'une compétence ne sont pas simplement juxtaposés. Ils interagissent de façon dynamique :

- l'interaction entre la contextualisation et la mobilisation des ressources se traduit par la réutilisation et la recombinaison des mêmes connaissances, et ce, de multiples façons selon les contextes;
- l'interaction entre le retour réflexif et la contextualisation permet de mieux déterminer les caractéristiques de la situation et de mieux tenir compte de ses contraintes;
- l'interaction entre le retour réflexif et la mobilisation des ressources porte notamment sur la réorganisation des connaissances. Elle fait aussi référence à toute forme d'analyse du cheminement emprunté, ce qui permet d'en repérer les forces et les faiblesses.



Chacune de ces interactions contribue au transfert des apprentissages. Le schéma qui suit illustre le caractère dynamique d'une compétence.

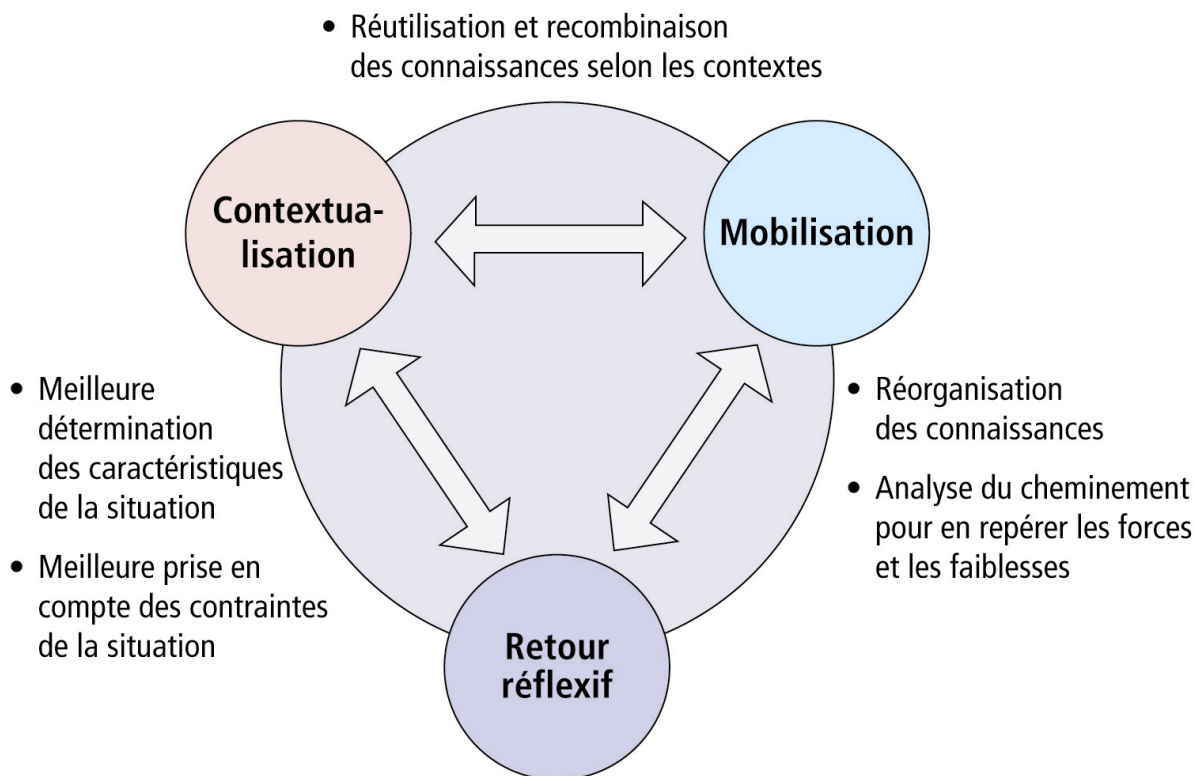


Schéma 2 – Interactions entre les aspects du déploiement d'une compétence

## 3.2 Compétence 1 : Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique

### 3.2.1 Sens de la compétence

La science et la technologie se caractérisent notamment par la façon de chercher des réponses ou des solutions à des problèmes. Ce mode de raisonnement repose sur des démarches d'investigation qui exigent la mobilisation de ressources — stratégies, techniques et concepts — propres à la science et à la technologie. L'articulation de ces ressources suppose que l'adulte est en mesure de les choisir et de les adapter en tenant compte de la situation. C'est par l'exploration de pistes variées, la mise à l'essai d'hypothèses, la rétroaction et le recadrage du problème qu'il parvient à construire une solution satisfaisante qui n'est pas pour autant la seule possible. Dans la majorité des cas, cette compétence fait appel à l'expérimentation ou à la conception. Ces démarches d'investigation requièrent l'utilisation de matériel spécialisé mis à la disposition de l'adulte au laboratoire, à l'atelier ou à la salle des machines-outils.

Un premier trait de cette compétence se manifeste lorsque l'adulte élabore sa représentation d'un problème à partir d'indices significatifs et d'éléments jugés pertinents. Cette première représentation, parfois peu développée, peut exiger plusieurs ajustements ultérieurs.

À partir de sa représentation du problème, l'adulte explore diverses possibilités de résolution. Il sélectionne l'une d'elles et élabore un plan d'action qui tient compte, d'une part, des limites et des contraintes matérielles et, d'autre part, des ressources dont il dispose pour résoudre le problème.

Lorsqu'il concrétise son plan d'action, l'adulte en exécute les étapes en prenant soin de consigner toutes les observations pouvant lui être utiles ultérieurement. Dans certains cas, il peut procéder à des essais. De nouvelles données peuvent exiger qu'il adapte son plan de départ ou qu'il recherche des pistes de solution plus appropriées.

Dans le cas d'un problème d'ordre scientifique, l'adulte analyse les données qu'il a recueillies, y repère les tendances et les relations significatives et en tire des conclusions ou des explications pertinentes. Cette mise en relation lui permet de valider ou d'invalider son hypothèse et de s'assurer de la pertinence de sa réponse. Dans le cas d'une application, il vérifie que sa solution répond au besoin défini ou aux exigences du cahier des charges. S'il y a lieu, il énonce de nouvelles hypothèses et propose des améliorations à sa solution ou d'autres solutions.

### 3.2.2 Composantes et manifestations de la compétence

#### ❖ Cerner un problème

- Repérer les éléments qui semblent pertinents.
- Déterminer les relations qui unissent les différents éléments.
- Reformuler le problème en faisant appel à des concepts scientifiques et technologiques.
- Proposer des hypothèses vraisemblables ou des solutions possibles.

#### ❖ Élaborer le plan d'action

- Sélectionner une hypothèse ou une solution.
- Déterminer les ressources nécessaires.
- Planifier les étapes de la mise en œuvre du plan d'action.

#### ❖ Concrétiser le plan d'action

- Effectuer les manipulations ou les opérations planifiées.
- Procéder à des essais, s'il y a lieu.
- Recueillir des données ou noter des observations pouvant être utiles.
- Apporter, si nécessaire, des corrections à l'élaboration ou à la mise en œuvre du plan d'action.

### ❖ Analyser les résultats

- Traiter les données recueillies ou les observations notées.
- Rechercher les tendances ou les relations significatives.
- Établir des liens entre les résultats et les concepts scientifiques et technologiques.
- Juger de la pertinence de la réponse ou de la solution apportée.
- Énoncer de nouvelles hypothèses ou solutions, s'il y a lieu.
- Proposer des améliorations à sa solution, s'il y a lieu.

### 3.2.3 Développement de la compétence

Pour favoriser le développement de la compétence *Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique*, l'enseignante ou l'enseignant propose à l'adulte des situations d'apprentissage qui font appel à une démarche d'investigation et qui suscitent son engagement dans la résolution de problèmes.

La science cherche des réponses à des questions portant sur des phénomènes qui obéissent à des lois. Elle implique une démarche d'investigation qui génère des modèles ou des théories permettant d'expliquer ces phénomènes. De son côté, la technologie cherche des solutions aux problèmes que soulève un besoin. Elle suppose une démarche d'investigation liée à la résolution des problèmes technologiques occasionnés par ce besoin.

Pour concrétiser le plan d'action, il est nécessaire, dans la majorité des cas, d'accomplir un certain nombre de tâches au laboratoire ou en atelier. Les retours réflexifs, effectués à tout moment de la résolution de problèmes, portent sur la démarche et favorisent une meilleure articulation des étapes de cette démarche, des stratégies et des techniques utilisées ainsi que leur adaptation aux exigences des différents contextes.

## 3.3 Compétence 2 : Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques

---

### 3.3.1 Sens de la compétence

La science et la technologie se révèlent aujourd'hui indispensables à notre compréhension du monde et à notre adaptation à celui-ci. Certaines innovations scientifiques et technologiques ont des répercussions positives et contribuent de façon notable à rehausser notre niveau de vie. D'autres soulèvent des enjeux d'ordre éthique à l'égard desquels il faut se situer. L'adulte qui dispose de la capacité de mettre à profit ses connaissances dans une diversité de contextes pourra s'engager davantage dans la société et y exercer son rôle de citoyen de façon plus éclairée. Pour y arriver, il a recours à des modes de raisonnement ainsi qu'à des démarches d'investigation.

Un premier trait caractéristique de cette compétence se manifeste lorsque l'adulte situe une problématique ou une application dans son contexte. En tenant compte de différents aspects contextuels ou points de vue, il peut percevoir et dégager des enjeux éthiques liés à cette problématique.

L'adulte qui analyse, sous l'angle de la science, un phénomène rattaché à une problématique ou une application en dégage les principes scientifiques et démontre de ce fait sa compréhension du phénomène ou de l'application. Pour procéder à une telle analyse, il peut être utile d'accomplir un certain nombre de tâches au laboratoire (ex. : utilisation d'un microscope) ou en atelier (ex. : démontage et remontage). Comprendre un principe signifie s'en donner une représentation qualitative ou quantitative, pouvoir l'expliquer à l'aide de lois ou de modèles, le décrire, en saisir les relations et prédire parfois de nouveaux phénomènes pouvant s'y rattacher.

Dans certains contextes, l'adulte est amené à analyser une application qui peut être un objet technique, un système, un produit ou un procédé technologique. Au cours de cette analyse technologique, il détermine la fonction globale de l'élément soumis, repère ses différents composants et leurs fonctions respectives et considère les caractéristiques techniques et les principes scientifiques en cause afin d'expliquer les solutions retenues au moment de la conception ou de la fabrication.

Ainsi, lorsque l'adulte construit son opinion à l'égard d'une problématique ou de la qualité d'une application, il est capable de justifier ou de nuancer cette opinion en s'appuyant sur les résultats de ses analyses.

### 3.3.2 Composantes et manifestations de la compétence

#### ❖ Situer une problématique ou une application dans son contexte

- Définir les aspects contextuels de la problématique ou de l'application (aspect social, environnemental, historique, etc.).
- Établir des liens entre divers aspects contextuels.
- Dégager des enjeux liés à la problématique ou à l'application, s'il y a lieu.

#### ❖ Analyser un phénomène lié à la problématique ou une application sous l'angle de la science

- Reconnaître des principes scientifiques associés au phénomène ou à l'application.
- Décrire des principes scientifiques associés au phénomène ou à l'application, de manière qualitative ou quantitative.
- Mettre en relation des principes scientifiques associés au phénomène ou à l'application en s'appuyant sur des concepts, des lois, des théories ou des modèles.

❖ **Analyser l'application sous l'angle de la technologie**

- Déterminer la fonction globale de l'application.
- Repérer les divers composants de l'application et en déterminer les fonctions respectives.
- Décrire des principes de fonctionnement et de construction de l'application et de ses composants.
- Mettre en relation des principes de fonctionnement et de construction de l'application et de ses composants en s'appuyant sur des concepts, des lois, des théories ou des modèles.
- Représenter schématiquement des principes de fonctionnement et de construction de l'application et de ses composants.
- Expliquer les solutions retenues à l'étape de la conception ou de la fabrication de l'application et de ses composants.

❖ **Construire son opinion sur la problématique**

- Recourir à différentes ressources et considérer différents points de vue.
- Déterminer les éléments qui peuvent aider à se construire une opinion.
- Justifier son opinion en s'appuyant sur les éléments considérés.
- Nuancer son opinion en prenant celle des autres en considération.

❖ **Construire son opinion sur la qualité de l'application**

- Réunir l'information sur les solutions adoptées pour la conception ou la fabrication de l'application.
- Déterminer les éléments qui peuvent aider à se construire une opinion.
- Justifier son opinion en s'appuyant sur les éléments considérés.
- Nuancer son opinion en prenant celle des autres en considération.
- Proposer des améliorations, s'il y a lieu.

### 3.3.3 Développement de la compétence

Pour permettre à l'adulte de développer sa compétence *Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques*, l'enseignante ou l'enseignant propose des situations d'apprentissage impliquant un questionnement en relation avec un ou plusieurs concepts scientifiques ou technologiques.

L'acquisition de nouvelles connaissances et leur mise en relation avec des connaissances antérieures sont nécessaires en raison du besoin de comprendre une problématique, d'en décrire le contexte, d'en expliquer les phénomènes scientifiques ou d'en mesurer les enjeux. Ces

connaissances sont aussi utilisées pour expliquer le fonctionnement ou les ratés d'une application, juger de sa qualité ou proposer des améliorations.

Les retours réflexifs, effectués à tout moment, portent sur l'appropriation des savoirs, l'utilisation des ressources et leur adaptation aux exigences des différents contextes.

### **3.4 Compétence 3 : Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie**

---

#### **3.4.1 Sens de la compétence**

La communication joue un rôle essentiel dans l'élaboration de connaissances scientifiques et technologiques. Ces connaissances se construisent par le partage de significations, l'échange d'idées et la négociation de points de vue. Cet exercice exige l'emploi d'un code langagier qui délimite le sens des signes linguistiques et graphiques en fonction de l'usage qu'en fait la communauté technico-scientifique.

Cette compétence ne saurait être mobilisée indépendamment des deux autres, dont elle renforce le développement. La première compétence, axée sur la résolution de problèmes, fait appel à des normes et à des conventions, et ce, tant pour l'établissement ou la lecture d'un protocole expérimental, d'un article scientifique ou technique, d'un cahier des charges ou d'une gamme de fabrication que pour la présentation de résultats expérimentaux. Les tableaux, symboles, formules, graphiques, schémas, dessins de détail ou d'ensemble, maquettes, équations (mathématiques et chimiques) et modèles sont autant de formes de représentation qui soutiennent la communication et qui nécessitent la compréhension et le respect des règles en usage. La deuxième compétence, dont l'objet d'apprentissage est l'appropriation des concepts scientifiques et technologiques, exige la connaissance et l'utilisation d'un vocabulaire précis et spécialisé pour la rédaction d'une argumentation autant que pour la constitution d'un dossier scientifique ou technique. La mise à profit de ces concepts passe par l'emploi d'un langage et d'un type de discours appropriés.

Ces activités exigent que l'adulte saisisse le sens des mots, des définitions ou des énoncés et qu'il donne la signification d'un graphique, d'un schéma ou d'un dessin de détail. Le souci de bien utiliser le formalisme, les symboles, les graphiques, les schémas et les dessins contribue à donner de la clarté, de la cohérence et de la rigueur à ses explications.

#### **3.4.2 Composantes et manifestations de la compétence**

##### **❖ Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique**

- Situer le message dans son contexte.
- S'assurer de la fiabilité des sources.

- Repérer les éléments appropriés à l'interprétation du message.
- Saisir le sens précis des mots ou des énoncés.
- Établir des liens entre des concepts et leurs représentations graphiques ou symboliques.

❖ **Produire des messages à caractère scientifique et technologique**

- Structurer son message.
- Utiliser un vocabulaire scientifique et technologique.
- Recourir aux langages symbolique et graphique associés à la science et à la technologie.
- Respecter les normes et les conventions établies pour les différents langages.
- Démontrer de la rigueur et de la cohérence.
- Respecter les droits de propriété intellectuelle.

### 3.4.3 Développement de la compétence

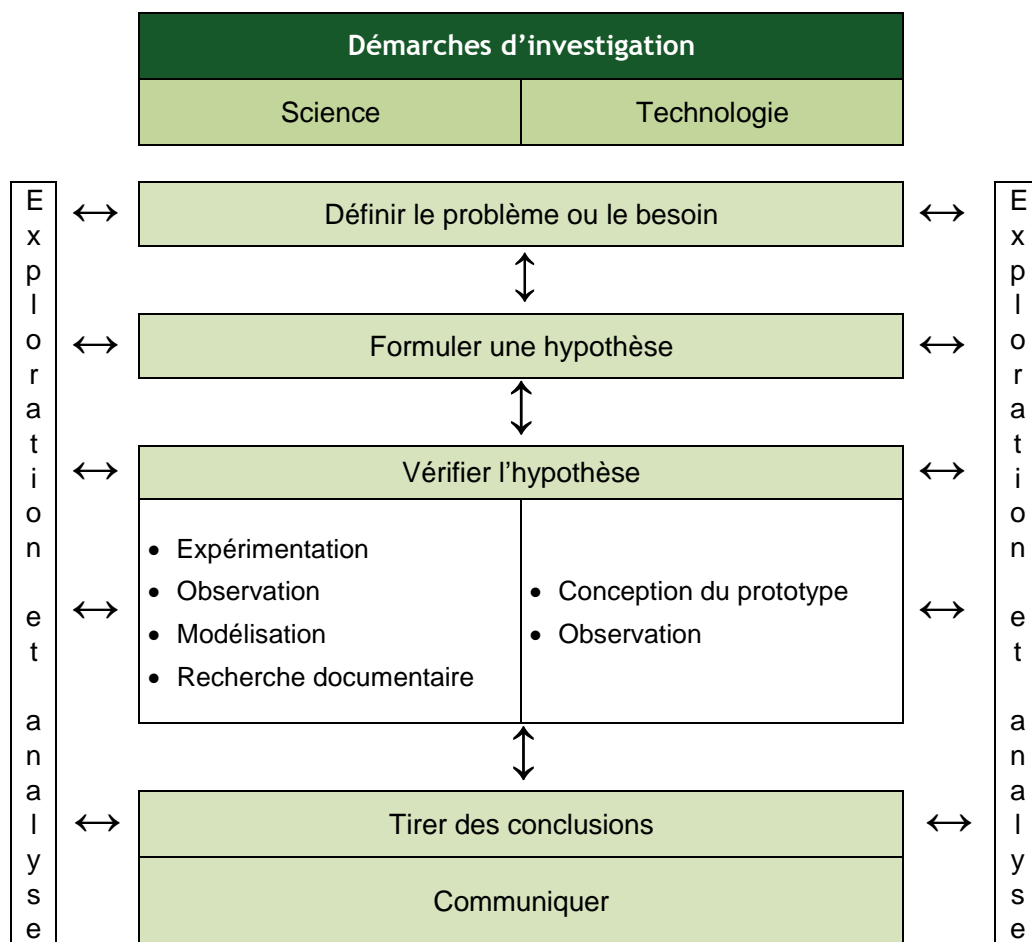
Afin de soutenir le développement de la compétence *Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie*, l'enseignante ou l'enseignant propose à l'adulte des situations d'apprentissage qui impliquent des modes de présentation variés et l'utilisation d'un vocabulaire scientifique et technologique précis, et qui l'amènent à établir des liens entre diverses représentations des concepts.

En proposant des situations d'apprentissage qui sollicitent la première ou la deuxième compétence, l'enseignante ou l'enseignant offre à l'adulte l'occasion de développer cette troisième compétence. En effet, l'analyse d'objets techniques, de systèmes, de produits ou de procédés technologiques, la présentation d'un projet ou d'un rapport ou encore la réalisation d'un protocole ou d'un modèle constituent des activités qui nécessitent la mise en œuvre de cette compétence. De même, les situations où l'adulte participe à des échanges d'information à caractère scientifique ou technologique, pour partager le fruit d'un travail avec ses pairs ou rechercher auprès d'experts des réponses à un questionnement, favorisent le développement de ses habiletés à communiquer à l'aide d'un langage adapté à la science et à la technologie.

Les retours réflexifs, effectués à tout moment, portent sur les ressources et les techniques à la base de la communication, sur leur utilisation et sur leur adaptation aux exigences du contexte.

### 3.5 Démarches

En science et en technologie, l'adulte utilise une démarche d'investigation pour résoudre un problème, traiter une problématique ou encore étudier un phénomène ou une application. Le schéma qui suit illustre la similarité des démarches d'investigation selon que le sujet de la recherche ou de l'expertise est d'ordre scientifique ou technologique.



**Schéma 3 – Démarches d'investigation**

Comme le suggèrent les doubles flèches verticales, les démarches d'investigation sont rarement linéaires. Avant d'être en mesure de tirer ses conclusions et de communiquer sa solution, l'adulte peut revenir plusieurs fois à une étape antérieure. Les doubles flèches horizontales, quant à elles, renvoient à l'emploi, par l'adulte, de stratégies d'exploration et d'analyse pour progresser plus efficacement vers une conclusion. Des exemples pour chacune des stratégies et des étapes sont présentés dans les annexes 1 et 2.

L'appellation *démarches d'investigation* regroupe différentes « démarches » mentionnées dans les programmes d'études correspondants du deuxième cycle de l'enseignement secondaire. Elles



concernent notamment, en science, la démarche expérimentale ainsi que les démarches de modélisation, d'observation et de construction d'opinion. En technologie, il s'agit des démarches d'analyse et de conception. Comme le souligne le schéma précédent, ces démarches ne se distinguent qu'à l'étape de la vérification de l'hypothèse. C'est pourquoi, dans le présent programme, elles sont regroupées sous l'appellation générale *démarches d'investigation*. Les tableaux présentés à l'annexe 3 expliquent le détail de chacune des méthodes employées pour la vérification de l'hypothèse.





## Chapitre 4



**Contenu disciplinaire**



## 4.1 Savoirs

---

Les savoirs des cours du programme d'études *Science et technologie* proviennent des quatre programmes d'études du deuxième cycle de la formation générale des jeunes (FGJ). Les savoirs retenus pour les cours de science générale correspondent à ceux de la première année du deuxième cycle en FGJ. Quant aux savoirs retenus pour les cours de science et technologie, ils correspondent à ceux de la deuxième année du deuxième cycle en FGJ.

Ces savoirs touchent plusieurs champs scientifiques ou technologiques comme la biologie, la chimie, la géologie, la physique, l'ingénierie et la biotechnologie. Ce regroupement de savoirs permet d'offrir à l'adulte des contextes d'apprentissage signifiants portant sur des enjeux contemporains relevant de la science et de la technologie.

Les savoirs du programme d'études *Science et technologie* visent la consolidation et l'enrichissement de la culture scientifique et technologique de l'adulte. Cette orientation s'appuie sur le développement des compétences et repose sur l'utilisation et la mobilisation de ressources de divers ordres, soit les concepts prescrits, les démarches, les techniques et les repères culturels.

### 4.1.1 Concepts prescrits

Les concepts prescrits représentent le contenu spécifique et l'élément central de ce programme. Ils sont groupés en quatre univers : *Univers vivant*, pour les concepts de biologie humaine et d'écologie; *Univers matériel*, pour les concepts de chimie et de physique; *Terre et espace*, pour les concepts de géologie et d'astronomie et, enfin, *Univers technologique*, pour les concepts de biotechnologie et d'ingénierie.

En science générale, les concepts sont articulés autour du thème général *L'humain, un organisme vivant*. En science et technologie, l'intégration des différents concepts se fait à partir de trois problématiques environnementales – *Le défi énergétique*, *Les changements climatiques* et *Les matières résiduelles* – et d'un thème axé sur la technologie – *La mécanisation du travail*.

Les deux tableaux qui suivent présentent l'ensemble des concepts prescrits du programme d'études. Les tableaux au chapitre 5 (section 5.1) donnent la liste des concepts généraux répartis par cours et le détail des concepts prescrits est fournie au chapitre 6.

Synthèse des concepts prescrits pour la science générale		
Univers vivant	Univers matériel	Univers technologique
<b>Système digestif</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constituants alimentaires : eau, protides, glucides, lipides, vitamines et minéraux</li> <li>• Valeur énergétique des aliments</li> <li>• Transformation des aliments : mécanique, chimique</li> <li>• Tube digestif : bouche, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, anus</li> <li>• Glandes digestives : glandes salivaires, glandes gastriques, pancréas, foie, glandes intestinales</li> </ul> <b>Système nerveux</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Système nerveux central : encéphale, moelle épinière</li> <li>• Système nerveux périphérique : nerfs</li> <li>• Récepteurs sensoriels : <ul style="list-style-type: none"> <li>– œil,</li> <li>– oreille,</li> <li>– peau,</li> <li>– langue,</li> <li>– nez</li> </ul> </li> </ul> <b>Système musculosquelettique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rôle du système musculosquelettique</li> <li>• Types de mouvements articulaires</li> </ul>	<b>Propriétés de la matière</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propriétés physiques caractéristiques <ul style="list-style-type: none"> <li>– Masse volumique</li> <li>– Solubilité</li> </ul> </li> <li>• Propriétés chimiques caractéristiques : réaction à des indicateurs</li> <li>• Propriétés des solutions : <ul style="list-style-type: none"> <li>– Concentration</li> </ul> </li> </ul> <b>Transformations de la matière</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modèle particulaire</li> <li>• Transformations physiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>– Dissolution</li> <li>– Dilution</li> </ul> </li> <li>• Transformations chimiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>– Décomposition et synthèse</li> <li>– Oxydation</li> </ul> </li> </ul> <b>Transformations de l'énergie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formes d'énergie : électrique, chimique, thermique, mécanique, rayonnante</li> </ul> <b>Organisation de la matière</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Substance pure : composé, élément</li> <li>• Mélanges homogènes et hétérogènes</li> </ul> <b>Ondes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fréquence</li> <li>• Longueur</li> <li>• Amplitude</li> <li>• Échelle dB (décibel)</li> <li>• Spectre électromagnétique</li> <li>• Déviation des ondes lumineuses</li> <li>• Foyer d'une lentille</li> </ul>	<b>Langage des lignes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lignes de base</li> <li>• Échelles</li> <li>• Projection oblique</li> <li>• Projections orthogonales : <ul style="list-style-type: none"> <li>– à vues multiples,</li> <li>– isométrique</li> </ul> </li> <li>• Standards et représentations : <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schémas</li> <li>– Symboles</li> </ul> </li> <li>• Cotation</li> </ul> <b>Ingénierie mécanique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonctions types : liaison, guidage, étanchéité, lubrification</li> <li>• Liaisons types des pièces mécaniques</li> <li>• Fonction, composants et utilisation des systèmes de transmission du mouvement</li> <li>• Fonction, composants et utilisation des systèmes de transformation du mouvement</li> <li>• Changements de vitesse</li> </ul> <b>Ingénierie électrique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonction d'alimentation</li> <li>• Fonction de conduction et d'isolation</li> <li>• Fonction de commande</li> <li>• Fonction de transformation de l'énergie</li> </ul> <b>Matériaux</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propriétés mécaniques</li> <li>• Contraintes : traction, compression, torsion</li> </ul>

Tableau 1 – Synthèse des concepts prescrits pour la science générale

Synthèse des concepts prescrits pour la science et technologie			
Univers vivant	Univers matériel	Terre et espace	Univers technologique
<b>Écologie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Étude des populations (densité, cycles biologiques)</li> <li>Dynamique des communautés               <ul style="list-style-type: none"> <li>Communautés</li> <li>Biodiversité</li> <li>Perturbations</li> </ul> </li> <li>Dynamique des écosystèmes               <ul style="list-style-type: none"> <li>Écosystèmes</li> <li>Relations trophiques</li> <li>Productivité primaire</li> <li>Flux de matière et d'énergie</li> <li>Recyclage chimique</li> </ul> </li> <li>Empreinte écologique</li> <li>Écotoxicologie               <ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminant</li> <li>Bioconcentration</li> <li>Bioaccumulation</li> <li>Seuil de toxicité</li> </ul> </li> </ul>	<b>Propriétés physiques des solutions</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Solubilité</li> <li>Concentration (ppm, g/L, %, mole/L)</li> <li>Électrolytes</li> <li>Force des électrolytes</li> <li>Échelle pH</li> <li>Dissociation électrolytique</li> <li>Ions</li> <li>Conductibilité électrique</li> </ul> <b>Transformations chimiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Précipitation</li> <li>Combustion</li> <li>Oxydation</li> <li>Photosynthèse et respiration</li> <li>Décomposition et synthèse</li> <li>Réaction de neutralisation acidobasique</li> <li>Sels</li> <li>Balancement d'équations chimiques simples</li> <li>Loi de conservation de la masse</li> <li>Stœchiométrie</li> <li>Nature de la liaison               <ul style="list-style-type: none"> <li>Covalente</li> <li>Ionique</li> </ul> </li> </ul> <b>Organisation de la matière</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modèle atomique de Rutherford</li> <li>Modèle atomique simplifié</li> <li>Particules subatomiques</li> <li>Notation de Lewis</li> <li>Règles de nomenclature et d'écriture</li> <li>Ions polyatomiques</li> <li>Notion de mole</li> <li>Nombre d'Avogadro</li> <li>Tableau périodique :               <ul style="list-style-type: none"> <li>métaux, non-métaux, métalloïdes,</li> <li>groupes (familles) et périodes</li> </ul> </li> <li>Masse atomique relative</li> <li>Numéro atomique</li> <li>Périodicité des propriétés</li> <li>Isotopes</li> </ul> <b>Transformations nucléaires</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilité nucléaire</li> <li>Radioactivité</li> <li>Fission et fusion</li> </ul>	<b>Cycles biogéochimiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cycle du carbone</li> <li>Cycle de l'azote</li> <li>Cycle du phosphore</li> </ul> <b>Régions climatiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Facteurs qui influent sur la distribution des biomes</li> <li>Biomes aquatiques</li> <li>Biomes terrestres</li> </ul> <b>Lithosphère</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Minéraux</li> <li>Pergélisol</li> <li>Ressources énergétiques</li> <li>Épuisement des sols</li> <li>Capacité tampon du sol</li> <li>Contamination</li> <li>Horizons du sol (profil)</li> </ul> <b>Hydrosphère</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bassin versant</li> <li>Circulation océanique</li> <li>Salinité</li> <li>Glacier et banquise</li> <li>Ressources énergétiques</li> <li>Contamination</li> <li>Eutrophisation</li> </ul> <b>Atmosphère</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Effet de serre</li> <li>Circulation atmosphérique : vents dominants</li> <li>Masse d'air</li> <li>Cyclone et anticyclone</li> <li>Ressources énergétiques</li> <li>Contamination</li> </ul> <b>Espace</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flux d'énergie émis par le Soleil</li> <li>Système Terre-Lune (effet gravitationnel)</li> </ul>	<b>Langage des lignes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Projection axonométrique : vue éclatée (lecture)</li> <li>Projection orthogonale à vues multiples (dessin d'ensemble)</li> <li>Cotation fonctionnelle</li> <li>Développements (prisme, cylindre, pyramide, cône)</li> <li>Standards et représentations :               <ul style="list-style-type: none"> <li>schémas, symboles</li> </ul> </li> </ul> <b>Ingénierie mécanique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fonctions types</li> <li>Liaisons des pièces mécaniques</li> <li>Adhérence et frottement entre les pièces</li> <li>Degrés de liberté d'une pièce</li> <li>Fonction de guidage</li> <li>Construction et particularités des systèmes de transmission du mouvement (roues de friction, poulies et courroie, engrenage, roues dentées et chaîne, roue et vis sans fin)</li> <li>Construction et particularités des systèmes de transformation du mouvement (vis et écrou, bielle, manivelle et coulisse, pignon et crémaillère, came et galet, excentrique)</li> <li>Couple résistant, couple moteur</li> </ul> <b>Ingénierie électrique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fonction d'alimentation</li> <li>Fonction de conduction, d'isolation et de protection (résistance et codification, circuit imprimé)</li> <li>Fonction de commande (levier, poussoir, bascule, unipolaire, bipolaire, unidirectionnel, bidirectionnel)</li> <li>Fonction de transformation de l'énergie (électricité et lumière, chaleur, vibration, magnétisme)</li> <li>Autres fonctions</li> </ul>

Tableau 2 – Synthèse des concepts prescrits pour science et technologie

Synthèse des concepts prescrits pour science et technologie ( <i>Suite</i> )			
Univers vivant	Univers matériel	Terre et espace	Univers technologique
	<p><b>Électricité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charge électrique</li> <li>• Électricité statique</li> <li>• Loi d'Ohm</li> <li>• Lois de Kirchhoff</li> <li>• Circuits électriques</li> <li>• Relation entre puissance et énergie électrique</li> <li>• Loi de Coulomb</li> <li>• Champ électrique</li> </ul> <p><b>Électromagnétisme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forces d'attraction et de répulsion</li> <li>• Champ magnétique d'un fil parcouru par un courant</li> <li>• Champ magnétique d'un solénoïde</li> <li>• Induction électromagnétique</li> </ul> <p><b>Transformation de l'énergie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Loi de la conservation de l'énergie</li> <li>• Rendement énergétique</li> <li>• Distinction entre chaleur et température</li> </ul> <p><b>Fluides</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principe d'Archimède</li> <li>• Principe de Pascal</li> <li>• Principe de Bernoulli</li> </ul> <p><b>Force et mouvement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Force</li> <li>• Types de forces</li> <li>• Équilibre de deux forces</li> <li>• Relation entre vitesse constante, distance et temps</li> <li>• Relation entre masse et poids</li> </ul>		<p><b>Matériaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraintes (flexion, cisaillement)</li> <li>• Caractérisation des propriétés mécaniques</li> <li>• Traitements thermiques</li> <li>• Types et propriétés <ul style="list-style-type: none"> <li>– Matières plastiques (thermodurcissables)</li> <li>– Céramiques</li> <li>– Matériaux composites</li> </ul> </li> <li>• Modification des propriétés (dégradation, protection)</li> </ul> <p><b>Fabrication</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractéristiques du traçage</li> <li>• Usinage <ul style="list-style-type: none"> <li>– Caractéristiques du perçage, du taraudage, du filetage, du cambrage (pliage)</li> </ul> </li> <li>• Mesures et contrôle <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mesure directe (pied à coulisse)</li> <li>– Contrôle, forme et position (plan, section, angle)</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Biotechnologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement des eaux usées</li> <li>• Biodégradation des polluants</li> </ul>

Tableau 2 (*Suite*)

### 4.1.2 Techniques

Les techniques sont des procédés méthodiques qui balisent la mise en application de connaissances théoriques. Elles se répartissent en quatre catégories : *Manipulation*, *Langage graphique*, *Fabrication* et *Mesure*. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous selon leur appartenance à la science ou à la technologie.

Les techniques énumérées dans le tableau qui suit font partie des connaissances à mobiliser. Leur utilisation est prescrite. Plusieurs de ces techniques requièrent l'utilisation d'instruments et d'outils ou la manipulation de produits chimiques. La sécurité et l'emploi de l'équipement de sécurité dans les ateliers et les laboratoires doivent demeurer une préoccupation constante pour les utilisateurs.



Synthèse des techniques		
Science (au laboratoire)	Technologie (en atelier)	
Manipulation	Langage graphique	Fabrication
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation sécuritaire du matériel</li> <li>- Utilisation d'instruments d'observation</li> <li>- Préparation de solutions</li> <li>- Collecte d'échantillons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation d'échelles</li> <li>- Représentation graphique à l'aide d'instruments</li> <li>- Schématisation</li> <li>- Utilisation d'un logiciel de dessin vectoriel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation sécuritaire du matériel</li> <li>- Mesurage et traçage</li> <li>- Usinage</li> <li>- Finition</li> <li>- Vérification et contrôle</li> <li>- Montage et démontage</li> <li>- Fabrication d'une pièce</li> </ul>
Techniques communes		
Mesure		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure</li> <li>- Utilisation des instruments de mesure</li> <li>- Interprétation des résultats de la mesure (chiffres significatifs, erreurs liées aux mesures)</li> </ul>		

Tableau 3 – Synthèse des techniques

## 4.2 Repères culturels

Les repères culturels revêtent une signification particulière sur le plan de la culture scientifique et technologique. Ils contribuent à enrichir les situations d'apprentissage en les ancrant dans la réalité sociale et culturelle. Ce sont des objets techniques, des systèmes technologiques, des procédés, des produits, des hommes et des femmes de science, des ressources du milieu, des interventions humaines ou des événements en lien avec le contenu notionnel des cours. Une liste des repères culturels est donnée pour chaque cours, au chapitre 6.

Les repères culturels font partie du contenu disciplinaire à mobiliser dans tous les cours du programme d'études de science et de technologie. Leur utilisation est prescrite, mais les exemples ne le sont pas. La liste établie n'est pas exhaustive.





## Chapitre 5



### Structure des cours du programme d'études



## 5.1 Structure des cours du programme d'études

### Les cours de science générale

Les cours SCG-4059-2 et SCG-4060-2 regroupent principalement des éléments communs au parcours de la formation générale et au parcours de la formation générale appliquée de la première année du deuxième cycle en formation générale des jeunes (FGJ).

Le cours SCG-4059-2 permet à l'adulte d'explorer, selon une approche scientifique (du concept scientifique à son application technologique), l'interaction du système nerveux avec le milieu extérieur et les besoins de l'organisme humain en matière et en énergie. Ce cours intègre plusieurs notions de l'univers matériel qui peuvent être mises en lien avec les systèmes nerveux et digestif.

Le cours SCG-4060-2 se fonde sur une approche technologique (de l'application technologique au concept scientifique) et s'articule autour d'applications qui peuvent intégrer l'ingénierie mécanique et électrique. Les applications technologiques liées au corps humain et à son système musculosquelettique sont privilégiées.

Le tableau suivant donne plus de détails sur le contenu des cours de science générale.

Cours de science générale		
Titre	Durée	Concepts généraux
SCG-4059-2 <i>Science générale 1</i>	50 heures 2 unités	Système digestif Système nerveux Propriétés de la matière Transformations de la matière Ondes
SCG-4060-2 <i>Science générale 2</i>	50 heures 2 unités	Système musculosquelettique Organisation de la matière Transformation de l'énergie Langage des lignes Ingénierie mécanique Matériaux Ingénierie électrique

**Tableau 4 – Cours de science générale**

Aucun ordre n'est prescrit pour les deux cours de science générale.

Il est recommandé, pour les adultes n'ayant pas réussi ces cours à la première année du deuxième cycle en FGJ, de suivre ces cours avant d'entreprendre ceux de science et technologie présentés ci-dessous.

### **Les quatre cours de science et technologie**

Les cours SCT-4061-2, SCT-4062-2, SCT-4063-2 et SCT-4064-2 regroupent des éléments du parcours de la formation générale et du parcours de la formation générale appliquée de la deuxième année du second cycle en FGJ.

Le cours SCT-4061-2 adopte une approche principalement technologique (de l'application technologique au concept scientifique). Il traite de l'étude de l'énergie et d'applications technologiques en lien avec l'électricité.

Selon une approche de nature plutôt scientifique (du concept scientifique à son application technologique), le cours SCT-4062-2 permet à l'adulte de considérer l'équilibre des écosystèmes dans une perspective de changements climatiques.

Le cours SCT-4063-2 propose la conception et l'analyse d'objets techniques ou de systèmes technologiques intégrant la force et le mouvement, le tout présenté selon une approche technologique.

Dans une approche scientifique, le cours SCT-4064-2 traite de la transformation des ressources naturelles et de la pollution qui en résulte.

Aucun ordre n'est prescrit pour les cours de science et technologie. Toutefois, il est préférable pour l'adulte de suivre le cours SCT-4061-2 avant le cours SCT-4063-2; de même, le cours SCT-4062-2 a davantage à être suivi avant le cours SCT-4064-2.

Le tableau suivant donne plus de détails sur le contenu des cours de science et technologie.

Cours de science et technologie		
Titre	Durée	Concepts généraux
SCT-4061-2 <i>Le défi énergétique</i>	50 heures 2 unités	Langage des lignes Ingénierie électrique Organisation de la matière Électricité Électromagnétisme Transformation de l'énergie Lithosphère Hydrosphère Atmosphère Espace
SCT-4062-2 <i>Les changements climatiques</i>	50 heures 2 unités	Écologie Cycles biogéochimiques Régions climatiques Lithosphère Hydrosphère Atmosphère Propriétés physiques des solutions Transformations chimiques
SCT-4063-2 <i>La mécanisation du travail</i>	50 heures 2 unités	Langage des lignes Ingénierie mécanique Matériaux Fabrication Force et mouvement Fluides
SCT-4064-2 <i>Les matières résiduelles</i>	50 heures 2 unités	Écologie Cycles biogéochimiques Lithosphère Hydrosphère Atmosphère Organisation de la matière Propriétés physiques des solutions Transformations chimiques Transformations nucléaires Transformation de l'énergie Biotechnologie

**Tableau 5 – Cours de science et technologie**

## 5.2 Liens entre le secteur des adultes et le secteur des jeunes

En quatrième secondaire :

- Les cours SCG-4059-2 et SCG-4060-2 correspondent au tronc commun des programmes d'études *Science et technologie* et *Applications technologiques et scientifiques* de la première année du deuxième cycle en FGJ;
- Les cours SCT-4061-2 et SCT-4062-2 correspondent au parcours *Science et technologie* de la deuxième année du deuxième cycle en FGJ;
- Les cours SCT-4061-2, SCT-4062-2 et SCT-4063-2 correspondent au parcours *Applications technologiques et scientifiques* de la deuxième année du deuxième cycle en FGJ;
- Les cours SCT-4063-2 et SCT-4064-2 correspondent au parcours *Science et technologie de l'environnement* de la deuxième année du deuxième cycle en FGJ;
- Le cours SCT-4064-2 correspond au parcours *Science et environnement* de la deuxième année du deuxième cycle en FGJ.

Le schéma suivant présente les liens entre les cours en FGA et les programmes d'études ainsi que les parcours de formation en FGJ.

<b>Parcours de la formation générale (FGJ)</b>		<b>Cours de la formation générale des adultes (FGA)</b>	<b>Parcours de la formation générale appliquée (FGJ)</b>	
<b>1<sup>ère</sup> année du 2<sup>ème</sup> cycle</b>	<i>Science et technologie (ST)</i>	SCG-4059-2	<i>Applications technologiques et scientifiques (ATS)</i>	<b>1<sup>ère</sup> année du 2<sup>ème</sup> cycle</b>
		SCG-4060-2		
<b>2<sup>ème</sup> année du 2<sup>ème</sup> cycle</b>	<i>Science et technologie (ST)</i>	SCT-4061-2	<i>Applications technologiques et scientifiques (ATS)</i>	<b>2<sup>ème</sup> année du 2<sup>ème</sup> cycle</b>
		SCT-4062-2		
	<i>Science et technologie de l'environnement (STE)</i>	SCT-4063-2		
		SCT-4064-2	<i>Science et environnement (SE)</i>	

**Schéma 4 – Liens entre les cours de l'éducation des adultes et les parcours ainsi que les programmes d'études en FGJ**



## Chapitre 6



**Cours du programme d'études**



## Structure de présentation des cours

---

La présente section contient une description détaillée de chacun des cours du programme d'études. Elle contient aussi les rubriques suivantes, dans l'ordre :

Rubriques des cours
Présentation du cours
Compétences disciplinaires
Démarches
Compétences transversales
Contenu disciplinaire
Familles de situations d'apprentissage
Domaines généraux de formation
Exemple de situation d'apprentissage
Attentes de fin de cours
Critères d'évaluation des compétences visées par le cours



Cours  
**SCG-4059-2**  
Science générale 1





## SCG-4059-2

## Science générale 1

### PRÉSENTATION DU COURS

Le but du cours intitulé *Science générale 1* est de rendre l'adulte apte à traiter efficacement des situations des familles *Recherche* et *Expertise* portant sur les besoins du corps humain en matière et en énergie ainsi que sur les interactions du système nerveux avec le milieu extérieur.

Dans ce cours, l'adulte étudie des problématiques et il cherche des réponses ou des solutions à des problèmes variés. Il acquiert sur l'univers vivant des connaissances scientifiques qui l'amènent à comprendre et à expliquer les facteurs en cause dans différentes problématiques impliquant le système digestif et le système nerveux. D'une part, les connaissances sur le système digestif, combinées à celles de l'univers matériel pour ce qui est des propriétés et de la transformation de la matière, lui permettent de mieux comprendre la transformation et la dégradation des aliments en nutriments assimilables par le corps humain. D'autre part, les connaissances liées au système nerveux, combinées à celles de l'univers matériel pour ce qui est des ondes associées aux récepteurs auditifs et visuels, lui permettent de saisir le rôle des réseaux d'échange d'information du corps humain dans ses relations avec le milieu extérieur.

Au terme de ce cours, dans des situations associées tant à la satisfaction des besoins du corps humain en matière et en énergie qu'aux interactions du système nerveux avec le milieu extérieur, l'adulte est en mesure :

- ✓ de modéliser les transformations physiques et chimiques des aliments par le système digestif en faisant appel aux caractéristiques et aux propriétés de la matière;
- ✓ de modéliser une caractéristique des ondes dans le fonctionnement du système nerveux;
- ✓ d'analyser une particularité du système digestif ou de l'interaction du système nerveux avec le milieu extérieur;
- ✓ d'argumenter relativement à une problématique portant sur les besoins du corps humain en matière et en énergie;
- ✓ d'argumenter relativement à une problématique portant sur les interactions des récepteurs sensoriels avec le milieu extérieur;
- ✓ de planifier, avec de l'aide, une activité expérimentale simple traitant des ondes, des propriétés ou des transformations de la matière;
- ✓ de suivre, avec de l'aide, un protocole expérimental traitant des ondes, des propriétés ou des transformations de la matière;
- ✓ de rédiger, à l'aide d'un canevas, le compte rendu d'une expérimentation sur les ondes, les propriétés ou les transformations de la matière.

## COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES

Le tableau qui suit énumère, pour chacune des compétences, les composantes prises en compte dans ce cours. Les manifestations de ces composantes sont présentées à l'annexe 4.

<b>Compétence 1</b> <b>Chercher des réponses</b> <b>ou des solutions</b> <b>à des problèmes d'ordre</b> <b>scientifique ou technologique</b>	<b>Compétence 2</b> <b>Mettre à profit</b> <b>ses connaissances</b> <b>scientifiques</b> <b>et technologiques</b>	<b>Compétence 3</b> <b>Communiquer à l'aide</b> <b>des langages utilisés</b> <b>en science</b> <b>et en technologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cerner un problème</li> <li>▪ Élaborer un plan d'action</li> <li>▪ Concrétiser le plan d'action</li> <li>▪ Analyser les résultats</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Situer une problématique ou une application dans son contexte</li> <li>▪ Analyser un phénomène lié à une problématique ou une application sous l'angle de la science</li> <li>▪ Construire son opinion sur la problématique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique</li> <li>▪ Produire des messages à caractère scientifique et technologique</li> </ul>

## DÉMARCHES

L'adulte est apte à traiter une problématique, à résoudre un problème ainsi qu'à étudier une application grâce aux démarches d'investigation. Voici un rappel des étapes de telles démarches :

- définir le problème;
- formuler une hypothèse;
- vérifier l'hypothèse;
- tirer des conclusions et communiquer.

Les démarches d'investigation les plus appropriées à ce cours sont l'expérimentation, la modélisation, la recherche documentaire et l'observation sous l'angle de la science. C'est à l'étape de la vérification de l'hypothèse que ces démarches se distinguent. La section 3.5 et les annexes 1 à 3 présentent des démarches d'investigation et leurs caractéristiques respectives.



## COMPÉTENCES TRANSVERSALES

Les compétences transversales complètent les compétences disciplinaires, le développement des unes contribuant au développement des autres. Le cours SCG-4059-2 permet la mise en œuvre de l'ensemble des compétences transversales. Certaines d'entre elles, inscrites sur une trame grise dans le tableau ci-dessous, sont particulièrement visées dans l'exemple de situation d'apprentissage présenté dans ce cours.

Compétences transversales			
Ordre intellectuel	Ordre de la communication	Ordre personnel et social	Ordre méthodologique
Exploiter l'information	Communiquer de façon appropriée	Actualiser son potentiel	Se donner des méthodes de travail efficaces
Résoudre des problèmes		Coopérer	Exploiter les technologies de l'information et de la communication
Exercer son jugement critique			
Mettre en œuvre sa pensée créatrice			

## CONTENU DISCIPLINAIRE

### A) SAVOIRS

Les concepts et les techniques prescrits sont énumérés dans les tableaux des deux sections suivantes.

#### 1. Concepts

❖ Univers vivant	
<p><b>Concept général : Système digestif</b></p> <p>L'être humain est tributaire d'un apport régulier d'aliments provenant d'autres organismes. Cet apport est indispensable, car il assure la construction et la réparation des tissus de même que la production de chaleur et d'énergie sous différentes formes (mécanique, calorifique, etc.).</p> <p>Les transformations mécaniques et chimiques de la nourriture sont effectuées par le système digestif durant les quatre étapes de traitement que sont l'ingestion, la digestion, l'absorption et l'élimination.</p> <p>Les glandes digestives assurent la décomposition chimique des aliments. Les glandes salivaires produisent presque toute la salive, dont les fonctions sont multiples (humidification, digestion partielle des glucides, pouvoir antibactérien, etc.). Les sécrétions gastriques (acide chlorhydrique, mucus, pepsine, etc.) interviennent dans la digestion des protéines. Par ailleurs, divers sucs sont sécrétés par l'intestin grêle et ses structures annexes (pancréas, foie) pour amorcer la digestion des lipides. Si les sels biliaires jouent un rôle important dans la digestion des graisses, l'intestin grêle est un élément majeur de la digestion des glucides, des protides et des lipides ainsi que de l'absorption des nutriments. Enfin, l'une des fonctions essentielles du gros intestin est d'absorber l'eau et les électrolytes, alors que son dernier segment, le rectum, entrepose les matières fécales jusqu'à leur élimination.</p>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Constituants alimentaires : eau, protides, glucides, lipides, vitamines et minéraux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire les principales fonctions biologiques des différents constituants alimentaires qui se trouvent dans les aliments (eau, protides, glucides, lipides, vitamines, sels minéraux).</li> <li>• Associer les constituants alimentaires à leurs sources principales (ex. : les protides dans les viandes et leurs substituts).</li> <li>• Déterminer la valeur énergétique et nutritionnelle de divers aliments.</li> <li>• Associer les organes du système digestif au type de transformation qu'ils font subir aux aliments (ex. : action mécanique des dents, action chimique des glandes).</li> <li>• Identifier les principales parties du tube digestif.</li> <li>• Expliquer le rôle du tube digestif (décomposition des aliments, absorption des nutriments et de l'eau, évacuation des déchets).</li> <li>• Décrire le rôle des sécrétions des principales glandes digestives (ex. : la salive digère l'amidon, la bile décompose les lipides, les sucs gastriques digèrent les protéines).</li> </ul>
Valeur énergétique des aliments	
Transformation des aliments : mécanique, chimique	
Tube digestif : bouche, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, anus	
Glandes digestives : glandes salivaires, glandes gastriques, foie, pancréas, glandes intestinales	

❖ **Univers vivant (Suite)****Concept général : Système nerveux**

Le système nerveux régule non seulement les fonctions corporelles internes, mais aussi les comportements des individus, leur permettant ainsi d'entrer en relation avec le milieu extérieur et de s'y adapter.

Le système nerveux central rend possibles des comportements complexes et coordonne des commandes motrices grâce au système nerveux périphérique. Ce système recueille une multiplicité d'informations à l'aide de divers récepteurs sensoriels distribués dans les organes des sens qui assurent la vision, l'ouïe, l'odorat, le goût et le toucher. Ces données sont ensuite intégrées aux aires sensorielles situées dans le système nerveux central. La saturation sensorielle peut découler d'une situation reliée au milieu de travail et porter préjudice au bon fonctionnement d'un organe.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
<p>Système nerveux central : encéphale, moelle épinière</p> <p>Système nerveux périphérique : nerfs</p> <p>Récepteurs sensoriels :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– œil</li> <li>– oreille</li> <li>– peau</li> <li>– langue</li> <li>– nez</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les parties du système nerveux central (encéphale, moelle épinière).</li> <li>• Expliquer le rôle du système nerveux central (gestion des comportements complexes, traitement des informations sensorielles et des réponses associées).</li> <li>• Expliquer le rôle du système nerveux périphérique (transport de l'influx nerveux des sens vers l'encéphale et de l'encéphale vers les muscles et les glandes).</li> <li>• Associer les nerfs au transport de l'influx nerveux.</li> <li>• Identifier les principales parties de l'œil (iris, cornée, cristallin, rétine) qui contribuent à la vision.</li> <li>• Décrire la fonction des principales parties de l'œil.</li> <li>• Identifier les principales parties de l'oreille (conduit auditif, tympan, osselets, cochlée) qui entrent en jeu dans l'audition.</li> <li>• Décrire la fonction des principales parties de l'oreille associées à l'audition.</li> <li>• Décrire la fonction des récepteurs sensoriels de la peau (transformation en influx nerveux des sensations de pression, de température et de douleur).</li> <li>• Décrire la fonction des papilles gustatives de la langue (transformation des saveurs en influx nerveux : sucré, salé, acide, amer et umami).</li> <li>• Décrire la fonction du bulbe olfactif.</li> </ul>

## ❖ Univers matériel

### Concept général : Propriétés de la matière

L'organisme humain est constitué d'une grande diversité de substances matérielles. Qu'elles soient présentes dans les cellules ou dans les liquides du corps, qu'elles soient naturelles ou artificielles, elles se distinguent les unes des autres par leurs propriétés. Certaines substances (l'eau, l'oxygène, le dioxyde de carbone, certains nutriments, les sels minéraux ainsi que divers déchets) constituent des déterminants de premier plan de la santé d'un individu en raison de l'importance de leur rôle et de leur concentration dans le corps.

L'utilisation de tableaux répertoriant les propriétés physiques et chimiques caractéristiques de la matière permet non seulement de reconnaître des substances, mais aussi de comprendre leurs rôles, l'usage qui en est fait et les dangers qu'elles représentent parfois pour l'organisme.

Dans le corps, les substances sont généralement présentes sous forme de mélanges, bon nombre d'entre eux étant des solutions. Quantité de phénomènes vitaux dépendent de la propriété de l'eau et des lipides de dissoudre de nombreuses substances.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Propriétés physiques caractéristiques : – masse volumique  – solubilité  Propriétés chimiques caractéristiques : réaction à des indicateurs  Propriétés des solutions : concentration	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expliquer le concept de masse volumique.</li> <li>• Déterminer la masse volumique de différentes substances.</li> <li>• Définir le concept de solubilité.</li> <li>• Décrire l'effet d'une variation de température sur la solubilité d'une substance.</li> <li>• Identifier une substance à l'aide de ses propriétés chimiques caractéristiques (ex. : l'amidon bleuit en présence d'une solution iodée, une solution acide fait jaunir le bleu de bromothymol).</li> <li>• Décrire l'effet d'une variation de la quantité de soluté ou de solvant sur la concentration d'une solution.</li> <li>• Définir le concept de concentration d'une solution.</li> <li>• Déterminer la concentration d'une solution aqueuse (g/L ou pourcentage).</li> <li>• Reconnaître le soluté dans une solution aqueuse donnée.</li> <li>• Reconnaître le solvant dans une solution aqueuse donnée (ex. : larmes, salive, urine).</li> </ul>

## ❖ Univers matériel (Suite)

### Concept général : Transformations de la matière

L'être humain procède à des échanges avec son milieu et transforme constamment de la matière et de l'énergie. Il survit parce que ces transformations lui procurent de l'énergie sous une forme accessible et de la matière pour réparer et construire les tissus de son organisme. Elles lui permettent aussi d'entretenir ses réserves en minéraux.

Selon l'énergie d'agitation moyenne des molécules qui la composent, une même substance se présente sous la forme d'un liquide, d'un solide ou d'un gaz.

L'observation du comportement de la matière au cours de ces transformations constitue le point de départ de la construction d'un modèle particulaire de la matière.

La préparation de solutions par dissolution et la modification de la concentration à la suite d'une dilution sont des opérations de la vie quotidienne. Au cours des transformations chimiques, les molécules touchées sont modifiées. Les produits de la transformation diffèrent des réactifs : ils se caractérisent par d'autres propriétés. Le nombre d'atomes de chaque élément et leur masse sont conservés, ce qui constitue la base des équations chimiques simples équilibrées (réactions d'oxydation, de synthèse et de décomposition). Certains indices sont utilisés pour faciliter la reconnaissance de la formation d'une nouvelle substance.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Modèle particulaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir le modèle particulaire comme étant une façon de représenter le comportement de la matière.</li> <li>Comparer l'arrangement des particules dans une substance à l'état solide, liquide ou gazeux.</li> </ul>
Transformations physiques :	
– dissolution	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expliquer le phénomène de dissolution à l'aide du modèle particulaire.</li> </ul>
– dilution	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expliquer le phénomène de dilution du point de vue de la concentration et du volume.</li> <li>Appliquer la relation mathématique entre les volumes et les concentrations lors d'une dilution d'une solution aqueuse (<math>C_1V_1 = C_2V_2</math>)</li> </ul>
Transformations chimiques :	
– décomposition et synthèse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nommer des transformations chimiques qui se produisent dans le corps humain (ex. : respiration, digestion).</li> <li>Reconnaître une réaction de décomposition ou de synthèse représentée à l'aide du modèle particulaire.</li> <li>Associer des réactions chimiques connues à des réactions de décomposition ou de synthèse (ex. : formation des protéines, digestion).</li> </ul>
– oxydation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer des réactions chimiques connues à des réactions d'oxydation (ex. : respiration cellulaire, combustion).</li> </ul>

## ❖ Univers matériel (*Suite*)

### Concept général : Ondes

L'organisme humain est équipé de diverses structures qui reçoivent des informations de l'environnement. Deux stimuli externes captés par des organes des sens sont examinés, soit les ondes sonores (mécaniques) et les ondes lumineuses du spectre visible (électromagnétiques).

Les ondes sonores sont mécaniques et longitudinales. Elles sont produites par un corps élastique en vibration et leur propagation exige un support matériel périodiquement comprimé et raréfié. L'exploration concrète des ondes mécaniques transversales, par exemple dans un ressort ou dans l'eau, favorise la compréhension des mouvements ondulatoires.

Quoique de nature très différente, les ondes lumineuses ont certains comportements semblables à ceux des ondes sonores et des ondes mécaniques en général. Ainsi, comme les autres ondes, la lumière se caractérise par sa fréquence, sa longueur d'onde, son amplitude et sa vitesse de propagation. Cependant, en mode ondulatoire, les ondes lumineuses se propagent dans le vide et dans les milieux transparents.

On trouve dans notre environnement naturel et artificiel des objets qui mettent en évidence les propriétés de la lumière. L'étude de la réflexion et de la réfraction de la lumière est faite de manière qualitative à l'aide de miroirs plans et de lentilles convergentes et divergentes.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Fréquence	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir la fréquence d'une onde comme étant le nombre d'oscillations par seconde (Hz).</li> <li>Associer la fréquence d'une onde sonore à la hauteur du son produit (ex. : une onde de basse fréquence produit un son grave).</li> </ul>
Longueur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir la longueur d'onde comme étant la distance entre deux points identiques d'une onde, à un instant donné.</li> <li>Décrire la relation entre la longueur d'onde et l'énergie qui lui est associée (ex. : les rayons X, très énergétiques, ont une faible longueur d'onde).</li> </ul>
Amplitude	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir l'amplitude d'une onde sonore comme étant la puissance du son.</li> </ul>
Échelle dB (décibel)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Situer, sur l'échelle des décibels, des niveaux dangereux pour l'oreille humaine selon la durée ou la fréquence de l'exposition.</li> </ul>
Spectre électromagnétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Situer différentes régions sur le spectre électromagnétique (radio, infrarouge, lumière visible, ultra-violet, rayons X, rayons <math>\gamma</math>).</li> </ul>
Déviation des ondes lumineuses	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire la déviation des rayons lumineux sur une surface réfléchissante plane.</li> <li>Déterminer l'angle de réflexion d'un rayon lumineux à la surface d'un miroir plan.</li> <li>Décrire la déviation des rayons lumineux lorsqu'ils traversent la surface d'une substance translucide.</li> </ul>
Foyer d'une lentille	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer la position du foyer d'une lentille concave et d'une lentille convexe.</li> <li>Décrire le lien entre la position du foyer d'une lentille et le degré de déviation des rayons lumineux dans diverses situations (ex. : accommodation du cristallin, choix de verres correcteurs).</li> </ul>

## 2. Techniques

Les techniques présentées ici sont réparties en deux catégories. Plusieurs de ces techniques requièrent l'utilisation d'instruments et d'outils ou la manipulation de produits chimiques. La sécurité et l'emploi de l'équipement de sécurité dans les laboratoires doivent demeurer une préoccupation constante pour les utilisateurs.

Au laboratoire ou en atelier	
Techniques	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
<b>Manipulation</b> - Utilisation sécuritaire du matériel  - Utilisation d'instruments d'observation - Préparation de solutions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser le matériel de laboratoire de façon sécuritaire (ex. : laisser refroidir une plaque chauffante, utiliser une pince à bécher, faire un montage à l'aide d'un support universel).</li> <li>Manipuler les produits chimiques de façon sécuritaire (ex. : prélever à l'aide d'une spatule, aspirer avec une poire à pipette).</li> <li>Utiliser un instrument d'observation de façon adéquate (ex. : loupe, binoculaire, microscope, boîte à rayons lumineux, spectroscope).</li> <li>Préparer une solution aqueuse de concentration donnée à partir d'un soluté solide.</li> <li>Préparer une solution aqueuse de concentration donnée à partir d'une solution aqueuse concentrée.</li> </ul>
<b>Mesure</b> - Utilisation des instruments de mesure	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser un instrument de mesure de façon adéquate (ex. : règle, thermomètre, cylindre gradué, balance, fiole jaugée, sonomètre).</li> </ul>

## B) REPÈRES CULTURELS

Les repères culturels rendent les situations d'apprentissage plus significatives. Sans être exhaustif, le tableau qui suit énumère des repères qui ont un lien avec le cours.

Repères culturels				
Objets techniques, systèmes technologiques, procédés et produits	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Préparation et conservation des aliments.</li> <li>– Enzymes.</li> <li>– Nutraceutiques (produits préventifs et curatifs), vitamines et médicaments.</li> <li>– Fertilisants et insecticides.</li> <li>– Microphone, haut-parleur, téléphone, télévision, caméra, lecteur de cédérom, etc.</li> <li>– Instrument de musique.</li> <li>– Prothèse auditive.</li> <li>– Lentille, lunettes, jumelles et microscope.</li> <li>– Satellites de télécommunications.</li> <li>– Imagerie par résonance magnétique.</li> <li>– Rayons X et échographie.</li> <li>– Logiciel permettant aux handicapés de communiquer à l'aide du code Morse.</li> <li>– Casque de réalité virtuelle.</li> <li>– Alcooltest.</li> <li>– Boisson énergisante.</li> </ul>			
Univers	Hommes et femmes de science	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
<b>Vivant</b>	Giovanni Alfonso Borelli Ivan Petrovitch Pavlov Allvar Gullstrand Edgar Douglas Adrian Georg von Békésy Lazzaro Spallanzani René Antoine Ferchault de Réaumur	<i>Guide alimentaire canadien</i> Agence de la santé publique du Canada Ministère de la Santé et des Services sociaux Directions régionales de santé publique Organisation mondiale de la santé	Panier bio Aliments de base de différents peuples (blé, riz, manioc, pomme de terre, maïs, poisson) Aliments importés Repas : différentes coutumes Régime amaigrissant	Festival de la santé Fête gourmande Avis de rappel d'aliments du MAPAQ (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec)
<b>Matériel</b>	Heinrich Rudolf Hertz Wilhelm Conrad Röntgen Guglielmo Marconi Louis et Antoine Lumière Alexander Graham Bell	Écoles et facultés de génie Centre de recherche et de développement sur les aliments	Histoire des mesures de la vitesse de la lumière Sonorisation Fibre optique	Premier appel téléphonique



## FAMILLES DE SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

Dans ce cours, les situations d'apprentissage issues des familles *Recherche* et *Expertise* se rattachent aux besoins de matière et d'énergie de l'organisme humain ou sur les interactions du système nerveux avec le milieu extérieur. Ces situations concernent des concepts généraux provenant de l'univers vivant et de l'univers matériel. Les paragraphes qui suivent donnent des exemples de tâches que l'adulte peut exécuter dans des situations d'apprentissage faisant appel à différents regroupements de concepts généraux.

L'adulte placé dans une situation impliquant les concepts généraux applicables au système digestif et à certaines propriétés de la matière peut être amené à percevoir l'importance du rôle et de la concentration de certaines substances dans l'organisme. Il peut aussi être amené à identifier expérimentalement des substances à l'aide de tableaux répertoriant les propriétés physiques et chimiques de la matière. Si l'adulte travaille également sur le concept général des transformations de la matière, il peut être incité à s'interroger sur la quantité d'aliments à consommer ainsi que sur leur qualité. Il peut analyser des technologies comparables au système digestif ou encore chercher à comprendre l'usage de certaines substances et leurs dangers pour l'organisme.

Une situation impliquant les concepts généraux d'ondes et de système nerveux peut conduire l'adulte à résoudre un problème d'insonorisation. C'est alors qu'il peut expérimenter la production d'ondes dans un ressort ou dans l'eau pour favoriser sa compréhension des mouvements ondulatoires. L'étude expérimentale de la variation de certains paramètres des ondes sonores (fréquence, longueur d'onde, échelle dB) peut l'aider à comprendre comment le cerveau « entend » par l'intermédiaire de l'oreille. Par ailleurs, il peut aussi comparer le nombre de décibels dans différents lieux et leur impact sur la santé de l'oreille.

Dans une situation qui comporte des concepts généraux rattachés au système digestif et aux transformations chimiques, l'adulte peut étudier le rôle des aliments par rapport à la construction et à la réparation de tissus. Il peut être amené à modéliser un principe physique ou chimique lié à la fonction de nutrition. Au laboratoire, certains indices comme le changement de couleur, le dégagement de chaleur, etc., peuvent piquer sa curiosité et le guider vers l'étude qualitative de certaines transformations chimiques telles que la décomposition, la synthèse et l'oxydation. Il peut par la suite les comparer aux transformations que subissent les aliments au cours de la digestion. Placé dans une situation plus complexe, il peut analyser les besoins de matière et d'énergie de son organisme, compte tenu de son type d'alimentation et de son niveau d'activité.

Dans la situation d'apprentissage exposée à la page suivante, le but des principales tâches est de soutenir le développement des deuxième et troisième compétences. Cette situation appartient donc à la famille *Expertise*.

## DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION

Les situations d'apprentissage sont plus signifiantes pour l'adulte parce qu'elles sont liées par leur contexte aux domaines généraux de formation. Tous ces domaines sont susceptibles d'être exploités dans la conception de situations d'apprentissage pour le cours SCG-4059-2. L'exemple ci-dessous rejoint l'intention éducative du domaine général de formation *Santé et bien-être*.

Domaines généraux de formation
Santé et bien-être
Orientation et entrepreneuriat
Environnement et consommation
Médias
Vivre-ensemble et citoyenneté

## EXEMPLE DE SITUATION D'APPRENTISSAGE

### UNE ÉPIDÉMIE DE MYOPIE

L'Organisation mondiale de la santé tire la sonnette d'alarme : de plus en plus de jeunes souffrent de myopie et leur nombre est préoccupant en Amérique du Nord. La surutilisation des écrans serait même en cause. Lors d'un diagnostic de myopie, il est proposé d'utiliser des verres correcteurs... à moins d'opter pour la chirurgie au laser.

Mais qu'est-ce que la myopie? Pourquoi les écrans sont-ils mis à mal? Comment les lunettes peuvent-elles corriger ce problème? Que fait la chirurgie au laser?

Votre recherche d'informations vous permettra :

- de schématiser les parties de l'œil et d'en décrire la fonction;
- de décrire le parcours de l'influx nerveux de l'œil jusqu'au cerveau;
- d'expliquer les causes de la myopie;
- de comparer la myopie à d'autres troubles de la vision;
- de reproduire expérimentalement les conditions optiques correspondant à la myopie ainsi qu'à d'autres troubles de la vision;
- de décrire comment la chirurgie au laser permet de corriger la myopie.

## ATTENTES DE FIN DE COURS

Le traitement des situations d'apprentissage de ce cours suppose que l'adulte s'approprie des démarches d'investigation, particulièrement l'expérimentation, la modélisation et l'observation de phénomènes scientifiques. Les situations lui permettent de mettre en œuvre des habiletés de résolution de problèmes, d'utiliser ses connaissances et de produire des messages.

Lorsque l'adulte résout un problème bien circonscrit portant sur les besoins du corps humain en matière et en énergie ou sur les interactions du système nerveux avec le milieu extérieur, il se donne une représentation du problème à la suite de la lecture et de l'interprétation de messages à caractère scientifique. Il est guidé dans l'élaboration d'un plan d'action adapté à l'une des hypothèses proposées et exploite ses connaissances sur les ondes, les propriétés ou les transformations de la matière. Il complète ou sélectionne alors un protocole expérimental. Il a accès à du soutien lorsqu'il met en œuvre un plan d'action par l'intermédiaire d'activités au laboratoire. Au cours de ces activités, il prépare une solution aqueuse, réalise un montage pour étudier un phénomène ondulatoire ou utilise un instrument de mesure. Il respecte les étapes planifiées, apporte des modifications au besoin et fait appel aux techniques appropriées. À l'aide d'un canevas, il rédige un compte rendu dans lequel il propose une réponse qui tient compte des résultats. Il y justifie, s'il y a lieu, les modifications à apporter à son plan d'action en rapport avec les données du problème.

L'adulte qui étudie une problématique portant sur la satisfaction des besoins du corps humain en matière et en énergie ou sur les interactions du corps humain avec le milieu extérieur formule des questions liées aux aspects contextuels présentés. À l'aide de concepts, de lois, de théories ou de modèles, il fait ressortir des phénomènes relatifs aux ondes ou portant sur les propriétés ou les transformations de la matière en cause et les explique. Il propose une solution ou émet son opinion sur un enjeu soulevé par la problématique en relation avec le système digestif ou le système nerveux et la justifie en s'appuyant sur ses connaissances scientifiques et technologiques.

## CRITÈRES D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES VISÉES PAR LE COURS

Critères d'évaluation de la compétence 1	Critères d'évaluation de la compétence 2	Critères d'évaluation de la compétence 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Représentation adéquate de la situation</li> <li>▪ Élaboration d'un plan d'action pertinent</li> <li>▪ Mise en œuvre adéquate du plan d'action</li> <li>▪ Élaboration d'explications, de solutions ou de conclusions pertinentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interprétation appropriée de la problématique</li> <li>▪ Utilisation pertinente des connaissances scientifiques et technologiques</li> <li>▪ Production adéquate d'explications ou de solutions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interprétation juste de messages à caractère scientifique ou technologique</li> <li>▪ Production ou transmission adéquate de messages à caractère scientifique ou technologique</li> </ul>

Cours  
**SCG-4060-2**  
Science générale 2





**SCG-4060-2****Science générale 2**

---

**PRÉSENTATION DU COURS**

Le but du cours intitulé *Science générale 2* est de rendre l'adulte apte à traiter efficacement des situations des familles *Recherche* et *Expertise* qui comportent une application technologique pouvant être mise en relation avec le fonctionnement du corps humain.

Dans ce cours, l'adulte analyse et conçoit des objets techniques et il cherche des solutions à des problèmes technologiques. Ainsi, il acquiert des connaissances particulières et des techniques qui l'amènent à mieux comprendre les objets de ce type et les facteurs en cause dans différents problèmes technologiques impliquant le langage des lignes, les matériaux et l'ingénierie. Il peut alors juger des solutions proposées pour résoudre ces problèmes. Ces connaissances, combinées à celles de l'univers matériel – les substances pures et les mélanges en particulier –, lui permettent également d'étudier la relation entre la composition des matériaux, leurs usages et leurs propriétés. Par ailleurs, les transformations de l'énergie aident l'adulte à mieux comprendre l'usage des diverses fonctions électriques. De même, l'adulte peut faire des parallèles entre des fonctions mécaniques et électriques et le fonctionnement du système musculosquelettique en associant ces connaissances à celles de l'univers vivant.

Au terme du cours, dans des situations comportant une application technologique mise en relation avec le fonctionnement du corps humain, l'adulte est en mesure :

- ✓ d'analyser une application technologique faisant appel à l'ingénierie électrique ou à l'ingénierie mécanique;
- ✓ de justifier le choix de l'utilisation de substances pures ou de types de mélanges dans la composition des matériaux d'un objet technique;
- ✓ de modéliser le fonctionnement du système musculosquelettique à l'aide de l'ingénierie mécanique;
- ✓ d'analyser une particularité du système musculosquelettique;
- ✓ de représenter graphiquement des pièces simples d'un objet technique;
- ✓ de concevoir un objet technique en s'appuyant sur le langage des lignes;
- ✓ de planifier, avec de l'aide, les étapes de fabrication d'un prototype d'essai comprenant des composants mécaniques ou des composants électriques;
- ✓ de suivre, avec de l'aide, une gamme de fabrication d'un prototype d'essai comprenant des composants mécaniques ou des composants électriques;
- ✓ de rédiger, à l'aide d'un canevas, le compte rendu de la mise à l'essai d'un prototype.

## COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES

Le tableau qui suit énumère les composantes à prendre en compte pour chacune des compétences du présent cours. Les manifestations de ces composantes sont présentées à l'annexe 4.

Compétence 1 Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique	Compétence 2 Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques	Compétence 3 Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cerner un problème</li> <li>▪ Élaborer un plan d'action</li> <li>▪ Concrétiser le plan d'action</li> <li>▪ Analyser les résultats</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Situer une application dans son contexte</li> <li>▪ Analyser une application sous l'angle de la science</li> <li>▪ Analyser une application sous l'angle de la technologie</li> <li>▪ Construire son opinion sur la qualité d'une application</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique</li> <li>▪ Produire des messages à caractère scientifique et technologique</li> </ul>

## DÉMARCHES

L'adulte est apte à résoudre un problème ainsi qu'à étudier une application grâce aux démarches d'investigation. Voici un rappel des étapes de telles démarches :

- définir le problème;
- formuler une hypothèse;
- vérifier l'hypothèse;
- tirer des conclusions et communiquer.

Les démarches d'investigation les plus appropriées à ce cours sont la conception, l'observation sous l'angle de la technologie ainsi que la modélisation. C'est à l'étape de la vérification de l'hypothèse qu'elles se distinguent. La section 3.5 et les annexes 1 à 3 présentent des démarches d'investigation, assorties de leurs caractéristiques respectives.



## COMPÉTENCES TRANSVERSALES

Les compétences transversales complètent les compétences disciplinaires, le développement des unes contribuant au développement des autres. Le cours SCG-4060-2 permet la mise en œuvre de l'ensemble des compétences transversales. Certaines d'entre elles, inscrites sur une trame grise dans le tableau ci-dessous, sont particulièrement visées dans l'exemple de situation d'apprentissage présenté dans ce cours.

Compétences transversales			
Ordre intellectuel	Ordre de la communication	Ordre personnel et social	Ordre méthodologique
Exploiter l'information	Communiquer de façon appropriée	Actualiser son potentiel	Se donner des méthodes de travail efficaces
Résoudre des problèmes		Coopérer	Exploiter les technologies de l'information et de la communication
Exercer son jugement critique			
Mettre en œuvre sa pensée créatrice			

## CONTENU DISCIPLINAIRE

### A) SAVOIRS

Les concepts et les techniques prescrits sont énumérés dans les tableaux des deux sections suivantes.

#### 1. Concepts

❖ Univers vivant	
<p><b>Concept général : Système musculosquelettique</b></p> <p>Le squelette assure le soutien et la protection du corps. Il joue un rôle essentiel dans le mouvement grâce à l'action des muscles qui agissent sur lui en se contractant. Certains os sont fusionnés, tandis que d'autres sont reliés par des articulations permettant une certaine liberté de mouvement.</p> <p>Les difficultés liées à un dysfonctionnement du système musculosquelettique peuvent être réduites par une application technologique. Une prothèse pour la hanche ou le genou ou un fauteuil roulant parfois motorisé sont des exemples d'objets permettant d'offrir une meilleure qualité de vie aux personnes handicapées ou aux malades qui ont de la difficulté à se déplacer.</p>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Rôle du système musculosquelettique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les principales parties du squelette (tête, thorax, colonne vertébrale, membres inférieurs et supérieurs).</li> <li>• Expliquer le rôle du système musculosquelettique (assurer le maintien et la protection du corps, permettre le mouvement).</li> </ul>
Types de mouvements articulaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire les fonctions des articulations (liaison des os entre eux, mobilité).</li> <li>• Décrire des types de mouvements (flexion, extension, abduction, adduction, rotation) permis par les articulations.</li> </ul>

## ❖ Univers matériel

### Concept général : Organisation de la matière

La matière circule de l'inerte vers le vivant, et inversement. Qu'elle soit inerte ou vivante, la matière est constituée d'atomes qui se combinent selon leurs affinités et qui forment des molécules d'éléments ou de composés plus ou moins complexes. Dans l'environnement et dans l'organisme humain, la matière est le plus souvent présente sous forme de mélanges de plusieurs molécules, d'éléments et de composés. On identifie une substance pure à l'aide de ses propriétés caractéristiques. Les propriétés d'un mélange sont différentes de celles de ses constituants, chacun conservant ses propriétés caractéristiques.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Substance pure : composé, élément	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir une substance pure comme étant celle formée d'une seule sorte d'atomes ou de molécules.</li> <li>Distinguer un élément (ex. : fer, carbone, sodium) d'un composé (ex. : eau, gaz carbonique, glucose).</li> </ul>
Mélanges homogènes et hétérogènes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire des mélanges homogènes et des mélanges hétérogènes présents dans les matériaux (ex. : acier, plastique, panneau de fibres).</li> </ul>

### Concept général : Transformation de l'énergie

L'énergie est présente dans l'environnement sous diverses formes. Quelle que soit cette forme, elle correspond au travail qu'un système est susceptible d'accomplir. Avec des moyens appropriés, il est possible de convertir une forme d'énergie en une autre.

Lors de la conception d'une technologie, il peut être pertinent d'établir quels seront les types d'énergie en cause et les moyens à privilégier pour transformer une forme d'énergie disponible en une autre forme d'énergie désirée.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Formes d'énergie : électrique, chimique, thermique, mécanique, rayonnante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir le joule comme étant l'unité de mesure de l'énergie.</li> <li>Décrire les formes d'énergie (électrique, chimique, thermique, mécanique et rayonnante).</li> <li>Identifier les formes d'énergie en cause lors d'une transformation de l'énergie (ex. : l'ampoule transforme l'énergie électrique en énergie rayonnante et thermique, le muscle transforme l'énergie chimique en énergie mécanique et thermique).</li> </ul>

❖ **Univers technologique****Concept général : Langage des lignes**

Fondé sur des modes de représentation géométrique conventionnels, et relativement indissociable de l'invention et de l'innovation, le dessin technique est un langage qui permet de préciser, de fixer et de matérialiser sa pensée.

Les informations fournies sur un dessin technique sont généralement associées à la géométrie, aux échelles et à différentes formes de représentation. La projection orthogonale facilite, entre autres, le dessin de détail et la représentation isométrique. Conformément aux règles relatives à la représentation, certains dessins renferment aussi des informations en rapport avec les standards de l'industrie. La cotation complète les informations sur les dimensions et la position de chacun des composants de l'objet ou du système.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Lignes de base	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nommer les lignes de base présentes dans un dessin (ligne de contour visible, de contour caché, d'axe, d'attache, de cote).</li> <li>Associer, dans un dessin, les lignes de base aux contours et aux détails d'une pièce simple.</li> </ul>
Échelles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer les échelles à leur usage (représentation d'un objet en grandeur réelle, en réduction ou en agrandissement).</li> <li>Choisir une échelle d'utilisation simple pour réaliser un dessin (ex. : 1 : 1, 1 : 2, 5 : 1).</li> </ul>
Projection oblique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Représenter des objets simples par des croquis (dessins à main levée) en utilisant la projection oblique.</li> </ul>
Projections orthogonales :	
– à vues multiples	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpréter des dessins représentant des pièces en projection orthogonale à vues multiples.</li> <li>Représenter des formes simples en projection orthogonale à vues multiples.</li> </ul>
– isométrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpréter des dessins représentant des pièces en projection isométrique.</li> </ul>
Standards et représentations :	
– Schémas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpréter des schémas de construction et des schémas de principe.</li> </ul>
– Symboles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Représenter les mouvements liés au fonctionnement d'un objet (mouvement de translation rectiligne, de rotation et hélicoïdal) à l'aide des symboles appropriés.</li> </ul>
Cotation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpréter des dessins techniques comportant les cotes.</li> </ul>

## ❖ Univers technologique (*Suite*)

### Concept général : Ingénierie mécanique

La conception ou l'analyse d'un objet technique ou d'un système technologique repose sur l'appropriation de concepts fondamentaux liés à la mécanique et sur des pratiques propres à l'ingénierie.

En mécanique, ces concepts font référence aux fonctions mécaniques élémentaires (liaison, guidage, étanchéité et lubrification) et complexes (transmission et transformation du mouvement). Les modèles familiers de liaison et de guidage ainsi que les mécanismes permettant un mouvement de rotation ou de translation ou un changement de vitesse sont à l'étude.

Un tel bagage technique permet de justifier l'utilisation de formes et de matériaux, d'appliquer ou d'expliquer des principes de fonctionnement et d'exploiter ou de faire ressortir des solutions de construction.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Fonctions types : liaison, guidage, étanchéité et lubrification	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer une fonction type à certaines parties d'un objet technique.</li> </ul>
Liaisons types des pièces mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire les avantages et les inconvénients de différents types de liaisons.</li> <li>Identifier les types de liaisons présents dans un objet technique (ex. : les deux leviers d'une pince sont liés par une liaison pivot).</li> </ul>
Fonction, composants et utilisation des systèmes de transmission du mouvement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifier des systèmes de transmission du mouvement dans des objets techniques (roues de friction, poulies et courroie, engrenage, roues dentées et chaîne, roue et vis sans fin).</li> </ul>
Fonction, composants et utilisation des systèmes de transformation du mouvement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifier des systèmes de transformation du mouvement dans des objets techniques (vis et écrou, came et galet, bielle et manivelle, pignon et crémaillère).</li> </ul>
Changements de vitesse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifier des mécanismes permettant des variations de vitesse dans des objets techniques.</li> </ul>

### Concept général : Matériaux

L'utilisation appropriée d'un matériau suppose une bonne connaissance des propriétés mécaniques. Cette connaissance permet d'avoir une idée juste du comportement d'un matériau lorsqu'il est utilisé et qu'il est soumis à des contraintes.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Propriétés mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire des propriétés mécaniques de matériaux variés (dureté, ductilité, élasticité, malléabilité, résistance à la corrosion).</li> <li>Associer l'usage de différents types de matériaux (métaux, alliages, matières plastiques et bois) à leurs propriétés mécaniques.</li> </ul>
Contraintes : traction, compression et torsion	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire les contraintes auxquelles sont soumis divers objets techniques (ex. : la partie supérieure d'une poutre subit des contraintes de compression).</li> </ul>

❖ **Univers technologique (Suite)****Concept général : Ingénierie électrique**

La conception ou l'analyse d'un objet technique ou d'un système technologique repose sur l'appropriation de concepts fondamentaux liés à l'électricité et sur des pratiques propres à l'ingénierie. Ces concepts concernent les divers composants électriques et leurs fonctions (alimentation, conduction, isolation, commande et transformation de l'énergie). La connaissance de leurs caractéristiques permet de les choisir et de les agencer de manière appropriée.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Fonction d'alimentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir la fonction d'alimentation comme étant la capacité à générer un courant électrique.</li> <li>• Identifier le composant assurant la fonction d'alimentation dans un circuit électrique (ex. : pile, alternateur, batterie).</li> </ul>
Fonction de conduction et d'isolation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir la fonction de conduction comme étant la capacité à laisser passer le courant électrique.</li> <li>• Distinguer les conducteurs des isolants électriques dans un circuit électrique.</li> </ul>
Fonction de commande	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir la fonction de commande comme étant la capacité de contrôler le passage du courant électrique.</li> <li>• Identifier le composant assurant la fonction de commande dans un circuit électrique (ex. : interrupteur à levier, interrupteur à bouton-poussoir).</li> </ul>
Fonction de transformation de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir la fonction de transformation de l'énergie comme étant la capacité d'un composant de transformer l'énergie électrique en une autre forme d'énergie.</li> <li>• Identifier le composant assurant la fonction de transformation de l'énergie dans un circuit électrique (ex. : élément chauffant, moteur, ampoule).</li> </ul>

## 2. Techniques

Les techniques présentées ici sont réparties en trois catégories. Plusieurs de ces techniques requièrent l'utilisation d'instruments et d'outils ou de machines-outils. La sécurité et l'emploi de l'équipement de sécurité dans les laboratoires et les ateliers doivent demeurer une préoccupation constante pour les utilisateurs.

Au laboratoire ou en atelier	
Techniques	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
<b>Langage graphique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation d'échelles</li> <li>- Représentation graphique à l'aide d'instruments</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire ou multiplier les dimensions d'un objet technique en tenant compte de son échelle.</li> <li>• Utiliser des instruments pour réaliser une projection orthogonale à vues multiples.</li> </ul>
<b>Fabrication</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation sécuritaire du matériel</li> <li>- Montage et démontage</li> <li>- Mesurage et traçage</li> <li>- Fabrication d'une pièce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser des outils ou des machines-outils de façon sécuritaire (ex. : couteau à lame rétractable, marteau, tournevis, pinces, scie à ruban, perceuse, ponceuse).</li> <li>• Choisir et agencer les composants électriques en fonction du schéma du circuit.</li> <li>• Relier les composants à l'aide de fils ou de connecteurs.</li> <li>• Choisir les outils appropriés pour monter ou démonter un objet technologique.</li> <li>• Marquer les matériaux à façonner à l'aide d'un crayon ou d'un pointeau.</li> <li>• Procéder à la fabrication d'une pièce ou d'un objet en appliquant les techniques appropriées.</li> </ul>
<b>Mesure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation des instruments de mesure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser de façon adéquate un instrument de mesure (ex. : règle, rapporteur d'angles, multimètre).</li> </ul>

## B) REPÈRES CULTURELS

Les repères culturels rendent les situations d'apprentissage plus significantes. Sans être exhaustif, le tableau qui suit énumère des repères qui ont un lien avec le cours.

Repères culturels				
Objets techniques, systèmes technologiques, procédés et produits	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Orthèse, prothèse, fauteuil roulant, etc.</li> <li>– Bicyclette.</li> <li>– Outils manuels.</li> <li>– Machines : machine agricole, excavatrice, machine-outil.</li> <li>– Systèmes : mécaniques, électriques.</li> <li>– Objets utilitaires : appareil électroménager, serrure, robinet, meuble, pompe.</li> </ul>			
Univers	Hommes et femmes de science	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
<b>Technologique</b>	Henry Bessemer John Boyd Dunlop Gustave Eiffel	Invention Québec Écoles et facultés de génie Institut de recherche en électricité du Québec Centre de recherche industrielle du Québec	Matières plastiques Domotique Recherche spatiale Robotisation Membres artificiels	Expositions universelles Festivals des films de science-fiction
<b>Vivant</b>	Ambroise Paré	Les amputés de guerre	Greffes et transplantations d'organes	Jeux paralympiques Traversée du Canada par Terry Fox
<b>Matériel</b>	James Prescott Joule John Dalton	Musées à caractère scientifique et technologique Clubs de loisirs scientifiques Facultés de sciences et de génie	Interventions médicales à l'aide de matériaux spéciaux	Prix Nobel Expo-sciences



## FAMILLES DE SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

Les situations d'apprentissage issues des familles *Recherche* et *Expertise* portent sur des applications technologiques, dont certaines sont mises en relation avec le fonctionnement du corps humain. Ces situations tiennent compte de concepts généraux provenant de divers univers. Les paragraphes suivants proposent des exemples de tâches à effectuer dans des situations d'apprentissage faisant appel à différents regroupements de concepts généraux.

Une situation traitant du système musculosquelettique et de l'ingénierie mécanique peut conduire l'adulte à modéliser un ou plusieurs types de mouvements articulaires pour les associer à des fonctions mécaniques. De même, elle peut l'inviter à expliquer ou à appliquer des principes de fonctionnement mécanique en vue de la conception d'un bras mécanique.

Dans une situation portant sur le langage des lignes ou l'ingénierie électrique, l'adulte peut être amené à interpréter un schéma électrique en vue de sélectionner les composants permettant d'accomplir les transformations d'énergie souhaitées. En atelier, il peut procéder au montage en se basant sur le schéma et prendre des lectures de paramètres électriques afin de vérifier la conformité de son circuit avec le cahier des charges.

Par ailleurs, le système musculosquelettique, le langage des lignes, l'ingénierie mécanique, l'ingénierie électrique, les matériaux et l'organisation de la matière sont autant de concepts qui peuvent être sollicités dans une situation traitant d'un objet technique défectueux ou inadéquat. L'adulte peut alors procéder à l'analyse de diverses applications de même nature qui comportent des fonctions semblables à celles de son projet. Enfin, l'analyse de l'application sous l'angle de la science peut l'amener à s'interroger sur la pertinence du choix des substances pures ou des mélanges qui entrent dans la composition des matériaux.

Dans l'exemple de situation d'apprentissage de la page suivante, les principales tâches exécutées soutiennent le développement des deuxième et troisième compétences. Cette situation appartient donc à la famille *Expertise*.

## DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION

Les situations d'apprentissage sont plus signifiantes pour l'adulte parce qu'elles sont liées par leur contexte aux domaines généraux de formation. Tous ces domaines sont susceptibles d'être exploités dans la conception de situations d'apprentissage pour le cours SCG-4060-2. L'exemple ci-dessous rejoint l'intention éducative du domaine général de formation *Santé et bien-être*.

Domaines généraux de formation
Santé et bien-être
Orientation et entrepreneuriat
Environnement et consommation
Médias
Vivre-ensemble et citoyenneté

## EXEMPLE DE SITUATION D'APPRENTISSAGE

### SUPPORT POUR CHEVILLE

Une blessure à une cheville vous incommode chaque fois que vous pratiquez votre sport préféré. Vous désirez donc protéger cette cheville à l'aide d'un support. Mais lequel choisir?

Pour guider votre choix, vous devez définir le problème, sélectionner au moins deux types de supports, les analyser sous l'angle de la science puis de la technologie et, finalement, vous forger une opinion.

Concrètement, vous devrez d'abord interpréter un schéma de principe et un schéma de construction de chaque support envisagé, exposer ensuite le détail des analyses effectuées et, enfin, fournir une explication des principes scientifiques du système musculosquelettique lié à la cheville. Des considérations ergonomiques et pratiques pourront orienter votre choix.

### ATTENTES DE FIN DE COURS

Le traitement de situations d'apprentissage suppose que l'adulte s'approprie des démarches d'investigation, particulièrement la conception et l'observation d'applications technologiques. Les situations proposées lui permettent de mettre en œuvre des habiletés de résolution de problèmes, d'utiliser ses connaissances et de produire des messages.

L'adulte amené à résoudre un problème bien circonscrit nécessitant la conception ou la modification d'un objet technique qui intègre des composants électriques ou mécaniques pouvant être mis en relation avec le système musculosquelettique se donne une représentation du besoin à satisfaire à la suite de la lecture et de l'interprétation de messages à caractère scientifique et technologique présentés, entre autres, dans un cahier des charges. Il est guidé dans l'élaboration d'un plan d'action adapté à l'une des solutions proposées et il exploite ses connaissances des caractéristiques du système musculosquelettique, des formes d'énergie, des propriétés des matériaux ou des fonctions des composants mécaniques ou électriques. C'est ainsi qu'il réalise un croquis, interprète des schémas de principe ou de construction et dessine des formes simples en projection orthogonale à vues multiples d'une ou de plusieurs pièces à fabriquer. Il a accès à du soutien lorsqu'il met en œuvre un plan d'action en fabriquant un prototype d'essai visant à valider la faisabilité de sa solution et à mieux connaître les contraintes qui l'affectent. À l'aide d'un canevas, il rédige un compte rendu de la mise à l'essai dans lequel il propose des modifications ou fournit des justifications à son plan d'action ou à sa solution en rapport avec le besoin et les contraintes établis.

L'adulte qui étudie une application technologique faisant appel à l'ingénierie mécanique ou à l'ingénierie électrique formule des questions liées aux aspects contextuels présentés. Il établit une relation avec le système musculosquelettique ou compare le fonctionnement de l'application à celui de ce système. À l'aide de schémas, de concepts, de lois, de théories ou de modèles, il justifie l'utilisation des matériaux et le choix des composants électriques et mécaniques ou propose des améliorations, s'il y a lieu, en lien avec les enjeux en cause. Ce faisant, l'adulte distingue les

substances, les mélanges et les propriétés associés aux matériaux et à leur usage ou fait ressortir l'utilité de transformer l'énergie électrique en d'autres formes d'énergie.

### CRITÈRES D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES VISÉES PAR LE COURS

Critères d'évaluation de la compétence 1	Critères d'évaluation de la compétence 2	Critères d'évaluation de la compétence 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Représentation adéquate de la situation</li> <li>▪ Élaboration d'un plan d'action pertinent</li> <li>▪ Mise en œuvre adéquate du plan d'action</li> <li>▪ Élaboration d'explications, de solutions ou de conclusions pertinentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interprétation appropriée de la problématique</li> <li>▪ Utilisation pertinente des connaissances scientifiques et technologiques</li> <li>▪ Production adéquate d'explications ou de solutions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interprétation juste de messages à caractère scientifique ou technologique</li> <li>▪ Production ou transmission adéquate de messages à caractère scientifique ou technologique</li> </ul>

Cours  
**SCT-4061-2**  
**Le défi énergétique**

Parcours :  
**Science et technologie**  
**Applications technologiques et scientifiques**





## SCT-4061-2

## Le défi énergétique

### PRÉSENTATION DU COURS

Le but du présent cours est de rendre l'adulte apte à traiter efficacement des situations des familles *Recherche* et *Expertise*. Ces situations reposent sur une application technologique qui dépend de l'énergie électrique ou qui exploite une ressource pour en produire.

Dans le cours *Le défi énergétique*, l'adulte étudie des problématiques auxquelles l'humain cherche des réponses. Il analyse ou conçoit des applications liées aux ressources énergétiques ou qui consomment de l'électricité. Ainsi, il approfondit ses connaissances sur l'univers technologique, ce qui l'amène à mieux comprendre les objets techniques et les facteurs en cause dans différents problèmes associés à l'ingénierie électrique. Il est par la suite à même de juger des solutions proposées. Ces connaissances, combinées à celles de l'univers matériel pour ce qui est de l'électricité, de l'électromagnétisme et de l'organisation de la matière, lui permettent de comprendre le fonctionnement des composants d'un circuit électrique ou électronique sur le plan qualitatif et quantitatif. De plus, à partir des connaissances acquises sur la Terre et l'espace, il saisit les impacts environnementaux de la transformation en électricité des ressources énergétiques de la lithosphère, de l'hydrosphère et de l'atmosphère ainsi que du flux d'énergie émis par le Soleil.

Au terme de ce cours, dans des situations où une application technologique consomme de l'énergie électrique ou exploite une ressource pour en produire, l'adulte est en mesure :

- ✓ de concevoir un circuit électrique ou électronique simple pour produire de l'électricité ou pour transformer l'énergie électrique sous une autre forme;
- ✓ de modéliser le fonctionnement d'un circuit électrique ou la transformation des ressources pour produire de l'électricité;
- ✓ de déterminer les valeurs des paramètres d'un circuit électrique (résistance, différence de potentiel, courant électrique);
- ✓ d'analyser une application technologique comportant des composants électriques ou électroniques;
- ✓ de représenter graphiquement le fonctionnement d'un circuit électrique ou électronique d'un objet technique;
- ✓ de suivre la gamme de fabrication d'un prototype d'essai comprenant des composants électriques ou électroniques;
- ✓ de suivre un protocole expérimental traitant de l'électricité ou de l'électromagnétisme;
- ✓ de rédiger le compte rendu de la fabrication d'un prototype ou d'une expérimentation sur l'électricité ou l'électromagnétisme;
- ✓ de développer une argumentation sur l'exploitation des ressources énergétiques.

## COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES

Le tableau qui suit énumère les composantes à prendre en compte pour chacune des compétences du présent cours. Les manifestations de ces composantes sont présentées à l'annexe 4.

Compétence 1 Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique	Compétence 2 Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques	Compétence 3 Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cerner un problème</li> <li>▪ Élaborer un plan d'action</li> <li>▪ Concrétiser le plan d'action</li> <li>▪ Analyser les résultats</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Situer une problématique ou une application dans son contexte</li> <li>▪ Analyser un phénomène lié à une problématique ou une application sous l'angle de la science</li> <li>▪ Analyser une application sous l'angle de la technologie</li> <li>▪ Construire son opinion sur une problématique</li> <li>▪ Construire son opinion sur la qualité d'une application</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique</li> <li>▪ Produire des messages à caractère scientifique et technologique</li> </ul>

## DÉMARCHES

L'adulte est apte à traiter une problématique, à résoudre un problème et à étudier une application grâce aux démarches d'investigation. Voici un rappel des étapes de telles démarches :

- définir le problème;
- formuler une hypothèse;
- vérifier l'hypothèse;
- tirer des conclusions et communiquer.

Les démarches d'investigation les plus appropriées à ce cours sont l'expérimentation, la modélisation, la recherche documentaire, l'observation et la conception. C'est à l'étape de la vérification de l'hypothèse qu'elles se distinguent. La section 3.5 et les annexes 1 à 3 présentent des démarches d'investigation, assorties de leurs caractéristiques respectives.



## COMPÉTENCES TRANSVERSALES

Les compétences transversales complètent les compétences disciplinaires, le développement des unes contribuant au développement des autres. Le cours SCT-4061-2 permet la mise en œuvre de l'ensemble des compétences transversales. Certaines d'entre elles, inscrites sur une trame grise dans le tableau ci-dessous, sont particulièrement visées dans l'exemple de situation d'apprentissage présenté dans ce cours.

Compétences transversales			
Ordre intellectuel	Ordre de la communication	Ordre personnel et social	Ordre méthodologique
Exploiter l'information	Communiquer de façon appropriée	Actualiser son potentiel	Se donner des méthodes de travail efficaces
Résoudre des problèmes		Coopérer	Exploiter les technologies de l'information et de la communication
Exercer son jugement critique			
Mettre en œuvre sa pensée créatrice			

## CONTENU DISCIPLINAIRE

### A) SAVOIRS

Les concepts et les techniques prescrits sont présentés dans les tableaux des deux sections suivantes.

#### 1. Concepts

❖ Univers technologique	
<b>Concept général : Langage des lignes</b> Fondé sur des modes de représentation géométrique conventionnels, et relativement indissociables de l'invention et de l'innovation, le dessin technique est un langage qui permet de préciser, de fixer et de matérialiser sa pensée. Conformément aux règles relatives à leur représentation, certains dessins renferment aussi des informations en rapport avec les standards de l'industrie.	
<b>Concepts prescrits</b>	<b>CONNAISSANCES À CONSTRUIRE</b>
Standards et représentations : - schémas et symboles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Représenter les composants et les connexions liés au fonctionnement d'un circuit électrique, à l'aide des symboles appropriés.</li> </ul>

❖ **Univers technologique (Suite)****Concept général : Ingénierie électrique**

La conception ou l'analyse du circuit électrique ou électronique d'un objet technique ou d'un système technologique repose sur l'appropriation de concepts fondamentaux liés à l'électricité et à l'électronique et sur des pratiques de conception et d'analyse propres à l'ingénierie. La maîtrise de ces concepts rend la personne apte à choisir les bons composants et à les agencer de manière appropriée.

Un tel bagage technique permet de déterminer ou de justifier l'utilisation de formes et de matériaux, de trouver ou d'expliquer des principes de fonctionnement et d'adopter ou de faire ressortir des solutions de construction.

De nombreux objets, systèmes et équipements liés à l'environnement comportent certains des éléments caractéristiques mentionnés ci-dessous.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Fonction d'alimentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer la source de courant dans des objets techniques comportant un circuit électrique (ex. : pile chimique, pile solaire, alternateur).</li> </ul>
Fonction de conduction, d'isolation et de protection (résistance et codification, circuit imprimé)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser les facteurs qui influent sur la conductibilité électrique (section, longueur, nature, température d'un conducteur).</li> <li>Utiliser la codification (code de couleurs) pour déterminer la résistance électrique d'un résistor.</li> <li>Décrire le fonctionnement d'un circuit imprimé.</li> </ul>
Fonction de commande (levier, poussoir, bascule, unipolaire, bipolaire, unidirectionnel, bidirectionnel)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distinguer un interrupteur unipolaire d'un interrupteur bipolaire.</li> <li>Distinguer un interrupteur unidirectionnel d'un interrupteur bidirectionnel.</li> </ul>
Fonction de transformation de l'énergie (électricité et lumière, chaleur, vibration, magnétisme)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer la fonction de transformation de l'énergie à divers composants d'un circuit (ex. : une ampoule transforme l'énergie électrique en lumière et en chaleur).</li> <li>Décrire les transformations d'énergie qui surviennent durant le fonctionnement d'appareils électriques ou électroniques (ex. : dans un téléphone portable, l'électricité est transformée en lumière pour l'affichage et en vibration pour le son).</li> </ul>
Autres fonctions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire la fonction de quelques composants électroniques (condensateur, diode, transistor, relais).</li> </ul>

## ❖ Univers matériel

### Concept général : Organisation de la matière

Au cours de l'histoire, différents modèles d'organisation de la matière ont été proposés pour expliquer ses propriétés et ses transformations. La classification dans le tableau périodique permet de mettre en évidence les éléments ayant des propriétés semblables. Les propriétés des métaux, des non-métaux et des métalloïdes sont à l'étude.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Tableau périodique : - métaux, non-métaux et métalloïdes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Situer les métaux, les non-métaux et les métalloïdes dans le tableau périodique.</li> <li>Décrire des caractéristiques communes aux métaux, aux non-métaux et aux métalloïdes.</li> </ul>
Modèle atomique de Rutherford	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire le modèle atomique de Rutherford.</li> </ul>
Particules subatomiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire la position et la charge électrique des particules subatomiques (proton, électron, neutron).</li> </ul>

### Concept général : Électricité

La connaissance de la matière présente dans l'environnement passe aussi par l'exploration de ses propriétés électriques. En effet, des charges électriques peuvent apparaître sur certaines matières neutres à la suite de leur frottement avec un objet constitué d'une autre matière. L'apparition de charges électriques s'explique par la mobilité des charges négatives (les électrons) et par leur accumulation à la surface de certaines substances. L'affinité de différents matériaux pour les électrons permet d'expliquer plusieurs phénomènes électriques observés dans la vie quotidienne. Certains éléments et matériaux sont de bons conducteurs d'électricité. Ils sont utilisés pour transmettre le mouvement des électrons dans des circuits électriques. Certains éléments des circuits transforment également une partie de l'énergie électrique en une autre forme d'énergie. Des relations sont établies entre l'énergie électrique consommée et la tension du circuit, l'intensité du courant et le temps d'utilisation. Quant à la puissance électrique d'un appareil, elle est déterminée par sa consommation d'énergie par unité de temps. À ces grandeurs sont associées des unités de mesure.

**Note :** En électricité, l'analyse et la conception doivent inclure les circuits mixtes mais le traitement mathématique de ceux-ci n'est pas exigé. L'étude de la loi de Coulomb s'effectue de manière qualitative et quantitative.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Charge électrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer les particules subatomiques à leur charge électrique.</li> <li>Décrire le comportement de charges électriques de signe contraire ou de même signe à proximité l'une de l'autre.</li> </ul>
Électricité statique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire l'électricité statique comme un processus de transfert d'électrons d'un corps à un autre.</li> </ul>
Courant électrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir le courant électrique comme étant la quantité de charges électriques qui traverse un conducteur dans un temps donné.</li> <li>Distinguer le courant alternatif du courant continu.</li> <li>Appliquer la relation mathématique entre l'intensité du courant, la charge électrique et le temps (<math>I = Q/t</math>)</li> </ul>
Circuits électriques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire la fonction de divers éléments d'un circuit électrique (ex. : les fils transmettent le mouvement des électrons tout au long du circuit; les résistors transforment l'énergie électrique en une autre forme d'énergie).</li> <li>Décrire les deux types de branchements (série et parallèle) dans des circuits électriques.</li> <li>Distinguer le courant alternatif du courant continu.</li> <li>Représenter un circuit électrique simple à l'aide d'un schéma.</li> </ul>

## ❖ Univers matériel (Suite)

**Concept général : Électricité (Suite)**

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Loi d'Ohm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire qualitativement la relation entre la tension, la valeur de la résistance et l'intensité du courant dans un circuit électrique.</li> <li>• Appliquer la relation mathématique entre la tension, la résistance et l'intensité du courant dans un circuit électrique (<math>U = RI</math>).</li> </ul>
Lois de Kirchhoff	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire la répartition du courant électrique dans les composants d'un circuit.</li> <li>• Déterminer la valeur du courant qui circule dans différents composants d'un circuit électrique en série ou en parallèle.</li> <li>• Décrire la répartition de la tension électrique aux bornes de composants d'un circuit.</li> <li>• Déterminer la valeur de la tension aux bornes de différents composants d'un circuit électrique en série ou en parallèle.</li> <li>• Déterminer la résistance équivalente d'un circuit en série ou en parallèle à l'aide des lois d'Ohm et de Kirchhoff.</li> </ul>
Relation entre puissance et énergie électrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appliquer la relation mathématique entre la puissance, la tension et l'intensité du courant dans un circuit électrique (<math>P = UI</math>).</li> <li>• Décrire qualitativement la relation entre la puissance d'un appareil électrique, l'énergie électrique consommée et le temps d'utilisation.</li> <li>• Appliquer la relation mathématique entre l'énergie électrique consommée, la puissance d'un appareil électrique et le temps d'utilisation (<math>E = P\Delta t</math>).</li> </ul>
Loi de Coulomb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appliquer la relation mathématique entre la force électrique, les grandeurs des charges électriques et la distance qui les sépare (<math>F = kq_1q_2/r^2</math>).</li> </ul>
Champ électrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Représenter le champ électrique généré par des charges électriques (charges ponctuelles, plaques chargées).</li> </ul>

**Concept général : Électromagnétisme**

La connaissance de la matière passe également par l'exploration de ses propriétés magnétiques. Certains types de matière ont la propriété de créer un champ magnétique. Des pôles de même nom se repoussent, alors que des pôles de noms différents s'attirent. Un courant électrique engendre aussi un champ magnétique, que le fil soit droit ou enroulé. Par convention, les lignes du champ magnétique engendrées par un aimant, qu'il soit naturel ou artificiel, sont déterminées par l'orientation (direction et sens) du pôle nord de l'aiguille d'une boussole placée dans le même champ. L'identification rapide du sens des lignes de champs magnétiques peut être effectuée en appliquant les règles de la main droite ou de la main gauche, selon que l'on choisit de considérer le sens conventionnel du courant ou le sens réel du mouvement des électrons.

**Note :** *Seuls les aspects qualitatifs de l'électromagnétisme sont abordés.*

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Forces d'attraction et de répulsion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparer le comportement d'une boussole dans le champ magnétique d'un aimant et dans celui créé par un fil parcouru par un courant électrique.</li> </ul>
Champ magnétique d'un fil parcouru par un courant	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire le champ magnétique produit autour d'un fil parcouru par un courant électrique (règle de la main droite).</li> <li>• Nommer des moyens qui permettent de modifier l'intensité du champ magnétique produit autour d'un fil parcouru par un courant électrique (nature du fil, intensité du courant).</li> </ul>
Induction électromagnétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nommer des moyens d'induire un courant électrique dans un fil (ex. : mouvement d'un aimant, variation de l'intensité d'un champ magnétique).</li> </ul>

## ❖ Univers matériel (Suite)

**Concept général : Électromagnétisme (Suite)**

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Champ magnétique d'un solénoïde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire le champ magnétique produit par un solénoïde (règle de la main droite).</li> <li>• Nommer des moyens qui permettent de modifier l'intensité du champ magnétique produit par un solénoïde (nature du noyau, intensité du courant, nombre de spires).</li> <li>• Expliquer l'utilisation des solénoïdes dans des applications technologiques (ex. : écouteur, moteur électrique, grue magnétique).</li> </ul>

**Concept général : Transformation de l'énergie**

L'énergie est présente dans l'environnement sous diverses formes. Quelle que soit cette forme, elle correspond au travail qu'un système est susceptible de produire. Ce travail implique une force et un déplacement. Avec des moyens appropriés, il est possible de convertir une forme d'énergie en une autre.

Dans un système isolé, l'énergie totale est conservée au cours de ces transformations. Si le système n'est pas isolé, il perd une certaine quantité d'énergie qui est récupérée par le milieu et les systèmes extérieurs avoisinants.

Un corps chaud a une capacité d'action particulière : en se refroidissant, il provoque le réchauffement d'un corps plus froid avec lequel il est en contact.

**Note :** *Seuls les aspects qualitatifs des transformations d'énergie sont traités.*

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Loi de la conservation de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expliquer qualitativement la loi de la conservation de l'énergie.</li> <li>• Appliquer la loi de la conservation de l'énergie dans divers contextes.</li> </ul>
Rendement énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir le rendement énergétique d'un appareil ou d'un système comme étant la proportion de l'énergie consommée qui est transformée en travail efficace (quantité d'énergie utile/quantité d'énergie consommée x 100).</li> <li>• Expliquer comment améliorer le rendement énergétique d'un appareil électrique.</li> </ul>
Distinction entre chaleur et température	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire la chaleur comme étant une manifestation de l'énergie.</li> <li>• Décrire le lien entre la chaleur et la température.</li> </ul>

## ❖ Terre et espace

**Concept général : Lithosphère**

La lithosphère renferme une grande variété de ressources minérales essentielles au développement des sociétés, qu'il s'agisse de métaux, de minéraux industriels ou de matériaux de construction.

Les moteurs à combustion et les centrales thermiques brûlent des combustibles fossiles qui constituent des sources d'énergie épuisables, tout comme les minerais radioactifs exploités dans les centrales nucléaires. La recherche de nouvelles sources d'énergie et l'utilisation de ressources renouvelables sont deux préoccupations des sociétés actuelles.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Minéraux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distinguer un minéral d'un minerai.</li> <li>• Décrire des impacts environnementaux de l'exploitation ou de la transformation de minéraux.</li> </ul>

❖ Terre et espace (Suite)	
<b>Concept général : Lithosphère (Suite)</b>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Ressources énergétiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire des moyens technologiques utilisés par les humains pour produire de l'électricité à l'aide des ressources énergétiques de la lithosphère.</li> <li>• Décrire les principaux impacts de l'exploitation des ressources énergétiques de la lithosphère.</li> </ul>
<b>Concept général : Hydrosphère</b> L'ensemble des activités humaines menées sur un bassin donné, par exemple la création d'un réservoir en amont du barrage d'une centrale hydroélectrique, peut perturber les écosystèmes. Qu'il s'agisse des courants marins ou des marées, le déplacement des masses d'eau implique de grandes quantités d'énergie. Les centrales marémotrices, notamment, tirent profit de la force des marées pour produire de l'énergie électrique.	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Ressources énergétiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire des moyens technologiques utilisés par les humains pour produire de l'électricité à l'aide des ressources énergétiques de l'hydrosphère.</li> <li>• Décrire les principaux impacts de l'exploitation des ressources énergétiques de l'hydrosphère.</li> </ul>
<b>Concept général : Atmosphère</b> La force du vent offre des avantages. Que ce soit pour se déplacer, effectuer un travail mécanique ou produire de l'énergie électrique, l'homme exploite l'énergie liée au vent au moyen de voiles et de pales dont les matériaux, les formes et les dimensions varient selon les besoins. L'énergie éolienne représente une abondante source d'énergie douce.	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Ressources énergétiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire des moyens technologiques utilisés par les humains pour produire de l'électricité à l'aide des ressources énergétiques de l'atmosphère.</li> <li>• Décrire les principaux impacts de l'exploitation des ressources énergétiques de l'atmosphère.</li> </ul>
<b>Concept général : Espace</b> Le Soleil émet une quantité phénoménale d'énergie dans tous les domaines du spectre électromagnétique. Depuis longtemps, l'homme utilise la chaleur associée au rayonnement solaire pour répondre à ses besoins. Les capteurs photovoltaïques des panneaux solaires transforment l'énergie rayonnante en énergie électrique. L'influence gravitationnelle de la Lune sur les masses d'eau à la surface de la Terre est en grande partie à l'origine du phénomène des marées. La force engendrée par les mouvements de l'eau est exploitée dans les centrales marémotrices.	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Flux d'énergie émis par le Soleil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire les principaux facteurs qui influent sur la quantité d'énergie solaire reçue à la surface de la Terre (ex. : réflexion et absorption de l'énergie solaire par l'atmosphère ou les surfaces).</li> </ul>
Système Terre-Lune (effet gravitationnel)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire le phénomène des marées à l'aide de l'effet gravitationnel du système Terre-Lune.</li> </ul>

## 2. Techniques

Les techniques présentées ici sont réparties en quatre catégories. Plusieurs de ces techniques requièrent l'utilisation d'instruments et d'outils. La sécurité et l'emploi de l'équipement de sécurité dans les ateliers doivent demeurer une préoccupation constante pour les utilisateurs.

En atelier	
Techniques	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
<b>Manipulation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation sécuritaire du matériel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser le matériel de façon sécuritaire.</li> </ul>
<b>Langage graphique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schématisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inscrire toutes les informations nécessaires pour expliquer le fonctionnement ou la construction d'un objet.</li> </ul>
<b>Fabrication</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation sécuritaire du matériel</li> <li>- Montage et démontage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser des outils de façon sécuritaire (ex. : faire les ajustements d'un circuit électrique lorsque le courant ne circule pas, conserver un espace de travail dégagé).</li> <li>• Dans le cas de circuits électriques, identifier et rassembler les composants électriques.</li> <li>• Choisir et agencer les composants électriques en fonction du schéma du circuit.</li> <li>• Relier les composants à l'aide de fils, de connecteurs ou de soudures.</li> <li>• Dans le cas de circuits électroniques, identifier et rassembler les composants électroniques (ex. : relier les composants sur une plaque de circuits imprimés).</li> <li>• Choisir et agencer les composants électroniques en fonction du schéma du circuit.</li> <li>• Effectuer les opérations requises pour le démontage d'un circuit électrique (ex. : utiliser une poire à dessouder pour enlever une soudure).</li> </ul>
<b>Mesure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation des instruments de mesure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser de façon adéquate un instrument de mesure (ex. : ampèremètre, voltmètre, multimètre).</li> </ul>

## B) REPÈRES CULTURELS

Les repères culturels rendent les situations d'apprentissage plus significatives. Sans être exhaustif, le tableau qui suit énumère des repères qui ont un lien avec le cours.

Repères culturels				
Objets techniques, systèmes technologiques, procédés et produits	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Appareils liés à l'industrie du pétrole : extraction, raffinage, distribution et utilisation.</li> <li>– Éoliennes.</li> <li>– Centrales électriques.</li> <li>– Barrages.</li> <li>– Turbines.</li> <li>– Machines à vapeur.</li> <li>– Moteurs électriques.</li> <li>– Appareils électriques à la maison : éclairage, chauffage, appareils divers (sécheuse, cuisinière, micro-ondes, aspirateur, fer à repasser, télévision, ordinateur, outils, etc.).</li> <li>– Bicyclettes.</li> <li>– Automobiles.</li> <li>– Véhicules hybrides.</li> <li>– Éclairage public.</li> </ul>			
Univers	Hommes et femmes de science	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
<b>Technologique</b>	Alessandro Volta Thomas Edison	Office de la propriété intellectuelle du Canada Base de données sur les brevets canadiens Ordre des ingénieurs du Québec	Robotique Télédétection Éclairage public	Révolution industrielle Établissement des normes du travail Mondialisation
<b>Matériel</b>	Blaise Pascal Hans Christian Ørsted Joseph Henry Michael Faraday Albert Einstein James Watt Ernest Rutherford Niels Bohr James Chadwick	Facultés des sciences et de génie Musées à caractère scientifique et technologique	Industrie automobile Développement du réseau électrique Moyens de transport	Construction des barrages Construction des parcs d'éoliennes
<b>Terre et espace</b>	Joseph Henry Nicolas Sténon Henry Cavendish	Commission géologique du Canada Transition énergétique Québec Ressources naturelles Canada Greenpeace	Satellites d'observation Système de localisation GPS	Phénomènes météorologiques Sommet de la Terre



## FAMILLES DE SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

Dans ce cours, les situations d'apprentissage issues des familles *Recherche* et *Expertise* se rattachent à l'exploitation des ressources énergétiques ou à l'utilisation de l'électricité. Ces situations comportent des concepts généraux provenant de plus d'un univers. Les paragraphes suivants contiennent des exemples de tâches qui peuvent être confiées à l'adulte dans des situations d'apprentissage faisant appel à différents regroupements de concepts généraux.

Une situation faisant appel à des concepts généraux en matière d'électricité, d'électromagnétisme et d'hydrosphère peut amener l'adulte à comprendre comment la hauteur de la chute d'eau d'un barrage engendre de l'électricité grâce à la transformation de l'énergie cinétique de l'eau en énergie mécanique par une turbine, puis en énergie électrique par induction électromagnétique entre le rotor et le stator d'un alternateur.

Dans une situation impliquant des concepts généraux associés à l'électricité, à l'ingénierie électrique et au langage des lignes, l'adulte peut être amené à modéliser le sens du courant qui circule dans les composants d'un circuit électrique et à s'en faire une représentation. Il peut également observer l'effet de l'électricité ou de l'électromagnétisme sur le fonctionnement de composants électriques ou analyser, en atelier, l'ingénierie électrique qu'exige un objet technique, en tracer un schéma électrique et juger de son efficacité énergétique.

Une situation traitant de concepts généraux comme l'hydrosphère, l'atmosphère, la lithosphère et l'espace de même que l'électricité peut mener à l'analyse de divers modes de transformation de l'énergie. L'adulte aura en outre à se bâtir une opinion quant aux conséquences de l'utilisation d'un type d'énergie plutôt qu'un autre pour l'approvisionnement en électricité d'un endroit particulier, compte tenu de divers types de contraintes comme la politique, l'économie, l'environnement ou le contexte social.

Dans l'exemple de situation d'apprentissage de la page suivante, les principales tâches soutiennent le développement des deuxième et troisième compétences. Cette situation appartient donc à la famille *Expertise*.

## DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION

Les situations d'apprentissage sont plus significatives pour l'adulte parce qu'elles sont liées par leur contexte aux domaines généraux de formation. Tous ces domaines sont susceptibles d'être exploités dans la conception de situations d'apprentissage pour le cours SCT-4061-2. L'exemple ci-dessous rejoint l'intention éducative du domaine général de formation *Environnement et consommation*.

Domaines généraux de formation
Santé et bien-être
Orientation et entrepreneuriat
Environnement et consommation
Médias
Vivre-ensemble et citoyenneté

## EXEMPLE DE SITUATION D'APPRENTISSAGE

### MOTEUR ÉLECTRIQUE

Un ami veut fabriquer un moteur électrique et vous demande de le conseiller sur le fonctionnement et la construction de ce système technologique. Comme vous souhaitez aider cet ami, vous voulez lui fournir des informations claires, précises et véridiques.

Pour ce faire, vous procédez à l'inventaire des objets techniques de votre environnement, objets mus par un moteur électrique. Vous démontez l'un de ces objets pour en retirer le moteur. Une fois le moteur en main, vous faites une recherche pour comprendre les principes scientifiques et technologiques qui fondent son fonctionnement. Vous remontez ensuite l'objet de façon à ce qu'il fonctionne de nouveau. Vos informations doivent contenir le détail d'une analyse technologique d'un moteur électrique, y compris un schéma électrique ainsi qu'une explication des principes scientifiques liés à l'électricité et à la transformation de l'énergie.

### ATTENTES DE FIN DE COURS

Le traitement de situations d'apprentissage suppose que l'adulte s'approprié une démarche d'investigation faisant appel à l'observation, à la conception d'objets techniques, à l'expérimentation, à la modélisation ou à la recherche documentaire. En science et technologie, les situations lui permettent de mettre en œuvre des habiletés de résolution de problèmes, d'utiliser ses connaissances et de produire des messages.

L'adulte amené à résoudre un problème peu circonscrit lié à la production ou à la consommation d'énergie électrique s'en donne une représentation à la suite de la lecture et de l'interprétation de messages à caractère scientifique et technologique. Il élabore un plan d'action adapté à une solution ou à une hypothèse. Ainsi, il exploite sa connaissance de l'électricité ou de l'électromagnétisme et agence des composants électriques ou électroniques. Il conçoit un circuit électrique simple ou choisit une gamme de fabrication. Il met en œuvre un plan d'action en fabriquant un prototype de circuit électrique ou électronique afin de valider la solution. Il apporte des modifications ou des justifications à son plan d'action, à sa solution ou à sa réponse, en rapport avec le besoin ou les données du problème.

L'adulte qui étudie une problématique environnementale ou une application technologique en relation avec l'exploitation des ressources énergétiques ou l'utilisation de l'électricité formule des questions liées aux aspects contextuels. Il fait ressortir les particularités de la problématique ou les principes qui sous-tendent l'application et qui sont liés aux caractéristiques des ressources de la Terre et de l'espace. À l'aide de schémas, de concepts, de lois, de théories ou de modèles, il explique le fonctionnement de l'application ou sa construction et juge de son efficacité énergétique. Il calcule des paramètres d'un circuit électrique qui y est intégré et explique les transformations de l'énergie qui s'y produisent. Au regard d'une problématique environnementale, il explique un enjeu et construit son opinion sur un impact environnemental de l'exploitation des ressources énergétiques de la Terre et l'espace en s'appuyant sur ses connaissances scientifiques et technologiques.

### CRITÈRES D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES VISÉES PAR LE COURS

Critères d'évaluation de la compétence 1	Critères d'évaluation de la compétence 2	Critères d'évaluation de la compétence 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Représentation adéquate de la situation</li> <li>▪ Élaboration d'un plan d'action pertinent</li> <li>▪ Mise en œuvre adéquate du plan d'action</li> <li>▪ Élaboration d'explications, de solutions ou de conclusions pertinentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interprétation appropriée de la problématique</li> <li>▪ Utilisation pertinente des connaissances scientifiques et technologiques</li> <li>▪ Production adéquate d'explications ou de solutions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interprétation juste de messages à caractère scientifique ou technologique</li> <li>▪ Production ou transmission adéquate de messages à caractère scientifique ou technologique</li> </ul>



Cours  
**SCT-4062-2**  
**Les changements climatiques**

Parcours :  
Science et technologie  
Applications technologiques et scientifiques





## SCT-4062-2

## Les changements climatiques

---

### PRÉSENTATION DU COURS

Le but du présent cours est de rendre l'adulte apte à traiter efficacement des situations des familles *Recherche* et *Expertise* concernant l'équilibre d'un écosystème.

Dans *Les changements climatiques*, l'adulte étudie des problématiques auxquelles l'humain cherche des réponses ou des solutions. Il acquiert des connaissances sur la Terre et l'espace qui l'amènent à expliquer les facteurs en cause dans différents problèmes scientifiques relatifs aux caractéristiques des régions climatiques, aux cycles biogéochimiques et aux interrelations entre les enveloppes de la Terre (lithosphère, hydrosphère et atmosphère). Ces connaissances, combinées à celles de l'univers vivant pour ce qui est de l'écologie, lui permettent de comprendre l'équilibre délicat entre les écosystèmes et les conditions climatiques. De plus, en construisant des connaissances sur l'univers matériel, plus précisément sur les transformations chimiques et les propriétés physiques des solutions, l'adulte peut comprendre les cycles biogéochimiques et saisir l'impact de certains phénomènes naturels et de l'activité humaine sur la biosphère.

Au terme de ce cours, dans des situations concernant l'équilibre d'un écosystème, l'adulte sera en mesure :

- ✓ d'expliquer les cycles biogéochimiques à l'aide des équations chimiques;
- ✓ de modéliser la dynamique d'un écosystème ou le cycle biologique d'une population;
- ✓ d'analyser une application technologique liée à l'équilibre d'un écosystème;
- ✓ de discuter des facteurs à l'origine de l'équilibre ou du déséquilibre d'un écosystème;
- ✓ de discuter d'une population végétale ou animale d'un milieu ou de la dynamique d'une communauté;
- ✓ de discuter des répercussions de l'évolution du climat sur la biosphère;
- ✓ de planifier une activité expérimentale simple traitant des propriétés physiques des solutions ou des transformations chimiques;
- ✓ de suivre un protocole expérimental traitant des propriétés physiques des solutions ou des transformations chimiques;
- ✓ de rédiger le compte rendu d'une expérimentation sur les propriétés physiques des solutions ou les transformations chimiques;
- ✓ d'argumenter et de défendre son opinion sur la contribution d'un phénomène naturel ou d'une activité humaine à l'évolution du climat et sur ses répercussions sur la biosphère.

## COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES

Le tableau qui suit énumère les composantes à prendre en compte pour chacune des compétences de ce cours. Les manifestations de ces composantes sont présentées à l'annexe 4.

Compétence 1 Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique	Compétence 2 Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques	Compétence 3 Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cerner un problème</li> <li>▪ Élaborer un plan d'action</li> <li>▪ Concrétiser le plan d'action</li> <li>▪ Analyser les résultats</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Situer une problématique ou une application dans son contexte</li> <li>▪ Analyser un phénomène lié à une problématique ou une application sous l'angle de la science</li> <li>▪ Construire son opinion sur une problématique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique</li> <li>▪ Produire des messages à caractère scientifique et technologique</li> </ul>

## DÉMARCHES

L'adulte est apte à traiter une problématique, à résoudre un problème ainsi qu'à étudier une application grâce aux démarches d'investigation. Voici un rappel des étapes de telles démarches :

- définir le problème;
- formuler une hypothèse;
- vérifier l'hypothèse;
- tirer des conclusions et communiquer.

Les démarches d'investigation les plus appropriées à ce cours sont l'expérimentation, la modélisation, la recherche documentaire et l'observation. C'est à l'étape de la vérification de l'hypothèse que ces démarches se distinguent. La section 3.5 et les annexes 1 à 3 présentent les démarches d'investigation, assorties de leurs caractéristiques propres.



## COMPÉTENCES TRANSVERSALES

Les compétences transversales complètent les compétences disciplinaires, le développement des unes contribuant au développement des autres. Le cours SCT-4062-2 permet de mettre en œuvre l'ensemble des compétences transversales. Certaines d'entre elles, inscrites sur une trame grise dans le tableau ci-dessous, sont particulièrement visées dans l'exemple de situation d'apprentissage présenté dans ce cours.

Compétences transversales			
Ordre intellectuel	Ordre de la communication	Ordre personnel et social	Ordre méthodologique
Exploiter l'information	Communiquer de façon appropriée	Actualiser son potentiel	Se donner des méthodes de travail efficaces
Résoudre des problèmes		Coopérer	Exploiter les technologies de l'information et de la communication
Exercer son jugement critique			
Mettre en œuvre sa pensée créatrice			

## CONTENU DISCIPLINAIRE

### A) SAVOIRS

Les éléments prescrits du cours, soit les concepts et les techniques, sont présentés dans les tableaux des deux sections suivantes.

#### 1. Concepts

❖ Univers vivant	
<p><b>Concept général : Écologie</b></p> <p>Plusieurs individus de la même espèce qui occupent le même territoire forment une population. Chaque population est caractérisée par la façon dont elle est distribuée sur un territoire ainsi que par sa densité.</p> <p>Une population n'est jamais seule à occuper un territoire. Plusieurs types d'interactions biotiques se produisent entre un certain nombre de populations, qui constituent alors une communauté. Chacune d'elles se caractérise par une structure trophique et une abondance relative des espèces qui la composent (biodiversité). La structure trophique, définie par les relations entre les organismes qui forment des réseaux alimentaires, est déterminante pour expliquer la dynamique des communautés. Ces réseaux alimentaires sont influencés à la fois par les nutriments disponibles à la base de la chaîne alimentaire et par les grands prédateurs, à son sommet. Des modifications dans la structure et la composition des communautés surviennent lorsque des perturbations provoquent un déséquilibre. Dès lors, une série de changements s'opèrent progressivement pour rétablir l'équilibre dans la communauté : on parle alors de successions écologiques. Outre les actions humaines et les catastrophes naturelles, la présence de microorganismes pathogènes (bactéries, virus, champignons, parasites) dans l'environnement peut jouer un rôle important dans la perturbation des relations au sein des communautés. Certains de ces agents peuvent avoir un effet allergisant, toxique ou même mortel dans certains cas.</p> <p>Grâce à l'action des organismes autotrophes, l'énergie entre dans l'écosystème pour être transformée en matière organique. Cette productivité primaire (biomasse) a une influence sur la quantité d'énergie totale de l'écosystème. L'énergie solaire, qui est convertie en énergie chimique, est transmise d'un niveau trophique à un autre par l'intermédiaire de la nourriture, et elle dissipée sous forme de chaleur. À tous les niveaux trophiques, des processus biologiques et géologiques rendent possible la remise en circulation des divers nutriments : on parle alors de recyclage chimique. L'action des microorganismes et des décomposeurs est cruciale dans le processus de décomposition organique qui permet la remise en circulation des divers éléments inorganiques.</p> <p>L'étude des changements climatiques est particulièrement pertinente pour la compréhension de la circulation de l'énergie et du recyclage de la matière au sein des écosystèmes.</p> <p><b>Note :</b> <i>L'étude des microorganismes et des décomposeurs doit se limiter à leur rôle dans les cycles de décomposition organique et de remise en circulation des nutriments. Il ne s'agit pas d'en étudier la taxonomie.</i></p>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Étude des populations (densité et cycles biologiques)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire une population donnée (densité, distribution, cycles biologiques).</li> <li>• Décrire l'influence de facteurs biotiques ou abiotiques sur les cycles biologiques d'une population (natalité, mortalité, immigration, émigration).</li> <li>• Expliquer comment l'accessibilité aux ressources du milieu influe sur la reproduction et la survie des espèces.</li> </ul>

❖ **Univers vivant (Suite)****Concept général : Écologie (Suite)**

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Dynamique des communautés : - communautés  - biodiversité  - perturbations  Dynamique des écosystèmes : - écosystèmes  - relations trophiques  - productivité primaire  - flux de matière et d'énergie  - recyclage chimique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir une communauté comme étant un ensemble de populations qui interagissent entre elles.</li> <li>• Définir la biodiversité d'une communauté comme étant l'abondance relative des espèces qui la composent.</li> <li>• Expliquer des facteurs qui influent sur la biodiversité d'une communauté donnée.</li> <li>• Définir une perturbation dans une communauté.</li> <li>• Expliquer les effets de certains facteurs perturbants sur l'équilibre écologique (ex. : actions des humains et catastrophes naturelles).</li> <li>• Définir un écosystème comme étant l'ensemble des interactions des individus d'une communauté avec les facteurs abiotiques du milieu.</li> <li>• Décrire les niveaux trophiques (producteurs, consommateurs, décomposeurs).</li> <li>• Expliquer les interrelations entre les niveaux trophiques d'un réseau alimentaire.</li> <li>• Définir la productivité primaire comme étant la quantité de matière organique fabriquée par les végétaux d'un territoire donné.</li> <li>• Expliquer les effets de certains facteurs qui influent sur la productivité primaire (ex. : les abeilles favorisent la pollinisation des arbres fruitiers; des microorganismes pathogènes nuisent à la croissance des plantes).</li> <li>• Décrire la circulation de la matière et le flux d'énergie dans un écosystème.</li> <li>• Décrire des processus à la base du recyclage chimique (ex. : action des microorganismes et des décomposeurs, érosion).</li> </ul>

❖ **Terre et espace****Concept général : Cycles biogéochimiques**

On entend par cycle biogéochimique le processus naturel au cours duquel un élément chimique circule à l'état organique ou minéral, au sein de la biosphère. Le cycle du carbone est régulé par les interactions entre les plaques continentales, l'atmosphère, les océans et les organismes vivants. Le cycle de l'azote peut être affecté par des variations importantes du taux d'humidité, de la température ou du pH des sols. Les végétaux constituent la principale source d'azote assimilable par les animaux.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Cycle du carbone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire des transformations liées à la circulation du carbone (ex. : photosynthèse, décomposition des végétaux, dissolution dans l'eau et combustion des carburants fossiles).</li> </ul>
Cycle de l'azote	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire des transformations liées à la circulation de l'azote (ex. : fixation de l'azote, nitrification, dénitrification).</li> </ul>

## ❖ Terre et espace (Suite)

**Concept général : Régions climatiques**

La répartition des biomes est liée à la latitude géographique et à d'autres facteurs tels que l'altitude, la température et le type de sol. La composition des biomes varie en fonction de leur habitat, qui influe sur la distribution des espèces végétales ou animales. Les biomes aquatiques sont à la base d'une imposante chaîne alimentaire. Leur état de santé revêt donc une grande importance pour les humains. Par ailleurs, les végétaux adaptés conditionnent les espèces animales qui vivent dans un biome terrestre. Tout déséquilibre causé par la destruction ou la contamination d'un habitat a des répercussions sur les écosystèmes et, finalement, sur un grand nombre d'activités humaines.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Facteurs qui influent sur la distribution des biomes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire des facteurs géographiques et climatiques qui influent sur la distribution des biomes (ex. : latitude, humidité, température, salinité).</li> </ul>
Biomes aquatiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire divers biomes aquatiques (ex. : faune, flore, température, salinité).</li> </ul>
Biomes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire divers biomes terrestres (ex. : faune, flore, climat, type de sol).</li> </ul>

**Concept général : Lithosphère**

Les couches que l'on peut observer dans une coupe du sol, appelées *horizons*, diffèrent sur le plan de la structure et de la composition. L'étude du profil d'un sol permet de mieux comprendre la circulation des éléments chimiques dans ce sol et de prévoir son évolution.

Les pergélisols sont sensibles aux changements climatiques en raison de l'instabilité des masses de glace souterraines qu'ils contiennent. Leur réchauffement peut engendrer des glissements de terrain et causer des dommages aux infrastructures, en plus d'altérer le paysage et les écosystèmes et de libérer du méthane.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Horizons du sol (profil)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire la structure d'un sol (superposition de couches de composition et d'épaisseur variables).</li> <li>• Expliquer la réactivité chimique et biologique d'un sol par sa composition (ex. : oxydation, neutralisation acidobasique, décomposition).</li> </ul>
Pergélisol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir le pergélisol comme étant une couche de sol gelée en permanence.</li> <li>• Expliquer certaines conséquences du réchauffement du pergélisol (ex. : glissements de terrain, libération de méthane).</li> </ul>

**Concept général : Hydrosphère**

Par leur capacité à absorber la chaleur, les océans jouent un rôle essentiel dans la régulation du climat en uniformisant la température globale de la planète.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Circulation océanique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire des facteurs qui influent sur la circulation des courants en surface et en profondeur (ex. : vents, rotation terrestre, température, salinité, masse volumique).</li> <li>• Décrire le rôle de la circulation thermohaline dans la régulation du climat planétaire (ex. : effet du Gulf Stream sur le climat de la côte est de l'Amérique du Nord).</li> </ul>
Salinité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir la salinité comme étant une mesure de la quantité de sels dissous dans un volume de liquide donné.</li> <li>• Décrire l'influence de la salinité sur la masse volumique d'une solution.</li> </ul>

❖ **Terre et espace (Suite)****Concept général : Hydrosphère (Suite)**

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Glacier et banquise	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distinguer un glacier d'une banquise.</li> <li>Décrire certains impacts liés à la fonte des glaciers ou des banquises (ex. : hausse du niveau de la mer, perturbation de la circulation thermohaline).</li> </ul>

**Concept général : Atmosphère**

Les différentes substances qui se dégagent de la combustion des carburants fossiles produisent des effets néfastes à l'échelle locale et régionale, voire mondiale. Les oxydes de soufre, de carbone et d'azote sont des gaz précurseurs d'acides. Ils contribuent à l'acidification des précipitations. Des particules solides et liquides en suspension dans l'air (poussières, pollen, suie, fumée, gouttelettes) peuvent affecter les voies respiratoires. La contamination d'un biome situé à une grande distance du lieu d'émission des rejets est possible. En effet, les vents dominants favorisent la mise en circulation des contaminants introduits dans l'atmosphère.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Circulation atmosphérique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire les principaux facteurs à l'origine de la circulation atmosphérique (ex. : variation de pression, réchauffement inégal de la surface de la Terre).</li> </ul>
Masse d'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire les propriétés d'une masse d'air (température, humidité, pression).</li> <li>Expliquer la formation de nuages à la rencontre de deux masses d'air différentes.</li> </ul>
Cyclone et anticyclone	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expliquer la formation de cyclones (dépressions) et d'anticyclones (hautes pressions).</li> </ul>
Effet de serre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire l'effet de serre.</li> <li>Expliquer des conséquences de l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre (ex. : réchauffement climatique pouvant causer une hausse du niveau de la mer, une perturbation des écosystèmes, la fonte des glaciers).</li> </ul>

❖ **Univers matériel****Concept général : Propriétés physiques des solutions**

Dans l'environnement, la matière est généralement présente sous forme de mélanges, plusieurs d'entre eux étant des solutions aqueuses. La propriété de l'eau de dissoudre de nombreuses substances est essentielle à la compréhension d'un grand nombre de phénomènes vitaux et environnementaux. Une attention particulière sera portée aux propriétés des solutions aqueuses d'acides, de bases et de sels. Ces solutions se définissent par leurs propriétés mesurables et observables.

Les propriétés physiques des solutions aqueuses varient selon leurs constituants et leurs proportions. Au cours du cycle naturel de l'eau, la dissolution, la dilution et l'évaporation causent des variations de concentration (g/L, pourcentage ou ppm) des substances dissoutes. Certaines substances en solution dans l'eau permettent le passage du courant. Ce sont les électrolytes. Ils sont dits forts ou faibles selon leur conductibilité électrique lorsque dissous dans l'eau. La transformation physique qui s'opère à la mise en solution dans l'eau et la conductibilité électrique des solutions d'électrolytes s'expliquent par la dissociation des molécules d'électrolytes en ions.

❖ Univers matériel (Suite)	
Concept général : Propriétés physiques des solutions (Suite)	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Concentration (ppm, g/L, %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer la concentration d'une solution aqueuse (g/L, pourcentage ou ppm).</li> </ul>
Électrolytes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir le concept d'électrolyte.</li> </ul>
Force des électrolytes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer la force d'un électrolyte à sa conductibilité électrique.</li> </ul>
Échelle pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire l'échelle pH (acidité, alcalinité, neutralité, valeurs croissantes et décroissantes).</li> <li>Déterminer le pH de quelques substances usuelles (ex. : eau distillée, eau de pluie, salive, jus de citron, produit nettoyant).</li> </ul>
Conductibilité électrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire le mécanisme permettant la conductibilité électrique dans une solution aqueuse (dissolution électrolytique d'un soluté, formation d'ions mobiles).</li> </ul>
Dissociation électrolytique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire le processus de dissociation électrolytique.</li> </ul>
Ions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir le concept d'ion.</li> </ul>
Concept général : Transformations chimiques	
<p>Les propriétés chimiques d'une substance ou d'un groupe de substances sont en rapport avec leurs transformations chimiques particulières au contact l'une de l'autre. Les produits de ces transformations étant différents des réactifs, ils sont caractérisés par d'autres propriétés. Toutefois, le nombre d'atomes de chaque élément et leur masse respective se conservent. Diverses réactions chimiques, en rapport avec chacun des thèmes, sont examinées ci-dessous.</p>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Oxydation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Représenter une réaction d'oxydation à l'aide du modèle particulaire.</li> <li>Associer des réactions chimiques connues à des réactions d'oxydation (ex. : combustion, formation de la rouille, respiration).</li> </ul>
Combustion	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire les manifestations perceptibles d'une combustion vive (ex. : dégagement de chaleur, production de lumière).</li> <li>Expliquer une réaction de combustion à l'aide du triangle de feu.</li> </ul>
Photosynthèse et respiration	<ul style="list-style-type: none"> <li>Représenter la réaction de photosynthèse sous forme d'équation équilibrée.</li> <li>Représenter la réaction de respiration sous forme d'équation équilibrée.</li> </ul>
Réaction de neutralisation acidobasique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Donner des exemples de réaction de neutralisation acidobasique (ex. : l'ajout de chaux pour neutraliser l'acidité d'un lac).</li> <li>Nommer les produits formés par une neutralisation acidobasique (sel et eau).</li> </ul>
Loi de la conservation de la masse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expliquer la loi de la conservation de la masse associée à une réaction chimique.</li> <li>Représenter la conservation de la masse à l'aide du modèle particulaire.</li> </ul>
Balancement d'équations chimiques simples	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balancer des équations chimiques.</li> </ul>

## 2. Techniques

Les techniques présentées ici sont réparties en deux catégories. Plusieurs de ces techniques requièrent l'utilisation d'instruments et d'outils ou la manipulation de produits chimiques. La sécurité et l'emploi de l'équipement de sécurité dans les ateliers et les laboratoires doivent demeurer une préoccupation constante pour les utilisateurs.

Au laboratoire ou en atelier	
Techniques	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
<b>Manipulation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation sécuritaire du matériel</li> <li>- Préparation de solutions</li> <li>- Collecte d'échantillons</li> </ul> <b>Mesure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation des instruments de mesure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser le matériel de laboratoire de façon sécuritaire (ex. : laisser refroidir une plaque chauffante, utiliser une pince à bécher).</li> <li>• Manipuler les produits chimiques de façon sécuritaire (ex. : prélever à l'aide d'une spatule, aspirer avec une poire à pipette).</li> <li>• Préparer une solution aqueuse de concentration donnée à partir d'un soluté solide.</li> <li>• Préparer une solution aqueuse de concentration donnée à partir d'une solution aqueuse concentrée.</li> <li>• Prélever des échantillons de façon adéquate (ex. : stériliser le contenant, utiliser une spatule, réfrigérer l'échantillon).</li> <li>• Utiliser un instrument de mesure de façon adéquate (ex. : pH-mètre, détecteur de conductibilité électrique, fiole jaugée).</li> </ul>

## B) REPÈRES CULTURELS

Les repères culturels rendent les situations d'apprentissage plus significantes. Sans être exhaustif, le tableau qui suit énumère des repères qui ont un lien avec le cours.

Repères culturels	
Objets techniques, systèmes technologiques, procédés et produits	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cartes et photographies aériennes.</li> <li>– Photos satellites.</li> <li>– Pluviomètre, thermomètre, baromètre, anémomètre, hygromètre.</li> <li>– Sonde atmosphérique.</li> <li>– Radar, sonar.</li> <li>– Satellite de communication.</li> <li>– Sismographe.</li> <li>– Compteur Geiger.</li> <li>– Équipement de collecte et de traitement des déchets (verre, plastique, pneus, etc.).</li> <li>– Système d'évacuation des gaz d'échappement d'un véhicule motorisé.</li> <li>– Matériel servant à mesurer le pH d'une piscine.</li> </ul>

Repères culturels				
Univers	Hommes et femmes de science	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Vivant	Léonard de Vinci Pierre Dansereau	Environnement Canada Biodôme de Montréal Jardins zoologiques Réserves mondiales de l'UNESCO Groupes environnementaux Sociétés de conservation	Reboisement Bourse du carbone	
Terre et espace		Consortium Ouranos Établissements verts Brundtland (EVB)	Bourse du carbone	Ratification du protocole de Kyoto Phénomènes climatiques El Niño et La Niña
Matériel	Antoine Laurent de Lavoisier Søren Sørensen Svante Arrhenius		Moyens de transport	Grandes expéditions scientifiques

## FAMILLES DE SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

Dans ce cours, les situations d'apprentissage issues des familles *Recherche* et *Expertise* se rattachent à l'équilibre d'un écosystème et à des concepts généraux provenant d'univers différents. Les paragraphes suivants proposent des exemples de tâches confiées à l'adulte placé dans des situations d'apprentissage faisant appel à différents regroupements de concepts généraux.

Une situation qui met en évidence les concepts généraux rattachés à l'hydrosphère, à l'atmosphère et aux propriétés physiques des solutions peut mener l'adulte à établir un lien entre l'accélération de la fonte des glaciers et les modifications de la circulation océanique. Après avoir vérifié en laboratoire les notions de concentration et de salinité, il peut modéliser les effets de la fonte de la banquise de l'Arctique sur les courants marins de l'Atlantique.

L'analyse des perturbations de la biodiversité d'un milieu particulier causées par le réchauffement climatique peut faire l'objet d'une autre situation d'apprentissage. L'adulte est alors responsable de l'application des notions générales apprises sur l'écologie et l'atmosphère ainsi que de sa connaissance des conséquences de l'évolution du climat sur l'équilibre des communautés et des écosystèmes.

Une situation qui met en cause les concepts généraux que sont l'écologie, les cycles biogéochimiques, l'atmosphère et les transformations chimiques peut amener l'adulte à rechercher les sources anthropiques à l'origine du réchauffement planétaire, à étudier les liens qui existent entre l'activité humaine et les modifications de la circulation atmosphérique et océanique ou à expliquer l'impact des activités socioéconomiques sur les changements climatiques.



Dans l'exemple de situation d'apprentissage ci-dessous, les principales tâches effectuées soutiennent le développement des deuxième et troisième compétences. Cette situation appartient donc à la famille *Expertise*.

## DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION

Les situations d'apprentissage sont plus signifiantes pour l'adulte parce qu'elles sont liées par leur contexte aux domaines généraux de formation. Tous ces domaines sont susceptibles d'être exploités dans la conception de situations d'apprentissage pour le cours SCT-4062-2. L'exemple ci-dessous rejoint l'intention éducative du domaine général de formation *Environnement et consommation*.

Domaines généraux de formation
Santé et bien-être
Orientation et entrepreneuriat
Environnement et consommation
Médias
Vivre-ensemble et citoyenneté

## EXEMPLE DE SITUATION D'APPRENTISSAGE

### LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE

Au cours d'une promenade en forêt, vous remarquez que les aiguilles de plusieurs sapins sont roussies et semblent sur le point de mourir. On vous informe que la tordeuse des bourgeons de l'épinette cause ce ravage. Un projet de pulvérisation est proposé pour détruire cet insecte, mais bon nombre de personnes estiment qu'il est préférable de ne rien faire. Elles vous demandent de signer une pétition contre ce projet.

Vous avez entendu dire que le réchauffement climatique pouvait influencer sur la prolifération de certains insectes et vous souhaitez en savoir plus sur ce sujet. Vous vous renseignez sur le cycle biologique d'un insecte du milieu forestier, sur la succession écologique ainsi que sur la dynamique des populations et des écosystèmes. Vous aurez à expliquer le rôle régulateur de cet insecte dans l'écosystème forestier et à expliquer l'influence de certaines pratiques sylvicoles sur ce même écosystème. La conclusion de votre recherche sera l'expression de votre opinion sur les avantages et les inconvénients de la pulvérisation.

## ATTENTES DE FIN DE COURS

Le traitement de situations d'apprentissage suppose que l'adulte s'approprie une démarche d'investigation faisant appel à l'expérimentation, à la modélisation, à la recherche documentaire ou à l'observation. Les situations lui permettent, en science et technologie, de mettre en œuvre des habiletés de résolution de problèmes, d'utiliser ses connaissances et de produire des messages.

L'adulte amené à résoudre un problème peu circonscrit lié à une population, à la dynamique d'un écosystème ou à un phénomène naturel présent dans une ou plusieurs enveloppes de la Terre se donne une représentation du problème à la suite de la lecture et de l'interprétation de messages à caractère scientifique et technologique. Il élabore un plan d'action adapté à l'une de ses hypothèses et exploite sa connaissance de l'écologie, des propriétés physiques des solutions ou des transformations chimiques. Il prépare un protocole expérimental simple ou un mode de production d'un modèle. Il met en œuvre un plan d'action en menant des activités au laboratoire, en atelier ou à l'extérieur. Ainsi, il collecte des échantillons, prépare des solutions ou construit un modèle tout en ajustant les étapes planifiées, au besoin, et en faisant appel aux techniques appropriées. Dans la réponse qu'il fournit dans un compte rendu, il prend les résultats en considération et vérifie la concordance entre l'hypothèse et l'analyse des résultats.

L'adulte qui étudie une problématique ou une application technologique liée à l'équilibre d'un écosystème formule un questionnement rattaché aux aspects contextuels. Il fait ressortir les caractéristiques de la problématique ou de l'application qui se rapportent à une population, à la dynamique d'un écosystème ou à un phénomène naturel présent dans une ou plusieurs enveloppes de la Terre. Au cours de l'étude, à l'aide de concepts, de lois, de théories ou de modèles, il explique des enjeux, illustre des propriétés physiques des solutions présentes et distingue les transformations chimiques en cause. Au regard d'un phénomène naturel ou d'une activité humaine, il défend une opinion portant sur l'évolution du climat ou sur des répercussions sur la biosphère.

## CRITÈRES D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES VISÉES PAR LE COURS

Critères d'évaluation de la compétence 1	Critères d'évaluation de la compétence 2	Critères d'évaluation de la compétence 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Représentation adéquate de la situation</li> <li>Élaboration d'un plan d'action pertinent</li> <li>Mise en œuvre adéquate du plan d'action</li> <li>Élaboration d'explications, de solutions ou de conclusions pertinentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interprétation appropriée de la problématique</li> <li>Utilisation pertinente des connaissances scientifiques et technologiques</li> <li>Production adéquate d'explications ou de solutions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interprétation juste de messages à caractère scientifique ou technologique</li> <li>Production ou transmission adéquate de messages à caractère scientifique ou technologique</li> </ul>

Cours  
**SCT-4063-2**  
La mécanisation du travail

Parcours :  
Applications technologiques et scientifiques  
Science et technologie de l'environnement





## SCT-4063-2

## La mécanisation du travail

---

### PRÉSENTATION DU COURS

Le but du cours intitulé *La mécanisation du travail* est de rendre l'adulte apte à traiter efficacement des situations des familles *Recherche* et *Expertise* liées à une application technologique qui associe un principe physique à un mécanisme.

Dans ce cours, l'adulte analyse et conçoit des objets techniques et cherche des solutions aux problèmes soumis. Il acquiert de nouvelles connaissances technologiques et techniques qui l'amènent à mieux comprendre les objets techniques et les facteurs en cause dans différents problèmes impliquant le langage des lignes, les matériaux, l'ingénierie et la fabrication. Il juge ensuite des solutions à apporter pour résoudre les problèmes. Ces connaissances, combinées à celles de l'univers matériel – qui ont trait aux forces et aux mouvements en particulier –, lui permettent de reconnaître les forces qui animent le mouvement entre deux pièces ou qui interviennent au moment d'un changement de vitesse dans un système de transmission ou de transformation du mouvement. L'adulte découvre également les forces qui, engendrées par les fluides, provoquent les mouvements d'un objet technique.

Au terme de ce cours, dans des situations concernant une application technologique qui associe un principe physique à un mécanisme, l'adulte est en mesure :

- ✓ de concevoir un objet technique ou un système technologique qui associe un principe physique à un mécanisme;
- ✓ d'analyser une application technologique qui associe un principe physique à un mécanisme;
- ✓ de discuter du choix d'un matériau dans une application technologique;
- ✓ de représenter graphiquement le développement d'une forme simple dans un objet technique;
- ✓ de planifier les étapes de fabrication d'un prototype comprenant des pièces mécaniques et nécessitant l'emploi d'outils ou de machines-outils;
- ✓ de suivre la gamme de fabrication d'un prototype comprenant des pièces mécaniques et nécessitant l'emploi d'outils ou de machines-outils;
- ✓ de contrôler la qualité des pièces usinées ainsi que les mouvements associés à leurs liaisons à l'aide des informations contenues dans les dessins de détail et un dessin d'ensemble;
- ✓ de rédiger le compte rendu de la fabrication d'un prototype comprenant des pièces mécaniques.

## COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES

Le tableau qui suit énumère les composantes à prendre en compte pour chacune des compétences de ce cours. Les manifestations des composantes sont présentées à l'annexe 4.

Compétence 1 Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique	Compétence 2 Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques	Compétence 3 Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerner un problème</li> <li>• Élaborer un plan d'action</li> <li>• Concrétiser le plan d'action</li> <li>• Analyser les résultats</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situer une application dans son contexte</li> <li>• Analyser une application sous l'angle de la science</li> <li>• Analyser une application sous l'angle de la technologie</li> <li>• Construire son opinion sur la qualité d'une application</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique</li> <li>• Produire des messages à caractère scientifique et technologique</li> </ul>

## DÉMARCHES

L'adulte est apte à traiter et à résoudre un problème ainsi qu'à faire l'étude d'une application grâce aux démarches d'investigation. Voici un rappel des étapes de telles démarches :

- définir le problème;
- formuler une hypothèse;
- vérifier l'hypothèse;
- tirer des conclusions et communiquer.

Les démarches d'investigation les plus appropriées à ce cours sont la conception, l'observation, la recherche documentaire, l'expérimentation et la modélisation. C'est à l'étape de la vérification de l'hypothèse que ces démarches se distinguent. La section 3.5 et les annexes 1 à 3 présentent des démarches d'investigation, assorties de leurs caractéristiques propres.

## COMPÉTENCES TRANSVERSALES

Les compétences transversales complètent les compétences disciplinaires, le développement des unes contribuant au développement des autres. Le cours SCT-4063-2 permet de mettre en œuvre l'ensemble des compétences transversales. Certaines d'entre elles, inscrites sur une trame grise dans le tableau ci-dessous, sont particulièrement visées dans l'exemple de situation d'apprentissage présenté dans ce cours.

Compétences transversales			
Ordre intellectuel	Ordre de la communication	Ordre personnel et social	Ordre méthodologique
Exploiter l'information	Communiquer de façon appropriée	Actualiser son potentiel	Se donner des méthodes de travail efficaces
Résoudre des problèmes		Coopérer	Exploiter les technologies de l'information et de la communication
Exercer son jugement critique			
Mettre en œuvre sa pensée créatrice			

## CONTENU DISCIPLINAIRE

### A) SAVOIRS

Les concepts et les techniques prescrits sont énumérés dans les tableaux des deux sections suivantes.

#### 1. Concepts

❖ Univers technologique	
<b>Concept général : Langage des lignes</b> Fondé sur des modes de représentation géométrique conventionnels, et relativement indissociable de l'invention et de l'innovation, le dessin technique est un langage qui permet de préciser, de fixer et de matérialiser sa pensée. Certains dessins renferment aussi des informations en rapport avec les standards de l'industrie, conformément aux règles relatives à leur représentation.	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Projection axonométrique : vue éclatée (lecture)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpréter des dessins en vue éclatée.</li> </ul>
Projection orthogonale à vues multiples (dessin d'ensemble)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpréter des dessins d'ensemble d'objets techniques comportant peu de pièces.</li> </ul>

❖ Univers technologique ( <i>Suite</i> )	
Concept général : Langage des lignes ( <i>Suite</i> )	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
<p>Cotation fonctionnelle</p> <p>Développements (prisme, cylindre, pyramide, cône)</p> <p>Standards et représentations : - schémas et symboles</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir la cotation fonctionnelle comme étant l'ensemble des tolérances spécifiques liées à certaines pièces qui assurent le bon fonctionnement d'un objet (ex. : la distance entre deux axes est déterminante quant à la prise des roues dentées dans un engrenage).</li> <li>Associer le développement de formes tridimensionnelles à la fabrication d'objets à partir de matériaux en feuilles (ex. : fabrication de boîtes de carton, de conduits d'aération en métal).</li> <li>Effectuer des développements de solides simples (ex. : pyramide, cylindre, cube).</li> <li>Choisir le type de schéma approprié à la représentation souhaitée (ex. : utiliser un schéma de construction pour représenter des solutions d'assemblage ou un schéma de principe pour illustrer le fonctionnement d'un objet).</li> <li>Représenter les mouvements liés au fonctionnement d'un objet (mouvement de translation rectiligne, de rotation et hélicoïdal) à l'aide des symboles appropriés.</li> </ul>
Concept général : Ingénierie mécanique	
La conception ou l'analyse d'un objet technique ou d'un système technologique repose sur l'appropriation de concepts fondamentaux liés à la mécanique et sur des pratiques propres à l'ingénierie.	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
<p>Fonctions types</p> <p>Fonction de guidage</p> <p>Liaisons des pièces mécaniques</p> <p>Degrés de liberté d'une pièce</p> <p>Adhérence et frottement entre les pièces</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expliquer le choix d'un type de liaison dans un objet technique (ex. : le choix d'une vis permet la fixation et le démontage du boîtier d'un objet dans lequel on insère une pile).</li> <li>Expliquer le choix d'un type de guidage dans un objet technique (ex. : la glissière guide le tiroir et réduit le frottement).</li> <li>Décrire les caractéristiques des liaisons dans un objet technique (liaison directe ou indirecte, rigide ou élastique, démontable ou indémontable, complète ou partielle).</li> <li>Déterminer les caractéristiques souhaitables des liaisons durant la conception d'un objet technique.</li> <li>Juger du choix de solutions d'assemblage dans un objet technique.</li> <li>Expliquer l'utilité de limiter le mouvement (degré de liberté) dans le fonctionnement d'un objet technique (ex. : pour protéger une porte d'armoire des collisions, certains modèles de charnières permettent d'en limiter l'ouverture).</li> <li>Décrire les avantages et les inconvénients de l'adhérence des pièces et de leur frottement dans un objet technique.</li> </ul>



❖ **Univers technologique (Suite)****Concept général : Ingénierie mécanique (Suite)**

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Construction et particularités des systèmes de transmission du mouvement (roues de friction, poulies et courroie, engrenage, roues dentées et chaîne, roue et vis sans fin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expliquer le choix d'un mécanisme de transmission du mouvement dans un objet technique (ex. : utilisation d'un engrenage plutôt que de roues de friction pour obtenir un couple moteur plus important et éviter le glissement).</li> </ul>
Construction et particularités des systèmes de transformation du mouvement (vis et écrou, bielle, manivelle et coulisse, pignon et crémaillère, came et galet, excentrique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expliquer le choix d'un mécanisme de transformation du mouvement dans un objet technique (ex. : la plupart des crics de voiture sont dotés d'un mécanisme à vis et écrou plutôt que d'un mécanisme à pignon et crémaillère parce que le premier permet d'obtenir une grande poussée à l'aide de la force du bras sur une petite manivelle et qu'il est plus sécuritaire en raison de son irréversibilité).</li> <li>Distinguer une came d'une roue excentrique.</li> </ul>
Couple résistant, couple moteur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expliquer le changement de vitesse dans le fonctionnement d'un objet technique à l'aide des concepts de couple résistant et de couple moteur.</li> </ul>

**Concept général : Matériaux**

Le fait qu'il soit possible d'agir sur les propriétés des matériaux s'avère un important incitatif pour en faire l'exploration et l'exploitation. L'utilisation appropriée d'un matériau suppose une bonne connaissance des éléments liés à ses caractéristiques fonctionnelles et à sa structure, ce qui permet d'avoir une idée juste de son comportement quand il est utilisé.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Caractérisation des propriétés mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expliquer le choix d'un matériau en fonction de ses propriétés (ex. : la malléabilité de l'aluminium permet d'en faire des contenants minces).</li> </ul>
Contraintes (flexion, cisaillement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire les contraintes auxquelles sont soumis divers objets techniques : flexion, cisaillement (ex. : un tremplin est soumis à des contraintes de flexion).</li> </ul>
Types et propriétés : - matières plastiques (thermodurcissables)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer l'usage des matières plastiques à leurs propriétés respectives (ex. : la bakélite est utilisée pour le moulage de pièces électriques parce qu'il s'agit d'un bon isolant électrique).</li> </ul>
- céramiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer l'usage des céramiques à leurs propriétés respectives (ex. : on utilise les céramiques comme revêtement dans les fours, car elles présentent une bonne résistance à la chaleur, une grande dureté et une bonne résistance à l'usure).</li> </ul>
- matériaux composites	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer l'usage des matériaux composites à leurs propriétés respectives (ex. : la fibre de carbone est utilisée pour les bâtons de hockey en raison de sa dureté, de sa résilience et de sa légèreté).</li> </ul>
Traitements thermiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir les traitements thermiques comme étant des moyens de modifier des propriétés des matériaux (ex. : la trempe augmente la dureté, mais aussi la fragilité).</li> </ul>

❖ **Univers technologique (Suite)****Concept général : Matériaux (Suite)**

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Modification des propriétés (dégradation, protection)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire différents traitements pour contrer la dégradation des matériaux (ex. : placage des métaux, traitement antirouille à l'huile, peinture).</li> </ul>

**Concept général : Fabrication**

Les concepts associés à la fabrication constituent des préalables importants. Ils servent de repères pour l'exécution d'une ou de plusieurs techniques.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
<p>Caractéristiques du traçage</p> <p>Usinage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- caractéristiques du perçage, du taraudage, du filetage, du cambrage (pliage)</li> </ul> <p>Mesures et contrôle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mesure directe (pied à coulisse)</li> <li>- contrôle, forme et position (plan, section, angle)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer le traçage (marquage) à l'économie de matériaux, aux techniques de mise en forme et aux types de matériaux à façonner.</li> <li>Décrire les caractéristiques des outils nécessaires aux opérations de façonnage d'un matériau à usiner (ex. : la pointe d'un foret à métal est conique, alors que celle d'un foret à bois est à double lèvre).</li> <li>Expliquer le choix de l'instrument utilisé pour effectuer une mesure directe (un pied à coulisse permet un plus grand degré de précision qu'une règle).</li> <li>Associer des techniques de contrôle de la qualité de l'usinage (mesure indirecte) de matériaux et d'objets techniques au degré de précision souhaité (ex. : la forme d'un instrument de musique est validée à l'aide d'un numériseur tridimensionnel pour s'assurer de la sonorité souhaitée).</li> </ul>

❖ **Univers matériel****Concept général : Force et mouvement**

Dans notre environnement, la matière subit l'action de différentes forces. Qu'elles soient gravitationnelles, électriques, magnétiques, de frottement ou autres, lorsqu'elles s'exercent sur un corps, deux effets peuvent être produits. Elles provoquent des déformations et elles déterminent des modifications de l'état de mouvement du corps.

En pratique, il n'existe aucun système mécanique sur lequel une seule force s'applique. Généralement, plusieurs forces agissent en même temps sur un corps. La résultante de ces forces est une force virtuelle qui produit le même effet dynamique que celui des forces agissant simultanément. Lorsque la résultante de toutes ces forces est nulle, le corps est en équilibre. Tout se passe comme si aucune force n'agissait sur lui. L'état de mouvement du corps ne change pas : sa vitesse reste alors constante (parfois nulle).

L'effet de la force gravitationnelle sur une masse sera examiné et une distinction claire entre masse et poids sera établie.

**Note :** Les cas où l'action d'une force occasionne un changement de direction du vecteur vitesse ne sont pas à l'étude. Le cas du mouvement uniformément accéléré ne l'est pas non plus.

❖ Univers matériel (Suite)	
Concept général : Force et mouvement (Suite)	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Force	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire les effets produits par une force (modification de l'état de mouvement d'un corps ou déformation d'un corps).</li> </ul>
Types de forces	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconnaître différents types de forces dans des objets techniques ou des systèmes technologiques (ex. : la force gravitationnelle dans une glissoire, la force magnétique exercée par un électroaimant).</li> </ul>
Équilibre de deux forces	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire les conditions dans lesquelles un corps soumis à deux forces peut être en équilibre.</li> </ul>
Relation entre vitesse constante, distance et temps	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire qualitativement la relation entre la vitesse, la distance et le temps.</li> <li>• Appliquer la relation mathématique qui unit la vitesse constante, la distance et le temps.</li> </ul>
Relation entre masse et poids	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire qualitativement la relation entre la masse et le poids.</li> <li>• Appliquer la relation mathématique entre la masse et le poids.</li> </ul>
<b>Concept général : Fluides</b> L'humain a fait preuve de beaucoup d'ingéniosité pour construire des appareils qui lui confèrent la capacité de voler et de flotter. Au cours de recherches et d'expériences sur des objets qui servent de prototypes, il doit reconnaître les forces présentes et examiner leur effet. Il recherche les ajustements qui peuvent s'avérer utiles pour contrôler le mouvement et assurer la portance.	
<b>Note :</b> Les principes qui suivent seront étudiés de manière qualitative.	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Principe d'Archimède	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire la relation entre le poids du volume d'eau déplacé par un corps immergé et la poussée verticale subie.</li> <li>• Expliquer la flottabilité d'un corps à l'aide du principe d'Archimède.</li> </ul>
Principe de Pascal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconnaître des objets techniques ou des systèmes technologiques dont le fonctionnement s'appuie sur le principe de Pascal (ex. : systèmes hydrauliques et pneumatiques).</li> </ul>
Principe de Bernoulli	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire la relation entre la vitesse d'un fluide et sa pression.</li> <li>• Expliquer la notion de portance à l'aide du principe de Bernoulli.</li> </ul>

## 2. Techniques

Les techniques présentées ici sont réparties en trois catégories. Plusieurs de ces techniques requièrent l'utilisation d'instruments et d'outils. La sécurité et l'emploi de l'équipement de sécurité dans les ateliers doivent demeurer une préoccupation constante pour les utilisateurs.

En atelier	
Techniques	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
<b>Langage graphique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Représentation graphique à l'aide d'instruments (développement)</li> <li>- Schématisation</li> <li>- Utilisation d'un logiciel de dessin vectoriel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser des instruments pour tracer une représentation graphique.</li> <li>• Choisir la vue la plus explicite de l'objet technique à décrire.</li> <li>• Inscrire toutes les informations nécessaires pour expliquer le fonctionnement ou la construction d'un objet.</li> <li>• Utiliser un logiciel de dessin vectoriel pour produire divers schémas en deux ou trois dimensions (ex. : barre d'outils de dessin dans Word).</li> </ul>
<b>Fabrication</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation sécuritaire du matériel</li> <li>- Usinage</li> <li>- Finition</li> <li>- Vérification et contrôle</li> <li>- Fabrication d'une pièce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser des outils de façon sécuritaire (ex. : couteau à lame rétractable, marteau, tournevis, pinces).</li> <li>• Utiliser des machines-outils de façon sécuritaire (ex. : scie à ruban, perceuse, ponceuse).</li> <li>• Façonner la pièce en respectant les étapes du procédé d'usinage (ex. : dénudage, épissure, soudage à l'étain).</li> <li>• Effectuer les opérations requises pour la finition d'une pièce (ex. : meuler, polir, marteler ou ciseler).</li> <li>• Évaluer les dimensions d'une pièce à l'aide d'une règle, durant et après la fabrication.</li> <li>• Comparer les dimensions réelles d'une pièce avec les spécifications (ébauche, plan, dossier technique, etc.).</li> <li>• Utiliser un gabarit pour vérifier la conformité d'une pièce.</li> <li>• Évaluer les dimensions d'une pièce à l'aide d'un pied à coulisse, durant et après la fabrication.</li> <li>• Procéder à la fabrication d'une pièce en appliquant les techniques appropriées.</li> </ul>
<b>Mesure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation des instruments de mesure</li> <li>- Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser de façon adéquate un instrument de mesure (ex. : pied à coulisse).</li> <li>• Effectuer plusieurs fois la même mesure pour vérifier la fidélité de l'instrument utilisé.</li> <li>• Effectuer les opérations requises afin de s'assurer de la justesse d'un instrument de mesure (ex. : nettoyer et calibrer une balance, sécher un cylindre gradué, conditionner un pH-mètre).</li> <li>• Tenir compte de la sensibilité de l'instrument choisi pour une mesure (ex. : utiliser un cylindre gradué de 25 mL plutôt qu'un cylindre gradué de 100 mL pour mesurer un volume de 18 mL d'eau).</li> </ul>

En atelier ( <i>Suite</i> )	
<b>Mesure (<i>Suite</i>)</b> - Interprétation des résultats de la mesure (chiffres significatifs, erreurs liées aux mesures)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déterminer l'erreur attribuable à un instrument de mesure (ex. : l'erreur sur la mesure effectuée à l'aide d'un cylindre gradué est fournie par le fabricant ou correspond à la moitié de la plus petite graduation).</li> <li>• Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs qui tient compte des erreurs sur la mesure (ex. : une mesure située entre 10,3 et 10,4 cm, effectuée avec une règle graduée en millimètres, devrait s'écrire 10,35 cm ou 103,5 mm).</li> </ul>

## B) REPÈRES CULTURELS

Les repères culturels rendent les situations d'apprentissage plus signifiantes. Sans être exhaustif, le tableau qui suit énumère des repères qui ont un lien avec le cours.

Repères culturels	
Objets techniques, systèmes technologiques, procédés et produits	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Appareils utilisés en agriculture.</li> <li>– Appareils liés à l'industrie du pétrole : extraction, raffinage, distribution, utilisation.</li> <li>– Turbines.</li> <li>– Centrales électriques, éoliennes.</li> <li>– Appareils d'imprimerie.</li> <li>– Automobiles, véhicules hybrides, bicyclettes.</li> <li>– Ballons, dirigeables.</li> <li>– Navires : bateau, sous-marin, aéroglisseur.</li> <li>– Avion.</li> <li>– Produits fabriqués en général.</li> <li>– Instruments et appareils : balance, horloge.</li> <li>– Outils : manuels, électriques, pneumatiques, hydrauliques.</li> <li>– Machines : machine agricole, excavatrice, machine-outil.</li> <li>– Systèmes : mécaniques, électriques, hydrauliques, pneumatiques, électroniques.</li> <li>– Objets utilitaires : appareil électroménager, serrure, robinet, meuble, pompe, skis, instrument de musique, jouet.</li> <li>– Métier à tisser, machine à coudre.</li> <li>– Téléphérique.</li> <li>– Ascenseur.</li> <li>– Escalier mécanique.</li> </ul>

Repères culturels ( <i>Suite</i> )				
Univers	Hommes et femmes de science	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
<b>Technologique</b>	Léonard de Vinci Joseph Brown et Lucian Sharpe Le Corbusier Rudolph Diesel Henry Ford Frederick Winslow Taylor	Office de la propriété intellectuelle du Canada Base de données sur les brevets canadiens Ordre des ingénieurs du Québec	Chaîne de production Interchangeabilité des pièces Robotique Télédétection Éclairage public Vêtements Réseau routier	Révolution industrielle Établissement de normes du travail Mondialisation
<b>Matériel</b>	Archimède Thomas Edison Blaise Pascal Orville et Wilbur Wright Isaac Newton Albert Einstein	Facultés des sciences et de génie Musées à caractère scientifique et technologique	Industrie automobile Moyens de transport Systèmes d'épuration des eaux	Passage du mur du son Construction des barrages Construction des parcs d'éoliennes

## FAMILLES DE SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

Dans ce cours, les situations d'apprentissage issues des familles *Recherche* et *Expertise* se rattachent aux applications technologiques au service de la force de l'humain, et à des concepts généraux provenant des univers matériel et technologique. Les paragraphes suivants donnent des exemples de tâches qui peuvent être confiées à l'adulte dans des situations d'apprentissage faisant appel à différents regroupements de concepts généraux.

Une situation qui met en évidence les concepts généraux que sont la force, le mouvement, les fluides, les matériaux, l'ingénierie mécanique et le langage des lignes peut amener l'adulte à tenir compte, dans la conception d'un objet, de l'effet de la corrosion, de l'oxydation ou de l'usure sur les matériaux choisis. L'adulte peut aussi signaler la présence de forces et de l'application possible du principe de Pascal. Il peut faire de même pour le principe d'Archimède sur un corps ou analyser, en atelier, l'ingénierie mécanique d'un système technologique et en produire le dessin technique.

Placé dans une situation se rapportant aux concepts généraux liés au langage des lignes, à la force, au mouvement et à la fabrication, l'adulte peut chercher une solution à un problème d'ordre technologique. Dans une démarche appropriée à la conception, il peut décider de la fonction mécanique complexe à utiliser pour transformer un mouvement latéral en mouvement de rotation, puis exécuter la mesure, le traçage, le façonnage, l'usinage et le contrôle des pièces qui lui sont nécessaires.

Dans l'exemple de situation d'apprentissage ci-dessous, les principales tâches effectuées soutiennent le développement des première et troisième compétences. Cette situation appartient donc à la famille *Recherche*.

## DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION

Les situations d'apprentissage sont plus signifiantes pour l'adulte parce qu'elles sont liées par leur contexte aux domaines généraux de formation. Tous les domaines sont susceptibles d'être exploités dans la conception de situations d'apprentissage pour le cours SCT-4063-2. L'exemple ci-dessous rejoint l'intention éducative du domaine général de formation *Orientations et entrepreneuriat*.

Domaines généraux de formation
Santé et bien-être
Orientations et entrepreneuriat
Environnement et consommation
Médias
Vivre-ensemble et citoyenneté

## EXEMPLE DE SITUATION D'APPRENTISSAGE

### MACHINE VOLANTE

Vous décidez de participer à un concours de machines volantes propulsées uniquement par la force humaine. Pour ce faire, vous devez concevoir puis construire une machine qui sera lancée d'une rampe s'élevant à huit mètres au-dessus de la surface d'un lac. Les règlements sont clairs : aucune catapulte, aucune bande élastique ni aucune pile. Pouvoir utiliser le moteur d'avion trouvé à la vente-débarras de votre voisin aurait été génial! Mais vous devrez plutôt pousser, tirer ou pédaler pour vous hisser au rang des gagnants. Vous en êtes à la conception de votre machine volante.

Utilisez vos talents d'inventeur en suivant les étapes d'une démarche technologique de conception. Votre machine volante devra inclure des dessins techniques, des schémas de construction et de principe ainsi qu'une histoire des machines volantes. Vous fabriquerez un prototype avec les matériaux mis à votre disposition, puis vous procéderez à des essais et à la validation de la solution retenue. Vous devrez démontrer, par l'explication des principes scientifiques en cause, comment vous arriverez à faire voler cette machine assez longtemps pour gagner le concours.

### ATTENTES DE FIN DE COURS

Le traitement des situations d'apprentissage suppose que l'adulte s'approprie une démarche d'investigation faisant appel à la conception, à l'observation d'applications technologiques, à l'expérimentation, à la modélisation ou à la recherche documentaire. Les situations lui permettent,

en science et technologie, de mettre en œuvre des habiletés de résolution de problèmes, d'utiliser ses connaissances et de produire des messages.

L'adulte amené à résoudre un problème peu circonscrit lié à la conception d'un objet technique ou d'un système technologique s'en donne une représentation à la suite de la lecture et de l'interprétation de dessins techniques, d'un cahier des charges ou d'une gamme de fabrication à compléter. Il élabore un plan d'action adapté à une solution possible, exploite ses connaissances sur les forces, les mouvements ou les fluides et agence des matériaux ou des composants mécaniques. Il produit donc des schémas de principe ou de construction, trace le développement d'une forme simple ou détermine les opérations, les outils ou les machines-outils, les caractéristiques d'usinage ainsi que les techniques de fabrication à employer. En atelier ou dans la salle des machines-outils, il met en œuvre un plan d'action pour fabriquer un prototype dont il contrôle la qualité des pièces et le mouvement et il fait les ajustements nécessaires. Il présente un prototype complet et fonctionnel qui répond au besoin et qui respecte les contraintes établies. Il justifie les modifications apportées au plan d'action ou au prototype.

L'adulte qui étudie une application technologique formule des questions rattachées aux aspects contextuels présentés et fait ressortir des principes liés aux fluides, ou encore des mouvements ou des changements de vitesse appropriés au fonctionnement de l'application. À l'aide de schémas, de dessins, de concepts, de lois ou de modèles, il explique les enjeux en cause et détermine les forces en présence ou le degré de liberté des pièces et leurs effets. En s'appuyant sur ses connaissances scientifiques et technologiques, il porte un jugement sur le choix des fonctions mécaniques ou des matériaux utilisés pour fabriquer les pièces mobiles de l'application et propose une amélioration, s'il y a lieu.

### CRITÈRES D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES VISÉES PAR LE COURS

Critères d'évaluation de la compétence 1	Critères d'évaluation de la compétence 2	Critères d'évaluation de la compétence 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Représentation adéquate de la situation</li> <li>Élaboration d'un plan d'action pertinent</li> <li>Mise en œuvre adéquate du plan d'action</li> <li>Élaboration d'explications, de solutions ou de conclusions pertinentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interprétation appropriée de la problématique</li> <li>Utilisation pertinente des connaissances scientifiques et technologiques</li> <li>Production adéquate d'explications ou de solutions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interprétation juste de messages à caractère scientifique ou technologique</li> <li>Production ou transmission adéquate de messages à caractère scientifique ou technologique</li> </ul>



Cours  
**SCT-4064-2**  
Les matières résiduelles

Parcours :  
Science et technologie de l'environnement  
Science et environnement





## SCT-4064-2

## Les matières résiduelles

---

### PRÉSENTATION DU COURS

Le but du cours intitulé *Les matières résiduelles* est de rendre l'adulte apte à traiter efficacement des situations des familles *Recherche* et *Expertise* en rapport avec la production et l'élimination des résidus de la transformation des ressources naturelles et leur impact sur l'environnement.

Dans ce cours, l'adulte étudie des problématiques ou des applications technologiques en lien avec les matières résiduelles et cherche des réponses ou des solutions à des problèmes dans ce domaine. Il acquiert donc des connaissances sur les transformations chimiques et nucléaires, sur les propriétés physiques des solutions et sur l'organisation de la matière. Ces connaissances, combinées à celles de l'univers technologique, de la Terre et de l'espace, lui permettent de comprendre les procédés technologiques pouvant limiter la contamination des différentes enveloppes terrestres (lithosphère, hydrosphère et atmosphère). De plus, en intégrant des connaissances de l'univers vivant comme l'empreinte écologique et l'écotoxicologie, l'adulte prend davantage conscience de l'impact de la pollution engendrée par les rejets de la transformation des ressources naturelles.

Au terme de ce cours, dans des situations concernant la production et l'élimination des résidus de la transformation des ressources naturelles et leur impact sur l'environnement, l'adulte est en mesure :

- ✓ d'analyser l'impact des déchets domestiques et industriels sur l'environnement;
- ✓ d'analyser une application technologique liée à la production ou à l'élimination des résidus de la transformation des ressources naturelles;
- ✓ de discuter des effets de certains composés chimiques ou déchets nucléaires sur l'environnement;
- ✓ d'expliquer la formation des composés chimiques à l'aide des propriétés des éléments du tableau périodique;
- ✓ de planifier une activité expérimentale simple traitant des propriétés physiques des solutions ou encore des transformations chimiques;
- ✓ de suivre un protocole expérimental traitant des propriétés physiques des solutions ou encore des transformations chimiques;
- ✓ de rédiger le compte rendu d'une expérimentation liée aux propriétés physiques des solutions ou encore aux transformations chimiques;
- ✓ d'argumenter pour défendre son opinion concernant les effets de l'activité humaine sur la biosphère ou les moyens utilisés pour les limiter.

## COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES

Le tableau qui suit énumère les composantes à prendre en compte pour chacune des compétences du présent cours. Les manifestations de ces composantes sont présentées à l'annexe 4.

Compétence 1 Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique	Compétence 2 Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques	Compétence 3 Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cerner un problème</li> <li>▪ Élaborer un plan d'action</li> <li>▪ Concrétiser le plan d'action</li> <li>▪ Analyser les résultats</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Situer une problématique ou une application dans son contexte</li> <li>▪ Analyser un phénomène lié à une problématique ou une application sous l'angle de la science</li> <li>▪ Construire son opinion sur une problématique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique</li> <li>▪ Produire des messages à caractère scientifique et technologique</li> </ul>

## DÉMARCHES

L'adulte est apte à traiter une problématique, à résoudre un problème d'ordre scientifique ainsi qu'à étudier une application grâce aux démarches d'investigation. Voici un rappel des étapes de telles démarches :

- définir le problème;
- formuler une hypothèse;
- vérifier l'hypothèse;
- tirer des conclusions et communiquer.

Les démarches d'investigation les plus appropriées à ce cours sont l'expérimentation, la modélisation, la recherche documentaire et l'observation. C'est à l'étape de la vérification de l'hypothèse qu'elles se distinguent. La section 3.5 et les annexes 1 à 3 présentent des démarches d'investigation, assorties de leurs caractéristiques propres.

## COMPÉTENCES TRANSVERSALES

Les compétences transversales complètent les compétences disciplinaires, le développement des unes contribuant au développement des autres. Le cours SCT-4064-2 permet de mettre en œuvre l'ensemble des compétences transversales. Certaines d'entre elles, inscrites sur une trame grise dans le tableau ci-dessous, sont particulièrement visées dans l'exemple de situation d'apprentissage présenté dans ce cours.

Compétences transversales			
Ordre intellectuel	Ordre de la communication	Ordre personnel et social	Ordre méthodologique
Exploiter l'information	Communiquer de façon appropriée	Actualiser son potentiel	Se donner des méthodes de travail efficaces
Résoudre des problèmes		Coopérer	Exploiter les technologies de l'information et de la communication
Exercer son jugement critique			
Mettre en œuvre sa pensée créatrice			

## CONTENU DISCIPLINAIRE

### A) SAVOIRS

Les concepts et les techniques prescrits sont énumérés dans les tableaux des deux sections suivantes.

#### 1. Concepts

❖ Univers vivant	
<p><b>Concept général : Écologie</b></p> <p>L'empreinte écologique permet d'évaluer concrètement l'impact des activités humaines sur les écosystèmes pour envisager une gestion équilibrée des ressources. Elle correspond à la surface biologiquement productive dont la Terre a besoin pour soutenir le mode de vie d'un individu ou d'une population. L'écotoxicologie concerne les effets à long terme de certains types de pollution chronique sur les écosystèmes. Bon nombre de contaminants se dégradent par des mécanismes naturels, alors que d'autres s'accumulent dans les écosystèmes, les organismes vivants, les cours d'eau, les lacs et les étangs. C'est le cas du phosphate et du mercure.</p> <p>La toxicité d'un contaminant dépend de sa concentration, des caractéristiques du milieu dans lequel il est rejeté, de la nature des organismes avec lesquels il est en contact et de la durée de l'exposition. Le seuil de toxicité est la quantité minimale d'un contaminant (en milligrammes par kilogramme de masse de l'organisme) qui produit un effet néfaste notable sur un organisme.</p> <p><b>Note :</b> <i>L'adulte ne devra faire qu'une évaluation qualitative de la toxicité du milieu à l'étude, basée sur les données qui lui seront fournies.</i></p>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Empreinte écologique  Écotoxicologie : - contaminant  - bioaccumulation  - bioconcentration  - seuil de toxicité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire l'empreinte écologique.</li> <li>• Expliquer l'utilité de la notion d'empreinte écologique.</li> <li>• Définir un contaminant comme étant un agent causant la modification des propriétés physiques, chimiques ou biologiques d'un milieu ou d'un organisme.</li> <li>• Définir la bioaccumulation comme étant l'accumulation dans un organisme d'un contaminant provenant de son environnement ou de son alimentation.</li> <li>• Expliquer la bioaccumulation dans des chaînes trophiques (bioamplification).</li> <li>• Définir la bioconcentration comme étant un cas particulier de bioaccumulation où un organisme accumule un contaminant par contact direct avec son milieu de vie (sources autres qu'alimentaires).</li> <li>• Définir le seuil de toxicité comme étant la quantité minimale d'une substance qui produit un effet néfaste notable sur un organisme.</li> <li>• Décrire des facteurs qui influent sur la toxicité d'un contaminant (ex. : concentration, caractéristiques du milieu dans lequel il est rejeté, nature des organismes avec lesquels il est en contact, durée d'exposition).</li> </ul>

❖ **Terre et espace****Concept général : Cycles biogéochimiques**

Le phosphore est particulièrement présent dans les roches. Les phénomènes naturels d'érosion permettent son introduction dans les systèmes biologiques. Après la décomposition des déchets biologiques, il peut s'accumuler en grande quantité dans les sols et les sédiments. L'activité humaine produit un effet sur le cycle du phosphore, qu'il s'agisse de l'épandage d'engrais et de fertilisants ou encore des détergents et des lessives phosphatés des divers effluents domestiques et industriels.

**Concepts prescrits****CONNAISSANCES À CONSTRUIRE**

Cycle du phosphore

- Décrire des transformations liées à la circulation du phosphore (ex. : érosion des roches, dégradation des engrais).

**Concept général : Lithosphère**

La lithosphère renferme une grande variété de ressources minérales essentielles au développement des sociétés, par exemple des métaux, des minéraux industriels ou des matériaux de construction. L'exploitation et la transformation des minéraux ne sont cependant pas sans conséquence pour l'environnement. La contamination par les composés organiques persistants ou les métaux lourds est susceptible de modifier les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols et d'avoir des effets sur leur fertilité. La pollution des sols varie également en fonction des apports atmosphériques engendrés par les activités industrielles et agricoles. De plus, les ressources y sont présentes en quantités limitées, d'où l'intérêt croissant pour la revalorisation des matières résiduelles et pour le recyclage en général.

Certaines pratiques de l'agriculture ou de l'exploitation forestière réduisent la capacité des sols à favoriser la croissance d'une végétation saine. Des coupes abusives exposent davantage les sols susceptibles d'érosion et appauvrissent la couche arable, faite de minéraux et de microorganismes et indispensable au maintien du sol. La capacité tampon d'un sol exprime son potentiel à limiter les variations de pH et lui permet de différer les conséquences d'une contamination. La mesure de cette capacité fournit un indice de la fertilité du sol. Par exemple, l'acidification graduelle due aux précipitations réduit progressivement la capacité tampon et entraîne la mise en circulation de nutriments ou de métaux lourds.

**Concepts prescrits****CONNAISSANCES À CONSTRUIRE**

Contamination

Épuisement des sols

Capacité tampon du sol

- Nommer des contaminants du sol.
- Définir ce qu'est l'épuisement des sols.
- Expliquer comment des activités humaines contribuent à l'épuisement des sols.
- Définir la capacité tampon d'un sol comme étant sa capacité à limiter les variations de pH.
- Expliquer les avantages d'un sol ayant une bonne capacité tampon.

## ❖ Terre et espace (Suite)

### Concept général : Hydrosphère

Un milieu aquatique devient pollué lorsque son équilibre est modifié de façon durable soit par l'apport d'une grande quantité de substances toxiques, soit par l'élévation de la température des eaux. Lorsque les polluants s'accumulent, ils provoquent la raréfaction des espèces fragiles, altèrent leurs capacités physiologiques ou encore détériorent la qualité de l'eau au point de la rendre impropre à la consommation. D'autres agents polluants, comme les plastiques, les métaux et certains pesticides, ne sont pas biodégradables ou le sont très peu; ces substances nuisent aux espèces vivantes qui les ingèrent. Les effets des divers polluants sur les milieux aquatiques dépendent de la nature et de la concentration du polluant ainsi que des caractéristiques de l'écosystème aquatique. Par exemple, une concentration excessive de phosphates ou de nitrates peut entraîner la prolifération des cyanobactéries. Dans certains cas, cette situation conduit à la libération de neurotoxines nuisibles aux êtres vivants.

L'eutrophisation est une étape du processus naturel d'évolution d'un plan d'eau. Ce processus tend à s'accroître à la suite d'un apport excessif de nutriments, notamment de composés d'azote et de phosphore qui accélèrent la croissance d'algues et d'autres formes de vie végétale. Cet accroissement de la biomasse, combiné à une température élevée des eaux, fait diminuer la quantité d'oxygène dissous et limite la capacité d'autoépuration du plan d'eau. Cette forme de dégradation des plans d'eau est liée aux activités humaines, en particulier aux activités agricoles, résidentielles et industrielles (effluents d'élevage, lessivage des terres agricoles, eaux usées, etc.).

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Contamination	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nommer des contaminants de l'eau.</li> </ul>
Bassin versant	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir un bassin versant comme étant un territoire entourant un réseau hydrographique.</li> <li>Décrire certains impacts de l'activité humaine sur les cours d'eau d'un bassin versant.</li> </ul>
Eutrophisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expliquer le processus naturel d'eutrophisation d'un plan d'eau.</li> <li>Expliquer comment des activités humaines accélèrent l'eutrophisation d'un plan d'eau.</li> </ul>

### Concept général : Atmosphère

Les différentes substances qui se dégagent de la combustion des carburants fossiles produisent des effets néfastes à l'échelle locale, régionale, voire mondiale. Les oxydes de soufre, de carbone et d'azote sont des gaz précurseurs d'acides. Ils contribuent à l'acidification des précipitations. Des particules solides et liquides en suspension dans l'air (poussières, pollen, suie, fumée, gouttelettes) peuvent affecter les voies respiratoires. La contamination d'un biome situé à une grande distance du lieu d'émission des rejets est possible. En effet, les vents dominants favorisent la mise en circulation des contaminants introduits dans l'atmosphère.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Contamination	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nommer des contaminants de l'air.</li> </ul>
Circulation atmosphérique : vents dominants	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire l'effet des vents dominants sur la dispersion des polluants atmosphériques dans une région donnée.</li> </ul>



## ❖ Univers matériel

### Concept général : Organisation de la matière

Les propriétés des principales familles du tableau périodique ainsi que celles des métaux, des non-métaux et des métalloïdes sont à l'étude. Une telle classification permet de prévoir des comportements de la matière. Tous les éléments sont classés par ordre croissant de numéro atomique. Ce numéro désigne le nombre de protons contenus dans le noyau et permet de différencier les éléments. La classification met en évidence (avec quelques irrégularités) la croissance des masses atomiques, la structuration par familles d'éléments ayant des propriétés chimiques semblables et la périodicité de certaines propriétés physiques et chimiques des éléments.

Les isotopes sont des atomes d'un même élément qui diffèrent en raison du nombre de neutrons qu'ils contiennent et, donc, de leur nombre de masse. Ils occupent la même place que l'élément dans le tableau périodique parce qu'ils ont le même numéro atomique et les mêmes propriétés chimiques. Les isotopes sont naturellement présents, mais ils peuvent aussi être produits en laboratoire ou en industrie.

Dans le tableau périodique, le numéro de famille indique le nombre d'électrons de valence de l'élément. La notation de Lewis représente les électrons de valence d'un élément. Cette notation permet de mieux comprendre la combinaison des atomes dans les molécules. Cette information aide à prévoir des comportements des éléments en mettant en relation la structure atomique et les propriétés des éléments. Le concept de mole et le nombre d'Avogadro sont abordés pour permettre les calculs qui déterminent les relations quantitatives entre les réactifs et les produits au cours des réactions chimiques.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Tableau périodique : - groupes (familles) et périodes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Situer les groupes et les périodes dans le tableau périodique.</li> <li>Décrire des caractéristiques communes aux éléments d'une même famille (ex. : nombre d'électrons de valence, réactivité chimique).</li> <li>Associer le nombre de couches électroniques d'un élément au numéro de la période à laquelle il appartient.</li> </ul>
Modèle atomique simplifié	<ul style="list-style-type: none"> <li>Représenter un atome d'un élément donné à l'aide du modèle atomique simplifié.</li> </ul>
Numéro atomique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer le numéro atomique d'un élément au nombre de protons qu'il possède.</li> </ul>
Masse atomique relative	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire ce que représente la masse atomique relative.</li> </ul>
Périodicité des propriétés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire la périodicité de certaines propriétés des éléments (ex. : réactivité chimique, rayon atomique, électronégativité).</li> </ul>
Isotopes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir les isotopes comme étant des atomes d'un élément dont les noyaux possèdent des nombres de neutrons différents, donc des masses atomiques différentes.</li> <li>Définir un isotope radioactif comme étant un isotope dont le noyau atomique est instable.</li> </ul>
Notation de Lewis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer le nombre d'électrons de valence d'un élément.</li> <li>Représenter des atomes à l'aide de la notation de Lewis.</li> </ul>
Ions polyatomiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconnaître des ions polyatomiques usuels (ex. : <math>\text{NH}_4^+</math>, <math>\text{OH}^-</math>, <math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{CO}_3^{2-}</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math>, <math>\text{PO}_4^{3-}</math>) à l'aide de leur nom, de leur formule ou de leur composition.</li> </ul>
Règles de nomenclature et d'écriture	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appliquer les règles de nomenclature et d'écriture pour nommer la molécule ou écrire la formule moléculaire de composés binaires.</li> </ul>

❖ Univers matériel (Suite)	
Concept général : Organisation de la matière (Suite)	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Notion de mole	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir la notion de mole.</li> <li>Exprimer en mole une quantité de matière.</li> </ul>
Nombre d'Avogadro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exprimer une quantité de particules à l'aide du nombre d'Avogadro.</li> </ul>
<b>Concept général : Propriétés physiques des solutions</b> <p>L'eau a la propriété de dissoudre de nombreuses substances. Quantité de phénomènes vitaux et environnementaux dépendent de cette propriété. Les produits en solution aqueuse sont fréquents dans l'environnement et leurs propriétés sont mesurables et observables. Les propriétés physiques des solutions aqueuses varient selon la nature et la proportion de leurs constituants.</p> <p>La solubilité d'un solide ou d'un gaz s'exprime en grammes de soluté pour un volume donné de solvant. Elle varie notamment selon la température. La notion de concentration en moles de soluté par litre de solution (mol/L) s'ajoute à celles de parties par million (ppm), de pourcentage (%) et de grammes par litre (g/L) vues dans le cours <i>Les changements climatiques</i>.</p>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Solubilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir le concept de solubilité.</li> </ul>
Force des électrolytes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer de façon qualitative la force d'un électrolyte à son degré de dissociation.</li> </ul>
Concentration en mol/L	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer la concentration en mol/L d'une solution aqueuse.</li> <li>Transformer une concentration (g/L, pourcentage ou ppm) en concentration en mol/L.</li> </ul>
<b>Concept général : Transformations chimiques</b> <p>Les réactions chimiques de précipitation, de décomposition et de synthèse s'ajoutent à celles d'oxydation, de neutralisation acidobasique, de combustion, de photosynthèse et de respiration vues dans le cours <i>Les changements climatiques</i>. Elles mettent en évidence le fait que les atomes de différents éléments et les ions ont un pouvoir combinatoire déterminé, en relation avec leur structure.</p> <p>La stœchiométrie concerne le calcul des quantités de matière (en moles et en grammes) qui participent à une réaction chimique.</p> <p>Au cours d'une réaction chimique, les atomes ont tendance à faire correspondre leur structure électronique périphérique à celle du gaz inerte le plus près. Cette capacité de gagner, de perdre ou de mettre en commun des électrons est déterminée par le nombre et la disposition de ceux-ci dans les atomes.</p> <p><b>Note :</b> <i>Les calculs stœchiométriques sont effectués en supposant que les réactions chimiques sont complètes. L'étude des liaisons chimiques ne couvre pas celle des éléments de transition.</i></p>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Précipitation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Représenter une réaction de précipitation à l'aide du modèle particulaire.</li> </ul>
Oxydation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer une réaction d'oxydation à une équation chimique dont le dioxygène est l'un des réactifs.</li> </ul>

❖ Univers matériel ( <i>Suite</i> )	
Concept général : Transformations chimiques ( <i>Suite</i> )	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Décomposition et synthèse  Réaction de neutralisation acidobasique  Sels  Stœchiométrie  Nature de la liaison : - covalente   - ionique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Associer des réactions chimiques connues à des réactions de décomposition ou de synthèse (ex. : respiration, photosynthèse, combustion, digestion).</li> <li>Reconnaître une neutralisation acidobasique à l'aide de son équation.</li> <li>Déterminer la formule moléculaire du sel formé par une neutralisation acidobasique.</li> <li>Déterminer des quantités de réactifs ou de produits à l'aide de calculs stœchiométriques.</li> <li>Définir une liaison covalente comme étant celle qui résulte d'un partage d'électrons.</li> <li>Représenter de façon schématique la liaison covalente.</li> <li>Trouver des molécules qui comportent une liaison covalente (ex. : N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>).</li> <li>Définir une liaison ionique comme étant celle qui résulte d'un gain ou d'une perte d'électrons.</li> <li>Représenter de façon schématique la liaison ionique.</li> <li>Trouver des molécules qui comportent une liaison ionique (ex. : NaCl, NH<sub>4</sub>OH).</li> <li>Associer la présence d'une liaison ionique à une substance électrolytique.</li> </ul>
Concept général : Transformations nucléaires	
<p>Une transformation est dite nucléaire lorsqu'elle se produit dans le noyau d'un atome (revoir le modèle atomique simplifié du cours SCT-4061-2). Cette transformation a lieu lorsque les forces de liaison des nucléons s'avèrent insuffisantes pour maintenir la stabilité du noyau. De nouveaux noyaux sont engendrés (plus lourds à la fusion et plus légers à la fission ou à la désintégration), des particules se déplacent à grande vitesse (énergie cinétique) et d'importantes quantités d'énergie se dégagent sous forme de rayonnement. Le potentiel énergétique du nucléaire est énorme. Cependant, même si les substances radioactives présentent des avantages indéniables, leur rayonnement n'est pas sans conséquence pour la santé.</p>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Stabilité nucléaire  Fission et fusion  Radioactivité	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir la stabilité nucléaire comme étant la cohésion du noyau atomique assurée par un nombre optimal de neutrons.</li> <li>Distinguer la fission nucléaire de la fusion nucléaire.</li> <li>Définir la radioactivité comme étant l'émission de particules ou d'énergie par des noyaux d'atomes à la suite de transformations nucléaires.</li> <li>Associer l'utilisation de la radioactivité à des applications technologiques (ex. : radiothérapie, datation).</li> </ul>

❖ **Univers technologique****Concept général : Biotechnologie**

Les procédés de dépollution nécessitent une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physicochimiques et biologiques. D'autres traitements (ajout d'un réactif désinfectant, utilisation des ultraviolets, ozonation, etc.) sont parfois nécessaires lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible. Les traitements biologiques de dépollution des sols, d'épuration des eaux usées ou d'assainissement de l'air impliquent l'utilisation des végétaux ou des microorganismes pour dégrader divers polluants. Les principales caractéristiques d'un agent de dépollution efficace comprennent l'aptitude à transformer une large gamme de composés chimiques, une forte sensibilité aux polluants et une grande tolérance aux produits toxiques.

Aucun traitement ne permet de dépolluer complètement les sols contaminés.

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Traitement des eaux usées Biodégradation des polluants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire des traitements qui permettent de décontaminer des eaux usées.</li> <li>• Décrire des méthodes de biodégradation des polluants (ex. : phytoremédiation).</li> </ul>

## 2. Techniques

Les techniques présentées ici sont réparties en deux catégories. Plusieurs de ces techniques requièrent l'utilisation d'instruments et d'outils ou la manipulation de produits chimiques. La sécurité et l'emploi de l'équipement de sécurité dans les ateliers et les laboratoires doivent demeurer une préoccupation constante pour les utilisateurs.

Au laboratoire ou en atelier	
Techniques	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
<b>Manipulation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation sécuritaire du matériel</li> <li>- Préparation de solutions</li> <li>- Collecte d'échantillons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser le matériel de laboratoire de façon sécuritaire (ex. : laisser refroidir une plaque chauffante, utiliser une pince à béccher).</li> <li>• Manipuler les produits chimiques de façon sécuritaire (ex. : prélèvement à l'aide d'une spatule, aspiration avec une poire à pipette).</li> <li>• Préparer une solution aqueuse de concentration donnée à partir d'un soluté solide.</li> <li>• Préparer une solution aqueuse de concentration donnée à partir d'une solution aqueuse concentrée.</li> <li>• Prélever des échantillons de façon adéquate (ex. : stériliser le contenant, utiliser une spatule, réfrigérer l'échantillon).</li> </ul>
<b>Mesure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation des instruments de mesure</li> <li>- Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure</li> <li>- Interprétation des résultats de la mesure (chiffres significatifs, erreurs liées aux mesures)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Choisir l'instrument de mesure approprié.</li> <li>• Utiliser de façon adéquate un instrument de mesure (ex. : pipette, pH-mètre, fiole jaugée).</li> <li>• Effectuer plusieurs fois la même mesure pour vérifier la fidélité de l'instrument utilisé.</li> <li>• Effectuer les opérations requises afin de s'assurer de la justesse d'un instrument de mesure (ex. : nettoyer et calibrer une balance, sécher un cylindre gradué, conditionner un pH-mètre).</li> <li>• Tenir compte de la sensibilité d'un instrument de mesure (ex. : utiliser un cylindre gradué de 25 mL plutôt qu'un cylindre gradué de 100 mL pour mesurer un volume de 18 mL d'eau).</li> <li>• Déterminer l'erreur attribuable à un instrument de mesure (ex. : l'erreur de mesure effectuée à l'aide d'un cylindre gradué est fournie par le fabricant ou correspond à la moitié de la plus petite graduation).</li> <li>• Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs qui tient compte des erreurs de mesure (ex. : une mesure située entre 10,3 et 10,4 cm, effectuée avec une règle graduée en millimètres, devrait s'écrire 10,35 cm ou 103,5 mm).</li> </ul>

## B) REPÈRES CULTURELS

Les repères culturels rendent les situations d'apprentissage plus significatives. Sans être exhaustif, le tableau qui suit énumère des repères qui ont un lien avec le cours.

Repères culturels				
Objets techniques, systèmes technologiques, procédés et produits	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Appareils de radiothérapie, d'imagerie par résonance magnétique, etc.</li> <li>– Pétrole : puits, plateforme, procédés de raffinage.</li> <li>– Analyseurs de certains polluants : tube à diffusion passive, microbalance à quartz, sonde à rayons bêta.</li> <li>– Procédé de mesure par photométrie UV, par corrélation infrarouge.</li> <li>– Chromatographe, gravimètre, baromètre, hygromètre, anémomètre.</li> <li>– Appareils de renouvellement de l'air intérieur, adoucisseur d'eau.</li> <li>– Procédés d'obtention des biocarburants (oléagineux, éthyliques, gazeux, solides).</li> <li>– Filtre à particules, système antipollution pour les véhicules motorisés.</li> <li>– Épurateur de cheminées industrielles.</li> <li>– Station de traitement des eaux usées, procédés d'épuration des eaux usées (par lagunage ou filtration naturelle par des microorganismes).</li> <li>– Usine de traitement de l'eau potable, procédés de purification des eaux potables (par filtration, par ozonisation, par ébullition, par distillation, par photo-oxydation, etc.).</li> <li>– Barrages absorbants, récupérateur à brosse circulaire, rouleaux oléophiles mécaniques (plage), cribleuse tractée (sable).</li> <li>– Dépollution physicochimique (dissolution des polluants) : procédé d'extraction par aspiration et par injection, procédé de traitement des polluants par flottaison, etc.</li> <li>– Dépollution biologique : procédés utilisant des bactéries.</li> <li>– Phytorestauration : procédé de bioremédiation par les plantes.</li> </ul>			
Univers	Hommes et femmes de science	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Vivant	Rachel Louise Carson	Santé Canada (santé de l'environnement et du milieu de travail) Biodôme de Montréal Usines de traitement des eaux usées	Protection de l'environnement	
Terre et espace		Commission géologique du Canada Exploitation minière Ressources naturelles Canada Greenpeace Établissements verts Brundtland (EVB) RECYC-QUÉBEC	Activités de dépollution Satellites d'observation Systèmes de localisation GPS Cadre réglementaire sur les émissions atmosphériques	Phénomènes météorologiques Sommets de la Terre
Matériel	Henry Cavendish Svante Arrhenius Isaac Newton Dmitri Mendeleïev	Musées des sciences naturelles Union internationale de chimie pure et appliquée	Moyens de transport	

## FAMILLES DE SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

Dans ce cours, les situations d'apprentissage issues des familles *Recherche* et *Expertise* portent sur les rejets de la transformation des ressources naturelles et sur la contamination qui en résulte. Ces situations comportent des concepts généraux provenant d'univers différents. Les paragraphes suivants donnent des exemples de tâches qui peuvent être confiées à l'adulte dans des situations d'apprentissage faisant appel à différents regroupements de concepts généraux.

Une situation qui met en évidence les concepts généraux que sont l'atmosphère et les transformations chimiques peut amener l'adulte à déterminer l'impact de divers gaz sur la couche d'ozone par rapport au dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Il peut également illustrer des relations entre la composition de l'air et certaines réactions chimiques qui s'y produisent.

Les concepts généraux sur les transformations chimiques de la matière et la contamination de la lithosphère, de l'atmosphère et de l'hydrosphère peuvent faire l'objet d'une situation d'apprentissage. L'adulte est alors amené à analyser en laboratoire les effets de l'utilisation de différents produits chimiques sur divers systèmes terrestres ou encore à se documenter sur les moyens utilisés dans le monde pour faire face aux problèmes comme le smog, les pluies acides, la contamination des sols et des sources d'eau potable, la bioaccumulation de contaminants, etc.

Dans une situation d'apprentissage qui aborde les transformations nucléaires, la lithosphère, l'hydrosphère et l'atmosphère, l'adulte peut analyser la circulation de contaminants nucléaires entre différents systèmes ou modéliser la circulation des vents dominants pour expliquer la présence de ces contaminants dans des lieux éloignés de leur source.

Une fois les notions portant sur la biodégradation des polluants et la transformation nucléaire acquises, l'adulte peut, dans une situation d'apprentissage, prendre position sur des aspects conceptuels, éthiques et pratiques de procédés technologiques produisant des déchets nucléaires, analyser des solutions au problème de rejet de polluants dans l'environnement ou encore comparer des procédés de décontamination pour juger de leur qualité.

Dans l'exemple de situation d'apprentissage de la page suivante, les principales tâches effectuées soutiennent le développement des première et troisième compétences. Cette situation appartient donc à la famille *Recherche*.

## DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION

Les situations d'apprentissage sont plus signifiantes pour l'adulte parce qu'elles sont liées par leur contexte aux domaines généraux de formation. Tous ces domaines sont susceptibles d'être exploités dans la conception de situations d'apprentissage pour le cours SCT-4064-2. L'exemple de la page suivante rejoint l'intention éducative du domaine général de formation *Environnement et consommation*.

Domaines généraux de formation
Santé et bien-être
Orientation et entrepreneuriat
Environnement et consommation
Médias
Vivre-ensemble et citoyenneté

### EXEMPLE DE SITUATION D'APPRENTISSAGE

#### PEUT-ON JOUER SUR UN SOL CONTAMINÉ?

Votre municipalité fait la manchette des journaux avec une histoire de terrain vacant contenant des sols contaminés. Il y a une cinquantaine d'années, une industrie y pratiquait une activité industrielle soutenue. On y trouve encore des déchets de l'époque, et des traces de produits que l'on soupçonne être toxiques émergent du sol à l'occasion de fortes pluies. La population s'inquiète de la situation. Un groupe de citoyens veut demander à la Municipalité de décontaminer l'endroit pour ensuite le transformer en terrain de soccer.

Pour vérifier la faisabilité de son projet, le groupe de citoyens fait appel à vos services dans le but d'identifier les différents contaminants présents dans le sol.

Votre travail consiste :

- à reconstituer la liste des substances ou produits utilisés ou rejetés au cours des activités industrielles tenues en ces lieux;
- à repérer les substances ou produits dangereux ou toxiques;
- à recueillir des échantillons de sol en divers endroits et à différentes profondeurs;
- à rechercher, en tenant compte du matériel dont vous disposez, la meilleure façon de reconnaître ces produits ou substances dans les échantillons recueillis;
- à procéder aux analyses;
- à fournir au groupe de citoyens un rapport sur les résultats de vos analyses et sur vos conclusions quant à la nature des contaminants trouvés et au danger qu'ils peuvent représenter.



## ATTENTES DE FIN DE COURS

Le traitement de situations d'apprentissage suppose que l'adulte s'approprie une démarche d'investigation faisant appel à l'expérimentation, à la modélisation, à la recherche documentaire ou à l'observation. Les situations le conduisent, en science et technologie, à mettre en œuvre des habiletés de résolution de problèmes, à utiliser ses connaissances et à produire des messages.

L'adulte amené à résoudre un problème peu circonscrit lié à la production ou à l'élimination des résidus de la transformation des ressources naturelles se donne une représentation du problème à la suite de la lecture et de l'interprétation de messages à caractère scientifique et technologique. Il élabore un protocole expérimental simple ou un mode de production d'un modèle adapté à l'une de ses hypothèses et exploite ainsi ses connaissances sur l'écologie, les propriétés physiques des solutions ou les transformations chimiques. Il met en œuvre un plan d'action en réalisant les activités prévues. C'est alors qu'il manipule des solutions de concentrations variées ou ajuste les étapes qu'il a planifiées en faisant appel aux techniques appropriées. Dans un compte rendu, il propose une réponse qui tient compte des résultats et il vérifie la concordance entre l'hypothèse et l'analyse des résultats.

L'adulte qui étudie une problématique ou une application technologique liée à la production ou à l'élimination des matières résiduelles formule des questions rattachées à des aspects contextuels. Il fait ressortir les caractéristiques de la problématique ou de l'application liées aux propriétés physiques des solutions présentes ou aux transformations chimiques. À l'aide de concepts, de lois, de théories ou de modèles, il explique un enjeu associé à la problématique ou à l'application, illustre des réactions chimiques qui s'y produisent, caractérise les éléments chimiques présents et détermine les quantités de produits et de réactifs en cause. Il défend une opinion portant sur différents moyens pour limiter l'impact des déchets domestiques ou industriels sur l'environnement en s'appuyant sur ses connaissances scientifiques et technologiques.

## CRITÈRES D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES VISÉES PAR LE COURS

Critères d'évaluation de la compétence 1	Critères d'évaluation de la compétence 2	Critères d'évaluation de la compétence 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Représentation adéquate de la situation</li> <li>▪ Élaboration d'un plan d'action pertinent</li> <li>▪ Mise en œuvre adéquate du plan d'action</li> <li>▪ Élaboration d'explications, de solutions ou de conclusions pertinentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interprétation appropriée de la problématique</li> <li>▪ Utilisation pertinente des connaissances scientifiques et technologiques</li> <li>▪ Production adéquate d'explications ou de solutions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interprétation juste de messages à caractère scientifique ou technologique</li> <li>▪ Production ou transmission adéquate de messages à caractère scientifique ou technologique</li> </ul>

## Annexes





## Annexe 1

Les stratégies d'exploration et d'analyse permettent de progresser plus efficacement vers une conclusion au cours d'une démarche d'investigation.

### Stratégies d'exploration

- Inventorier le plus grand nombre possible d'informations scientifiques, technologiques et contextuelles qui pourraient être utiles pour cerner un problème ou prévoir des tendances.
- Évoquer des problèmes déjà résolus et semblables à ceux présentés.
- Anticiper les résultats d'une démarche.
- Élaborer divers scénarios possibles.
- Explorer diverses pistes de solution.
- Envisager divers points de vue liés aux problèmes scientifiques ou technologiques.

### Stratégies d'analyse

- Déterminer les contraintes et les éléments importants pour la résolution d'un problème.
- Diviser un problème complexe en sous-problèmes plus simples.
- Faire appel à divers modes de raisonnement (inférer, induire, déduire, comparer, classier, sérier) pour traiter les informations.
- Reasonner par analogie pour traiter des informations et adapter des connaissances scientifiques et technologiques.
- Établir des généralisations à partir de cas particuliers, structurellement semblables.
- Sélectionner des critères pertinents qui permettent de se situer au regard d'une problématique scientifique ou technologique.



## Annexe 2

Le tableau qui suit illustre la similarité des tâches accomplies à chacune des étapes de la démarche d'investigation selon que le sujet de la recherche ou de l'expertise est d'ordre scientifique ou technologique.

Démarches d'investigation		
	Science	Technologie
Étapes	Exemples	
Définir le problème ou le besoin	Circonscrire les informations appropriées au problème. Rechercher les notions en cause. Recourir à des connaissances théoriques personnelles, à des savoirs théoriques tirés de documents, à des expériences antérieures, à des situations vécues ou à la logique.	
Formuler une hypothèse	Élaborer des questions à partir de différents faits. Créer des analogies ou essayer de prédire des résultats. Établir des relations causales. Proposer un modèle.	Faire émerger des solutions de conception ou de fonctionnement. Tracer des croquis.
Vérifier l'hypothèse	Préparer et faire des observations. Réaliser une expérimentation. Mettre au point un modèle ou faire une recherche documentaire pour confirmer ou infirmer l'hypothèse de départ.	Tracer des schémas de principe ou de construction. Préparer le procédé de fabrication et d'évaluation du prototype. Effectuer une analyse technologique.
Tirer des conclusions	Exprimer sa compréhension des faits. Produire une explication, un nouveau modèle ou une nouvelle théorie.	Rendre compte de la qualité des solutions de conception, de fonctionnement et de fabrication adoptées.
Communiquer	Produire une réponse, une solution, une explication, un modèle ou une opinion.	Produire une solution, une explication, un dossier technique ou une opinion.





## Annexe 3

### Méthodes scientifiques pour vérifier une hypothèse

La modélisation	
<p>La modélisation consiste à construire une représentation concrète d'une situation abstraite, difficilement accessible ou carrément invisible. Elle doit faciliter la compréhension de la réalité, expliquer certaines propriétés de ce qu'elle vise à représenter et permettre de prédire de nouveaux phénomènes. Le modèle élaboré peut prendre diverses formes : texte, dessin, formule, équation (mathématique ou chimique), programme informatique ou maquette.</p>	
Étapes	Exemples
1. Élaborer le modèle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déterminer les composants et les relations.</li> <li>- Choisir le mode de représentation.</li> </ul>
2. Construire le modèle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire une maquette ou un schéma.</li> <li>- Établir une formule.</li> </ul>
3. Valider le modèle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repérer les contradictions et les incohérences possibles.</li> <li>- Vérifier la validité du modèle.</li> <li>- Apporter des modifications ou revenir aux étapes précédentes, si nécessaire.</li> </ul>

L'observation	
<p>L'observation, sous l'angle de la science, permet d'interpréter des faits selon des critères déterminés et à partir d'éléments qui font consensus dans un cadre disciplinaire donné. À la lumière des informations recueillies, l'observateur arrive à une nouvelle compréhension des faits, qui reste toutefois tributaire du contexte dans lequel s'effectue l'observation. En raison de sa méthode d'interprétation et d'organisation des informations, l'observateur fait une relecture du monde en tenant compte de ses connaissances antérieures et des schémas conceptuels qu'il applique aux faits observés.</p>	
Étapes	Exemples
1. Planifier l'observation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déterminer des critères d'observation.</li> <li>- Préparer une grille d'observation.</li> </ul>
2. Recueillir les informations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recueillir les informations en se référant aux critères d'observation.</li> </ul>
3. Interpréter les informations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organiser les informations dans le but d'expliquer le phénomène ou la situation.</li> <li>- Établir des relations avec les données recueillies.</li> </ul>

L'expérimentation	
L'expérimentation implique l'élaboration d'un protocole qui inclut la définition d'un certain nombre de variables. Le but du protocole est de faire émerger des éléments observables ou quantifiables, de les mettre en relation et de les confronter avec les hypothèses. Les interactions entre les diverses étapes de la méthode expérimentale permettent de soulever de nouvelles questions, de formuler d'autres hypothèses, d'apporter des ajustements à sa mise en œuvre et de prendre en compte les limites de l'expérimentation.	
Étapes	Exemples
1. Planifier une expérience	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déterminer les variables possibles.</li> <li>- Déterminer la variable à mesurer.</li> <li>- Articuler les étapes de l'expérimentation.</li> </ul>
2. Réaliser l'expérience	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparer un montage expérimental.</li> <li>- Effectuer un ensemble de manipulations.</li> <li>- Recueillir des observations ou des mesures.</li> </ul>
3. Interpréter les résultats	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traiter les données recueillies.</li> <li>- Établir des relations.</li> <li>- Discuter des erreurs possibles.</li> </ul>

La recherche documentaire	
La recherche documentaire implique un processus méthodique de collecte et d'interprétation de l'information. Elle exige la définition du but du travail ainsi que la connaissance du type de documents recherchés, de leur localisation et de la méthode retenue pour leur sélection. Elle vise la construction d'une argumentation solide basée sur des faits provenant de sources fiables.	
Étapes	Exemples
1. Planifier la recherche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Choisir les sources à consulter.</li> <li>- Décider du type de documents à rechercher, des mots clés et des outils de repérage à utiliser.</li> <li>- Dresser une liste de mots assortis de termes apparentés qui caractérisent la recherche.</li> </ul>
2. Consulter la documentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trouver la documentation.</li> <li>- Juger de sa valeur et de sa pertinence compte tenu du but à atteindre.</li> <li>- Recueillir des informations précises.</li> <li>- Établir un plan provisoire de rédaction.</li> </ul>
3. Établir un plan définitif de rédaction	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Étoffer le plan provisoire à l'aide des informations.</li> <li>- Écrire l'énoncé du thème, l'hypothèse ainsi que les idées principales et secondaires du travail.</li> </ul>

## Méthodes technologiques pour vérifier une hypothèse

La conception d'un prototype	
La conception d'un prototype inclut la recherche de solutions au regard de son fonctionnement ainsi que le choix des matériaux à utiliser et du type de construction à privilégier. L'examen approfondi du prototype et sa mise à l'essai permettent d'évaluer la solution préconisée et de vérifier sa conformité avec le cahier des charges.	
Étapes	Exemples
1. Faire une étude de principe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire émerger les concepts et les idées.</li> <li>- Rechercher des solutions de conception.</li> <li>- Tracer des croquis et des schémas de principe et produire des dessins.</li> </ul>
2. Faire une étude de construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déterminer les formes et les dimensions.</li> <li>- Choisir les matériaux et les organes de liaison.</li> <li>- Tracer le schéma de construction.</li> <li>- Élaborer le procédé de fabrication du prototype.</li> </ul>
3. Fabriquer le prototype	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organiser les étapes de fabrication ou d'assemblage du prototype.</li> <li>- Assembler les pièces.</li> <li>- Vérifier le fonctionnement global du prototype.</li> </ul>

L'observation	
L'observation, sous l'angle de la technologie, permet d'analyser des objets techniques ou des systèmes technologiques. L'analyse technologique suppose la définition de la fonction globale de l'objet, la détermination de ses différents composants et de leurs fonctions ainsi que la prise en compte de ses caractéristiques techniques et des principes scientifiques applicables pour expliquer les solutions adoptées pour sa conception ou sa fabrication.	
Étapes	Exemples
1. Planifier l'observation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparer du matériel pour la prise de notes et pour les dessins.</li> <li>- Prévoir les outils nécessaires au montage et au démontage.</li> </ul>
2. Recueillir l'information	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déterminer la fonction globale de l'objet.</li> <li>- Faire ressortir des principes de fonctionnement.</li> <li>- Tracer un schéma de principe.</li> <li>- Tracer un schéma de construction.</li> </ul>
3. Interpréter les observations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commenter les solutions adoptées pour la conception et la fabrication.</li> <li>- Proposer des améliorations de l'application.</li> </ul>



## Annexe 4

<b>Compétence 1</b> <b>Chercher des réponses</b> <b>ou des solutions à des problèmes</b> <b>d'ordre scientifique</b> <b>ou technologique</b>	<b>Compétence 2</b> <b>Mettre à profit ses connaissances</b> <b>scientifiques et technologiques</b>	<b>Compétence 3</b> <b>Communiquer à l'aide</b> <b>des langages utilisés en science</b> <b>et en technologie</b>
<p><b>Cerner un problème</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Repérer les éléments qui semblent pertinents.</li> <li>Déterminer les relations qui unissent les différents éléments.</li> <li>Reformuler le problème en faisant appel à des concepts scientifiques et technologiques.</li> <li>Proposer des hypothèses vraisemblables ou des solutions possibles.</li> </ul> <p><b>Élaborer un plan d'action</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sélectionner une hypothèse ou une solution.</li> <li>Déterminer les ressources nécessaires.</li> <li>Planifier les étapes de la mise en œuvre du plan d'action.</li> </ul> <p><b>Concrétiser le plan d'action</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Effectuer les manipulations ou les opérations planifiées.</li> <li>Procéder à des essais, s'il y a lieu.</li> <li>Recueillir les données ou noter des observations pouvant être utiles.</li> <li>Apporter, si nécessaire, des corrections à l'élaboration ou à la mise en œuvre du plan d'action.</li> </ul> <p><b>Analyser les résultats</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Traiter les données recueillies ou les observations notées.</li> <li>Rechercher les tendances ou les relations significatives.</li> <li>Établir des liens entre les résultats et les concepts scientifiques et technologiques.</li> <li>Juger de la pertinence de la réponse ou de la solution apportée.</li> <li>Énoncer de nouvelles hypothèses ou solutions, s'il y a lieu.</li> <li>Proposer des améliorations à sa solution, s'il y a lieu.</li> </ul>	<p><b>Situer une problématique ou une application dans son contexte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Définir les aspects contextuels de la problématique ou de l'application (aspect social, environnemental, historique, etc.).</li> <li>Établir des liens entre divers aspects contextuels.</li> <li>Dégager des enjeux liés à la problématique ou à l'application, s'il y a lieu.</li> </ul> <p><b>Analyser un phénomène lié à la problématique ou une application sous l'angle de la science</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reconnaître des principes scientifiques associés au phénomène ou à l'application.</li> <li>Décrire des principes scientifiques associés au phénomène ou à l'application de manière qualitative ou quantitative.</li> <li>Mettre en relation des principes scientifiques associés au phénomène ou à l'application en s'appuyant sur des concepts, des lois, des théories ou des modèles.</li> </ul> <p><b>Analyser une application sous l'angle de la technologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer la fonction globale de l'application.</li> <li>Repérer les divers composants de l'application et en déterminer les fonctions respectives.</li> <li>Décrire des principes de fonctionnement et de construction de l'application et de ses composants.</li> <li>Mettre en relation des principes de fonctionnement et de construction de l'application et de ses composants en s'appuyant sur des concepts, des lois, des théories ou des modèles.</li> <li>Représenter schématiquement des principes de fonctionnement et de construction de l'application et de ses composants.</li> <li>Expliquer les solutions retenues à l'étape de la conception ou de la fabrication de l'application et de ses composants.</li> </ul>	<p><b>Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Situer le message dans son contexte.</li> <li>S'assurer de la fiabilité des sources.</li> <li>Repérer les éléments appropriés à l'interprétation du message.</li> <li>Saisir le sens précis des mots ou des énoncés.</li> <li>Établir des liens entre des concepts et leurs représentations graphiques ou symboliques.</li> </ul> <p><b>Produire des messages à caractère scientifique et technologique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Structurer son message.</li> <li>Utiliser un vocabulaire scientifique et technologique.</li> <li>Recourir aux langages symbolique et graphique associés à la science et à la technologie.</li> <li>Respecter les normes et les conventions établies pour les différents langages.</li> <li>Démontrer de la rigueur et de la cohérence.</li> <li>Respecter les droits de propriété intellectuelle.</li> </ul>

<b>Compétence 1</b> <b>Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique</b>	<b>Compétence 2</b> <b>Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques</b>	<b>Compétence 3</b> <b>Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie</b>
	<p><b>Construire son opinion sur la problématique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recourir à différentes ressources et considérer divers points de vue.</li> <li>• Déterminer les éléments qui peuvent aider à se construire une opinion.</li> <li>• Justifier son opinion en s'appuyant sur les éléments considérés.</li> <li>• Nuancer son opinion en prenant celle des autres en considération.</li> </ul> <p><b>Construire son opinion sur la qualité de l'application</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réunir l'information sur les solutions adoptées pour la conception ou la fabrication de l'application.</li> <li>• Déterminer les éléments qui peuvent aider à se construire une opinion.</li> <li>• Justifier son opinion en s'appuyant sur les éléments considérés.</li> <li>• Nuancer son opinion en prenant celle des autres en considération.</li> <li>• Proposer des améliorations, s'il y a lieu.</li> </ul>	

## Glossaire

<b>A</b>	Analyse technologique	Démarche d'observation technologique d'une application en vue de déterminer les caractéristiques de son fonctionnement et de sa construction.
	Application technologique	Réalisation pratique – un objet, un système, un produit ou encore un procédé – qui se caractérise par son fonctionnement, par les matériaux qui la constituent, par les principes scientifiques et technologiques qui y sont associés et par la façon dont elle est construite et fabriquée.
	Approche scientifique	Méthode par laquelle on aborde une application à partir de concepts scientifiques.
	Approche technologique	Méthode par laquelle on aborde des concepts scientifiques à partir d'une application.
	Atelier	Lieu où l'on effectue des opérations à l'aide d'outils durant l'observation ou la fabrication d'un objet technique.
<b>B</b>	Biotechnologie	Ensemble des méthodes qui ont trait à la fois à la science du vivant et à la technologie.
<b>C</b>	Cahier des charges	Description de la fonction globale et des contraintes à respecter pour la conception d'une application.
	Champ technologique	Regroupement d'applications technologiques selon leur provenance (médicale, agricole et agroalimentaire, énergie, information et communication, transport, production manufacturière ou construction).
	Concept	Savoir essentiel au développement des compétences en science et technologie.
	Conception	Démarche de résolution de problèmes technologiques en vue de combler un besoin.
<b>F</b>	Fonction globale	Service rendu par une application technologique.
<b>G</b>	Gamme de fabrication	Ensemble des étapes à suivre (ressources matérielles et opérations) pour usiner les pièces qui composent un objet technique.

<b>L</b>	Laboratoire	Lieu où l'on effectue des manipulations à l'aide d'instruments durant une expérimentation.
<b>M</b>	Machine-outil	Machine capable de maintenir un outil et de lui imprimer un mouvement pour tailler, découper, percer ou déformer un matériau (scie à ruban, perceuse à colonne et ponceuse à ruban).  Comporte généralement : un bâti rigide, une table coulissante, un réceptacle pour fixer l'outil, un moteur et des éléments de manœuvre.
	Manipulation	Utilisation d'un instrument selon une technique particulière dans le déroulement d'un protocole de laboratoire.
<b>O</b>	Opération	Utilisation d'un outil ou d'une machine-outil selon une technique particulière dans le déroulement d'une gamme de fabrication.
	Outil	Petit objet technique que l'on utilise directement ou à l'aide d'une machine, en atelier, pour effectuer les techniques relatives à la technologie (ex. : équerre, compas, tournevis, marteau, fer à souder, perceuse portative ou foret).
<b>P</b>	Phénomène scientifique	Fait observable qui nécessite une analyse, à l'aide de concepts scientifiques, pour être compris.
	Plan d'action	Étape comprenant des manipulations ou des opérations à mettre en œuvre, à l'aide de ressources, dans le but de vérifier une hypothèse ou de trouver une solution possible.
	Principe de construction	Fondement technologique permettant de décrire les caractéristiques de construction d'une application.
	Principe de fonctionnement	Fondement technologique permettant de décrire les fonctions d'une application et de ses composants.
	Principe scientifique	Fondement scientifique permettant de décrire un phénomène.
	Problématique	Ensemble de questions que la science se pose par rapport à une situation.



<b>P</b>	Problème	<p>Difficulté à résoudre qui exige de faire preuve de créativité pour obtenir une réponse ou une solution.</p> <p>Dans un problème peu circonscrit, les sous-tâches ne sont pas toutes indiquées à l'adulte.</p> <p>Dans un problème bien circonscrit, la plupart des sous-tâches sont indiquées à l'adulte.</p>
	Protocole expérimental	Ressources matérielles et manipulations planifiées sous forme d'étapes dans le but de vérifier une hypothèse.
	Prototype	Objet ou appareil construit pouvant constituer le premier exemplaire d'une éventuelle production en série. Il peut s'agir d'un prototype de conception, de fabrication, de production, d'expérimentation ou d'essai.
<b>R</b>	Réponse	Explication pour rendre compte des résultats obtenus durant la résolution d'un problème scientifique.
<b>S</b>	Scientifique	Relatif à la biologie, à la chimie, à la physique, à la géologie et à l'astronomie.
	Solution	Application technologique pour répondre au besoin à satisfaire.
<b>T</b>	Technique	Savoir-faire particulier et précis en fonction d'une tâche à accomplir.
	Technologique	Relatif à l'ingénierie, aux matériaux et aux dessins techniques.



## Références bibliographiques

QUÉBEC. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT. *Programme de formation de l'école québécoise, Enseignement secondaire, 1<sup>er</sup> cycle*, Québec, 2004, 575 p.

QUÉBEC. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT. *Programme d'études Science et technologie, Enseignement secondaire, 2<sup>e</sup> cycle*, Québec, 2007, 75 p.

QUÉBEC. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT. *Programme d'études Applications scientifiques et technologiques, Enseignement secondaire, 2<sup>e</sup> cycle*, Québec, 2007, 71 p.

QUÉBEC. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT. *Programme d'études Science et technologie de l'environnement, Enseignement secondaire, 2<sup>e</sup> cycle*, Québec, 2007, 78 p.

QUÉBEC. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT. *Programme d'études Science et environnement, Enseignement secondaire, 2<sup>e</sup> cycle*, Québec, 2007, 53 p.

QUÉBEC. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT. *Progression des apprentissages au secondaire, Science et technologie 1<sup>er</sup> cycle, Science et technologie 2<sup>e</sup> cycle, Science et technologie de l'environnement*, [En ligne], 2011, mise à jour le 24 novembre 2011.

[[http://www1.mels.gouv.qc.ca/progressionSecondaire/domaine\\_mathematique/science/index.aspx](http://www1.mels.gouv.qc.ca/progressionSecondaire/domaine_mathematique/science/index.aspx)]

QUÉBEC. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT. *Progression des apprentissages au secondaire, Science et technologie 1<sup>er</sup> cycle, Applications technologiques et scientifiques, Science et environnement*, [En ligne], 2011, mise à jour le 24 novembre 2011.

[[http://www1.mels.gouv.qc.ca/progressionSecondaire/domaine\\_mathematique/scienceApp/index.asp](http://www1.mels.gouv.qc.ca/progressionSecondaire/domaine_mathematique/scienceApp/index.asp)]





