

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.

<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 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.

<b>Compétences transversales</b>			
<b>Ordre intellectuel</b>	<b>Ordre de la communication</b>	<b>Ordre personnel et social</b>	<b>Ordre méthodologique</b>
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
<p>Empreinte écologique</p> <p>Écotoxicologie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- contaminant</li> <li>- bioaccumulation</li> <li>- bioconcentration</li> <li>- seuil de toxicité</li> </ul>	<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 Bassin versant  Eutrophisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nommer des contaminants de l'eau.</li> <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> <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 Circulation atmosphérique : vents dominants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nommer des contaminants de l'air.</li> <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>

<b>❖ Univers matériel (Suite)</b>	
<b>Concept général : Organisation de la matière (Suite)</b>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Notion de mole Nombre d'Avogadro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir la notion de mole.</li> <li>• Exprimer en mole une quantité de matière.</li> <li>• Exprimer une quantité de particules à l'aide du nombre d'Avogadro.</li> </ul>
<p><b>Concept général : Propriétés physiques des solutions</b></p> <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 Force des électrolytes Concentration en mol/L	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir le concept de solubilité.</li> <li>• Associer de façon qualitative la force d'un électrolyte à son degré de dissociation.</li> <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>
<p><b>Concept général : Transformations chimiques</b></p> <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 Oxydation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Représenter une réaction de précipitation à l'aide du modèle particulaire.</li> <li>• Associer une réaction d'oxydation à une équation chimique dont le dioxygène est l'un des réactifs.</li> </ul>

<b>❖ Univers matériel (Suite)</b>	
<b>Concept général : Transformations chimiques (Suite)</b>	
<b>Concepts prescrits</b>	<b>CONNAISSANCES À CONSTRUIRE</b>
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>
<b>Concept général : Transformations nucléaires</b>	
<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>	
<b>Concepts prescrits</b>	<b>CONNAISSANCES À CONSTRUIRE</b>
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
<p><b>Manipulation</b></p> <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 bécher).</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>
<p><b>Mesure</b></p> <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 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 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'approprié 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>