

CHIMIE

SCH4U

12^e année

Écoles secondaires catholiques de langue française de l'Ontario

Direction du projet :	Claire Trépanier
Coordination :	Carole Morrissette
Recherche documentaire :	Céline Pilon
Équipe de rédaction :	François Belzile, premier rédacteur Josée Charron Richard Poirier
Consultation :	Denise Durocher Edith Lamontagne Lauria Raymond Jacques Taillefer
Première relecture :	Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques

Le ministère de l'Éducation de l'Ontario a fourni une aide financière pour la réalisation de ce projet mené à terme par le CFORP au nom des douze conseils scolaires de langue française de l'Ontario. Les esquisses destinées aux écoles catholiques ont été réalisées en collaboration avec l'Office provincial de l'éducation de la foi catholique de l'Ontario (OPÉCO). Cette publication n'engage que l'opinion de ses auteures et auteurs.

Permission accordée au personnel enseignant des écoles de l'Ontario de reproduire ce document.

PRÉAMBULE

L'enseignement des sciences à l'école catholique

Si on étudie l'histoire de l'Occident, on remarque un perpétuel conflit entre la science et la foi ainsi qu'entre les scientifiques et les ecclésiastiques, dont le procès de Galilée en 1633 demeure le prototype. Pourtant, la science et la foi sont à la recherche de la vérité. Comme la vérité est unique, science et foi ne devraient pas se trouver en contradiction, tant et aussi longtemps que l'on situe bien l'apport de l'une et de l'autre dans cette recherche.

L'étude des sciences à l'école catholique permet aux élèves de s'ouvrir aux merveilles de l'univers, oeuvre de Dieu. En étudiant la méthode scientifique, elles et ils apprennent à développer ce don de l'intelligence et du raisonnement qui vient de Dieu. Au moyen de la technologie, les élèves peuvent s'engager personnellement dans le développement du monde, développement voulu de Dieu. Pour toutes ces raisons, l'enseignement des sciences occupe une place importante dans le projet éducatif de l'école catholique.

Les merveilles de l'univers

L'élève catholique a un grand respect et un grand amour de l'univers dans lequel elle et il se trouve et du monde naturel dans lequel elle ou il habite puisque la foi catholique enseigne que Dieu a voulu l'univers et qu'Il le voit comme essentiellement bon. L'étude des sciences permet à l'élève d'approfondir ce respect et cet amour en découvrant à la fois la complexité et l'organicité des lois naturelles qui régissent l'univers. De la grandeur incommensurable du cosmos à la petitesse inimaginable des structures subatomiques, de la complexité des molécules organiques à la diversité fulgurante des formes de vie terrestre, l'élève est initié à l'ensemble de la recherche scientifique tout en découvrant les merveilles de l'univers. La science n'est plus seulement l'étude objective de phénomènes indifférents, elle est aussi source d'émerveillement, de louange et d'action de grâces. L'élève y découvre la dimension sacrée de tout ce qui existe, de toute vie.

L'histoire des sciences en Occident est souvent liée à des personnalités profondément croyantes qui ont interprété leur recherche scientifique comme une expression de leur foi. Des figures, comme le frère Gregor (Johann Mendel), fondateur de la génétique en Europe, ou le frère Marie-Victorin au Canada, aident à saisir l'harmonie profonde entre la science et la foi. Pierre Teilhard de Chardin, et plus récemment Hubert Reeves, sont témoins de cette recherche du sens profond inscrit dans la cosmologie et l'évolution de la vie sur Terre. En particulier, l'élève découvre la perspective écologique comme étant en profonde harmonie avec la vision chrétienne de l'univers.

La discipline intellectuelle

La foi chrétienne présente l'intelligence comme un don de Dieu. Le développement de l'intelligence par l'apprentissage de la méthode scientifique et son application s'avère une réponse juste à ce don de Dieu. Cette discipline intellectuelle permet à l'élève catholique de

développer des habitudes de pensée qui lui serviront dans tous les domaines du savoir, incluant celui des réflexions philosophique et théologique. Dans la perspective holistique du projet éducatif de l'école catholique, l'enseignement des sciences contribue au développement de la personne tout entière et aura un impact positif sur sa croissance en tant qu'enfant de Dieu et citoyen et citoyenne de la Terre.

La technologie au service du développement

Si la science pure a sa raison d'être, il faut reconnaître que l'essor de la recherche scientifique contribue au développement fulgurant des technologies, surtout au cours des derniers siècles. L'étude des sciences s'ouvre sur une réflexion concernant le développement technologique, que ce soit dans le domaine mécanique, génétique, nucléaire ou botanique (pour ne nommer que ceux-là). Voici alors que la connaissance scientifique doit se plier devant la réflexion éthique, car tout ce qui est possible n'est pas nécessairement bon.

Éviter de faire de la connaissance scientifique une idole, situer le progrès scientifique comme un service à l'humanité et évaluer les développements technologiques en fonction de leur poids éthique ou moral : voilà les objectifs visés par l'enseignement des sciences à l'école catholique. Nombreuses sont les occasions d'engager un échange informé et éclairant portant sur ces questions. Il est bon d'apporter aux sciences la lumière de la tradition catholique, par exemple lorsqu'on discute de la manipulation génétique, de la pollution qu'entraîne l'utilisation de divers processus chimiques, du développement des armes nucléaires, de l'effet dépersonnalisant de certaines technologies médicales, etc.

La foi et la raison

Tant le fidéisme (rejet de tout raisonnement au profit d'une confiance aveugle dans les révélations de la foi) que le scientisme (rejet de toute réflexion religieuse au profit d'une confiance aveugle dans le progrès des sciences) sont à éviter à l'école catholique. L'élève y découvre plutôt la distinction entre ces deux approches de la réalité et leur complémentarité :

la science cherche le comment des choses, la foi s'arrête à leur pourquoi.

En effet, si la science peut saisir les mécanismes qui dictent notre univers, elle ne peut expliquer le sens qui le pénètre. La foi chrétienne, tout en développant un regard neuf sur le monde, reconnaît la juste autonomie des réalités terrestres¹.

La reconnaissance et le respect de cette distinction et de cette complémentarité caractérisent l'enseignement des sciences à l'école catholique.

¹cf. Vatican II, *Gaudium et Spes*, n° 36.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	7
Cadre d'élaboration des esquisses de cours	9
Aperçu global du cours	11
Aperçu global de l'unité 1 : Chimie organique	19
Activité 1.1 : Classification des composés organiques	22
Activité 1.2 : Alcools, acides et esters	27
Activité 1.3 : Aldéhydes, cétones, éthers, amines et amides	33
Activité 1.4 : Polymérisation	38
Activité 1.5 : Diversité et applications des composés organiques	42
Activité 1.6 : Tâche d'évaluation sommative - Composés organiques	46
Aperçu global de l'unité 2 : Cinétique chimique et thermochimie	53
Activité 2.1 : Variations d'énergie	56
Activité 2.2 : Enthalpie des réactions chimiques	61
Activité 2.3 : Loi de Hess	65
Activité 2.4 : Vitesse des réactions chimiques	69
Activité 2.5 : Facteurs qui influent sur la vitesse de réaction	74
Aperçu global de l'unité 3 : Systèmes chimiques et équilibre	81
Activité 3.1 : Caractéristiques d'un système en équilibre	83
Activité 3.2 : Loi d'action de masse	89
Activité 3.3 : Principe de Le Châtelier	93
Activité 3.4 : Solubilité : un cas d'équilibre	98
Activité 3.5 : Solutions acides et basiques	

.....	101
Aperçu global de l'unité 4 : Électrochimie	109
Activité 4.1 : Réactions d'oxydoréduction	111
Activité 4.2 : Équations d'oxydoréduction	115
Activité 4.3 : Piles électrochimiques	118
Activité 4.4 : Loi de Faraday	122
Activité 4.5 : Applications des réactions d'oxydoréduction	126
Aperçu global de l'unité 5 : Structures et propriétés	133
Activité 5.1 : Modèle atomique	136
Activité 5.2 : Théorie de la mécanique quantique	140
Activité 5.3 : Orbitales atomiques	144
Activité 5.4 : Nature des liaisons	148
Activité 5.5 : Théorie de la liaison de valence	156
Tableau des attentes et des contenus d'apprentissage	163

INTRODUCTION

Le ministère de l'Éducation (MÉO) dévoilait au début de 1999 les nouveaux programmes-cadres de 9^e et de 10^e année et en juin 2000 ceux de 11^e et de 12^e année. En vue de faciliter la mise en oeuvre de ce tout nouveau curriculum du secondaire, des équipes d'enseignantes et d'enseignants, provenant de toutes les régions de l'Ontario, ont été chargées de rédiger, de valider et d'évaluer des esquisses directement liées aux programmes-cadres du secondaire pour chacun des cours qui serviraient de guide et d'outils de travail à leurs homologues. Les esquisses de cours, dont l'utilisation est facultative, sont avant tout des suggestions d'activités pédagogiques, et les enseignantes et enseignants sont fortement invités à les modifier, à les personnaliser ou à les adapter au gré de leurs propres besoins.

Les esquisses de cours répondent aux attentes des systèmes scolaires public et catholique. Certaines esquisses de cours se présentent en une seule version commune aux deux systèmes scolaires (p. ex., *Mathématiques* et *Affaires et commerce*), tandis que d'autres existent en version différenciée. Dans certains cas, on a ajouté un préambule à l'esquisse de cours explicitant la vision catholique de l'enseignement du cours en question (p. ex., *Éducation technologique*) alors que, dans d'autres cas, on a en plus élaboré des activités propres aux écoles catholiques (p. ex., *Éducation artistique*). L'Office provincial de l'éducation catholique de l'Ontario (OPÉCO) a participé à l'élaboration des esquisses destinées aux écoles catholiques.

Chacune des esquisses de cours reprend en tableau les attentes et les contenus d'apprentissage du programme-cadre avec un système de codes qui lui est propre. Ce tableau est suivi d'un Cadre d'élaboration des esquisses de cours qui présente la structure des esquisses. Toutes les esquisses de cours ont un Aperçu global du cours qui présente les grandes lignes du cours et qui comprend, à plus ou moins cinq reprises, un Aperçu global de l'unité. Ces unités englobent diverses activités qui mettent l'accent sur des sujets variés et des tâches suggérées aux enseignantes ou enseignants ainsi qu'aux élèves dans le but de faciliter l'apprentissage et l'évaluation.

Toutes les esquisses de cours comprennent une liste partielle de ressources disponibles (p. ex., personnes-ressources, médias électroniques) qui a été incluse à titre de suggestion et que les enseignantes et enseignants sont invités à enrichir et à mettre à jour.

Étant donné l'évolution des projets du ministère de l'Éducation concernant l'évaluation du rendement des élèves et compte tenu que le dossier d'évaluation fait l'objet d'un processus continu de mise à jour, chaque esquisse de cours suggère quelques grilles d'évaluation du rendement ainsi qu'une tâche d'évaluation complexe et authentique à laquelle s'ajoute une grille de rendement.

CADRE D'ÉLABORATION DES ESQUISSES DE COURS

APERÇU GLOBAL DU COURS	APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ	ACTIVITÉ
Espace réservé à l'école (à remplir)	Description et durée	Description et durée
Description/fondement	Domaines, attentes et contenus d'apprentissage	Domaines, attentes et contenus d'apprentissage
Titres, descriptions et durée des unités	Titres et durée des activités	Notes de planification
Stratégies d'enseignement et d'apprentissage	Liens	Déroulement de l'activité
Évaluation du rendement de l'élève	Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves	Annexes
Ressources	Évaluation du rendement de l'élève	
Application des politiques énoncées dans ÉSO - 1999	Sécurité	
Évaluation du cours	Ressources	
	Annexes	

APERÇU GLOBAL DU COURS (SCH4U)

Espace réservé à l'école (*à remplir*)

École :

Conseil scolaire de district :

Section :

Chef de section :

Personne(s) élaborant le cours :

Date :

Titre du cours : Chimie

Année d'études : 12^e

Type de cours : Préuniversitaire

Code de cours de l'école :

Programme-cadre : Sciences

Date de publication : 2000

Code de cours du Ministère : SCH4U

Valeur en crédit : 1

Cours préalable : Chimie, 11^e année, cours préuniversitaire

Description/fondement

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

Titres, descriptions et durée des unités

Unité 1 : Chimie organique

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur la chimie organique, la nomenclature, la structure et les propriétés des groupements fonctionnels ainsi que sur divers types de réactions de ces groupements. L'élève représente des produits chimiques à l'aide de modèles moléculaires et exécute des expériences en laboratoire. De plus, elle ou il effectue une recherche sur le rôle des composés organiques dans la vie quotidienne et leur impact sur l'environnement.

Unité 2 : Cinétique chimique et thermochimie

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur les transformations énergétiques et la cinétique des processus chimiques. L'élève détermine des variations d'enthalpie, examine la loi de Hess et étudie les facteurs influant sur la vitesse des réactions chimiques. De plus, elle ou il explique l'importance des

facteurs énergétiques dans diverses technologies pour mieux comprendre leur impact sur la société.

Unité 3 : Systèmes chimiques et équilibre

Durée : 24 heures

Cette unité porte sur l'équilibre chimique, le principe de Le Châtelier et le processus de formation des solutions. L'élève effectue des expériences en laboratoire et utilise la technologie pour mieux comprendre les équilibres étudiés. De plus, elle ou il résout des problèmes quantitatifs et étudie le comportement de systèmes chimiques en biologie ainsi que dans une variété de technologies.

Unité 4 : Électrochimie

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur la compréhension des concepts fondamentaux de l'oxydoréduction. L'élève illustre le fonctionnement de diverses piles galvaniques et électrolytiques, et résout des problèmes connexes concernant ces piles. De plus, elle ou il effectue des expériences en laboratoire et se familiarise avec l'emploi de piles pour évaluer l'incidence des technologies électrochimiques sur la société.

Unité 5 : Structures et propriétés

Durée : 20 heures

Cette unité porte sur l'étude des structures atomiques et moléculaires, et des propriétés qu'elles confèrent aux substances. L'élève étudie le modèle de l'atome et la théorie de la mécanique quantique, caractérise les orbitales et prédit la forme des molécules. De plus, elle ou il recherche la contribution moderne de scientifiques pour mieux comprendre l'impact des technologies sur la connaissance de l'atome et des molécules.

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Dans ce cours, l'enseignant ou l'enseignante privilégie diverses stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Parmi les plus adaptées à ce cours, il convient de noter les suivantes :

- | | |
|--|---------------------------------------|
| - prise de notes | - leçon magistrale |
| - expérience en laboratoire | - rédaction de rapport d'expérience |
| - devoirs | - discussion |
| - démonstration | - conception d'expérience |
| - exercice en équipe | - enseignement par les pairs |
| - analyse de graphique et de texte | - présentation orale et dissertation |
| - construction de modèle | - recherche |
| - autoévaluation | - enseignement assisté par ordinateur |
| - vidéo | - invité |
| - construction de tableau d'observation | - construction de graphique |
| - visite de musée ou d'entreprise liée à la technologie chimique | |

Évaluation du rendement de l'élève

«Un système d'évaluation et de communication du rendement bien conçu s'appuie sur des attentes et des critères d'évaluation clairement définis.» (*Planification des programmes et évaluation - Le curriculum de l'Ontario de la 9^e à la 12^e année*, 2000, p. 16-19) L'évaluation sera basée sur les attentes du curriculum en se servant de la grille d'évaluation du programme-cadre.

Le personnel enseignant doit utiliser des stratégies d'évaluation qui :

- portent sur la matière enseignée et sur la qualité de l'apprentissage des élèves;
- tiennent compte de la grille d'évaluation du programme-cadre correspondant au cours, laquelle met en relation quatre grandes compétences et les descriptions des niveaux de rendement;
- sont diversifiées et échelonnées tout le long des étapes de l'évaluation pour donner aux élèves des possibilités suffisantes de montrer l'étendue de leur acquis;
- conviennent aux activités d'apprentissage, aux attentes et aux contenus d'apprentissage, de même qu'aux besoins et aux expériences des élèves;
- sont justes pour tous les élèves;
- tiennent compte des besoins des élèves en difficulté, conformément aux stratégies décrites dans leur plan d'enseignement individualisé;
- tiennent compte des besoins des élèves qui apprennent la langue d'enseignement;
- favorisent la capacité de l'élève à s'autoévaluer et à se fixer des objectifs précis;
- reposent sur des échantillons des travaux de l'élève qui illustrent bien son niveau de rendement;
- servent à communiquer à l'élève la direction à prendre pour améliorer son rendement;
- sont communiquées clairement aux élèves et aux parents au début du cours et à tout autre moment approprié pendant le cours.

La grille d'évaluation du rendement sert de point de départ et de cadre aux pratiques permettant d'évaluer le rendement des élèves. Cette grille porte sur quatre compétences, à savoir : connaissance et compréhension; réflexion et recherche; communication; et mise en application. Elle décrit les niveaux de rendement pour chacune des quatre compétences. La description des niveaux de rendement sert de guide pour recueillir des données et permet au personnel enseignant de juger de façon uniforme de la qualité du travail réalisé et de fournir aux élèves et à leurs parents une rétroaction claire et précise.

Le niveau 3 (70 %-79 %) constitue la norme provinciale. Les élèves qui n'atteignent pas le niveau 1 (moins de 50 %) à la fin du cours n'obtiennent pas le crédit de ce cours. Une note finale est inscrite à la fin de chaque cours et le crédit correspondant est accordé si l'élève a obtenu une note de 50 % ou plus. Pour chaque cours de la 9^e à la 12^e année, la note finale sera déterminée comme suit :

- Soixante-dix pour cent de la note est le pourcentage venant des évaluations effectuées tout le long du cours. Cette proportion de la note devrait traduire le niveau de rendement le plus fréquent pendant la durée du cours, bien qu'il faille accorder une attention particulière aux plus récents résultats de rendement.
- Trente pour cent de la note est le pourcentage venant de l'évaluation finale qui prendra la forme d'un examen, d'une activité, d'une dissertation ou de tout autre mode d'évaluation approprié et administré à la fin du cours.

Dans tous leurs cours, les élèves doivent avoir des occasions multiples et diverses de montrer

à quel point elles ou ils ont satisfait aux attentes du cours, et ce, pour les quatre compétences. Pour évaluer de façon appropriée le rendement de l'élève, l'enseignant ou l'enseignante utilise une variété de stratégies se rapportant aux types d'évaluation suivants :

évaluation diagnostique

- courtes activités au début de l'unité pour vérifier les acquis préalables (p. ex., remue-ménages, jeu-questionnaire, discussion)

évaluation formative

- activités continues, individuelles ou de groupe (p. ex., problème écrit, expérience et rapport de laboratoire, présentation orale)
- objectivation : processus d'autoévaluation permettant à l'élève de se situer par rapport à l'atteinte des attentes ciblées par les activités d'apprentissage (p. ex., questionnaire, liste de vérification, étude de cas). L'énoncé qui renvoie à l'objectivation est désigné par le code **(O)**

évaluation sommative

- activités de façon continue, plus particulièrement en fin d'activité ou en fin d'unité, à l'aide de divers moyens (p. ex., épreuve, présentation orale, recherche, expérience et rapport de laboratoire)

Ressources

L'enseignant ou l'enseignante fait appel à plus ou moins quatre types de ressources à l'intérieur du cours. Ces ressources sont davantage détaillées dans chaque unité. Dans ce document, les ressources suivies d'un astérisque (*) sont en vente à la Librairie du Centre du CFORP. Celles suivies de trois astérisques (***) ne sont en vente dans aucune librairie. Allez voir dans votre bibliothèque scolaire.

Manuels pédagogiques

JODOUIN, Hervé, et Jules POIRIER, *Chimie, atomes et molécules*, Saint-Laurent, Éditions du

Trécaré, 1995, 434 p.*

TAILLEFER, Jacques, Hervé JODOUIN et Jules POIRIER, *Manuel de laboratoire pour Chimie, atomes et molécules*, Saint-Laurent, Éditions du Trécaré, 1995, 91 p.*

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

AVNER, Sydney H., *Introduction à la métallurgie physique*, Montréal, Éditions Saint-Martin, 1998, 812 p.*

BACHAND, Luc, *Chimie 534 Cahier d'apprentissage*, Montréal, Lidec, 1997, 337 p.*

CHANG, Raymond, et Luc PAPILLON, *Chimie fondamentale : Principes et problèmes*, Montréal/Toronto, Éditions de la Chenelière/McGraw-Hill, 1998, 691 p.*

CHARETTE, Réal, et Christiane POIRIER, *Labo sciences : Les transformations chimiques*, Ottawa, Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques, 1991, 48 p.*

DISPEZIO, Michael A., et al., *Heath Chemistry Laboratory Experiments*, Canada, D.C. Heath Canada, 1987, 348 p.

DONOVAN, Thomas, Marion POOLE et Douglas YACK, *La chimie en action*, Montréal, Guérin Éditeur, 1987, 425 p.*

- DUFOUR, Pierre, et Paul JUNIQUE, *Regards sur l'environnement physique*, Saint-Laurent, Éditions du Renouveau pédagogique, 1988, 405 p.
- ELLIS, Vicky D., et Luc PAPILLON, *Chimie fondamentale : Principes et problèmes. Guide d'enseignement*, Montréal, Éditions de la Chenelière/McGraw-Hill, 1998, 265 p.***
- GRAVEL, Jean-Paul, Samuel MADRAS, John STRATTON et Gordon HALL, *Éléments de chimie moderne : Troisième édition*, Toronto, McGraw-Hill Ryerson, 1978, 387 p.***
- GRENIER, Éva, et Claude RHÉAUME, *Contact : Chimie 534, Cahier d'apprentissage*, Laval, Les Éditions HRW, 1993, 296 p.*
- GRENIER, Éva, et Claude RHÉAUME, *Contact : Chimie 534, Guide d'enseignement*, Laval, Les Éditions HRW, 1993, 378 p.*
- JENKINS, Frank, Hans van KESSEL et Dick TOMPKINS, *La chimie au coeur de la matière : science, technologie et société*, Montréal, Éditions de la Chenelière, 1998, 433 p.*
- JOYCE, Storey, *Tissus et colorants*, Montréal, Éditions Saint-Martin, 1993, 208 p.*
- JUNIQUE, Paul, Guy LAPOINTE et Pierre VALIQUETTE, *Objectifs Chimie 534 : Le cahier d'activités*, Saint-Laurent, Éditions du Renouveau pédagogique, 1993, 465 p.*
- JUNIQUE, Paul, Guy LAPOINTE et Pierre VALIQUETTE, *Objectifs Chimie 534 : Le corrigé*, Saint-Laurent, Éditions du Renouveau pédagogique, 1993, 465 p.*
- LAHAIE, PAPILLON et VALIQUETTE, *Éléments de chimie expérimentale*, Montréal, Les éditions HRW, 1976, 534 p.***
- LEMAY, Bernadette, *La boîte à outils*, Esquisse de cours 9^e, Vanier, CFORP, 1999. *
- MUSTOE, Frank, John IVANCO et al., *Chimie 11*, Montréal, Éditions de la Chenelière/McGraw-Hill, 2001, 672 p.*
- O'CONNOR, Paul R., *Guide du maître du manuel de laboratoire La chimie : Expériences et principes*, Montréal, Centre éducatif et culturel, 1975, 283 p.***
- O'CONNOR, Paul R., *Manuel de laboratoire La chimie : Expériences et principes*, Montréal, Centre éducatif et culturel, 1975, 147 p.***
- PERCIVAL, Stan, et Ross WILSON, *La chimie une expérience humaine*, Montréal, Les Éditions de la Chenelière, 1990, 461 p.***
- REGER, Daniel L., Scoot R. GOODE et Edward E. MERCER, *Chimie générale*, Laval, Éditions Études Vivantes, 2000, 389 p.*
- TALESNICK, Irwin, *Idea Bank Collation*, Kingston, S17 Sciences Supplies & Services Co. Ltd., 1984, 500 p.
- TAILLEFER, Jacques, *Chimie en laboratoire*, Ottawa, CFORP, 1991, 154 p.*
- TÉTREAUULT, Ida, *Les merveilles de la chimie I*, Edmonton, J.M. Le Bel Enterprises, 1987, 120 p.
- VINROOT, Sally, et Jennie CROWDER, *Teindre aujourd'hui : Avec des colorants synthétiques*, Montréal, Éditions Saint-Martin, 1993, 148 p.*
- WHITTEN, GAILEY et DAVIS, *General Chemistry*, Montréal, Saunders, 1988, 884 p.
- ZUMDAHL, Steven S., *Chimie générale*, Montréal, Centre éducatif et culturel, 1988, 481 p.*

Médias électroniques

Logiciels

Sécurité : Science kit & Boréal Laboratories, *Material Safety Data Sheet : Database* WNSE, 2000.

Sites Internet

À la découverte de la matière et de l'énergie. (consulté le 25 juin 2001)
[http://Mendeleiev.CyberScol.qc.ca/Chimie 534/](http://Mendeleiev.CyberScol.qc.ca/Chimie%20534/)

Advanced Chemistry Development & Education *ChemSketch 4.5* (gratuit, programme de dessins moléculaires). (consulté le 2 juillet 2001)
www.acdlabs.com/educators/academic.html

Association des chimistes professionnels de l'Ontario. (consulté le 7 août 2001)
<http://www.acpo.on.ca/index-f.htm>

Chimie 534. (consulté le 2 juillet 2001)
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/9305/index.html>

Cours de chimie générale I (Université de Lausanne). (consulté le 2 juillet 2001)
<http://www.unil.ch/icma/cours-cg/chgen.html>

Culture scientifique. (consulté le 24 juin 2001)
<http://www.microtec.net/pcbcr/science.html>

Environnement Canada. (consulté le 9 février 2001)
<http://www.ec.gc.ca>

Erik's Chemistry. (consulté le 2 juillet)
<http://members.tripod.com/~EppE/index.htm>

Institut canadien de l'information scientifique et technique. (consulté le 24 juin 2001)
<http://www.cisti.nrc.ca/cisti/icist.htm/>

Le Conseil national de recherches du Canada. (consulté le 24 juin 2001)
<http://www.nrc.ca/corporate/français/index.html>

Le programme Rescol à la source. (consulté le 2 juillet 2001)
<http://www.rescol.ca/alasource/f/showcase/imperiale-f/project.asp>

Le Village.com chimie de A à Z. (consulté le 16 juin 2001)
<http://le-village.iffance.com/okapi/>

Les sciences sur Internet. (consulté le 2 juillet 2001)
<http://www.gov.nb.ca/education/docs/f/annexe/lesweb.html>

L'Institut de chimie du Canada. (consulté le 25 juin 2001)
<http://www.cheminst.ca/>

Liste des figures (schémas de molécules). (consulté le 2 juillet 2001)
<http://www.ustbiniface.mb.ca/cusb/biologie/chimie/Figures/Index1.html>

Ministère de l'Éducation nationale. (consulté le 2 juillet 2001)
http://www.ac-nancy-metz.fr/enseigner/physique/sc_index.htm

Notions complémentaires de chimie pour les élèves de secondaire. (consulté le 16 juin 2001)
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/9305/index.html>

Réseau chimie. (consulté le 25 juin 2001)
<http://www.chimie.com/entre.htm>

Réseau chimie. (consulté le 7 août 2001)
<http://ocq.qc.ca/criq/reseauintro.html>

Ressources en chimie. (consulté le 7 août 2001)
<http://www.ocq.qc.ca/liens.html#ressources>

Revue canadienne de chimie. (consulté le 24 juin 2001)
<http://rh.cnr.ca>

Canadian metallurgical Quarterly. (consulté le 24 juin 2001)
<http://cmq.queensu.ca>

Canadian mineralogist. (consulté le 24 juin 2001)
www.mineralogicalassociation.ca

Revue chimiste. (consulté le 7 août 2001)
<http://www.ocq.qc.ca/revue.html>

L'actualité chimique canadienne (ACCN). (consulté le 25 juin 2001)

<http://www.accn.ca/>
Chemistry Resources. (consulté le 25 juin 2001)
<http://www.liv.ac.uk/Chemistry/Links/links.html>
Science-presse. (consulté le 7 août 2001)
<http://www.sciencepresse.qc.ca>
Serveurs de ressources francophones pour l'enseignement en chimie. (consulté le 2 juillet 2001)
http://www.unice.fr/cdiac/w_franco_2htm

Vidéocassettes et guides

Chimie organique I et II, tfo, coul., 120 min, BPN 316801 à 316806 et 317501 à 317506.*
Chimie organique 1, Le carbone : Guide pédagogique, Toronto, TVO, 1988, 26 p.
Chimie organique 2, Applications industrielles : Guide pédagogique, Toronto, TVO, 1989, 26 p.
Électrochimie, tfo, coul., 60 min, BPN 321201 à 321206.*
Électrochimie : Guide pédagogique, Toronto, TVO, 1988, 28 p.
Équilibres chimiques, tfo, coul., 60 min, BPN 254901 à 254906.*
Équilibres chimiques : Guide de l'éducateur, Toronto, TVO, 1985, 28 p.
Euréka, tfo, coul., émissions 16 à 21 (5 min chacune).*
Structures atomiques et liaisons chimiques, tfo, coul., 60 min, BPN 255201 à 255206.*
Structures atomiques et liaisons chimiques : Guide de l'éducateur, Toronto, TVO, 1986, 24 p.

Application des politiques énoncées dans *ÉSO* - 1999

Cette esquisse de cours reflète les politiques énoncées dans *Les écoles secondaires de l'Ontario de la 9^e à la 12^e année - Préparation au diplôme d'études secondaires de l'Ontario*, 1999 au sujet des besoins des élèves en difficulté d'apprentissage, de l'intégration des technologies, de la formation au cheminement de carrière, de l'éducation coopérative et de diverses expériences de travail, ainsi que certains éléments de sécurité.

Évaluation du cours

L'évaluation du cours est un processus continu. Les enseignantes et les enseignants évaluent l'efficacité de leur cours de diverses façons, dont les suivantes :

- évaluation continue du cours par l'enseignant ou l'enseignante : ajouts, modifications, retraits tout le long de la mise en œuvre de l'esquisse de cours (sections Stratégies d'enseignement et d'apprentissage ainsi que Ressources, Activités, Applications à la région);
- évaluation du cours par les élèves : sondages au cours de l'année ou du semestre;
- rétroaction à la suite des tests provinciaux;
- examen de la pertinence des activités d'apprentissage et des stratégies d'enseignement et d'apprentissage (dans le processus des évaluations formative et sommative des élèves);
- échanges avec les autres écoles utilisant l'esquisse de cours;
- autoévaluation de l'enseignant et de l'enseignante;
- visites d'appui des collègues ou de la direction et visites aux fins d'évaluation de la direction;

- évaluation du degré de réussite des attentes et des contenus d'apprentissage des élèves (p. ex., après les tâches d'évaluation de fin d'unité et l'examen synthèse).

De plus, le personnel enseignant et la direction de l'école évaluent de façon systématique les méthodes pédagogiques et les stratégies d'évaluation du rendement de l'élève.

APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 1 (SCH4U)

Chimie organique

Description

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur la chimie organique, la nomenclature, la structure et les propriétés des groupements fonctionnels ainsi que sur divers types de réactions de ces groupements. L'élève représente des produits chimiques à l'aide de modèles moléculaires et exécute des expériences en laboratoire. De plus, elle ou il effectue une recherche sur le rôle des composés organiques dans la vie quotidienne et leur impact sur l'environnement.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 10

Domaine : Chimie organique

Attentes : SCH4U-C-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-C-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5
SCH4U-C-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
SCH4U-C-Rap.1 - 2 - 3 - 4

Titres des activités

Durée

Activité 1.1 : Classification des composés organiques	150 minutes
Activité 1.2 : Alcools, acides et esters	300 minutes
Activité 1.3 : Aldéhydes, cétones, éthers, amines et amides	225 minutes
Activité 1.4 : Polymérisation	225 minutes
Activité 1.5 : Diversité et applications des composés organiques	345 minutes
Activité 1.6 : Tâche d'évaluation sommative - Composés organiques	75 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (AC), la technologie (T), les perspectives d'emploi (PE) et les autres matières (AM) au moment de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer en même temps les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire, de l'école et du secteur des sciences ainsi qu'aux points suivants :

- discuter des risques potentiels d'accidents avant d'effectuer une expérience et informer les élèves sur les mesures de sécurité à prendre, l'emplacement et le fonctionnement du matériel de sécurité (p. ex., station de lavage des yeux, couverture contre le feu, trousse de premiers soins);
- mettre à la disposition de tous les élèves les fiches du SIMDUT pour connaître les renseignements réglementaires des produits utilisés;
- manipuler les substances chimiques avec précaution en utilisant la hotte qui sert à manier les substances organiques volatiles;
- inviter l'élève à utiliser une plaque-chauffante comme source de chaleur et non une flamme ouverte;
- demander à l'élève de porter des lunettes de protection et des manteaux de laboratoire;
- montrer à l'élève la façon sûre de jeter les produits chimiques;
- enjoindre à l'élève de disposer des produits toxiques dans des contenants appropriés et étiquetés, et de les entreposer de façon sûre jusqu'à ce que des préposés du ministère de l'Environnement viennent les ramasser;
- demander à l'élève de se laver les mains à la suite du travail en laboratoire.

Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

- BLONDEAU, P., *Chimie organique I*, Montréal, Addison-Wesley, 1988, 310 p.
- FLAMAND, Eddy, et Jacques BILODEAU, *Chimie organique : Structures, Nomenclature, Réactions*, Sainte-Foy, Les éditions Le Griffon d'argile, 1997, 574 p.
- FLAMAND, Eddy, et Jacques BILODEAU, *Chimie organique : Expériences de laboratoire*, Sainte-Foy, Les éditions Le Griffon d'argile, 1997, 99 p.*
- GAUTHIER, Roger, et Michel SAVARIA, *Chimie organique expérimentale Expériences : cours 202 et 302*, Montréal, Lidec, 1983, 108 p. *
- GAUTHIER, Roger, *Chimie organique Première partie : Cours de chimie organique 202*, Montréal, Lidec, 1983, 12-30 p.*
- GAUTHIER, Roger, *Chimie organique Première partie Corrigé : Cours de chimie organique 202*, Montréal, Lidec, 1983, 145 p.*
- GAUTHIER, Roger, *Chimie organique Deuxième partie : Cours de chimie organique 302*, Montréal, Lidec, 1983, 20-9 p.*
- GAUTHIER, Roger, *Chimie organique Deuxième partie Corrigé : Cours de chimie organique 302*, Montréal, Lidec, 1983, 100 p.*
- HART, Harold, et Robert D. SCHUETZ, *Chimie organique : 5^e édition*, Montréal, Guérin, 1980, 419 p.*
- HART, Harold, et Robert D. SCHUETZ, *Manuel de laboratoire, Chimie organique : 5^e édition*, Montréal, Guérin, 1983, 292 p.*

Médias électroniques

- Chimie organique. (consulté le 6 août 2001)
<http://www.multimania.com/nico911/chorga.html>
- Centre national de la recherche scientifique - Polymère. (consulté le 6 août 2001)
<http://www.cnrs.fr/Cnrspresse/n383a54.htm>
- CyberSciences - Pellicules de polymères. (consulté le 6 août 2001)
http://www.cybersciences.com/Cyber/1.0/1_871_900.htm
- École des Mines de Saint-Etienne - Polymère biodégradable. (consulté le 6 août 2001)
http://www.emse.fr/environnement/fiches/2_1_12.html
- EDPSciences - Polymère de la famille des polyparaphénylènes. (consulté le 6 août 2001)
<http://www.edpsciences.org/articles/jcp/abs/1998/06/francois/francois.html>
- Iqébec - Luminol. (consulté le 6 août 2001)
<http://iquebec.ifrance.com/luminol/utilisation.html>
- La chimie amusante - Slime. (consulté le 6 août 2001)
<http://www.univ-pau.fr/~darrigan/chimie/exp21.html>
- La Cité collégiale. (consulté le 2 juillet 2001)
<http://platon.lacitec.on.ca/~dberge/organique/index/.htm>
- Ordre des chimistes du Québec - Biochimie clinique. (consulté le 6 août 2001)
<http://www.ocq.qc.ca/bioclin.html>

ACTIVITÉ 1.1 (SCH4U)

Classification des composés organiques

Description

Durée : 150 minutes

Cette activité porte sur la classification des composés organiques. L'élève découvre la structure, la nomenclature et la classification de divers composés organiques en analysant un organigramme de classification des hydrocarbures. De plus, elle ou il représente les structures de différents composés à l'aide de modèles moléculaires.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SCH4U-Ag.5

Domaine : Chimie organique

Attentes : SCH4U-C-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4U-C-Comp.1 - 2
SCH4U-C-Acq.1 - 2 - 3

Notes de planification

- Préparer des échantillons de composés organiques variés (alcane - propane et butane; alcool - méthanol et éthanol; acide carboxylique - acide acétique et acide salicylique).
- Se procurer des ensembles de modèles moléculaires pour toute la classe.
- Préparer un transparent d'un organigramme de classification des hydrocarbures (voir le schéma 1.1 dans **Déroulement de l'activité**).
- Préparer une liste de composés organiques représentatifs des différentes familles d'hydrocarbures déjà étudiés en SCH3U dans un tableau tel que le tableau 1.1 du **Déroulement de l'activité** (p. ex., alcanes, alcènes, alcynes, isomères).
- Préparer des échantillons de composés aromatiques (p. ex., naphthalène et dichlorobenzène).
- Préparer un exercice de révision portant sur la nomenclature et la structure des composés organiques présentés dans l'organigramme (références : *Chimie organique I*, p. 103 et *Chimie, atomes et molécules*, p. 49-50).
- Réserver le film *Chimie organique I* de tfo et un téléviseur.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

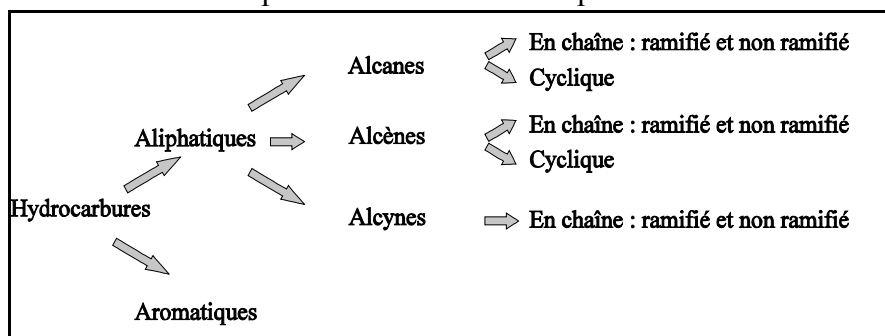
- Présenter, à l'avant de la classe, des échantillons de composés organiques non désignés. S'assurer que diverses familles de composés sont représentées par au moins deux échantillons (p. ex., alcane - propane et butane; alcool - méthanol et éthanol; acide carboxylique - acide acétique et acide salicylique).
- Lancer à l'élève le défi suivant : classer ces composés organiques non désignés. Lui demander d'expliquer la façon dont elle ou il s'y prendrait pour relever ce défi. L'informer qu'au tout début de la chimie organique plusieurs substances étaient classifiées selon leurs propriétés physiques (p. ex., arôme).
- Demander à l'élève de se rappeler des consignes de sécurité concernant l'observation des propriétés physiques et chimiques d'une substance inconnue et l'inviter à venir devant le groupe-classe pour prélever l'arôme de chaque échantillon. Demander à l'élève de s'appuyer sur les propriétés physiques des échantillons pour les nommer et les classer.
- Informer l'élève que ces échantillons sont tous des composés organiques, qu'il en existe des milliers et que, pour les classer, il faut s'appuyer sur leur structure chimique.
- Annoncer à l'élève qu'une bonne partie de cette unité est consacrée à la classification et à la nomenclature d'une variété de composés organiques.
- Guider l'élève dans le rappel de ses connaissances portant sur les composés organiques en lui posant des questions telles que : Quel élément les composés organiques ont-ils en commun? Quelles sont les particularités de cet élément? (ED)

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Classification des hydrocarbures et des composés aliphatiques

- Rappeler à l'élève que, pendant le cours SCH3U, elle ou il a étudié des familles de composés organiques, leur structure et leur nomenclature. Lui demander de nommer ces familles de composés (p. ex., alcanes, alcènes et alcynes ramifiés et non ramifiés). (ED)
- Demander à l'élève de construire un réseau de concepts qui relie les regroupements suivants : hydrocarbures, composés aliphatiques, alcanes, alcanes ramifiés, alcanes non ramifiés, alcanes cycliques, alcènes, alcènes non ramifiés, alcènes ramifiés, alcènes cycliques, alcynes, alcynes non ramifiés, alcynes ramifiés (p. ex., voir le schéma 1.1).
- Demander à un ou à une volontaire de tracer, au tableau, son réseau de concepts et inviter un ou une autre élève à le commenter. Dire à l'élève de conserver son réseau de concepts et l'informer qu'elle ou il le comparera à celui qu'elle ou il tracera à la fin de cette activité.
- Définir le terme *aliphatique* (hydrocarbures à chaîne linéaire, constitués principalement par la série paraffinique ou saturée (C_nH_{2n+2}) et par la série éthylénique non saturée (C_nH_{2n})).

Schéma 1.1 : Exemple d'un réseau de concepts



Alcènes ramifiés et non ramifiés

- Donner à l'élève des exemples de chaque type de formule et lui demander de relever leurs particularités (p. ex., formule moléculaire - élément et son indice; formule abrégée - groupements alkyles et fonctionnels représentés ainsi que leur agencement; formule structurale - agencement de chaque atome et liaisons chimiques simples, doubles et triples représentés).
- Présenter à l'élève des exemples d'alcènes ramifiés et non ramifiés, en écrivant les formules abrégée, structurale et moléculaire. Demander à l'élève de nommer ces composés à l'aide des règles de nomenclature vues dans le cours SCH3U. Rappeler les règles, au besoin. **(ED)**
- Demander à l'élève de différencier les alcènes ramifiés des alcènes non ramifiés (p. ex., dans les alcènes ramifiés, il y a toujours au moins un carbone lié à trois autres carbones, tandis que dans les alcènes non ramifiés, les atomes de carbone sont liés à un maximum de deux carbones).
- Demander à l'élève de donner d'autres exemples d'alcènes ramifiés et non ramifiés, et de noter les formules abrégée, structurale et moléculaire. Inviter l'élève à écrire ses exemples au tableau et demander aux autres élèves de les corriger, au besoin. **(EF)**

Alcènes

- Écrire, au tableau, la formule C_2H_4 et demander à l'élève de tracer ses formules structurale et abrégée, et de nommer le composé en expliquant la règle de nomenclature des alcènes. **(ED)**
- Donner d'autres exemples d'alcènes ramifiés et non ramifiés. Inviter l'élève à les nommer et à tracer leurs formules abrégée et structurale. Corriger les réponses de l'élève. **(EF)**
- Demander à l'élève de donner d'autres exemples d'alcènes en les nommant et en écrivant leurs formules structurale et abrégée.

Alcynes

- Écrire, au tableau, la formule C_2H_2 et demander à l'élève de tracer ses formules structurale et abrégée, et de nommer le composé tout en expliquant la règle de nomenclature des alcynes. **(ED)**
- Donner d'autres exemples d'alcynes ramifiés et non ramifiés. Inviter l'élève à les nommer et à tracer leurs formules abrégée et structurale. Corriger les réponses de l'élève. **(EF)**
- Demander à l'élève de donner d'autres exemples d'alcynes en les nommant et en écrivant leurs formules structurale et abrégée.

Composés aromatiques

- Présenter des échantillons de composés aromatiques (p. ex., naphthalène et paradichlorobenzène) et inviter l'élève à les sentir. Demander à l'élève de suggérer une explication pour déterminer la provenance du terme *aromatique* (p. ex., classe de composés se distinguant par un arôme particulier, d'où le terme *aromatique*).
- Définir l'expression *composés aromatiques* et expliquer les règles de nomenclature pour ces composés.
- Diviser le groupe-classe en équipes. Remettre à chacune le nombre exact d'atomes nécessaires pour construire le modèle de la molécule de benzène.
- Expliquer à l'élève que le benzène est la molécule de base de tout composé aromatique, d'où l'importance de bien étudier sa structure et ses propriétés. Demander à l'élève de se procurer et de construire la structure du benzène. Lui demander d'écrire la formule moléculaire et structurale du benzène. Corriger les réponses des élèves en animant une mise en commun des résultats. **(EF)**
- Inviter l'élève à tracer de nouveau un réseau de concepts regroupant les termes mentionnés ci-dessus et à comparer ce nouveau réseau avec le premier. Discuter des réseaux de concepts tracés pendant une mise en commun des résultats. **(O)**

Groupements fonctionnels

- Diviser le groupe-classe en équipes et assigner la tâche de construire les molécules du tableau 1.1 en partant de la formule abrégée (p. ex., CH₃OH).
- Demander à l'élève d'expliquer la façon dont elle ou il peut vérifier que le modèle construit est bel et bien conforme à la formule abrégée (p. ex., nombre d'atomes du modèle est conforme à celui de la formule abrégée; éléments de la formule abrégée correspondent aux éléments du modèle; respect du nombre de liaisons possibles pour chaque atome).
- Demander à l'élève de remplir le tableau 1.1 pour déterminer les composés assignés en indiquant sa formule structurale, sa famille et sa particularité structurale du groupement fonctionnel.

Tableau 1.1 : Molécules

Formule abrégée	Nom (et groupement fonctionnel)	Formule structurale	Particularité structurale du groupement fonctionnel (p. ex., alcool contient un groupement OH)
CH ₃ OH	méthanol (alcool)		
HCHO	méthanal (aldéhyde)		
CH ₃ CO ₂ H	acide éthanóique (acide carboxylique)		
CH ₃ OCH ₃	méthoxyméthane (éther)		
CH ₃ COCH ₃	propanone (acétone)		

CH_3CONH_2	éthanamide (amide)		
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	éthylamine (amine)		
C_6H_6	benzène (composé aromatique)		

- Demander à chaque équipe de comparer son modèle moléculaire avec celui d'une autre équipe tout le long de l'activité. **(EF)**
- Informer l'élève que les groupements fonctionnels du tableau seront examinés plus en détail au cours des deux prochaines activités (p. ex., alcool; acide; ester; aldéhyde; cétone; éther; amine; amide).
- Mentionner à l'élève que, les composés ayant un même groupement fonctionnel, ont des propriétés physiques et chimiques similaires, et que ces similarités ont joué un rôle important dans leur classification.

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 1.6.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de construire d'autres structures moléculaires de composés aromatiques (p. ex., toluène, chlorobenzène).
- Inviter l'élève à visionner l'émission 1 de *Chimie organique I* de tfo.
- Effectuer une démonstration, en laboratoire, portant sur la bromuration pour montrer la liaison double particulière du benzène.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 1.2 (SCH4U)

Alcools, acides et esters

Description

Durée : 300 minutes

Cette activité porte sur l'étude des groupements fonctionnels alcools, acides et esters. L'élève examine leur nomenclature ainsi que leurs types de réactions en utilisant des modèles, en observant des démonstrations et en menant une enquête dans Internet. De plus, elle ou il trace un graphique pour étudier leurs propriétés physiques et effectue une expérience portant sur la synthèse d'un ester.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 4 - 5 - 6 - 7

Domaine : Chimie organique

Attentes : SCH4U-C-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-C-Comp.1 - 2 - 3
 SCH4U-C-Acq.1 - 2 - 4 - 5 - 6
 SCH4U-C-Rap.2

Notes de planification

- Assembler à l'avance un modèle de moléculaire pour chacun des groupes fonctionnels étudiés, soit les alcools, les acides et les esters (p. ex., modèle de la molécule d'éthanol).
- Réserver le laboratoire d'ordinateurs pour faire la recherche dans Internet.
- Préparer une liste d'exemples et d'applications des groupements étudiés ainsi que de certains de leurs composés représentatifs (p. ex., voir le tableau 1.2 et les sites suivants :
 alcools : <http://www.alyon.org/InfosTechniques/chimie/>;
 acides : <http://www.nysaes.cornell.edu/flavornet/chemester.html>;
 esters : <http://www.nysaes.cornell.edu/flavornet/index.htm> et
Le grand dictionnaire terminologique <http://www.granddictionnaire.com>).

Tableau 1.2 : Usage de certains alcools, acides et esters

Alcools		Usages
Propanol-1	C_3H_7OH	Fabrication de liquides de freins, solvant à laques
Éthanediol-1,2	$C_2H_6O_2$	Fluides de dégivrage, antigel, production d'explosifs
Méthanol	CH_3OH	Production d'antigel, de colorants, de plastiques
Acides		Usages
Acide méthanoïque	$HCOOH$	Piqûre de fourmis, d'abeille, synthèse d'essence naturelle (p. ex., rhum)

Acide éthanoïque	CH_3COOH	Vinaigre, synthèse des essences naturelles (p. ex., ananas)
Acide butanoïque	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	Synthèse d'essence naturelle (p. ex., pommes)
Esters		Odeurs
Méthanoate d'éthyle	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	Rhum
Propanoate de propyle	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$	Ananas
Butanoate de méthyle	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$	Pomme

- Préparer un exercice pour réviser les propriétés, la structure, la nomenclature ainsi qu'un exemple de réactivité pour chaque groupe fonctionnel étudié (p. ex., se reporter aux sites http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/chorgnom.htm et http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/nomenclature.htm ainsi qu'aux livres *Chimie, atomes et molécules*, p. 50-53 et, *Chimie organique 1*, p. 263).
- Élaborer une liste de sites Internet portant sur les propriétés physiques des alcools, des acides et des esters (p. ex., Sciences Physiques et Chimiques Académie de Nancy-Metz : http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/chim/sc_fds.htm; Université du Québec à Trois-Rivières : http://www.uqtr.quebec.ca/sppu/msds_f.htm; http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/nomenclature.html).
- Préparer un protocole d'expérience sur la synthèse des esters (p. ex., *Manuel de laboratoire pour Chimie, atomes et molécules*, p. 11 ou visiter la page *Cahier de laboratoire - Synthèse d'arômes* (réactions d'estérification) à l'adresse http://www.ping.be/at_home/esterification.htm du site Classe de Sciences@home).
- Se procurer le matériel nécessaire pour effectuer l'expérience qui porte sur la synthèse des esters et revoir les procédures d'urgence en laboratoire (p. ex., butanol-1, éthanol, acide butyrique, acide éthanoïque, acide salicylique).
- Préparer pour chaque équipe de deux une liste des molécules étudiées au cours de cette activité, différente de celle des autres équipes.
- Se procurer pour chaque équipe de deux des ensembles de modèles moléculaires.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter le groupement fonctionnel *alcool* en montrant un modèle de la molécule d'éthanol, aussi appelée *alcool éthylique*. Expliquer la structure générale en insistant sur la présence du groupement -OH qui confère la fonction *alcool*.
- Demander à l'élève d'énumérer quelques usages familiers de l'éthanol (p. ex., boissons alcooliques : vins et bières, solvant organique, combustible : gazole). **(ED)**
- Questionner l'élève sur le processus de la fermentation alcoolique (méthode de production naturelle et saine pour protéger l'environnement. L'énergie requise provient des sucres fabriqués par photosynthèse).
- Discuter de quelques avantages d'utilisation de l'éthanol dans les moteurs à combustion plutôt que des carburants traditionnels (p. ex., essence, diesel).
- Faire la démonstration de la combustion du méthanol :
 - verser 10 ml de méthanol dans un gros verre de montre en pyrex;
 - éteindre les lumières et observer la couleur de la flamme;

- vérifier la présence de résidu carbonisé en mettant une plaque de verre froide au-dessus de la flamme.
- Discuter brièvement du concept de combustion complète ou incomplète en donnant des exemples (p. ex., mentionner l'importance de la combustion complète dans la prévention du smog dans les villes). **(AM)**
- Demander à l'élève de nommer des produits d'usage courant pour d'autres composés du groupement fonctionnel alcool (p. ex., éthanediol-1, 2 (éthylène-glycol) utilisé comme antigel, glycérol utilisé dans la fabrication de la nitroglycérine). **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Nomenclature et réactivité des alcools

- Expliquer la règle utilisée pour faire la nomenclature des alcools.
- Amener l'élève à découvrir la nomenclature des alcools; terminaison -ol substituée au -e terminal de la série correspondante des alcanes (p. ex., éthane : éthanol).
- Demander à l'élève de réaliser, en se basant sur la série des hydrocarbures, la série de tous les alcools primaires, de les nommer et d'écrire la formule structurale de chacun.
- Demander à quelques élèves de reproduire leur travail au tableau. En faire la correction. **(EF)**
- Montrer l'importance du groupe fonctionnel comme étant l'endroit particulier de réactivité en se servant de modèles moléculaires pour faire observer la réaction d'élimination (déshydratation) lorsque deux molécules de méthanol réagissent; les groupes alcools de chaque molécule se transforment en un groupement fonctionnel différent (p. ex., $2\text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{CH}_3\text{-O-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}}$ ou $2\text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{CH}_3 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}}$ si effectué à plus basse température (présence H_2SO_4 aussi)).
- Montrer que la réactivité des alcools dépend de l'atome de carbone lié au groupe hydroxyle et expliquer la structure des alcools primaires, secondaires et tertiaires à l'aide de modèles moléculaires.
- Écrire, au tableau, des formules structurales de quelques alcools.
- Demander à l'élève de les classer en alcool primaire, secondaire ou tertiaire et corriger en salle de classe. **(EF)**
- Demander à l'élève d'effectuer une expérience, en laboratoire, portant sur la réactivité des alcools primaires, secondaires et tertiaires (voir *Manuel de laboratoire – La chimie : Expériences et principes*, p. 100).

Acides

- Présenter les acides en montrant un modèle moléculaire de ce groupement et demander à l'élève de nommer des produits d'usage courant pour d'autres composés de ce groupement fonctionnel. **(ED)**
- Expliquer la structure du groupe fonctionnel et la règle de nomenclature des acides. Utiliser aussi les appellations communes autres que l'appellation scientifique (p. ex., CH_3COOH - acide éthanoique ou acide acétique).
- Faire la démonstration de la réaction de production d'un acide organique par oxydation d'un alcool primaire.
- Écrire, au tableau, les formules structurales de chacun des composés et demander à l'élève de les prendre en note (p. ex., alcool + acide carboxylique \rightarrow ester + eau).

Esters

- Présenter les esters en montrant un modèle moléculaire de ce groupement et demander à l'élève de nommer des produits d'usage courant pour d'autres composés de ce groupement fonctionnel. **(ED)**
- Expliquer la structure du groupe fonctionnel et la règle de nomenclature des esters.
- Écrire, au tableau, l'équation générale d'une réaction d'estérification (alcool + acide carboxylique \rightarrow ester + eau).
- Expliquer une réaction typique d'estérification en se servant de modèles moléculaires et demander à l'élève de la prendre en note (p. ex., éthanol + acide éthanóique \rightarrow éthanóate d'éthyle + eau).
- Écrire au tableau et expliquer, en se servant de modèles moléculaires, une réaction typique d'hydrolyse en inversant la réaction précédente et demander à l'élève de la prendre en note. **(EF)**

Alcools, acides et esters

- Demander à l'élève d'effectuer un exercice portant sur les alcools, les acides et les esters. L'exercice vérifie la connaissance du groupe fonctionnel, de la nomenclature et d'une réaction typique appliquée à chacun des groupes (p. ex., se reporter aux sites http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/chorgnom.htm et http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/nomenclature.htm ainsi qu'à *Chimie, atomes et molécules*, p. 50-53, et *Chimie organique 1*, p. 263). **(T)**
- Corriger l'exercice en salle de classe. **(EF)**

Analyse graphique et propriétés physiques

- Donner à l'élève une liste de composés organiques parmi les alcools primaires, les acides et les esters, et lui demander de trouver dans Internet leurs propriétés physiques pour en faire une analyse graphique (voir **Notes de planification** pour une liste de sites).
 - Demander à l'élève de trouver dans Internet les données nécessaires pour effectuer, à l'ordinateur, le graphique sur les variations des points d'ébullition de composés organiques sans ramification, en fonction du nombre de carbones. **(T)**
 - Donner d'autres exemples de propriétés physiques qui pourraient aussi faire l'objet d'analyses graphiques (p. ex., solubilité dans différents solvants, polarité de la molécule et point de fusion).
 - Demander à l'élève d'analyser le graphique pour découvrir les liens entre les composés contenant un même groupement fonctionnel.
 - Demander aussi à l'élève de détecter les différences entre les propriétés physiques de composés contenant différents groupements fonctionnels.
- Discuter de l'usage de certains composés qui découlent de leurs propriétés (p. ex., les molécules d'éthanol et de masse moléculaire peu élevée sont liquides à la température de la pièce. Elles sont polaires et forment des ponts hydrogènes entre elles. Elles se dissolvent bien dans l'eau et forment des solutions homogènes pour divers usages dans les expériences en biologie ou en chimie. Elles forment des solutions idéales dans la composition des boissons alcooliques).
- Demander à l'élève de prendre en note les exemples d'analyses mentionnés en salle de classe.

Expérience portant sur la synthèse des esters

- Énoncer les procédures d'urgence et de sécurité en laboratoire, de même que les précautions à prendre dans la manipulation et la récupération des résidus inutiles dans des contenants appropriés et étiquetés.

- Inviter l'élève à effectuer l'expérience qui porte sur la synthèse des esters (p. ex., voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 11, ou télécharger la page *Cahier de laboratoire - Synthèse d'arômes* à l'adresse http://www.ping.be/at_home/esterification.htm).
- Demander à l'élève de remettre un rapport de laboratoire comprenant le but, le matériel, la méthode, le tableau des résultats, l'analyse des résultats et la conclusion. Corriger le rapport et le commenter. **(EF)**

Revue des groupements fonctionnels (alcools, acides et esters)

- Former des équipes de deux et leur assigner une liste des noms courants ou scientifiques des groupements fonctionnels étudiés dans cette unité.
- Demander à l'élève de rechercher la formule abrégée ou structurale dans ses notes, dans des manuels de référence ou dans Internet et de construire le modèle de la molécule. Vérifier l'exactitude de chaque molécule construite. **(T) (EF)**
- Demander à l'élève de dessiner la formule structurale dans son cahier et de l'accompagner de la formule abrégée ainsi que du ou des noms appropriés.
- Animer une mise en commun des résultats au cours de laquelle chaque élève a la chance de présenter un modèle de molécule. Corriger le travail effectué en se servant du tableau ou d'un transparent. **(EF)**
- Demander à l'élève de résumer les notions étudiées et de préparer une liste de questions d'éclaircissement. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 1.6.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève d'effectuer une expérience, en laboratoire, portant sur la synthèse de l'acide acétylsalicylique.
- Discuter des avantages de l'éthanol comme carburant dans les moteurs à combustion (ressource renouvelable utilisant une production agricole, efficacité de combustion et diminution de la pollution).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 1.3 (SCH4U)

Aldéhydes, cétones, éthers, amines et amides

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur l'étude des groupements fonctionnels aldéhydes, cétones, éthers, amines et amides. L'élève étudie leur nomenclature, leurs propriétés chimiques et physiques, de même que leurs réactions caractéristiques. De plus, elle ou il trace et analyse un graphique illustrant leurs propriétés physiques, et construit des modèles moléculaires.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.5 - 6 - 7

Domaine : Chimie organique

Attentes : SCH4U-C-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-C-Comp.1 - 2 - 3 - 5
SCH4U-C-Acq.1 - 2 - 4 - 5
SCH4U-C-Rap.2

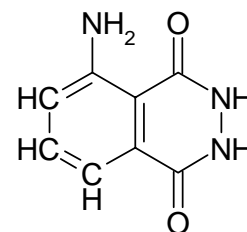
Notes de planification

- Préparer les solutions ci-dessous pour faire la démonstration de la mise en situation :
 - Solution luminol - dissoudre 0,23 g de luminol dans 500 ml de solution NaOH 0,1 M;
 - Solution d'eau de Javel - diluer de l'eau de Javel avec de l'eau du robinet dans une proportion de 1 : 10.
- Assembler, à l'avance, un modèle de molécule pour chacun des groupes étudiés, soit aldéhydes, cétones, éthers, amines et amides.
- Préparer une liste d'exemples et d'applications des groupements étudiés ainsi que de leurs composés (p. ex., voir site <http://www.granddictionnaire.com>).
- Préparer un exercice qui traite de chacun des groupements fonctionnels, de la nomenclature, des propriétés, de la structure et d'un exemple de réactivité (p. ex., se reporter aux sites http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/chorgnom.htm et http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/nomenclature.htm).
- Réserver le laboratoire d'ordinateurs.
- Élaborer une liste de sites Internet pour analyser les propriétés physiques des groupes étudiés (p. ex., Sciences Physiques et Chimiques Académie de Nancy-Metz : http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/chim/sc_fds.htm; Université du Québec à Trois-Rivières : http://www.uqtr.quebec.ca/sppu/msds_f.htm; http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/nomenclature.html).
- Préparer pour chaque équipe de deux une liste des molécules étudiées au cours de cette activité, différente de celle des autres équipes.
- Se procurer pour chaque équipe de deux des ensembles de modèles moléculaires.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Effectuer la démonstration suivante :
 - verser 100 ml d'une solution luminol dans un flacon erlenmeyer;
 - éteindre les lumières, ajouter 100 ml d'eau de Javel aux 100 ml de la solution luminol et observer.
- Dessiner, au tableau, la molécule ci-contre et expliquer à l'élève que cette formule structurale est celle du luminol (amino-3 phthalylhydrazide). Lui demander de nommer les structures qu'elle ou il reconnaît (p. ex., liaison double, anneau de base du benzène). **(ED)**
- Demander à l'élève de marquer les groupements qu'elle ou il n'a jamais vus. Classifier ces groupements (p. ex., amine, cétone, amide) et informer l'élève qu'elle ou il les étudiera au cours de cette activité. **(ED)**



Expérimentation/Exploration/Manipulation

Nomenclature et production des aldéhydes

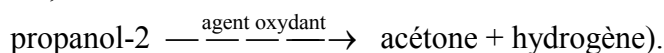
- Présenter le groupement fonctionnel aldéhyde en montrant à l'élève un modèle de la molécule de méthanal H-CHO, communément appelée *formaldéhyde*. Pointer le groupement fonctionnel -CHO en indiquant que c'est ce groupement qui caractérise les propriétés aldéhydes.
- Demander à l'élève d'énumérer des caractéristiques ou des usages des aldéhydes (p. ex., méthanal utilisé pour conserver des spécimens biologiques en laboratoire; il forme une solution appelée *formaline* dans l'eau; butanal qui a une odeur de pain frais; aldéhyde avec une chaîne de carbone plus longue, utilisé dans certains parfums et certaines essences). **(ED)**
- Amener l'élève à découvrir la nomenclature des aldéhydes; terminaison -al substituée au -e terminal dans la chaîne principale de la série des hydrocarbures (p. ex., éthane : éthanal).
- Demander à l'élève d'ajouter de l'information à la série des autres aldéhydes de la famille des alcanes jusqu'au décane en écrivant pour chacun le nom correspondant et la formule structurale. Animer une mise en commun des résultats de l'exercice et les écrire au tableau. **(EF)**
- Écrire des notes, au tableau, au sujet de la production d'aldéhydes par oxydation des alcools primaires.
- Faire la démonstration de la transformation du groupement *alcool* en groupement *aldéhyde*, en utilisant un modèle de la molécule d'éthanol :
éthanol $\xrightarrow{\text{agent oxydant}}$ éthanal + hydrogène.
- Souligner l'importance du groupement fonctionnel comme étant l'endroit particulier de réaction.

Cétones

- Présenter le groupement fonctionnel cétone en montrant à l'élève un modèle de molécules de ce groupement et lui demander d'énumérer des caractéristiques ou des usages des cétones (p. ex., propanone ou acétone utilisé comme solvant dans les vernis à ongles

et peintures à l'huile; butanone utilisé dans les résines synthétiques ou vernis pour cuirs). **(ED)**

- Expliquer la règle utilisée pour faire la nomenclature des cétones (terminaison -one substituée au -e terminal dans la chaîne principale de la série des hydrocarbures) (p. ex., propane : propanone ou acétone).
- Demander à l'élève d'écrire la formule structurale de quelques cétones (p. ex., butanone, pentanone-2, hexanone-3).
- Faire la démonstration de la production d'une cétone en partant d'un alcool secondaire (p. ex.,



Éthers

- Présenter le groupement fonctionnel éther en montrant à l'élève un modèle de molécules contenant ce groupement et lui demander d'énumérer des caractéristiques ou des usages des éthers. **(ED)**
- Expliquer la règle utilisée pour faire la nomenclature des éthers dont la formule générale est R-O-R : nommer les radicaux de part et d'autre du groupement éther accompagné du nom éther (p. ex., CH₃-O-CH₃ diméthyléther).
- Demander à l'élève d'écrire la formule structurale de quelques éthers.

Amines

- Présenter le groupement fonctionnel amine en montrant à l'élève un modèle de molécules de ce groupement et lui demander d'énumérer des caractéristiques ou des usages des amines (p. ex., méthylamine utilisé comme fongicide; éthylamine utilisé pour raffiner le pétrole). **(ED)**
- Expliquer la règle utilisée pour faire la nomenclature des amines dont la formule générale est R-NH₂ (nommer le radical accompagné du nom *amine*) (p. ex., CH₃NH₂ méthylamine).
- Présenter les trois types d'amines : primaires, secondaires et tertiaires (méthylamine, diméthylamine et triméthylamine).
- Écrire au tableau et montrer en utilisant des modèles moléculaires la production d'amines par alkylations successives de l'ammoniac; une réaction catalysée à 450 °C (p. ex., $\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{CH}_3\text{OH}} \text{CH}_3\text{NH}_2 \xrightarrow{\text{CH}_3\text{OH}} (\text{CH}_3)_2\text{NH} \xrightarrow{\text{CH}_3\text{OH}} (\text{CH}_3)_3\text{N}$) et souligner l'importance de cette production sur le plan industriel. **(PE)**
- Demander à l'élève de noter, dans son cahier, que les acides aminés sont les constituants de base dans la formation des protéines, d'où leur importance en biologie (p. ex., deux acides aminés s'unissent et forment un dipeptide par réaction de condensation (élimination d'eau) et forment des polypeptides par réactions successives). **(AM)**

Amides

- Présenter le groupement fonctionnel amide en montrant à l'élève un modèle de molécules contenant ce groupement et lui demander d'énumérer des caractéristiques ou des usages des amides (p. ex., méthanamide utilisé dans les solvants pour corps minéraux; éthanamide utilisé pour effectuer la synthèse de polymères). **(ED)**
- Présenter quelques amides dont la formule générale est R-CO-NH₂. Elles sont classifiées primaire, secondaire ou tertiaire selon le nombre de substituants sur l'atome d'azote :

- formamide	HCONH ₂	amide primaire;
- acétamide	CH ₃ CONH ₂	amide primaire;

- N-méthylacétamide $\text{CH}_3\text{CONHCH}_3$ amide secondaire.
- Souligner que le groupement amide est présent dans les protéines et autres produits naturels (p. ex., le N,N-diéthyl-m-toluamide est utilisé comme insectifuge).

Analyse graphique et propriétés physiques

- Donner à l'élève une liste de composés organiques parmi les aldéhydes, les cétones, les éthers, les amines et les amides, et lui demander de trouver leurs propriétés physiques dans le but d'en faire une analyse graphique.
 - Demander à l'élève de trouver les données nécessaires pour effectuer, à l'ordinateur, le graphique sur les variations des points d'ébullition de composés organiques sans ramification, en fonction du nombre de carbones. **(T)**
 - Donner d'autres exemples de propriétés physiques qui pourraient aussi faire l'objet d'une analyse graphique (p. ex., solubilité dans différents solvants, polarité de la molécule et point de fusion).
 - Demander à l'élève d'analyser le graphique pour découvrir les liens entre les composés contenant un même groupement fonctionnel.
 - Demander aussi à l'élève de détecter les différences entre les propriétés physiques de différents groupements fonctionnels.
- Discuter de l'usage de certains composés qui découlent de leurs propriétés (p. ex., les éthers sont très volatiles et peuvent facilement être retirés des produits qu'ils extraient à cause de leur faible point d'ébullition. Ils servent d'anesthésiques pour faire des expériences en biologie. À cause de l'absence de groupement -OH dans les éthers, la présence de liaison hydrogène entre les molécules est impossible, comme c'est le cas dans les molécules d'alcool et d'eau, et les éthers ne se dissolvent pas dans l'eau, mais ils parviennent à le faire dans les composés organiques. Les molécules des composés organiques parviennent à surpasser la faible attraction entre les molécules d'éther; ainsi, de nombreuses substances qui ne peuvent pas se dissoudre dans l'eau sont solubles dans l'éther).
- Demander à l'élève de prendre en note les exemples d'analyses mentionnés en salle de classe.

Révision de l'activité

- Former des équipes de deux et leur assigner une liste de noms courants ou scientifiques des groupes fonctionnels étudiés dans cette unité.
- Demander à l'élève de rechercher la formule abrégée ou structurale dans ses notes ou dans des manuels de référence et de construire le modèle de la molécule. Vérifier l'exactitude de chaque molécule construite. **(EF)**
- Demander à l'élève de dessiner la formule structurale dans son cahier et de l'accompagner de la formule abrégée ainsi que du ou des noms appropriés.
- Animer une mise en commun des résultats au cours de laquelle chaque élève a la chance de présenter un modèle de la molécule. Corriger le travail effectué en se servant du tableau ou d'un transparent. **(EF)**
- Former des équipes différentes qui regroupent un ou une élève de chacune des équipes précédentes et leur demander de dresser une liste des produits, de leur nomenclature, de leur formule et d'une équation de la réaction qui les caractérise. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 1.6.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève d'écrire le nom d'un composé et sa formule structurale sur une feuille d'exercices.
- Demander à l'élève d'effectuer un exercice dans lequel elle ou il termine des réactions incomplètes (p. ex., il manque un des réactifs ou un des produits dans une réaction).
- Donner à l'élève une liste de composés, lui demander de classifier les groupements fonctionnels et de souligner des généralisations (p. ex., un alcool primaire oxydé produit un aldéhyde).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 1.4 (SCH4U)

Polymérisation

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur la polymérisation. L'élève décrit les avantages et les applications des polymères, leur composition chimique et leurs réactions chimiques. Elle ou il représente et effectue une expérience portant sur la synthèse du nylon à l'aide d'un schéma. De plus, elle ou il prépare, sur une affiche, un collage de photos de polymères courants.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6

Domaine : Chimie organique

Attentes : SCH4U-C-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-C-Comp.4
SCH4U-C-Acq.1 - 4 - 5 - 6
SCH4U-C-Rap.2 - 3

Notes de planification

- Ramasser divers produits fabriqués à base de polymères (p. ex., tasse de polystyrène, sac à ordures en polyéthylène, manteau de nylon, vêtement en polyester, marmite en téflon, plexiglas, pellicule plastique, panneau isolant, colle et peinture).
- Trouver des revues ou des articles traitant des avantages et des risques des polymères (p. ex., *Pellicules de polymères* http://www.cybersciences.com/Cyber/1.0/1_871_900.htm, *Généalogie d'un polymère* <http://www.cnrs.fr/Cnrspresse/n383a54.htm>, *Polymère biodégradable* http://www.emse.fr/environnement/fiches/2_1_12.html, *Réticulation d'un polymère en gel : le slime* <http://www.univ-pau.fr/~darrigan/chimie/exp21.html>, *Synthèse de polymère de la famille des polyparaphénylènes*. <http://www.edpsciences.org/aeticles/jcp/abs/1998/06/francois/francois.html>).
- Trouver un article traitant de la polymérisation (p. ex., «Historique des bas de nylon» tiré de *Chem Matters*, décembre 1990, p. 4).
- Préparer et photocopier la procédure pour effectuer la synthèse du nylon et vérifier la disponibilité des produits chimiques (p. ex., voir *Synthèse détaillée du nylon 6-10* http://www.ping.be/at_home/nylon.htm ou *Manuel de laboratoire pour Chimie, atomes et molécules* - LAB 1.6, p. 13. Il est possible de substituer le TTE par du diluant à peinture).
- Rédiger un jeu-questionnaire portant sur l'expérience de la synthèse du nylon.
- Se procurer la vidéo *Chimie organique I* de tfo et réserver un téléviseur ainsi qu'un magnétoscope.
- Ramasser des revues ou des catalogues usagés ainsi que tout autre matériel nécessaire pour faire le collage.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer divers produits fabriqués à base de polymères et animer un remue-ménages pour faire ressortir le ou les noms chimiques, la composition chimique et l'utilité de chacun des objets apportés (p. ex., tasse de polystyrène, sac à ordures polyéthylène, manteau de nylon, vêtement en polyester, marmite en téflon, plexiglas, pellicule plastique, panneau isolant, colle et peinture). **(ED)**
- Discuter des avantages des polymères (p. ex., substitut de substances naturelles; plastique vs caoutchouc, polyesters/nylons vs coton et laine, peigne en plastique vs peigne en os de baleine).
- Discuter des risques et des inconvénients de l'utilisation des polymères (p. ex., plusieurs polymères comme le polyéthylène ne sont pas biodégradables et certains produits utilisés pour les fabriquer sont dangereux et toxiques; c'est le cas du diamino-1,6 hexane et du chlorure d'adipoyl utilisés dans la fabrication du nylon). **(AM)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

- Présenter l'émission 5 de *Chimie organique I* de tfo portant sur le polyéthylène et demander à l'élève de commenter oralement le contenu de la vidéo. **(EF)**
- Demander à l'élève de lire un article traitant d'un polymère et de le résumer oralement en ses propres mots (voir **Notes de planification** pour références).
- Demander à l'élève de nommer des polymères, leur monomère et certaines de leurs applications.
- Animer une mise en commun des résultats, en remplissant, sur un transparent, un tableau tel que le tableau 1.4 et en notant, au besoin, les informations données par l'élève (p. ex., sélectionner **Principales matières plastiques** sur le site <http://www.alyon.org/InfosTechniques/chimie/> pour obtenir plus d'informations).

Tableau 1.4 : Polymères, monomères et applications

Nom du polymère	Nom du monomère	Applications
Polyéthylène	Éthylène ou éthène	Articles de ménage
Polyester (dacron)	Téréphtalate de diméthyle	Fibre de vêtement
Polytétrafluoroéthylène	Tétrafluoroéthylène	Téflon
Chlorure de polyvinyle	Chlorure de vinyle	Recouvrements de planchers
Polypropylène	Propylène	Mobiliers de jardins
Méthacrylate de polyméthyle	Méthacrylate de méthyle	Plexiglas, hublot
Chlorure de polyvinylidène	Dichloro-1,1 éthène	Pellicule plastique
Polystyrène	Styrène	Panneaux isolants

Polyacrylonitrile	Acrylonitrile	Fibres acryliques
-------------------	---------------	-------------------

- Définir, au tableau, les termes *monomère* et *polymère*.
- Définir les réactions de polymérisation par addition (p. ex., polyéthylène) et condensation (p. ex., nylon).
- Faire la démonstration, au tableau, de la formation du lien amide entre le groupe amine du diamino-1,6 hexane et de l'acide adipique.
- Demander à l'élève de lire un article traitant de polymérisation et de le résumer en parlant du type de polymérisation, des réactifs utilisés et de l'origine des noms (p. ex., «Historique des bas de nylon» tiré de *Chem Matters*, décembre 1990, p. 4). Corriger et commenter. **(EF)**

Synthèse du nylon en laboratoire

- Présenter brièvement l'expérience de la synthèse du nylon 6-10 (p. ex., voir *Synthèse détaillée du nylon 6-10* http://www.ping.be/at_home/nylon.htm ou *Manuel de laboratoire pour Chimie, atomes et molécules* - LAB 1.6, p. 13).
- Demander à l'élève de lire la procédure et de la schématiser en énumérant les mesures de sécurité à suivre.
- Demander à l'élève de remettre son schéma et les mesures de sécurité à suivre. Vérifier.
- Demander à l'élève d'effectuer l'expérience de la synthèse du nylon en partant de son schéma de la procédure.
- À la suite de l'expérience, demander à l'élève de remettre ses observations et de formuler deux ou trois questions ainsi que leur réponse.
- Animer une mise en commun des idées en utilisant les questions rédigées par l'élève. **(EF)**
- Remettre un jeu-questionnaire portant sur l'expérience, demander à l'élève d'y répondre sans l'aide de ses notes, le corriger et le commenter. **(EF)**

Généralisation

- Distribuer des catalogues ou des revues et demander à l'élève de préparer un collage comprenant divers articles fabriqués de polymères en utilisant un carton ou un babillard de la classe.
- Demander à l'élève de nommer le polymère (p. ex., nom commercial comme nylon), de donner sa composition et, si possible, sa formule chimique. Commenter le travail de l'élève.
- Regrouper les élèves en équipes de deux et leur mentionner de comparer leurs notes qui traitent des polymères pour vérifier leur compréhension et de demander de l'aide, au besoin. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 1.6.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Montrer à l'élève la façon d'extraire de l'ADN, un polymère naturel, en partant de germes de blés ou d'un oignon (voir http://www.irbv.umontreal.ca/francais/preparation_adn.htm).
- Animer une discussion sous forme de questions-réponses portant sur l'impact des polymères à l'égard de l'environnement. Faire ressortir des points tels que dégradation

très lente des polymères, problèmes des dépotoirs, importance du recyclage et de la signification des chiffres ainsi que des symboles à l'intérieur du cercle de recyclage des contenants en plastique :

- 1-PETE - Polyéthylène téréphtalate : bouteilles de boissons gazeuses de deux litres;
- 2-HDPE - Polyéthylène haute densité : contenants de margarine;
- 3-PVC - Chlorure de polyvinyle : bouteilles d'eau de Javel ou de shampoing;
- 4-LDPE - Polyéthylène basse densité : emballages, sacs, pellicules;
- 5-PP - Polypropylène : pots de yogourt;
- 6-PS - Polystyrène : contenants, plats, mousse, plastique;
- 7 - Tous les autres types de plastiques : bouteilles de ketchup.

(référence : <http://ecoroute.uqcn.qc.ca/educ/etiquettes.htm>)

- Montrer l'usage d'une poudre superabsorbante et discuter de son utilisation (p. ex., sel de polymère acrylique dans les couches jetables).
- Remettre à l'élève un texte portant sur des applications des polymères et diriger une lecture de ce texte à voix haute (p. ex., voir <http://www.chem-inst-can.org/ncw/articles/fwrlpoly.html>).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 1.5 (SCH4U)

Diversité et applications des composés organiques

Description

Durée : 345 minutes

Cette activité porte sur la diversité des composés organiques et leur impact sur la qualité de la vie ainsi que sur l'environnement. L'élève effectue une recherche pour vérifier l'importance de la chimie organique dans la vie courante et présente oralement ses résultats. De plus, elle ou il s'informe des possibilités de carrières en chimie, au cours d'une séance d'information avec des scientifiques de la région.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.6 - 10

Domaine : Chimie organique

Attentes : SCH4U-C-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-C-Comp.5
SCH4U-C-Acq.1 - 2 - 3
SCH4U-C-Rap.1 - 2 - 3 - 4

Notes de planification

- Se procurer une variété d'objets fabriqués de composés représentant chaque famille organique (p. ex., oeuf, sucre, amidon, plante, bouteille en plastique, peinture, huile végétale).
- Se procurer un texte ou des exemples illustrant l'impact des composés organiques dans nos vies.
- Trouver des exemples où les termes *organique*, *naturel* et *chimique* sont utilisés dans des publicités de biens de consommation (p. ex., vitamines naturelles, gâteries pour chiens 100 % naturel, *Céréales Anciennes* Le choix du président - toutes des céréales anciennes de culture organique).
- Préparer et photocopier la grille d'évaluation adaptée pour effectuer le travail de recherche.
- Réserver le matériel nécessaire pour faire les présentations orales (p. ex., téléviseur, magnétoscope, projecteur).
- Réserver le centre de ressources et préparer une liste de sites Internet qui aideront l'élève dans ses recherches (p. ex., *Chimie organique : Cité collégiale* <http://platon.lacitec.on.ca/~dberge/organique/index/.htm>; *Chimie organique* <http://www.multimania.com/nico911/chorga.html>; *La biochimie clinique* <http://www.ocq.q.ca/bioclin.html>; *Le luminol* <http://iquebec.ifrance.com/luminol/utilisation.html>).

- Inviter des gens de carrière, occupant des professions ou des métiers se rapportant à la chimie organique, à faire une présentation. Préparer la classe avant la séance d'information (p. ex., pharmacien ou pharmacienne, conseiller ou conseillère en nutrition, technicien ou technicienne en diététique, chimiste alimentaire, chercheur, technicien ou technicienne en instrumentation, chimiste des polymères, police de détection, technicien ou technicienne de laboratoire médical, chimiste industriel).
- Emprunter des livres du local d'orientation qui portent sur les carrières.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Placer, sur une table, une variété d'objets représentant chaque famille organique et demander à l'élève de proposer une façon de les classer (p. ex., oeuf, sucre, amidon, plante, bouteille en plastique, peinture, huile végétale). **(ED)**
- Animer une discussion pour permettre à l'élève de réaliser que les composés organiques ont des applications très variées. Le rôle des composés organiques doit être vu de façon rigoureuse car ces connaissances sont essentielles à l'élève qui poursuit des études en sciences.
- Inviter l'élève à émettre son point de vue sur les termes *organique*, *naturel* et *chimique* utilisés dans les publicités. Montrer des exemples pour animer la discussion (p. ex., vitamines naturelles, gâteries pour chiens 100 % naturel, *Céréales Anciennes* Le choix du président - toutes des céréales anciennes de culture organique).
- Montrer le lien entre les composés organiques et les différents processus biologiques (p. ex., le glucose avec la photosynthèse, la synthèse des protéines avec l'ADN, les lipides et glucides avec le système digestif). **(AM)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Recherche portant sur les composés organiques

- Inviter l'élève à se regrouper en équipe de deux ou de trois.
- Présenter la tâche d'évaluation sommative : effectuer une recherche sur les composés organiques en montrant leur diversité ainsi que leurs applications dans la vie quotidienne et présenter oralement les résultats de son enquête au groupe-classe.
- Remettre à l'élève la grille d'évaluation adaptée du projet de recherche et de sa présentation, et l'expliquer.
- Demander à l'élève de choisir un sujet de la liste suivante : produits organiques vs produits naturels vs produits synthétiques; fullerène (C_{60}); additifs alimentaires; produits pharmaceutiques; recyclage des plastiques; molécules organiques dans l'espace; gaz propulseurs dans les aérosols pour remplacer les composés CFC; essences combustibles.
- Expliquer les éléments de la tâche :
 - effectuer une recherche portant sur les avantages et les risques des composés à l'étude;
 - traiter de l'importance des produits et de leurs applications;
 - rechercher des solutions à des problèmes de santé, de sécurité et d'environnement qui sont liés à l'utilisation ou à la production de ces produits; **(AM)**
 - porter un jugement sur l'impact social de l'utilisation à long terme de ces produits;
 - se servir de modèles moléculaires, pendant la présentation orale, pour illustrer les grandes familles des composés à l'étude.

- Préciser les modalités de la tâche (p. ex., échéance, longueur de la dissertation et de la présentation orale, utilisation d'un logiciel, qualité de la langue).
- Distribuer de la documentation et une liste de sites Internet pour aider l'élève à préparer son projet et allouer du temps pour faire la recherche. **(T)**
- Accompagner l'élève dans sa démarche, la ou le conseiller, au besoin, et lui fournir des commentaires à chaque étape de son travail. **(EF)**
- Distribuer à l'équipe la grille d'évaluation adaptée du projet de recherche pour que chaque coéquipier ou coéquipière puisse discuter des points positifs et des points à améliorer. **(O)**
- Ramasser les projets de recherche pour fins d'évaluation. **(ES)**
- Demander aux élèves de prendre des notes pendant les présentations des différentes équipes et de questionner l'élève qui présente pour s'assurer de bien comprendre le sujet traité.

Séance d'information portant sur les carrières

- Remettre à l'élève une liste des professions présentées au cours d'une séance d'information portant sur les carrières se rapportant à la chimie organique (p. ex., pharmacien ou pharmacienne, conseiller ou conseillère en nutrition, conseiller ou conseillère en diététique, chimiste alimentaire, chercheur scientifique, technicien ou technicienne en instrumentation, chimiste des polymères, police de détection criminelle et chien policier, technicien ou technicienne de laboratoire médical, chimiste industriel).
- Demander à l'élève de choisir deux professions qui l'intéressent et de trouver, dans des livres traitant des carrières, des informations qui s'y rapportent. Lui demander de rédiger cinq questions à poser pendant la séance d'information. **(PE)**
- À la suite de la rencontre, demander à l'élève de rédiger une lettre de remerciement aux invités avec lesquels elle ou il s'est entretenu. **(O)**

Évaluation sommative

- Évaluer la présentation orale et la dissertation portant sur les composés organiques en montrant leur diversité et leurs applications dans la vie quotidienne en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des appellations, des formules structurales et des propriétés physiques qui caractérisent les familles de composés organiques.
 - Recherche
 - compiler et interpréter de l'information recueillie dans des médias électroniques ou des documents imprimés portant sur la diversité et l'importance des produits organiques.
 - Communication
 - utiliser la terminologie et les symboles appropriés pour communiquer, oralement et par écrit, des informations portant sur les produits organiques;
 - utiliser diverses formes de communication.
 - Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre l'usage des composés organiques, la technologie et la société;
 - évaluer l'impact d'un composé organique d'usage courant sur l'environnement.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Suggérer à l'élève une polymérisation amusante; la réalisation du *slime* ou d'une *superball* (p. ex., voir http://www.ping.be/at_home/slime.htm#pva).
- Faire visionner la vidéo portant sur des applications industrielles de la chimie organique *Chimie organique II* de tfo.
- Assigner la lecture d'un article portant sur un sujet connexe à la chimie organique et demander à l'élève d'en faire l'analyse pour être en mesure de le résumer (p. ex., voir l'alcootest dans *La chimie par le concert*, p. 196).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 1.6 (SCH4U)

Tâche d'évaluation sommative - Composés organiques

Description

Durée : 75 minutes

Cette activité porte sur les composés organiques. L'élève classifie des composés organiques en partant de modèles et de formules structurales détaillées, nomme des produits et le type de réaction en partant des réactifs et représente graphiquement une propriété des composés de différents groupements fonctionnels. De plus, elle ou il évalue l'impact des composés organiques sur la société et l'environnement.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.5 - 7

Domaine : Chimie organique

Attentes : SCH4U-C-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-C-Comp.1 - 2 - 3
SCH4U-C-Acq.1 - 2 - 4 - 5
SCH4U-C-Rap.2 - 3 - 4

Notes de planification

- Cette tâche d'évaluation sommative porte sur les activités 1.1 à 1.4 de l'unité 1.
- Construire des modèles de molécules organiques, rassembler des objets composés de polymères et les insérer dans la section A - Stations.
- Organiser les stations dans la classe et se procurer un signal sonore (p. ex., clochette) pour faciliter la rotation de l'élève d'une station à l'autre.
- Se procurer du papier quadrillé.
- Photocopier le cahier de l'élève et la grille d'évaluation adaptée.
- Annoncer la tâche d'évaluation sommative au moins une semaine avant la date prévue.
- Préparer une liste de vérification pour faciliter la révision de l'élève.
- Expliquer à l'élève le processus d'évaluation sommative (p. ex., matière à l'étude, longueur de la tâche, exigences linguistiques).

Déroulement

- Remettre à l'élève une liste de vérification pour faciliter sa révision.
- Présenter les attentes et les contenus d'apprentissage visés pour cette tâche et faire le lien avec les activités 1.1 à 1.4.
- Présenter les éléments qui feront partie de la tâche d'évaluation et les habiletés que l'élève doit montrer dans cette tâche :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance de la nomenclature des différents groupements fonctionnels et des propriétés des composés organiques;
 - démontrer une connaissance des méthodes d'entreposage et d'élimination des substances organiques;
 - démontrer une compréhension des types de réactions organiques.
 - Recherche
 - classer des composés organiques en groupement fonctionnel d'après leur nom, leur formule ou une application particulière;
 - tracer un graphique et schématiser le montage réalisé;
 - interpréter la relation entre la position des courbes sur un graphique et les propriétés des composés.
 - Communication
 - utiliser la terminologie et les symboles appropriés à la nomenclature des composés organiques;
 - communiquer l'information de façon claire et précise.
 - Rapprochement
 - évaluer l'impact des composés organiques sur la société et l'environnement;
 - proposer des mesures concrètes à l'égard des problèmes associés à l'usage des composés organiques non biodégradables.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

Annexe SCH4U 1.6.1 : Grille d'évaluation adaptée - Composés organiques

Annexe SCH4U 1.6.2 : Cahier de l'élève - Composés organiques

Grille d'évaluation adaptée - Composés organiques

Annexe SCH4U 1.6.1

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
<i>Compétences et critères</i>	<i>50 - 59 % Niveau 1</i>	<i>60 - 69 % Niveau 2</i>	<i>70 - 79 % Niveau 3</i>	<i>80 - 100 % Niveau 4</i>
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une connaissance de la nomenclature des différents groupements fonctionnels, des propriétés des composés organiques et des méthodes d'entreposage ainsi que d'élimination des substances organiques. - démontre une compréhension des réactions chimiques courantes des composés organiques.	L'élève démontre une connaissance limitée des faits et des termes ainsi qu' une compréhension limitée des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une connaissance partielle des faits et des termes ainsi qu' une compréhension partielle des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une connaissance générale des faits et des termes ainsi qu' une compréhension générale des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une connaissance approfondie des faits et des termes ainsi qu' une compréhension approfondie des concepts, des principes, des lois et des théories.
Recherche				
L'élève : - classe des composés organiques en groupement fonctionnel. - trace un graphique et schématise le montage réalisé. - interprète la relation entre la position des courbes sur un graphique et les propriétés des composés.	L'élève applique un nombre limité d'habiletés et de stratégies requises propres à la recherche scientifique.	L'élève applique certaines habiletés et stratégies requises propres à la recherche scientifique.	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche scientifique.	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies requises propres à la recherche scientifique.

<i>Communication</i>				
L'élève : - utilise la terminologie et les symboles appropriés à la nomenclature des composés organiques. - communique de l'information en chimie organique de façon claire et précise.	L'élève utilise la terminologie et les conventions scientifiques avec peu d'exactitude et une efficacité limitée , et communique de l'information avec peu de clarté et une précision limitée .	L'élève utilise la terminologie et les conventions scientifiques avec une certaine exactitude et efficacité , et communique de l'information avec une certaine clarté et précision .	L'élève utilise la terminologie et les conventions scientifiques avec une grande exactitude et efficacité , et communique de l'information avec une grande clarté et précision .	L'élève utilise la terminologie et les conventions scientifiques avec une très grande exactitude et efficacité , et communique de l'information avec une très grande clarté et précision .
<i>Rapprochement</i>				
L'élève : - évalue l'impact des composés organiques sur la société et l'environnement. - propose des mesures concrètes à l'égard des problèmes associés à l'usage des composés organiques non biodégradables.	L'élève évalue l'impact sur l'environnement avec une compétence limitée et démontre une compétence limitée à élaborer des mesures concrètes pour résoudre des problèmes familiers.	L'élève évalue l'impact sur l'environnement avec une certaine compétence et démontre une certaine compétence à élaborer des mesures concrètes pour résoudre des problèmes familiers.	L'élève évalue l'impact sur l'environnement avec une grande compétence et démontre une grande compétence à élaborer des mesures concrètes pour résoudre des problèmes familiers.	L'élève évalue l'impact sur l'environnement avec une très grande compétence et démontre une très grande compétence à élaborer des mesures concrètes pour résoudre des problèmes familiers et peu familiers.
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

Composés organiques**Consignes**

- Cette épreuve comprend cinq sections. La durée totale est de 75 minutes :
 - Section A : Stations - 10 minutes;
 - Section B : Construction et analyse de graphiques - 20 minutes;
 - Section C : Réponses courtes - 10 minutes;
 - Section D : Questions de laboratoire - 15 minutes;
 - Section E : Questions à développement - 20 minutes.
- Lis attentivement chacune des sections.
- Réponds à chaque question et en utilisant la langue française et le vocabulaire scientifique appropriés.

Section A : Stations**Durée : 10 minutes**

Tu as une minute par station. Au signal sonore, tu dois circuler à la prochaine station.

1. Nomme le composé représenté par le modèle (p. ex., modèle de l'éthanol).
2. Nomme le monomère contenu dans cet objet (p. ex., tasse de polystyrène; styrène).
3. Nomme le composé représenté par ce modèle (p. ex., m-chlorotoluène).
4. Nomme le composé organique en partant de l'arôme que tu détectes (p. ex., salicylate de méthyle).
5. Nomme le composé représenté par ce modèle (p. ex., pentanal).
6. Dessine la formule structurale détaillée du composé organique de ce contenant (p. ex., vinaigre; acide éthanoïque).
7. Nomme le composé représenté par ce modèle (p. ex., diméthylamine).
8. Nomme l'ester produit pendant la synthèse de ces deux réactifs (p. ex., modèles de l'acide propanoïque et du butanol; propanoate de butyle).
9. Nomme le composé représenté par ce modèle (p. ex., méthyl-3 heptanone-2).
10. Nomme le polymère contenu dans cet objet (p. ex., marmite; polytétrafluoroéthylène).

Section B : Construction et analyse de graphiques**Durée : 20 minutes**

- Trace un graphique, en partant du tableau 1.6a sur les points d'ébullition des hydrocarbures, des acides et des aldéhydes, pour chacun de ces trois groupements fonctionnels.

Tableau 1.6a : Points d'ébullition des cinq premiers composés hydrocarbures, acides et aldéhydes

Nombre de carbones	Température d'ébullition (°C)		
	Hydrocarbures	Acides	Aldéhydes
1 carbone	-140	95	-25
2 carbones	-90	115	15
3 carbones	-40	135	45
4 carbones	-5	160	70
5 carbones	30	180	95

- Interprète tes courbes par rapport :
 - aux composés appartenant à un même groupe fonctionnel;
 - à la position relative de la ligne du graphique pour chaque groupe fonctionnel.

Section C : Réponses courtes

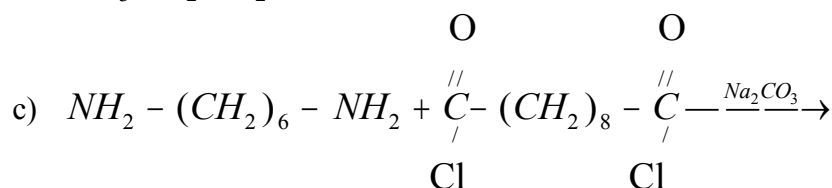
Durée : 10 minutes

- Remplis le tableau 1.6b.

Tableau 1.6b : Formule structurale détaillée de composés organiques

Nom	Formule structurale détaillée
	$ \begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{O} & \text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H} - & \text{C} - & \text{C} - & \text{C} - & \text{C} - & \text{C} - & \text{H} \\ & & & & & & \\ & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \text{H} \end{array} $
formaldéhyde	
phénol	
butamine	
	$ \begin{array}{ccccc} & \text{H} & & \text{H} & \\ & & & & \\ \text{H} - & \text{C} - & \text{C} - & \text{O} - & \text{C} - \text{H} \\ & & & & \\ & \text{H} & & & \text{H} \end{array} $

2. Termine les réactions ci-dessous et nomme le type pour chacune.



3. Donne un exemple d'une réaction d'oxydation.

Section D : Questions de laboratoire

Durée : 15 minutes

1. Tu veux préparer un ester de ton choix. Dessine et indique toutes les parties du montage pour effectuer la synthèse de cet ester, y compris le nom des substances chimiques utilisées.
2. Décris les méthodes de sécurité de manutention, d'entreposage et d'élimination des substances à utiliser au cours de la préparation d'un ester.

Section E : Questions à développement

Durée : 20 minutes

1. Choisis trois composés organiques appartenant à trois groupements fonctionnels différents et décris quelques applications de chacun.
2. Choisis deux composés organiques et explique pour chacun l'impact autant négatif que positif de son utilisation sur l'environnement et la société en général.
3. Propose quelques solutions au problème de la non-biodégradabilité de certains composés organiques tels que les assiettes de polystyrène.

APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 2 (SCH4U)

Cinétique chimique et thermochimie

Description

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur les transformations énergétiques et la cinétique des processus chimiques. L'élève détermine des variations d'enthalpie, examine la loi de Hess et étudie les facteurs influant sur la vitesse des réactions chimiques. De plus, elle ou il explique l'importance des facteurs énergétiques dans diverses technologies pour mieux comprendre leur impact sur la société.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Cinétique chimique et thermochimie

Attentes : SCH4U-CC-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-CC-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
SCH4U-CC-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
SCH4U-CC-Rap.1 - 2 - 3 - 4

Titres des activités

Durée

Activité 2.1 : Variations d'énergie	150 minutes
Activité 2.2 : Enthalpie des réactions chimiques	225 minutes
Activité 2.3 : Loi de Hess	345 minutes
Activité 2.4 : Vitesse des réactions chimiques	225 minutes
Activité 2.5 : Facteurs qui influent sur la vitesse de réaction	375 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (AC), la technologie (T), les perspectives d'emploi (PE) et les autres matières (AM) au moment de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer en même temps les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire. Elle ou il s'assure que l'élève connaît les règles de sécurité, la façon de bien utiliser l'équipement et le comportement attendu au laboratoire. Consulter la section **Sécurité** de l'unité 1.

Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

ANDREWS, William, *Introduction aux Sciences 10*, Montréal, Lidec, 1993, 688 p.*

Revue

TARDIF, Chistel, «Le challenge écologique des moteurs du futur», *Air & Cosmos*, n° 1386, semaine du 6 au 12 juillet 1992, p. 20 et 21.

Médias électroniques

Cégep Saint-Laurent. (consulté le 4 septembre 2001)

<http://cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/chimiweb/webchimi/deugsm/dor01/fusion.html>

Chimie 534. (consulté le 24 juin 2001)

<http://mendeleviev.cybercol.qc.ca/Chimie534/page2.htm>

Chimie 534. Énergie dans les réactions chimiques. (consulté le 7 août 2001)

<http://geocities.com/CapeCanaveral/9305/calor.htm>

Chimie 534. Vitesse de réactions. (consulté le 7 août 2001)

<http://geocities.com/CapeCanaveral/9305/vitesse.htm>

Commissariat à l'énergie atomique. (consulté le 4 septembre 2001)

<http://paprka.saclay cea.fr/html/cahiers.htm>

Cyberscol. (consulté le 4 septembre 2001)

<http://cyberscol.qc.ca/scenarios/s3/scenario1.html>

Énergie atomique du Canada limitée. (consulté le 4 septembre 2001)

http://www.aecl.ca/french/energy/energy_f.html

http://www.aecl.ca/french/energy/qa_1_b3.html

Office de l'efficacité énergétique. (consulté le 4 septembre 2001)

<http://oee.nrcan.gc.ca/francaise/index.cfm?Text=N>

http://autosmart.nrcan.gc.ca/home_f.htm);

Regroupement pour la surveillance du nucléaire. (consulté le 4 septembre 2001)

http://www.ccnr.org/index_f.html

Ressources naturelles Canada. (consulté le 4 septembre 2001)

http://ec.gc.ca/eco/mec_2000/ccresult2f.htm

http://fleetsmart.nrcan.gc.ca/home_f.htm

http://www.nrcan.gc.ca/es/erb/reed/map/french/map_f.html#

ACTIVITÉ 2.1 (SCH4U)

Variations d'énergie

Description

Durée : 150 minutes

Cette activité porte sur les changements d'énergie résultant de transformations physiques ou de réactions chimiques et nucléaires. L'élève examine des réactions endothermiques et exothermiques dans des phénomènes naturels, analyse l'impact de diverses sources d'énergie sur l'environnement et compare l'efficacité énergétique de différentes technologies produisant des réactions variées.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SCH4U-Ag.5

Domaine : Cinétique chimique et thermochimie

Attentes : SCH4U-CC-A.1 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-CC-Comp.1
SCH4U-CC-Acq.1
SCH4U-CC-Rap.1 - 2

Notes de planification

- Se procurer l'équipement pour effectuer la démonstration d'une cristallisation (p. ex., thiosulfate de sodium, brûleur Bunsen, becher d'eau glacée).
- Réserver un téléviseur, un magnétoscope et une vidéo portant sur les différences entre la température et la chaleur (p. ex., *La température* et *La chaleur* de la série «Euréka» de tfo).
- Préparer une liste d'exemples de transformations physiques, de réactions chimiques et de réactions nucléaires.
- Consulter divers sites Internet pour recueillir des renseignements portant sur le transport éconergétique (p. ex., voir http://autosmart.nrcan.gc.ca/home_f.htm; http://ec.gc.ca/eco/mec_2000/ccresult2f.htm; http://fleetsmart.nrcan.gc.ca/home_f.htm).
- Télécharger la page interactive qui porte sur les énergies renouvelables de l'adresse http://www.nrcan.gc.ca/es/erb/reed/map/french/map_f.html# et se procurer un projecteur pour la présenter à l'écran ou réserver la salle d'ordinateurs.
- Se procurer une source radioactive approuvée et un compteur Geiger.
- Préparer des notes de cours portant sur les concepts de fission nucléaire et de réaction en chaînes, le fonctionnement du réacteur Candu et les aspects positifs ainsi que négatifs de la production d'énergie nucléaire (p. ex., voir des arguments contre le nucléaire au site http://www.ccnr.org/index_f.html et des arguments en faveur du nucléaire au site

http://www.aecl.ca/french/energy/energy_f.html. Voir

<http://paprika.saclay.cea.fr/html/cahiers.htm> pour des renseignements généraux).

- Photocopier un court texte portant sur la fusion nucléaire (p. ex., <http://cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/chimiweb/webchimi/deugsm/dor01/fusion.html>).
- Photocopier une série de 15 questions portant sur l'énergie nucléaire, découper les réponses et les mettre dans une enveloppe (p. ex., voir *Énergie atomique du Canada limitée* http://www.aecl.ca/french/energy/qa_1_b3.html).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Faire la démonstration de la cristallisation d'un sel de thiosulfate de sodium.
 - Remplir aux deux tiers une éprouvette de cristaux pentahydratés de thiosulfate de sodium et y ajouter deux gouttes d'eau distillée.
 - Chauffer l'éprouvette avec un brûleur Bunsen et la placer dans un becher d'eau glacée lorsque la solution est liquide (la solution refroidie est sursaturée, mais demeure liquide).
 - Permettre à l'élève de toucher l'extérieur de l'éprouvette.
 - Laisser tomber un cristal semence de thiosulfate de sodium dans la solution (il se produit une cristallisation immédiate - phénomène exothermique).
 - Demander à l'élève de toucher l'éprouvette à nouveau pendant la réaction pour noter le changement de température.
- Demander à l'élève d'expliquer ses observations. **(ED)**
- Définir les termes *endothermique* et *exothermique*, et demander à l'élève d'indiquer le type de réaction observée pendant la démonstration (phénomène exothermique).
- Expliquer à l'élève que la réaction observée est une transformation physique et que cette activité porte sur les changements d'énergie résultant de transformations physiques et de réactions chimiques et nucléaires.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Introduction

- Demander à l'élève de nommer des transformations ou des réactions de toutes sortes impliquant une absorption ou un dégagement d'énergie, en procédant de la façon suivante :
 - écrire, au tableau, les suggestions de l'élève en lui donnant des indices qui vont l'aider (p. ex., bois qui brûle, soleil, nourriture transformée dans le corps, rouille sur une auto, bombe atomique, condensation d'un liquide et son évaporation);
 - diviser le tableau en trois et demander à l'élève de classer les exemples énumérés sous transformations physiques, réactions chimiques (biochimiques) ou réactions nucléaires;
 - pour chaque réaction, demander à l'élève d'indiquer s'il s'agit d'un phénomène endothermique ou exothermique.
- Demander à l'élève de relever les différences entre les concepts de température et de chaleur, à la suite de la présentation d'une vidéo portant sur ce sujet. Lui indiquer d'écrire les définitions apprises dans son cahier de notes (p. ex., *La température* et *La chaleur* de la série «Euréka» de tfo).

- Écrire, au tableau, une équation représentative des trois types de transformations à l'étude et définir leurs caractéristiques en insistant sur leur quantité d'énergie libérée.
 - Transformation physique - aucun changement dans la nature de la substance

$$\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(s)} + 6 \text{ kJ}.$$
 - Réaction chimique - changement dans la nature des réactifs

$$2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 241,8 \text{ kJ}.$$
 - Réaction nucléaire (fission) - changement des noyaux des réactifs

$${}_0^1n + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1n + 2,2 \times 10^{11} \text{ kJ}.$$

Transformations physiques

- Rappeler à l'élève que la réaction observée au cours de la mise en situation était une transformation physique, plus particulièrement une cristallisation. Demander à l'élève de relever d'autres exemples de cristallisation ou de solidification (p. ex., roche éruptive comme le granit cristallisant en partant d'un magma).
- Montrer l'importance des changements physiques dans la nature et leurs effets sur la flore ou la faune (p. ex., effet de la formation de la neige sur la température ambiante). **(AM)**
- Demander à l'élève de relever des exemples de transformations physiques dans la nature et d'indiquer s'il s'agit de phénomènes endothermiques ou exothermiques (p. ex., évaporation de l'eau de la surface des lacs et des océans, condensation de l'eau en pluie ou en rosée).
- Montrer l'importance des énormes masses d'eau de la planète et leur influence sur le climat planétaire (p. ex., climat maritime vs continental ou désertique). **(AM)**
- Discuter de la haute capacité thermique de l'eau et de ses usages (p. ex., on arrose les cultures pour prévenir le gel des plantes).

Réactions chimiques

- Animer un remue-ménages portant sur un enjeu environnemental important lié aux variations d'énergie; les changements climatiques. **(ED)**
- Discuter de l'impact des diverses technologies chimiques sur l'environnement ou sur la société et comparer leurs efficacités énergétiques. Demander à l'élève de prendre en note les exemples mentionnés : **(AM)**
 - compresses chaudes ou froides (p. ex., thiocyanate d'ammonium dans l'hydroxyde de baryum octahydraté ou le nitrate d'ammonium dans l'eau);
 - chaudières à haute efficacité au gaz naturel, à l'huile ou au bois pour augmenter l'apport d'énergie (p. ex., économie de ressources non renouvelables et réduction de particules contribuant à la formation de smog);
 - transport durable pour des collectivités;
 - présenter à l'élève une liste des véhicules les plus éconergétiques de l'année (p. ex., voir http://autosmart.nrcan.gc.ca/home_f.htm);
 - discuter de solutions de rechange pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (p. ex., promotion du transport en commun et du covoiturage, recours à d'autres modes de transport, y compris le vélo, la marche et l'autobus scolaire pédestre, voir http://ec.gc.ca/eco/mec_2000/ccresult2f.htm);
 - discuter d'efficacité énergétique à l'égard de l'utilisation de véhicules (p. ex., transformation des véhicules publics et commerciaux en flottes écologiques. Voir http://fleetsmart.nrcan.gc.ca/home_f.htm);
 - mentionner les carburants de remplacement comme l'hydrogène ou l'électricité;
 - solutions de rechange aux combustibles fossiles;

- télécharger la page interactive qui traite des énergies renouvelables et la présenter, sur un écran, à l'aide d'un projecteur multimédia. Voir http://www.nrcan.gc.ca/es/erb/reed/map/french/map_f.html#; **(T)**
- cliquer sur une énergie renouvelable telle que méthaniseur, éthanol E10, copeaux de bois de chauffage, énergie des déchets municipaux, pompe à chaleur géothermique et demander à l'élève de prendre en note les descriptions données.

Réactions nucléaires

- Permettre à l'élève d'utiliser un compteur Geiger pour détecter la présence d'émissions radioactives naturelles (p. ex., dans une roche) ou provenant d'un objet tel qu'un détecteur de fumée.
- Expliquer à l'élève le concept de désintégration nucléaire.
- Expliquer les concepts de fission nucléaire et de réaction en chaînes en insistant sur la provenance de l'énergie libérée (p. ex., voir *Commissariat à l'énergie atomique* <http://paprika.saclay.cea.fr/html/cahiers.htm>).
- Demander à l'élève de comparer la quantité d'énergie produite au cours d'une réaction de fission typique à celle produite au cours d'une réaction chimique et d'une transformation physique (voir **Introduction** ci-dessus).
- Expliquer brièvement le fonctionnement du réacteur Candu et son rôle dans la production de l'énergie en Ontario.
- Présenter une carte géographique montrant la distribution des centrales nucléaires au monde et discuter des aspects positifs ainsi que négatifs de la production d'énergie nucléaire (p. ex., voir des arguments contre le nucléaire au site *Regroupement pour la surveillance du nucléaire* à l'adresse http://www.ccnr.org/index_f.html et des arguments en faveur du nucléaire au site *Énergie atomique du Canada limitée* à l'adresse Internet http://www.aecl.ca/french/energy/energy_f.html). **(T) (AM)**
- Remettre à l'élève un court texte portant sur la fusion nucléaire et lui demander de le lire en devoir (p. ex., <http://cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/chimiweb/webchimi/deugsm/dor01/fusion.html>).
- À la suite de la lecture, susciter une réflexion, animer une mise en commun de l'information retenue et écrire les points importants au tableau.
- Remettre à l'élève une série de 15 questions portant sur l'énergie nucléaire et une enveloppe contenant les réponses. Demander à l'élève d'apparier les réponses aux questions (voir le volet questions-réponses du site *Énergie atomique du Canada limitée* http://www.aecl.ca/french/energy/qa_1_b3.html). Corriger oralement. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 2.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Discuter de certaines réactions chimiques très énergétiques (p. ex., thermite qui provoque la fonte du fer).
- Inviter l'élève à consulter le site Web de l'*Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada* pour trouver des façons d'économiser de l'énergie dans des domaines

tels que la rénovation résidentielle, le transport, le chauffage et la climatisation (p. ex., voir le site Internet <http://oee.nrcan.gc.ca/francaise/index.cfm?Text=N>). **(T) (AM)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 2.2 (SCH4U)

Enthalpie des réactions chimiques

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur l'énergie absorbée ou libérée pendant des réactions chimiques. L'élève discute des applications de transformations énergétiques et étudie, en laboratoire, les variations de l'enthalpie dans des réactions, les représente graphiquement, les calcule, les compare au rendement théorique qu'elle ou il a préalablement déterminé et suggère des sources d'erreurs.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Cinétique chimique et thermochimie

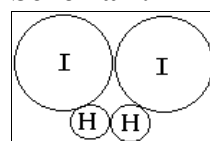
Attentes : SCH4U-CC-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-CC-Comp.3
SCH4U-CC-Acq.1 - 2 - 3 - 5
SCH4U-CC-Rap.2

Notes de planification

- Se procurer des guimauves et une trousse de chauffage pour faire la mise en situation.
- Préparer un jeu-questionnaire de révision portant sur les notions de calorimétrie (p. ex., voir *Introduction aux Sciences 10*, p. 321-322, 326-327 et 332-334 ou voir le site <http://www.multimania.com/scientix/transit/thermo2.htm>).
- Préparer quelques exercices de base portant sur les équations thermochimiques (p. ex., voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 178-179, 180-182).
- Préparer et photocopier une table de référence portant sur les enthalpies standards de formation ou utiliser une page de référence dans le manuel de l'élève.
- Préparer des problèmes portant sur les calculs de différences d'enthalpie (p. ex., voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 180-182).
- Préparer le protocole ainsi que le matériel pour effectuer l'expérience qui porte sur la chaleur de neutralisation (p. ex., voir *Manuel de laboratoire pour Chimie, atomes et molécules* - Labo 4.1, p. 27).
- Construire un modèle moléculaire de complexe activé (p. ex., Complexe activé H_2I_2 de la réaction $2 \text{HI} \div \text{I}_2 + \text{H}_2$ fabriqué avec des balles de polystyrène liées par des cure-dents. Voir le schéma 2.2.).

Schéma 2.2



Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Faire brûler une guimauve pour amener l'élève à discuter du concept d'énergie (p. ex., chaleur, couleur de flamme, émission de résidu carboné, efficacité énergétique, calories, kilojoules).
- Demander à l'élève de trouver la façon de mesurer la quantité d'énergie libérée au cours de la combustion de la guimauve en lui donnant des indices qui vont l'amener à suggérer l'utilisation d'un calorimètre (appareil de mesure de quantité de chaleur émise ou absorbée).
- Revoir les notions de calorimétrie ainsi que l'équation $Q = mc\Delta T$ du cours de SCH3U, vérifier les connaissances antérieures à l'aide d'un jeu-questionnaire et le corriger en salle de classe (p. ex., voir *Introduction aux Sciences 10*, p. 321-322, 326-327 et 332-334. **(ED)**)

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Enthalpie

- Écrire, au tableau, la définition de l'enthalpie et de la variation de l'enthalpie (ΔH).
- Faire la démonstration graphique des variations d'enthalpie positives et négatives dans les réactions endothermiques et exothermiques (p. ex., graphique d'énergie potentielle vs temps de la réaction).
- Expliquer les équations thermochimiques en écrivant l'équation qui représente la formation d'une mole d'oxyde nitrique (p. ex., la formation de deux moles d'oxyde nitrique gazeux en partant d'une mole d'azote gazeux et de deux moles d'oxygène gazeux nécessite 67,6 kJ d'énergie).
- Distribuer et expliquer le tableau de référence portant sur les enthalpies standards de formation.
- Expliquer à l'élève la façon de calculer la différence d'enthalpie d'une réaction en partant d'un tableau de référence ($\Delta H_{\text{tot}} = G\Delta H_{\text{produits}} - G\Delta H_{\text{réactifs}}$).
- Assigner un exercice portant sur le calcul des différences d'enthalpie d'équations chimiques variées et circuler pour aider l'élève, au besoin. Inviter l'élève à écrire ses réponses, au tableau, pour en faire la correction. **(EF)**

Détermination empirique de l'enthalpie

- Remettre à l'élève le protocole pour déterminer expérimentalement une chaleur de réaction telle que celle de la neutralisation de l'acide chlorhydrique et de l'hydroxyde de sodium.
 - Verser 50 ml de solution NaOH 1,0 M et 50 ml de solution HCl 1,0 M séparément dans deux verres de polystyrène.
 - Mesurer la température de chacune des solutions. Noter cette température en tenant compte des chiffres significatifs.
 - Verser rapidement la solution NaOH 1,0 M dans le verre de polystyrène contenant la solution HCl 1,0 M. Agiter avec le thermomètre pendant quelques secondes, puis recouvrir d'un carton troué. Placer le thermomètre dans la solution par le trou du carton.
 - Noter la température maximale du mélange.

- Revoir les notions sur les chiffres significatifs et la précision, et exiger que l'élève tienne compte, dans ses calculs, de la précision des instruments de mesure ainsi que des chiffres significatifs.
- Expliquer ce qu'est le rendement et faire le lien avec le calcul de ΔH_{total} .
- Demander à l'élève de déterminer le rendement théorique et de suggérer des sources d'erreurs liées aux manipulations ainsi qu'à la lecture des instruments de mesure au cours de l'expérience.
- Demander à l'élève de comparer son rapport d'expérience à celui d'un ou d'une autre élève et d'échanger sur les résultats obtenus, la précision des mesures et les sources d'erreurs possibles. **(O)**
- Demander à l'élève de rédiger un rapport d'expérience, y compris les résultats, l'analyse des résultats, la rédaction de l'équation thermochimique et la conclusion, et de le remettre pour fins d'évaluation. **(EF)**

Complexe activé

- Revoir les graphiques de variations d'enthalpie en expliquant le concept de complexe activé :
 - suivre le déroulement de la courbe de réaction dans un graphique de l'énergie potentielle en fonction du temps;
 - représenter sous forme de tableau, les liens rompus et calculer la chaleur de réaction chimique.

Applications des transformations énergétiques

- Animer un remue-ménages pour faire ressortir des exemples de transformations énergétiques tirées de domaines variés de la vie courante. Écrire l'information, au tableau, au fur et à mesure, et demander à l'élève de la prendre en note. Par exemple : **(AM)**
 - le système digestif transforme les macromolécules en unités chimiques plus simples, ensuite le métabolisme du glucose permet à la cellule de transformer l'énergie potentielle chimique sous forme d'énergie utilisable comme l'ATP qui est utilisée dans des mécanismes cellulaires, y compris l'énergie mécanique d'un organisme;
 - plusieurs athlètes de courses d'endurance consomment des barres et des boissons énergétiques pendant la course pour maintenir leur réserve de glycogène. Pour ceux qui tolèrent mal la nourriture solide pendant l'activité physique, la solution de rechange est le gel énergétique que l'organisme absorbe plus facilement.
- Expliquer à l'élève que l'efficacité de certaines technologies dépend du taux d'énergie absorbée ou dégagée par les réactions chimiques. Par exemple :
 - l'énergie dégagée par la combustion de l'essence $2 \text{C}_8\text{H}_{18} + 25 \text{O}_2 \rightarrow 16 \text{CO}_2 + 18 \text{H}_2\text{O} + E$ actionne les pistons du moteur. L'efficacité du moteur dépend du taux d'énergie libérée par cette réaction et ce dernier dépend de la disponibilité des molécules des réactifs. Lorsque l'apport des molécules des réactifs devient de plus en plus limité (comme dans le cas d'une voiture qui nécessite une mise au point), les molécules d'octane ne se combinent que partiellement avec l'oxygène, diminuant ainsi l'efficacité de la voiture.

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 2.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- À la suite de la mise en situation, inviter l'élève à concevoir sa propre expérience pour mesurer la quantité d'énergie libérée au cours de la combustion de la guimauve. Demander à l'élève de comparer ses résultats avec l'information indiquée sur le sac d'emballage.
- Montrer la formation du complexe activé (p. ex., voir *Idea bank*, n° 91).
- Assigner la lecture de l'article «L'énergie chimique au service de la société» (voir *Chimie 534 Contact*, cahier d'apprentissage, p. 136 à 138).
- Demander à l'élève de consulter le site électronique de chimie 534 et de repasser les concepts de l'unité en faisant certains exercices (<http://geocities.com/CapeCanaveral/9305/calor.htm>). **(T) (O)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 2.3 (SCH4U)

Loi de Hess

Description

Durée : 345 minutes

Cette activité porte sur la compréhension et l'application de la loi de Hess. L'élève écrit des équations thermochimiques et résout divers problèmes en suivant cette loi. Elle ou il effectue une expérience, en laboratoire, portant sur la chaleur de combustion du magnésium et tient compte de la précision des instruments de mesure dans l'analyse des résultats obtenus.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.2 - 3 - 5 - 7 - 8 - 9

Domaine : Cinétique chimique et thermochimie

Attente : SCH4U-CC-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4U-CC-Comp.2
SCH4U-CC-Acq.1 - 2 - 4

Notes de planification

- Préparer quelques grammes d'un mélange de sucre broyé et de chlorate de potassium (1 : 1), les placer dans un mortier et se procurer une petite bouteille d'acide sulfurique concentré munie d'un compte-gouttes.
- Préparer une feuille d'exercices portant sur l'application de la loi de Hess (réf. : *Chimie, atomes et molécules*, p. 180-183 ou voir le site <http://www.ifrance.com/scientix/transit/hess.htm>).
- Préparer des feuilles de laboratoire pour effectuer l'expérience portant sur la chaleur de combustion du magnésium (réf. : *Manuel de laboratoire pour Chimie, atomes et molécules*, p. 30).
- Se procurer le matériel nécessaire pour faire l'expérience en laboratoire.
- Préparer une évaluation sommative en deux parties : expérience en laboratoire et épreuve papier-crayon pour évaluer les connaissances de l'élève sur les éléments vus dans les activités 2.1, 2.2 et 2.3.

Déroulement de l'activité

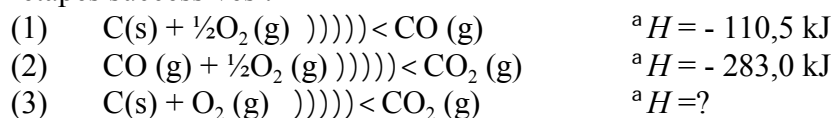
Mise en situation

- Utiliser des exemples de la vie courante pour montrer qu'on peut accomplir un but en une ou en plusieurs étapes (p. ex., pour descendre un court escalier, on peut sauter directement en bas ou le descendre une marche à la fois et le résultat final peut être le même).
- Demander à l'élève d'énumérer quelques autres situations de la vie courante qui requièrent des étapes intermédiaires et diriger une discussion portant sur les avantages et les inconvénients des différentes options (p. ex., emprunter plusieurs voies secondaires plutôt que de prendre une autoroute). **(ED)**
- Faire la démonstration de la combustion d'un mélange de sucre et de chlorate de potassium au contact d'une goutte d'acide sulfurique concentré (attention : production instantanée d'une flamme intense). Faire un rapprochement avec la biologie (p. ex., le sucre consommé doit être métabolisé en plusieurs étapes biochimiques et les réactions d'oxydation successives produisent de l'énergie dont le corps a besoin. Pendant la démonstration, le sucre s'est oxydé rapidement en plusieurs étapes). **(AM)**
- Faire le lien avec la chimie en indiquant qu'on peut faire brûler du magnésium en une seule étape ou provoquer son oxydation en deux étapes distinctes.

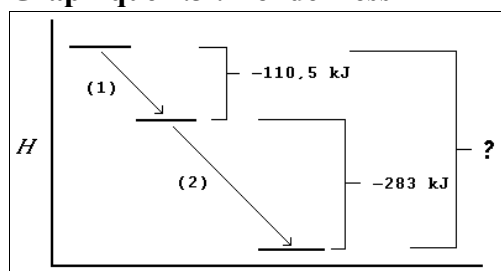
Expérimentation/Exploration/Manipulation

Loi de Hess

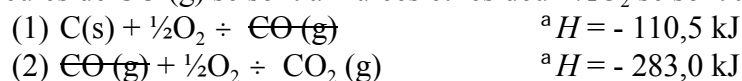
- Définir la loi de Hess et l'illustrer à l'aide d'un exemple tel que : calculer l'enthalpie de la réaction $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ en sachant qu'il est possible de séparer cette réaction en deux étapes successives :



Graphique 2.3 : Loi de Hess



- Représenter graphiquement ces deux étapes successives.
- Demander à l'élève de trouver aH de la réaction (3) du problème sur le graphique.
- Demander à l'élève de calculer aH de cette réaction à l'aide du graphique (la variation d'enthalpie totale (aH de (3)) s'obtient par la somme des aH de (1) et de (2)).
- Demander à l'élève d'additionner les deux équations (1) et (2), et de comparer la réaction obtenue avec la réaction énoncée dans le problème (p. ex., elle est identique puisque les deux molécules de $CO(g)$ se sont annulées et les deux $\frac{1}{2}O_2$ se sont additionnés).



))))))))))))))))))))))))))))))))))))))



- Expliquer à l'élève que, si une réaction peut être divisée en étapes successives et si la somme des équations des étapes nous redonne à nouveau l'équation initiale, la somme des enthalpies des étapes correspond alors à l'enthalpie totale.
- Écrire, au tableau, une équation globale ainsi que les équations intermédiaires correspondantes et demander à l'élève de prédire la façon dont chacune des équations intermédiaires peut être manipulée de façon à reproduire par addition les réactifs et les produits de l'équation globale. Corriger au tableau. **(EF)**
- Remettre à l'élève des problèmes portant sur la loi de Hess, circuler pour l'aider et assigner un travail à terminer à la maison. Lorsque les devoirs sont terminés, demander à l'élève d'écrire ses solutions au tableau et corriger, s'il y a lieu. **(EF)**

Généralisation

- Demander à l'élève de schématiser le protocole à suivre pour trouver, en laboratoire, la chaleur de combustion d'une substance en utilisant la loi de Hess. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour faire une épreuve portant sur les variations d'énergie, l'enthalpie des réactions chimiques et la loi de Hess, et l'expliquer.
- Évaluer les connaissances de l'élève à l'aide d'une épreuve en deux parties (une en laboratoire et l'autre papier-crayon) en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration SCH4U 2.1, 2.2 et 2.3.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des différences entre les transformations physiques, les réactions chimiques et nucléaires;
 - démontrer une compréhension des variations d'enthalpie, de son expression graphique et des calculs correspondants;
 - démontrer une compréhension de la loi de Hess.
 - Recherche
 - déterminer expérimentalement la chaleur de combustion et la chaleur de neutralisation d'une substance en appliquant la loi de Hess;
 - déterminer la chaleur de combustion ou de neutralisation en partant d'un tableau d'observation;
 - utiliser les règles de précision des instruments de mesure et des chiffres significatifs dans les calculs et pendant la détermination des sources d'erreurs expérimentales.
 - Communication
 - utiliser correctement la terminologie et les symboles liés à l'enthalpie, à la variation d'enthalpie, à l'énergie d'activation, à la chaleur de formation, à la réaction globale et aux réactions intermédiaires.
 - Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre diverses sources d'énergie et la technologie, la société et l'environnement;

- évaluer l'impact des technologies de production énergétiques sur l'environnement.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de concevoir une expérience pour calculer la chaleur de combustion d'une substance à l'aide d'un tableau de chaleurs de formations, de trouver les équations et d'appliquer la loi de Hess.
- Suggérer à l'élève de consulter une biographie de Germain Henri Hess (1802-1850) et de rechercher l'origine de sa loi ainsi que les recherches effectuées pour la découvrir.
- Préparer l'élève à effectuer l'expérience sur la chaleur de combustion du magnésium.
 - Expliquer le cheminement à suivre et les nombreux calculs à effectuer, et réviser la précision ainsi que la marge d'erreur des balances électroniques utilisées (p. ex., voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 30).
 - Présenter les calculs en étapes successives et questionner l'élève à chaque étape pour vérifier ses connaissances antérieures (p. ex., étape 1 - calcul de la quantité d'énergie produite par la réaction effectuée dans le calorimètre; étape 2 - calcul du nombre de moles de MgO utilisé; étape 3 - calcul de l'énergie produite par mole de réactif MgO).
- (EF)
- Demander à l'élève d'effectuer l'expérience et d'accomplir tous les calculs nécessaires en tenant compte de la précision des instruments de mesure ainsi que des chiffres significatifs.
- Demander à l'élève de consulter le site électronique de chimie 534 et de repasser les concepts de l'unité en faisant certains exercices (<http://geocities.com/CapeCanaveral/9305/calor.htm>). (T) (O)

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 2.4 (SCH4U)

Vitesse des réactions chimiques

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur la vitesse des réactions chimiques. L'élève trie, selon leur ordre de vitesse, des réactions chimiques se produisant dans l'environnement, effectue des problèmes à l'aide de la loi de la vitesse de réaction et examine le concept de demi-vie. De plus, elle ou il détermine expérimentalement la vitesse d'une réaction chimique.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 7

Domaine : Cinétique chimique et thermochimie

Attentes : SCH4U-CC-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-CC-Comp.4 - 5 - 6
SCH4U-CC-Acq.1 - 6
SCH4U-CC-Rap.4

Notes de planification

- Préparer une liste d'exemples de réactions chimiques courantes avec leur vitesse relative (p. ex., essence et air activés par une étincelle dans un moteur, réaction explosive; combustion d'une bûche, réaction à vitesse moyenne; oxydation du fer à température ambiante ou rougissement des feuilles, réactions lentes).
- Préparer le protocole de l'expérience permettant de mesurer la vitesse de réaction, vérifier la disponibilité des produits chimiques et se procurer l'équipement pour chaque équipe de deux (p. ex., voir *Chimie 534*, p. 166).
- Rechercher des exemples d'utilisation d'isotopes radioactifs en raison de leur demi-vie particulière (p. ex., datation au carbone-14, traceur radioactif, entreposage de déchets radioactifs, radiothérapie).
- Préparer un exercice portant sur la théorie des collisions et le mécanisme des réactions.
- Préparer 100 ml des solutions suivantes :
 - Solution A : Iodure de potassium 0,20 mole/l dans une solution saturée d'amidon;
 - Solution B : Thiosulfate de sodium 0,005 mole/l;
 - Solution C : Peroxydisulfate d'ammonium 0,10 mole/l.
- Se procurer une plaque chauffante, un thermomètre, un bain-marie et deux éprouvettes.
- Préparer 10 ml de solution sulfate de cuivre (II) 0,01 mole/l.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Revoir la définition d'un changement ou d'une réaction chimique (p. ex., transformation qui change la composition chimique d'une substance, indices d'une réaction chimique).
- Regrouper les élèves en équipes de deux et leur demander d'énumérer dix réactions chimiques se produisant dans l'environnement en indiquant si chacune est lente, moyenne, rapide ou explosive (p. ex., essence et air activés par une étincelle dans un moteur, réaction explosive; combustion d'une bûche, réaction moyenne; oxydation du fer à température ambiante ou rougissement des feuilles, réaction lente). **(ED)**
- Demander à l'élève de présenter ses exemples au cours d'une mise en commun des résultats. Écrire les exemples, dans un tableau, sous les colonnes lente, moyenne, rapide ou explosive.
- Reprendre les exemples de l'élève ou fournir d'autres exemples sur quelques réactions à vitesse contrôlable (p. ex., ralentissement de la dégradation bactérienne des aliments par congélation et ajout d'agents de conservation, activation de la dégradation bactérienne par l'ajout d'agents dans les composts et les fosses septiques). **(AM)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Mesure empirique de la vitesse d'une réaction

- Revoir la réaction du magnésium et de l'acide chlorhydrique, une réaction déjà étudiée en SCH3U : $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{MgCl}_2$.
- Remettre le protocole d'une expérience permettant de mesurer la vitesse d'une réaction (p. ex., voir *Chimie 534*, p. 166) et discuter des précautions à prendre pendant la manipulation des gaz.
- Demander à l'élève d'effectuer l'expérience en suivant les consignes du protocole dont celles de sécurité, et de remettre un rapport formel préparé à l'ordinateur, y compris tableau des résultats, graphique de la vitesse de réaction en fonction du temps et interprétation du graphique. **(EF) (T)**

Loi de la vitesse de réaction

- Expliquer la loi de la vitesse de réaction et son équation générale $v = k[\text{A}]^m[\text{B}]^n$ en suivant le raisonnement suivant :
 - à une température donnée, la vitesse d'une réaction dépend de la concentration des réactifs. Par exemple, la vitesse de la réaction $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2$ peut être calculée en mesurant le volume d' O_2 produit en fonction du temps. La forme générale de l'équation de la vitesse de réaction de cette réaction prend la forme suivante :

$$\text{vitesse} = k [\text{H}_2\text{O}_2]^m$$
 où k représente la constante de vitesse et $[\text{H}_2\text{O}_2]$ représente la concentration de H_2O_2 . L'exposant m peut être déterminé expérimentalement. Par exemple, l'expérience montre que la vitesse de décomposition du H_2O_2 est directement proportionnelle à sa concentration (c.-à-d., si $[\text{H}_2\text{O}_2]$ double, on observe que la vitesse double également). Cette proportionnalité peut être exprimée par la relation suivante :

$$\text{vitesse} = k [\text{H}_2\text{O}_2]^1, \text{ car } m = 1.$$
 - La constante de vitesse k varie avec la température. Elle définit la proportion des molécules H_2O_2 qui réagit en fonction du temps. La valeur de k dépend également de la nature des réactifs.
 - Considérons la réaction générale $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$. L'équation de vitesse de réaction de cette équation globale serait représentée par l'équation suivante :

$$\text{vitesse} = k[\text{A}]^m[\text{B}]^n$$
 où $[\text{A}]$ et $[\text{B}]$ représentent les concentrations molaires des réactifs et k la constante de vitesse de cette réaction. La vitesse de la réaction ainsi que les exposants m et n sont

déterminés par l'expérience. En connaissant ces valeurs, il est possible de calculer la valeur de k par la relation :

$$k = \frac{\text{vitesse}}{[A]^m[B]^n}$$

- L'ordre de la réaction est déterminé par la somme des exposants m et n .
- Remettre à l'élève des résultats expérimentaux et lui demander de faire les calculs nécessaires pour déterminer les exposants m et n des concentrations des solutions A et B ainsi que la constante de vitesse k . Discuter des réponses de l'élève et la ou le guider dans sa démarche (p. ex., voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 162-163). (EF)
- Assigner un exercice à l'élève portant sur la détermination de l'expression de la vitesse des réactions et du calcul de la constante d'une réaction et corriger au tableau (p. ex., voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 184-186). (EF)

Demi-vie

- Expliquer le concept de demi-vie d'une réaction nucléaire sous forme de vitesse de réaction (p. ex., demi-vie de $^{238}_{92}\text{U}$ est 4.51×10^9 années, temps requis pour que la moitié des atomes radioactifs se désintègrent).
- Remettre un tableau de demi-vie d'éléments radioactifs et discuter de leur utilisation dans des domaines variés en fonction de leur demi-vie courte ou prolongée (p. ex., la demi-vie de l'uranium-235 étant de 710 millions d'années, il faut s'assurer d'entreposer les déchets à base de cet élément pour une très longue durée; la datation au carbone-14 nous permet de préciser l'âge d'objets historiques; on utilise des traceurs radioactifs de courte demi-vie dans le corps humain). (AM)

Théorie des collisions et mécanisme des réactions

- Présenter, au tableau, la théorie des collisions et expliquer le concept d'énergie minimal pour assurer l'efficacité des collisions entre les molécules du ou des réactifs en présence.
- Montrer, à l'aide de modèles moléculaires, que l'orientation spatiale des molécules est importante pour réaliser une collision efficace avec le maximum d'énergie potentielle pour atteindre un complexe activé : dans la réaction $A + BC \rightarrow AB + C$, lorsque A entre en collision avec BC, la collision est plus efficace si A entre en contact avec l'atome B de la molécule BC, plutôt que l'atome C (p. ex., voir le schéma 2.4a et le schéma 2.4b).

Schéma 2.4a : Collision efficace

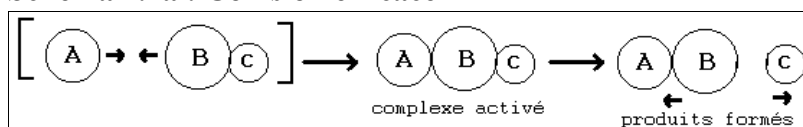
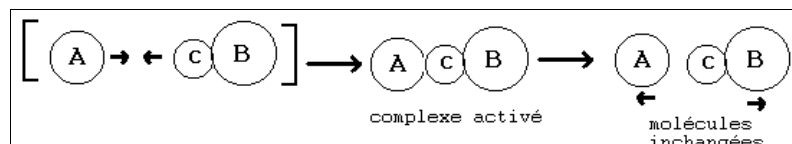


Schéma 2.4b : Collision inefficace



- Communiquer une analogie de l'effet de la concentration d'une substance sur le nombre de collisions (p. ex., comparer une danse de 20 personnes ou de 120 personnes : la présence de 120 personnes entraînera plus de collisions entre elles).
- Présenter, à l'aide d'un exemple, le concept du mécanisme des réactions (p. ex., cinq personnes qui lavent la vaisselle, voir *La chimie : Expériences et principes*, p. 210).

- Demander à l'élève de faire quelques exercices portant sur la théorie des collisions et du mécanisme des réactions. Faire la correction en salle de classe. **(EF)**

Effet de la température, de la concentration et de la catalyse sur la vitesse d'une réaction

- Demander à l'élève de prédire, en s'appuyant sur la théorie des collisions, l'effet des changements ci-dessous sur la vitesse d'une réaction chimique : variation de la température; variation de la concentration; ajout d'un catalyseur. **(ED)**
- Demander à l'élève d'effectuer l'expérience 6.1 dans *Manuel de laboratoire pour Chimie, atomes et molécules*, p. 39 (n'effectuer que les mélanges n^{os} 1, 2, 11, et 14) pour illustrer l'effet de la température, de la concentration et de la catalyse sur la vitesse d'une réaction chimique.
- Demander à l'élève de résumer les effets des variations de température, de concentration et d'ajout d'un catalyseur sur la vitesse d'une réaction chimique et de les expliquer à l'aide de la théorie des collisions.

Mécanisme réactionnel et importance des étapes élémentaires

- Amener l'élève à déduire la présence d'un mécanisme réactionnel en s'appuyant sur l'improbabilité d'une collision simultanée d'un nombre important de molécules de réactifs dans la réaction : $4 \text{ HBr (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \div 2 \text{ H}_2\text{O (g)} + 2 \text{ Br}_2 \text{ (g)}$ qui sous-entend la collision simultanée de cinq molécules de réactifs. La probabilité de cette collision étant très petite, les chimistes ont découvert que cette réaction se déroule en trois étapes élémentaires successives :
 - (1) $\text{HBr (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \div \text{HOBr (g)}$ (lente);
 - (2) $\text{HOBr (g)} + \text{HBr (g)} \div 2 \text{ HOBr (g)}$ (rapide);
 - (3) $\text{HOBr (g)} + \text{HBr (g)} \div \text{H}_2\text{O (g)} + \text{Br}_2 \text{ (g)}$ (rapide).
- Expliquer l'importance des étapes élémentaires d'un mécanisme réactionnel sur la vitesse de la réaction globale en demandant à l'élève de comparer l'effet de la variation de la concentration d'un réactif sur la vitesse de la réaction globale, dans chacune des étapes élémentaires (*Varier la concentration d'un réactif dans la première étape élémentaire a un effet marqué sur la vitesse de la réaction globale puisque cette réaction est très lente. Étant très lente, cette étape est considérée comme l'étape limitant la réaction globale puisqu'elle lui impose sa vitesse et que la vitesse de la réaction globale ne peut pas être plus rapide que la plus lente de ses étapes élémentaires. En revanche, varier la concentration d'un réactif d'une des deux étapes rapides n'aura aucun effet sur la vitesse de la réaction globale puisque ce n'est que la vitesse de ces étapes qui variera et que ces étapes ne sont pas limitantes.*). Discuter des réponses des élèves. **(EF)**

Généralisation

- Demander à l'élève de dresser une liste des concepts, des formules et des habiletés développés dans cette activité pour ensuite comparer sa liste avec celles des pairs, ajouter des informations et demander de l'aide, au besoin. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 2.5.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Montrer ou simuler des réactions chimiques pour mettre en évidence leurs vitesses relatives. Par exemple :
 - ajouter un petit morceau de zinc (mossy) dans un becher 250 mL contenant 50 mL d'acide chlorhydrique 6 M (attention : tenir compte des mesures de sécurité). Ajouter la même quantité de zinc en grain ou en poudre dans un deuxième becher d'acide chlorhydrique 6 M. Comparer les vitesses relatives;
 - former une boule compact avec une feuille de papier. À l'aide de pinces à becher, placer cette boule dans la flamme d'un brûleur. Comparer la vitesse de combustion lorsqu'une feuille de papier non froissée est placée dans la flamme du brûleur.
- Demander à l'élève de concevoir et d'effectuer une expérience pour déterminer la vitesse d'une réaction et calculer la constante de la vitesse de réaction (p. ex., dans une burette à gaz, faire réagir une quantité donnée de magnésium à différentes concentrations d'acide chlorhydrique. Mesurer le volume d'hydrogène formé en fonction du temps pour chacun des essais. En se basant sur les données, calculer la vitesse de la réaction et la constante de vitesse).
- Suggérer à l'élève de rechercher l'application médicale de radio-isotopes et l'entreposage des déchets radioactifs en tenant compte de leur demi-vie. **(PE) (AM)**
- Demander à l'élève d'inventer et de présenter une analogie portant sur la théorie des collisions ainsi que le mécanisme des réactions.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 2.5 (SCH4U)

Facteurs qui influent sur la vitesse de réaction

Description

Durée : 375 minutes

Cette activité porte sur les facteurs qui influent sur la vitesse de réaction. L'élève conçoit une expérience ou en modifie une et l'effectue pour montrer l'effet d'un facteur sur la vitesse de réaction. Elle ou il présente les résultats de son expérience au groupe-classe et rédige un rapport d'expérience formel, y compris son protocole et les règles de sécurité qui s'appliquent.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7

Domaine : Cinétique chimique et thermochimie

Attentes : SCH4U-CC-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-CC-Comp.4
SCH4U-CC-Acq.1
SCH4U-CC-Rap.3 - 4

Notes de planification

- Se procurer :
 - une boîte de conserve vide de jus de tomate de 1,36 L et enlever complètement le couvercle avec un ouvre-boîte;
 - un cylindre gradué de 1 L;
 - deux pastilles d'Alka Seltzer®, deux bechers de 250 mL, de la glace et une plaque chauffante.
- Préparer un exercice portant sur l'aspect qualitatif des vitesses de réaction.
- Préparer cinq exemples pour montrer les cinq facteurs qui influencent la vitesse d'une réaction chimique (p. ex., consulter <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/9305/inf.htm>).
- Se procurer des morceaux d'un tissu pour faire la démonstration de la nature des réactifs.
- Réserver la bibliothèque ou la salle d'informatique pour une durée d'environ 30 minutes.
- Photocopier la grille d'évaluation adaptée.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Effectuer la démonstration ci-dessous pour illustrer l'effet de la variation de la température sur la vitesse d'une réaction.
 - Ajouter une pastille d'Alka Seltzer® dans un becher d'eau chaude et une autre dans un becher d'eau glacée. Comparer les vitesses.
- Demander à l'élève d'expliquer les différences observées dans les deux démonstrations. Discuter des réponses. **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Facteurs qui influent sur la vitesse de réaction

- Présenter, à l'aide d'exemples, les cinq facteurs ci-dessous qui influent sur la vitesse d'une réaction chimique et demander à l'élève de prendre l'information en note :

Nature des réactifs (p. ex., potassium vs fer dans l'eau)

- effectuer une démonstration avec quatre morceaux de tissus identiques préalablement trempés dans des solutions différentes et séchés. Les suspendre sous la hotte et les soumettre à une flamme (p. ex., voir *Contact Chimie 534, Cahier d'apprentissage*);
- à la suite de la démonstration, animer une discussion pour amener l'élève à expliquer ses observations.

Concentration des réactifs

- présenter un exemple tel que : Zn dans HCl 2,0 M vs Zn dans HCl 0,5 M.

Température

- donner des exemples tels que le temps de développement d'une photo *Polaroid* plus court en été qu'en hiver, le métabolisme des insectes réglé en fonction des températures (p. ex., les fourmis se déplaçant plus rapidement par temps chaud que par temps froid) et la durée de conservation plus prolongée des aliments au réfrigérateur. **(AM)**

Surface de contact

- mettre des petits morceaux de zinc ainsi qu'une plaque de zinc dans l'acide et observer;
- demander à l'élève la technique utilisée pour commencer un feu de bois (bûche de bois vs copeaux);
- expliquer brièvement le système de respiration d'organismes unicellulaires et pluricellulaires (p. ex., surface de contact avec l'oxygène; système branchial ou pulmonaire et circulatoire nécessaire chez les pluricellulaires). **(AM)**

Catalyseur

- reprendre le graphique d'enthalpie de l'activité 2.2 et expliquer l'impact d'un catalyseur sur la courbe énergétique.

(Note : consulter le site Web <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/9305/inf.htm> pour d'autres démonstrations ou expériences traitant des facteurs qui influent sur la vitesse d'une réaction chimique).

Conception d'expérience en laboratoire

- Présenter la tâche d'évaluation sommative : concevoir ou modifier une expérience, en laboratoire, montrant l'effet d'un des cinq facteurs sur la vitesse d'une réaction chimique et présenter les résultats de sa recherche oralement et par écrit.
- Remettre la grille d'évaluation adaptée destinée au rapport de laboratoire ainsi qu'à la présentation orale et l'expliquer.
- Expliquer les éléments de la tâche :

- concevoir une expérience ou en trouver une pertinente en partant d'une recherche effectuée dans Internet ou dans des manuels de chimie générale et y proposer des modifications; **(T)**
- rédiger le protocole détaillé de l'expérience en prenant soin de décrire les règles de sécurité pertinentes;
- faire des rapprochements entre son expérience et la technologie, la société ou l'environnement en repérant des exemples de l'utilisation de catalyseurs dans l'industrie et dans les systèmes biochimiques. **(AM)**
- Préciser les modalités de la tâche (p. ex., échéance, utilisation ou non d'un logiciel, qualité de la langue).
- Distribuer des documents imprimés ou des adresses de sites Internet pour aider l'élève dans sa recherche (p. ex., <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/9305/inf.htm>).
- Accompagner l'élève dans sa démarche et lui fournir des commentaires à chaque étape de son travail. **(EF)**
- Demander à l'élève de réaliser son expérience en démonstration en communiquant ses observations tout le long du processus.
- Ramasser, pour fins d'évaluation, les rapports d'expérience, y compris le protocole ainsi que les règles de sécurité et évaluer les présentations orales. **(ES)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée destinée à la rédaction et à la présentation du protocole de laboratoire ainsi qu'à une épreuve papier-crayon portant sur la vitesse des réactions chimiques et les facteurs qui les influencent.
- Évaluer les connaissances de l'élève pendant la rédaction du protocole de laboratoire en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration et des connaissances au sujet de la vitesse des réactions ainsi que des facteurs qui les influencent en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration SCH4U 2.4 et 2.5.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance de la théorie des collisions;
 - démontrer une compréhension du mécanisme réactionnel et de la demi-vie d'une réaction;
 - démontrer une compréhension des rapports entre la vitesse d'une réaction et l'équation de sa vitesse ainsi que les facteurs qui l'influencent.
 - Recherche
 - concevoir ou modifier une expérience pour vérifier l'effet d'un facteur sur la vitesse d'une réaction chimique;
 - appliquer des compétences et des procédés techniques au cours de la réalisation de l'expérience.
 - Communication
 - utiliser la terminologie et les symboles appropriés liés à la vitesse des réactions chimiques et à la théorie des collisions;
 - utiliser la présentation orale et le rapport de laboratoire comme formes de communication.
 - Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre l'utilisation de catalyseurs, la technologie, la société et l'environnement.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Suggérer à l'élève de lire et de résumer un texte portant sur le principe de fonctionnement d'un catalyseur (p. ex., voir *Éléments de chimie moderne*, p. 238-239).
- Présenter une de ces expériences en démonstration :
 - facteurs qui influencent la vitesse (p. ex., voir *Contact Chimie, Cahier d'apprentissage*, p. 174 à 181);
 - effet de la température, de la concentration et d'un catalyseur sur la vitesse d'une réaction chimique (p. ex., voir *Manuel de laboratoire pour Chimie, atomes et molécules*, p. 33 à 38).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

Annexe SCH4U 2.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Vitesse de réaction

Grille d'évaluation adaptée - Vitesse de réaction
Annexe SCH4U 2.5.1

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
Compétences et critères	50 - 59 % Niveau 1	60 - 69 % Niveau 2	70 - 79 % Niveau 3	80 - 100 % Niveau 4
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une connaissance de la théorie des collisions. - démontre une compréhension du mécanisme réactionnel et de la demi-vie d'une réaction. - démontre une compréhension des rapports entre la vitesse d'une réaction, l'équation de sa vitesse et les facteurs qui l'influencent.	L'élève démontre une connaissance limitée des faits et des termes ainsi qu' une compréhension limitée des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une connaissance partielle des faits et des termes ainsi qu' une compréhension partielle des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une connaissance générale des faits et des termes ainsi qu' une compréhension générale des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une connaissance approfondie des faits et des termes ainsi qu' une compréhension approfondie des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts.
Recherche				
L'élève : - conçoit ou modifie une expérience pour vérifier l'effet d'un facteur sur la vitesse d'une réaction chimique. - applique des compétences et des procédés techniques au cours de la réalisation de l'expérience.	L'élève applique un nombre limité d'habiletés et de stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés ainsi que les procédés techniques avec une compétence limitée .	L'élève applique certaines habiletés et stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés ainsi que les procédés techniques avec une certaine compétence .	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés ainsi que les procédés techniques avec une grande compétence .	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés ainsi que les procédés techniques avec une très grande compétence .

<i>Communication</i>				
L'élève : - utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques appropriés liés à la vitesse des réactions chimiques et à la théorie des collisions. - utilise la présentation orale et le rapport de laboratoire comme formes de communication.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec peu d'exactitude et une efficacité limitée , et utilise diverses formes de communication avec une compétence limitée .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une certaine exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une certaine compétence .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une grande exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une grande compétence .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une très grande exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une très grande compétence .
<i>Rapprochement</i>				
L'élève : - démontre une compréhension des rapprochements entre l'utilisation de catalyseurs, la technologie, la société et l'environnement.	L'élève démontre une compréhension limitée des rapprochements dans des contextes familiers.	L'élève démontre une certaine compréhension des rapprochements dans des contextes familiers.	L'élève démontre une compréhension générale des rapprochements dans des contextes familiers et dans certains contextes peu familiers.	L'élève démontre une compréhension approfondie des rapprochements dans des contextes familiers et peu familiers.
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 3 (SCH4U)

Systèmes chimiques et équilibre

Description

Durée : 24 heures

Cette unité porte sur l'équilibre chimique, le principe de Le Châtelier et le processus de formation des solutions. L'élève effectue des expériences en laboratoire et utilise la technologie pour mieux comprendre les équilibres étudiés. De plus, elle ou il résout des problèmes quantitatifs et étudie le comportement de systèmes chimiques en biologie ainsi que dans une variété de technologies.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Systèmes chimiques et équilibre

Attentes : SCH4U-SC-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-SC-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9
SCH4U-SC-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8
SCH4U-SC-Rap.1 - 2 - 3

Titres des activités

Durée

Activité 3.1 : Caractéristiques d'un système en équilibre	150 minutes
Activité 3.2 : Loi d'action de masse	225 minutes
Activité 3.3 : Principe de Le Châtelier	300 minutes
Activité 3.4 : Solubilité : un cas d'équilibre	300 minutes
Activité 3.5 : Solutions acides et basiques	465 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (AC), la technologie (T), les perspectives d'emploi (PE) et les autres matières (AM) au moment de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer en même temps les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire et consulte aussi la section **Sécurité** des unités 1 et 2 de SCH4U.

- Mentionner à l'élève que le nitrate d'argent tache les vêtements de façon permanente et lui demander de porter un sarrau.

Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

ZUMDAHL, Steven S., *Chimie des solutions*, Montréal, Centre éducatif et culturel, 1988, 381 p.*

Médias électroniques

Chimie 534 - Équilibre dans les réactions chimiques. (consulté le 5 août 2001)

<http://geocities.com/CapeCanaveral/9305/équi.htm>

Chimie 534. (consulté le 2 juillet 2001)

<http://www.cdess.org/chimie/lechat.htm>

Généralités, pH et tampons sanguins. (consulté le 2 juillet 2001)

<http://www.ulg.ac.be/physioan/chapitre/ch452.htm>

Téléchargement - Chimie pH. (consulté le 2 juillet 2001)

<http://www.multimania.com/nico911/chemistr.html#tools>

ACTIVITÉ 3.1 (SCH4U)

Caractéristiques d'un système en équilibre

Description

Durée : 150 minutes

Cette activité porte sur le concept d'équilibre chimique à l'intérieur de systèmes gazeux, de solutions et de réactions chimiques. L'élève observe et compare diverses démonstrations d'équilibre et se familiarise avec les concepts d'entropie ainsi que d'enthalpie à l'aide d'analogies, d'une étude logique et de l'analyse d'une réaction spontanée observée en démonstration.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SCH4U-Ag.5

Domaine : Systèmes chimiques et équilibre

Attentes : SCH4U-SC-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4U-SC-Comp.1 - 4 - 5
SCH4U-SC-Acq.1

Notes de planification

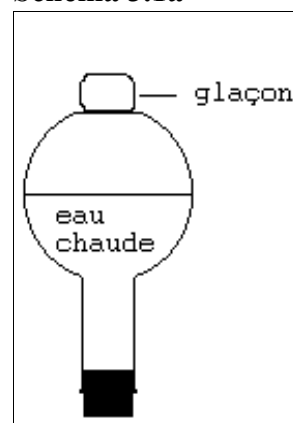
- Se procurer un flacon erlenmeyer de 250 ml, un glaçon, une paire de pinces universelles, un support universel, une plaque chauffante et un bouchon.
- Se procurer deux gros contenants transparents (p. ex., contenants de crème glacée de 4 litres), remplir un des contenants à moitié d'eau et couvrir le fond du deuxième avec de l'eau. Se procurer un becher de 250 ml et un becher de 100 ml.
- Préparer un becher d'eau glacée et un becher d'eau chaude. Se procurer deux tubes contenant un mélange des gaz NO_2 et N_2O_4 .
- Se procurer un sac réfrigérant pour chacune des équipes de deux élèves.
- Préparer un exercice portant sur les réactions spontanées, l'entropie et l'enthalpie (p. ex., voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 262-263).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève s'il peut penser à une façon de résoudre le problème suivant : De quelle façon peut-on utiliser de la glace pour faire bouillir de l'eau?
- Effectuer la démonstration de la solution du problème en faisant les étapes suivantes :
 - Mettre environ 125 ml d'eau froide dans un flacon erlenmeyer de 250 ml.
 - Chauffer l'eau jusqu'à ébullition. Retirer ensuite le flacon de la source de chaleur, puis attendre que l'ébullition cesse.
 - Lorsque l'ébullition s'est arrêtée, boucher fermement le flacon au moyen d'un bouchon. Inverser le flacon et le fixer à un support.
 - Placer un glaçon sur le flacon inversé, attendre quelques minutes, puis observer l'ébullition qui recommence (voir **Schéma 3.1a**).
- Demander à l'élève de tenter d'expliquer ce phénomène. **(ED)**
- Informer l'élève qu'il est possible d'expliquer ce phénomène en utilisant le concept d'équilibre chimique et qu'à la fin de cette unité elle ou il sera en mesure de l'expliquer ainsi que d'autres phénomènes physiques et chimiques.

Schéma 3.1a



Expérimentation/Exploration/Manipulation

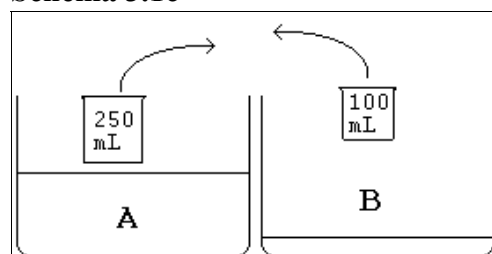
Analogie de l'équilibre - Démonstration

- Informer l'élève que le but de la présente démonstration consiste à montrer le concept d'équilibre chimique.
- Montrer deux contenants A et B avec leur volume d'eau respectif. Expliquer que le contenant A représente les réactifs, que le contenant B représente les produits et que les niveaux d'eau respectifs représentent leur concentration (voir **Schéma 3.1b**).
- Demander à un ou à une élève volontaire (élève A) de transférer l'eau du contenant A au contenant B en utilisant un becher de 250 ml et demander, en même temps, à un ou à une autre élève (élève B) d'effectuer la même procédure, mais du becher B à A en utilisant cette fois un becher de 100 ml (voir **Schéma 3.1c**). Les informer qu'elles ou ils doivent tenter de prélever le maximum d'eau à chaque transfert. Demander à un ou à une troisième élève de mesurer sporadiquement la hauteur du niveau d'eau dans chaque contenant.
- Pendant que les élèves font les transferts, demander au groupe-classe de faire des prédictions à l'égard de ce qui adviendra éventuellement de la hauteur des niveaux d'eau respectifs. Discuter des réponses des élèves. **(ED)**

Schéma 3.1b



Schéma 3.1c



- Lorsque les élèves observent que les niveaux d'eau ne changent plus, demander à l'élève A d'effectuer un dernier transfert, mais cette fois de vider l'eau directement dans le becher de 100 ml de l'élève B (Note : cela convaincra l'élève que la quantité d'eau transférée est maintenant constante d'un contenant à l'autre).
- Annoncer à l'élève que le système est en équilibre. Lui demander d'énumérer les caractéristiques de ce système (p. ex., Équilibre parce qu'on transvide la même quantité d'eau au même rythme et en sens opposé. C'est un système dynamique parce qu'il y a une action, le mouvement de part et d'autre. Les niveaux d'eau ne changent plus lorsque le système est en équilibre, mais ces niveaux ne sont pas nécessairement égaux.).
- Demander à l'élève de nommer d'autres exemples d'équilibre (p. ex., une fontaine puisque l'eau y entre et sort au même rythme). **(ED)**
- Demander à l'élève d'établir le lien entre cette démonstration et un système chimique en équilibre (p. ex., comme il est mentionné dans la démonstration, dans un système en équilibre les réactions opposées se poursuivent continuellement; la formation des produits et des réactifs se fait au même rythme; les concentrations des réactifs et des produits ne changent plus avec le temps; les concentrations des réactifs et des produits ne sont pas nécessairement égales).

Équilibre des gaz

- Montrer à l'élève deux tubes à gaz contenant un mélange de NO_2 et de N_2O_4 , lui permettre d'observer les tubes et lui demander de noter ses observations (la teinte est rouge-brun dans les deux tubes et d'intensité égale). Informer l'élève que le gaz NO_2 est rouge-brun, alors que le gaz N_2O_4 est incolore.
- Écrire, au tableau, la formule des gaz NO_2 (rouge-brun) et N_2O_4 (incolore).
- Plonger un tube dans un becher d'eau glacée, placer le deuxième comme témoin à proximité (désigné par la lettre T) et le laisser à la température ambiante.
- Demander à l'élève de noter ses observations dès l'introduction du tube dans l'eau froide (la teinte rouge-brun devient de plus en plus pâle en comparaison avec celle du témoin qui ne change pas). Demander à l'élève d'illustrer ce qu'il vient d'observer en reliant avec une flèche les formules des gaz NO_2 et N_2O_4 (p. ex., 2NO_2 (rouge-brun) \rightleftharpoons N_2O_4 (incolore)).
- Sortir le tube de l'eau glacée et le plonger dans un becher d'eau à température ambiante. Demander à l'élève de noter ses observations (la teinte rouge-brun du gaz augmente et redevient identique à la teinte du témoin).
- Demander à l'élève d'illustrer à nouveau ce qu'elle ou il vient d'observer en reliant avec une flèche les deux gaz (p. ex., 2NO_2 (rouge-brun) \rightleftharpoons N_2O_4 (incolore)).
- Demander à l'élève si le mélange des gaz a tendance à atteindre un état d'équilibre dans le tube (p. ex., la teinte rouge-brun ne change pas après un certain temps; elle diminue au froid, mais reste de nouveau stable si le froid persiste et lorsqu'elle retourne à la température ambiante, elle se stabilise de nouveau pour retrouver sa teinte initiale). **(ED)**
- Poser à l'élève les questions suivantes : De quelle façon se comparent les concentrations des gaz dans l'eau glacée et à la température ambiante? À la température ambiante, y a-t-il encore des molécules de N_2O_4 (incolore) dans le tube? Quel test pourrait-on effectuer pour vérifier s'il y a encore des molécules de N_2O_4 (incolore) dans le tube à la température ambiante, (p. ex., placer le tube dans l'eau chaude et, s'il y a encore des molécules de N_2O_4 à la température ambiante, elles réagiront pour former le gaz NO_2)? Effectuer le test proposé par l'élève.
- Demander à l'élève de représenter ce système en équilibre à l'aide d'équations (p. ex., 2NO_2 (rouge-brun) \rightleftharpoons N_2O_4 (incolore)).

- Demander à l'élève de faire quelques analogies entre la démonstration de l'équilibre des pots d'eau et celle de l'équilibre du tube à gaz (p. ex., dans les deux cas, il y a une tendance à atteindre un équilibre; dans le premier cas, c'est le niveau d'eau qui reste le même dans les bechers A et B, tandis que, dans le deuxième cas, c'est la teinte rouge-brun qui demeure la même dans le mélange des deux gaz).
- Expliquer à l'élève que les mélanges de gaz dans l'eau froide, à la température ambiante et dans l'eau chaude, sont tous des systèmes en équilibre qui varient par rapport à leur position d'équilibre. Demander à l'élève d'illustrer ce concept à l'aide des niveaux d'eau (voir **Schéma 3.1d**).

Schéma 3.1d

<div>NO₂</div>	<div>N₂O₄</div>	<div>NO₂</div>	<div>N₂O₄</div>	<div>NO₂</div>	<div>N₂O₄</div>
Tube dans l'eau froide		Tube à la température ambiante		Tube dans l'eau chaude	

- Définir les expressions *système fermé* et *système ouvert* ainsi qu'*équilibre dynamique* (p. ex., pour qu'il y ait équilibre entre le NO₂ et le N₂O₄, ni l'un ni l'autre ne doit s'échapper; ils doivent être dans un contenant fermé).
- Réaliser de nouveau la démonstration portant sur l'équilibre des gaz dans les tubes en plongeant le tube dans l'eau glacée, puis dans l'eau chaude.
- Expliquer que le système au chaud favorise la réaction pour former du NO₂, le gaz rouge-brun et que le système au froid favorise la réaction pour former du N₂O₄, le gaz incolore. Les deux jusqu'à un nouvel état d'équilibre : $2 \text{NO}_{2(\text{rouge-brun})} \rightleftharpoons \text{N}_{2}\text{O}_{4(\text{incolore})}$.
- Préciser que le système atteint un état d'équilibre dans l'un ou l'autre de ces cas lorsque les propriétés macroscopiques ne changent plus (p. ex., la teinte rouge-brun).

Enthalpie et entropie

- Placer une craie sur le rebord de la table et expliquer que nous pouvons tous prédire qu'elle tombera si on la pousse dans le vide. Expliquer que cela nous paraît normal que la craie tombe plutôt qu'elle monte spontanément du plancher à la table. Les scientifiques observent que, dans la nature, tout système a tendance à progresser vers le plus bas niveau d'énergie (lorsque la craie est sur le pupitre, elle a une énergie potentielle plus élevée que lorsqu'elle est sur le plancher).
- Expliquer que l'énergie totale (potentielle et cinétique) d'un système (c.-à-d. substance chimique) correspond à l'enthalpie (H), que le changement subi par ce système correspond à \hat{H} et que $\hat{H} = 0$ s'il n'y a pas d'énergie externe.
- Illustrer, à l'aide d'un graphique, les variations de l'enthalpie pour un système où l'enthalpie augmente ($\hat{H} +$) et pour un système où l'enthalpie diminue ($\hat{H} -$).
- Mentionner qu'il y a des exceptions. Il existe des phénomènes physiques et chimiques naturels où, curieusement, le système observé passe d'un niveau d'énergie inférieur à un niveau d'énergie supérieur (\hat{H} serait alors +; c'est comme si la craie montait spontanément du plancher au pupitre).
- Expliquer que, pour comprendre et prédire la spontanéité d'un événement, il faut considérer un deuxième facteur tout aussi naturel, l'entropie (S). Présenter des exemples de cette tendance naturelle vers le désordre (p. ex., dans un jeu de cartes; au départ, les

cartes sont classées et avec l'usage elles se placent de façon aléatoire) et définir le mot *entropie*.

- Demander à l'élève de nommer d'autres situations qui mènent au désordre (p. ex., chambre à coucher, gaz provenant de sources différentes se mélangeant dans une pièce). **(ED)**
- Inviter l'élève à prédire la spontanéité des réactions causant les changements ci-dessous et discuter des réponses données : **(EF)**
 - \hat{H}^+ et \hat{S}^- (non spontanée puisque les deux facteurs favorisent la non-spontanéité);
 - \hat{H}^- et \hat{S}^+ (spontanée puisque les deux facteurs favorisent la spontanéité).
- Expliquer qu'il est plus difficile de prédire la spontanéité d'un système lorsque l'enthalpie et l'entropie augmentent (\hat{H}^+ , \hat{S}^+) et lorsque l'enthalpie ainsi que l'entropie diminuent (\hat{H}^- , \hat{S}^-).
- Demander à l'élève de tenter d'expliquer la raison pour laquelle il en est ainsi. Discuter des réponses (p. ex., dans ces deux cas, l'enthalpie et l'entropie agissent l'une contre l'autre sur le plan de la spontanéité, c'est-à-dire que l'une favorise la spontanéité, alors que l'autre favorise la non-spontanéité). **(EF)**
- Mentionner que, pour prédire la spontanéité de tels systèmes, il faut considérer la température du système et les valeurs relatives à l'entropie ainsi qu'à l'enthalpie. Informer l'élève qu'il existe une relation mathématique reliant ces trois facteurs et qu'elle permet de prédire la spontanéité d'une réaction chimique. Expliquer que cette relation dépasse le cadre de ce cours.
- Expliquer à l'élève que les réactions endothermiques qui se déroulent spontanément à la température de la pièce subissent toujours un accroissement important par rapport à l'entropie (p. ex., formation d'un gaz).
- Distribuer un sac réfrigérant à chaque équipe de deux et demander à l'élève :
 - de noter la liste des ingrédients qu'il contient;
 - de faire réagir les substances du sac réfrigérant en le maniant avec les mains;
 - de noter ses observations dans son cahier.
- Faire le lien entre cette expérience et les notions d'enthalpie, d'entropie ainsi que de spontanéité discutées ci-dessus (p. ex., les deux composés chimiques réagissent spontanément, ils absorbent une quantité d'énergie du milieu environnant (\hat{H}^+)).
- Revoir les situations générales qui tendent à augmenter l'état d'entropie (p. ex., gaz produit en partant d'une solution; évaporation spontanée de l'eau d'un becher).
- Remettre à l'élève une feuille d'exercices portant sur la notion d'entropie ainsi que d'énergie libre et corriger l'exercice en salle de classe (p. ex., L'entropie du système ci-après augmente-t-elle ou diminue-t-elle? $\text{NaCl}_{(s)} \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ S8. Voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 262-263). **(EF)**
- Demander à l'élève d'élaborer une analogie pour expliquer le phénomène d'entropie, de définir *entropie*, de ressortir quatre caractéristiques des systèmes en équilibre, de joindre un exemple pour chacune et d'expliquer le phénomène observé pendant la mise en situation. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 3.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter l'émission 1 *Stabilité instable* de la série «Équilibre chimique» de tfo et consulter le guide de l'éducateur au chapitre 1 pour regarder les suggestions d'activités.
- Inviter l'élève à consulter un site Internet portant sur les deux premières lois de la thermodynamique et à les résumer en quelques lignes (p. ex., voir <http://perso.infonie.fr/monjuju/>). (T)

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 3.2 (SCH4U)

Loi d'action de masse

Description

Durée : 225 minutes

Cette unité porte sur l'étude du comportement de divers systèmes chimiques et sur la résolution de problèmes quantitatifs à l'aide de la loi d'action de masse. L'élève vérifie la validité de la constante d'équilibre en partant de données expérimentales, effectue des analyses graphiques, visionne une vidéo et prédit l'effet d'une variété de changements sur des systèmes en équilibre.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SCH4U-Ag.5

Domaine : Systèmes chimiques et équilibre

Attentes : SCH4U-SC-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4U-SC-Comp.2
SCH4U-SC-Acq.1 - 6

Notes de planification

- Se procurer un ensemble de modèles moléculaires et préparer dix molécules A₂ blanches et six molécules B₂ vertes.
- Se procurer un contenant vide transparent d'une boisson gazeuse de 1 litre.
- Préparer un exercice de réactions chimiques en équilibre (p. ex., voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 260, n° 30).
- Préparer un exercice pour résoudre des calculs relatifs à la loi d'action de masse.
- Réserver un téléviseur, un magnétoscope et la vidéo de la série «Équilibre chimique» de tfo.
- Se procurer un tableau de résultats expérimentaux des concentrations de réactifs et de produits d'un système à l'état d'équilibre (p. ex., voir *Chimie des solutions*, p. 93, exercices d'application 3.2 et 3.3).
- Se procurer une liste de réactions chimiques avec des constantes d'équilibre.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter une analogie de la loi d'action de masse, au moyen de modèles moléculaires représentant un équilibre gazeux, en faisant connaître le code du modèle :
 - deux balles blanches représentant la molécule A_2 et deux balles vertes représentant la molécule B_2 (nombre de molécules suggéré : dix molécules A_2 et six B_2);
 - le système fermé est représenté par un contenant transparent (p. ex., un pot de cornichons en verre de 4 litres et son couvercle).
- Introduire les dix molécules A_2 dans le contenant et y ajouter ensuite les six molécules B_2 . Agiter le contenu pour représenter les collisions entre les molécules.
- Demander à un ou à une élève d'utiliser les modèles moléculaires du contenant pour représenter une réaction entre les molécules A_2 et B_2 formant deux nouvelles molécules gazeuses AB selon l'équation $A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightleftharpoons 2AB_{(g)}$ (l'élève construit deux molécules AB en partant d'une molécule A_2 et d'une molécule B_2).
- Agiter de nouveau et demander à un ou à une autre élève de représenter une deuxième réaction. Faire chaque fois le bilan dans un tableau tel que le tableau 3.2.
- Lorsqu'il reste sept molécules A_2 et trois molécules B_2 , un premier élève représente de nouveau la réaction directe $A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightleftharpoons 2AB_{(g)}$. En même temps, demander à un deuxième élève de représenter, à l'aide des modèles, la réaction inverse, soit $2AB_{(g)} \rightleftharpoons A_{2(g)} + B_{2(g)}$. Répéter deux fois.

Tableau 3.2 : Bilan des changements de concentration

Nombre de molécules A_2	Nombre de molécules B_2	Nombre de molécules AB
10	6	0
9	5	2
8	4	4
7	3	6
7	3	6
7	3	6

- Demander à l'élève de déterminer l'essai qui indique que l'état d'équilibre est atteint et de justifier sa réponse. **(ED)**
- Discuter des concentrations des réactifs et du produit lorsque l'état d'équilibre est atteint.
- Demander à l'élève d'expliquer l'expression *équilibre dynamique* appliqué au modèle (p. ex., il y a un équilibre dynamique parce que le rythme de la réaction directe est le même que celui de la réaction inverse). **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Loi d'action de masse

- Utiliser l'équation du modèle de la mise en situation pour montrer la loi d'équilibre et écrire son expression en indiquant les conventions à suivre.
- Assigner un exercice portant sur l'expression de la loi d'équilibre en se basant sur diverses réactions. Corriger au tableau (p. ex., voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 260, n° 30). **(EF)**
- Utiliser les valeurs du bilan de la mise en situation pour montrer le calcul utilisé par les chimistes en écrivant au tableau $A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightleftharpoons 2AB_{(g)}$ ou $A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightleftharpoons AB_{(g)} + AB_{(g)}$ et
$$K_{eq} = \frac{[Produit]}{[Réactif]} = \frac{[AB][AB]}{[A_2][B_2]} = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]} = \frac{6^2}{(7)(3)} = 1.7$$
- Présenter les vidéos *Tendances des réactions* et *Constante d'équilibre* (émissions 4 et 5) de la série «Équilibre chimique» de tfo et animer une mise en commun des points à retenir.
- Remettre à l'élève un tableau contenant des résultats expérimentaux de différentes concentrations de produits et de réactifs pour un système en équilibre et à température donnée (p. ex., voir *Chimie des solutions*, p. 93, exercices d'application 3.2 et 3.3). Lui demander d'écrire l'expression de la constante d'équilibre de la réaction représentée et de calculer la constante d'équilibre pour chaque essai.
- Discuter de l'utilité de la constante d'équilibre (p. ex., caractéristique de l'équation, donne des indices sur les produits ou les réactifs favorisés à température donnée).
- Demander à l'élève de fournir des explications au sujet des faibles variations des résultats d'un essai à l'autre.

Effet de la température sur la constante d'équilibre

- Montrer que la constante d'équilibre varie en fonction de la température en faisant un rappel de l'activité 3.1 qui portait sur le tube de l'équilibre $N_2O_4 \text{ (incolore)} \rightleftharpoons 2NO_2 \text{ (rouge-brun)}$.
- Demander à l'élève d'anticiper la variation de la constante d'équilibre du système au froid (0 EC) et du système au chaud (40 EC) (p. ex., la constante d'équilibre devrait être plus basse dans le tube au froid, car la teinte brune a diminué signalant ainsi l'augmentation du réactif incolore et la diminution du produit brun, le gaz NO_2).
- Demander à l'élève d'écrire la loi d'expression d'équilibre de l'équation $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ et de comparer K_{eq} à 0 EC et à 40 EC.
- Demander à l'élève de prédire ce que serait l'effet sur la constante d'équilibre si le tube était plongé dans l'azote liquide, puis dans l'eau chaude.
- Demander à l'élève de prédire si tous les systèmes gazeux en équilibre devraient nécessairement se comporter de la même façon.
- Indiquer à l'élève que chaque système est différent et que l'étude du principe de Le Châtelier, à la prochaine activité, lui permettra de prédire le comportement d'une réaction en équilibre soumise à un changement.
- Présenter une variété de réactions (fictives ou réelles) avec leurs constantes d'équilibre à une température donnée et demander à l'élève de ressortir les réactions qui favorisent davantage les produits et celles qui favorisent davantage les réactifs. Corriger au tableau. **(EF)**
- Assigner des problèmes portant sur la loi d'équilibre et les corriger en salle de classe. **(EF)**

Généralisation

- Regrouper les élèves en équipes et demander à chaque élève de comparer les notions apprises pendant cette activité, de déterminer les concepts moins bien compris et de demander des éclaircissements. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 3.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève d'analyser un graphique de la variation de la concentration des réactifs et du ou des produits jusqu'à l'état d'équilibre.
- Montrer divers systèmes chimiques qui atteignent diverses positions d'équilibre (p. ex., une explosion d'un mélange de gaz hydrogène et oxygène est une réaction spontanée favorisant grandement les produits) et demander à l'élève d'estimer la grandeur de la constante d'équilibre (p. ex., très élevée, très basse).
- Demander à l'élève d'explorer des sites Internet portant sur l'équilibre chimique. **(T)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 3.3 (SCH4U)

Principe de Le Châtelier

Description

Durée : 300 minutes

Cette activité porte sur l'étude du principe de Le Châtelier. L'élève utilise ce principe pour expliquer des changements liés à un système chimique, effectue une expérience en laboratoire qui porte sur un système en équilibre et analyse un graphique du procédé Haber. De plus, elle ou il examine quelques emplois se rapportant à la chimie industrielle.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 3 - 5 - 6 - 7 - 10

Domaine : Systèmes chimiques et équilibre

Attentes : SCH4U-SC-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-SC-Comp.1 - 3
SCH4U-SC-Acq.1 - 2
SCH4U-SC-Rap.1

Notes de planification

- Se procurer les substances chimiques et le matériel nécessaire pour faire la démonstration de l'équilibre ferriothiocyanate.
- Rechercher l'historique de Henri Le Châtelier.
- Se procurer et photocopier un graphique montrant la production de l'ammoniac en fonction de la pression et de différentes températures (voir *Guide de l'éducateur* de la vidéo de la série «Équilibre chimique» de tfo, p. 26-27).
- Réserver un téléviseur, un magnétoscope et la vidéo de la série «Équilibre chimique» de tfo.
- Préparer un compte rendu de quelques emplois se rapportant à la chimie industrielle et se procurer des sections de recherche d'emplois de divers quotidiens canadiens.
- Préparer un jeu-questionnaire portant sur l'application du principe de Le Châtelier.
- Préparer le matériel de l'expérience avec l'hydrate de cobalt.
- Photocopier un exercice portant sur la production industrielle de l'acide sulfurique.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Revoir brièvement le concept des réactions en équilibre.
- Expliquer à l'élève que le but de cette activité consiste à comprendre et à prédire l'effet d'un changement sur un système chimique en équilibre (p. ex., prédire l'effet de la variation de la température, de la pression ou de la concentration d'un réactif ou d'un produit sur un système gazeux).
- Faire la démonstration de l'équilibre ferrique/ferrothiocyanate $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})(\text{jaune})} + \text{SCN}^{-}_{(\text{aq})(\text{incolore})} \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}_{(\text{aq})(\text{brun})}$
 - » dans un becher de 100 ml, verser 40 ml de KSCN 0,001 mole/L et ajouter huit gouttes de FeCl_3 0,001 mole/L, puis agiter (voir *Chimie 534*, p. 222);
 - diviser également les 40 ml du mélange dans quatre éprouvettes. La première éprouvette représente l'éprouvette témoin;
 - écrire, au tableau, l'équation du système chimique. Demander à l'élève de prédire l'effet de l'ajout de cristaux de KSCN dans la deuxième éprouvette. Discuter des réponses et demander à l'élève d'expliquer ainsi que de justifier sa prédiction en s'appuyant sur les concepts vus dans l'unité précédente (p. ex., en ajoutant davantage de réactifs, la fréquence de collisions augmente, ce qui a pour effet d'augmenter la vitesse de réaction. La couleur brune devrait s'intensifier); **(ED)**
 - ajouter les cristaux de KSCN dans la deuxième éprouvette et demander à l'élève d'observer;
 - demander à l'élève de prédire l'effet de l'ajout de cristaux de FeCl_3 dans la troisième éprouvette et de justifier sa prédiction. Effectuer le test et observer;
 - demander à l'élève de prédire ce qui va se produire si on retire l'ion SCN^{-} du système en équilibre. Lui expliquer qu'il est possible de retirer cet ion de la solution en ajoutant quelques gouttes de nitrate d'argent (le nitrate d'argent réagit avec l'ion SCN^{-} pour former le précipité AgSCN);
 - ajouter les gouttes de solution de nitrate d'argent à la quatrième éprouvette et observer. Centrifuger la solution et comparer sa couleur à celle de l'éprouvette témoin.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

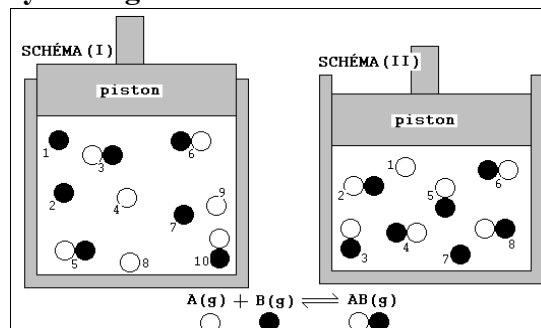
Principe de Le Châtelier

- Poser à l'élève des questions portant sur la démonstration précédente pour l'amener à découvrir le principe de Le Châtelier (p. ex., La couleur de la solution est-elle plus rouge-brun ou plus claire? Quelle substance est favorisée si on augmente la concentration d'un des réactifs? Est-ce la réaction directe ou la réaction inverse qui est favorisée?).
- Demander à l'élève de prédire l'effet d'un ajout de réactif ou de produit sur tout système en équilibre. Amener l'élève à réaliser que le système réagit à tout ajout en minimisant la concentration de la substance ajoutée. Lui demander de prédire l'effet du retrait d'un réactif ou d'un produit.
- Écrire, au tableau, le principe de Le Châtelier et présenter un bref historique du chimiste français, Henri Le Châtelier (1850-1936). **(AM)**

Variation de pression sur un système gazeux en équilibre

- Expliquer que le but de la présentation consiste à comprendre et à prédire l'effet de la variation de pression sur un système gazeux en équilibre, à l'aide du système gazeux en équilibre fictif $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons AB_{(g)}$.
- Expliquer à l'élève que la théorie cinétique moléculaire nous informe que l'espace occupé par la particule $A_{(g)}$ est identique à celui occupé par la particule $B_{(g)}$ et identique à l'espace occupé par la molécule $AB_{(g)}$. Expliquer que, pour faciliter la présentation, on assigne une valeur de **1 volume** à chacun des espaces occupés par ces particules.
- Représenter ce système, au tableau, en traçant le schéma (I) du schéma 3.3 et expliquer que l'espace total occupé par les particules est de dix volumes.
- Demander à l'élève de décrire l'effet de l'abaissement du piston sur la pression du système et l'inviter à expliquer la cause de cette augmentation de pression en utilisant la théorie cinétique des gaz (augmentation de la fréquence des collisions sur les parois et piston).
- Demander à l'élève de prédire les changements de pression si on diminuait ou augmentait le nombre de particules dans un volume donné.
- Se reporter à l'équation du système et demander à l'élève de faire le bilan des volumes occupés par les réactifs et les produits (p. ex., les réactifs A et B occupent 1 volume pour un total de 2 volumes et le produit AB occupe aussi un seul volume).
- Demander à l'élève de prédire la réaction du système en s'appuyant sur le principe de Le Châtelier (le système tentera de minimiser l'accroissement de la pression. Il tentera de s'y opposer) et de prédire le côté vers lequel se déplacera l'équilibre (il se déplacera vers le côté où il y a le moins de particules, c'est-à-dire vers les produits, car l'augmentation de la pression ne sera pas aussi importante puisqu'il y a moins de particules et la fréquence de collision sur les parois n'est pas aussi élevée).
- Tracer le schéma (II) du schéma 3.3, au tableau, en s'assurant de noter les détails suivants :
 - deux molécules de AB se sont ajoutées;
 - il y a deux particules de A et deux particules de B en moins;
 - le total des particules est donc de huit plutôt que de dix.
- Expliquer à l'élève que la pression finale est effectivement plus élevée que la pression initiale, mais que cette nouvelle pression est plus petite que celle prévue par la loi de Boyle. Cette différence s'explique par le fait que le nombre total de particules a diminué lorsque la position d'équilibre du système s'est déplacée vers les produits.
- Refaire la présentation pour une baisse de pression. Demander à l'élève de prédire la réaction du système en équilibre et d'en expliquer les raisons.
- Remettre à l'élève un jeu-questionnaire portant sur l'analyse et l'application du principe de Le Châtelier. Corriger en salle de classe. (EF)

Schéma 3.3 : Effet de la pression sur un système gazeux



- Remettre à l'élève un graphique portant sur la production de l'ammoniac par rapport à la pression et à différentes températures (voir *Guide de l'éducateur* de la vidéo de la série «Équilibre chimique» de tfo, p. 26-27).
- Remettre à l'élève une série de questions portant sur l'analyse du graphique de l'ammoniac et présenter la vidéo portant sur le procédé Haber de la série «Équilibre chimique» pour l'aider à y répondre. Ramasser le travail, corriger et commenter. **(EF)**
- Assigner un exercice portant sur le principe de Le Châtelier (p. ex., production de l'acide sulfurique, *Guide de l'éducateur* de la vidéo de tfo de la série «Équilibre chimique», p. 27). Diviser le groupe-classe en équipes pour effectuer l'exercice et corriger en demandant aux équipes de faire part de leurs réponses. **(EF)**
- Remettre à l'élève le *Manuel de laboratoire - La chimie : expériences et principes*, lui expliquer la démarche de l'expérience «Équilibre ions chromate-dichromate», p. 76, discuter de l'application du principe de Le Châtelier dans cette expérience et discuter des règles de sécurité qui sont pertinentes.
- Demander à l'élève d'effectuer l'expérience et de remettre un rapport de laboratoire fait à l'ordinateur comprenant l'introduction (p. ex., renseignements généraux du concept de l'équilibre), le but, le matériel, la méthode, le tableau des résultats, l'analyse des résultats et la conclusion. Corriger et commenter. **(EF) (T)**

Généralisation

- Discuter de quelques emplois liés à une usine de production de l'ammoniac (p. ex., chimiste industriel, technicien ou technicienne en instrumentation) et demander à l'élève de trouver, dans des sections de recherche d'emplois de divers quotidiens canadiens ou dans Internet, différents types d'emplois nécessitant des études universitaires en chimie. Afficher, au babillard de la classe, les offres d'emplois trouvées. **(PE) (T)**
- Demander à l'élève de préparer quelques questions et réponses qui résument l'apprentissage de l'activité 3.3, de les échanger avec un ou une autre élève et de demander de l'aide, au besoin. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour faire une épreuve papier-crayon et expérimentale portant sur les caractéristiques d'un système en équilibre, la loi d'action de masse ainsi que sur le principe de Le Châtelier et l'expliquer.
- Évaluer les connaissances de l'élève par rapport à son utilisation du principe de Le Châtelier pour expliquer des changements à une réaction en équilibre et les calculs connexes de la loi d'action de masse.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des caractéristiques d'un système en équilibre, de l'entropie et de l'enthalpie;
 - démontrer une compréhension de l'effet des concepts d'entropie et d'enthalpie sur une réaction en équilibre.
 - Recherche
 - analyser un graphique portant sur les conditions variables du procédé Haber en se servant du principe de Le Châtelier;

- réaliser une expérience portant sur les changements d'une réaction en équilibre et analyser les résultats obtenus;
- résoudre des problèmes quantitatifs suivant la loi d'action de masse.
- Communication
 - utiliser la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques appropriés;
 - utiliser le rapport d'expérience comme forme de communication.
- Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre l'entropie et l'enthalpie ainsi que des situations familières;
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre le principe de Le Châtelier et la technologie d'un procédé industriel.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à participer à la création d'un babillard portant sur des scientifiques et leurs découvertes vues dans ce cours (p. ex., Henri Le Châtelier, Fritz Haber).
- Demander à l'élève d'effectuer quelques exercices portant sur le principe de Le Châtelier en se basant sur le site Internet suivant : <http://www.cdess.org/Chimie/lechat.htm>. **(T)**
- Proposer à l'élève de lire un texte portant sur un système familial en équilibre (p. ex., «L'effet de serre», *Chimie 534*, p. 234). **(AM)**
- Proposer à l'élève d'enquêter sur l'équilibre physique et biologique de la planète (p. ex., impacts de l'augmentation de la population sur l'environnement). **(AM)**
- Présenter, au tableau, le système chimique de l'hydrate de cobalt (II) : $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^+ + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Co}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, expliquer la marche à suivre de cette expérience, discuter des règles de sécurité pertinentes et demander à l'élève de l'effectuer.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 3.4 (SCH4U)

Solubilité : un cas d'équilibre

Description

Durée : 300 minutes

Cette activité porte sur l'étude de la solubilité à l'aide du concept de l'équilibre chimique. L'élève détermine l'équation de la constante de solubilité (K_{ps}) ainsi que l'équation du produit ionique pour prédire le type de solution formée. De plus, elle ou il calcule le K_{ps} d'un soluté ionique en partant d'une expérience en laboratoire.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 7 - 8 - 9

Domaine : Systèmes chimiques et équilibre

Attentes : SCH4U-SC-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-SC-Comp.1 - 6 - 7
SCH4U-SC-Acq.1 - 3 - 4 - 5 - 6
SCH4U-SC-Rap.2

Notes de planification

- Préparer les solutions 0,1 M de nitrate d'argent et d'iodure de potassium pour faire la mise en situation.
- Préparer des problèmes portant sur le produit de solubilité.
- Préparer des problèmes portant sur l'effet d'ion commun.
- Préparer des problèmes portant sur la prédiction d'une réaction de précipitation.
- Préparer le protocole pour faire l'expérience qui porte sur le K_{ps} (p. ex., voir *Manuel de laboratoire pour Chimie, atomes et molécules*, p. 45, 48 et 51).
- Se procurer le matériel nécessaire pour chaque équipe et faire l'expérience portant sur le K_{ps} .

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer la formation d'un précipité d'iodure d'argent et demander à l'élève d'essayer d'expliquer la présence d'un précipité dans l'équation suivante :
Nitrate d'argent + iodure de potassium \rightarrow iodure d'argent + nitrate de potassium. **(ED)**
- Refaire la même démonstration en diluant les solutions pour montrer à l'élève qu'il n'y a aucun précipité qui s'est formé. Demander à l'élève d'expliquer ses observations. **(ED)**

- Discuter d'applications industrielles, naturelles ainsi que médicales de la formation de précipités et de la solubilité. Par exemple : **(AM) (PE)**
 - précipitation de l'uranium pour éliminer les risques d'écoulement pendant son transport;
 - purification de l'eau par floculation et sédimentation;
 - dissolution de l'émail des dents principalement constitué d'hydroxyapatite, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, dans un milieu acide causant la carie dentaire;
 - formation de stalactites et de stalagmites par précipitation de carbonate de calcium;
 - utilisation du sulfate de baryum pour radiographier les intestins;
 - élimination du plomb dans le sang en cas d'empoisonnement;
 - autres (calculs rénaux, mal des caissons, additif alimentaire).

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Produit de solubilité et ion commun

- Définir l'expression *produit de solubilité* et présenter l'équation pour calculer la constante en utilisant une réaction en équilibre telle que $\text{MgF}_{2(s)} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}_{(aq)} + 2\text{F}^{-}_{(aq)}$ $K_{ps} = \frac{[\text{Mg}^{2+}][\text{F}^{-}]^2}{1}$.
- Résoudre, au tableau, quelques problèmes de produit de solubilité, assigner un exercice portant sur le produit de solubilité et circuler pour aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Montrer trois bechers; le premier contenant de l'eau distillée, le deuxième une solution de AgNO_3 et le troisième une solution de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.
- Demander à l'élève de déterminer ce qui arriverait aux solutions des trois bechers si on ajoutait du nitrate d'argent à chacune, en quantité égale, une goutte à la fois. Amener l'élève à dire que le becher qui contient du nitrate d'argent devrait être le premier à saturer et à former un précipité.
- Ajouter, peu à peu, à chacun des bechers une solution qui contient des ions argent et demander à l'élève d'expliquer les variations de la concentration d'ions argent dans chacun des bechers.
- Expliquer le concept d'ion commun en se servant d'une solution contenant du AgCl et du NaCl , montrer son effet sur la solubilité d'un composé et résoudre, au tableau, quelques problèmes d'ions communs et de solubilité.

Prédiction d'une réaction de précipitation

- Demander à l'élève de définir les expressions *solutions non saturée, saturée et sursaturée* en se basant sur les notions vues dans le cours SCH3U. **(ED)**
- Expliquer la constante du produit ionique (Q) de la façon suivante :
 - si le précipité est BaSO_4 , alors $Q = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$ puisque le produit ionique est calculé en partant des concentrations initiales (avant que l'état d'équilibre soit atteint), alors que le K_{ps} est calculé à l'équilibre.
- Montrer à l'élève la façon dont il peut prédire si la solution est non saturée, saturée ou sursaturée à l'aide des critères suivants :
 - si $Q = K_{ps}$ la solution est saturée;
 - si $Q > K_{ps}$ la solution est sursaturée;
 - si $Q < K_{ps}$ la solution est non saturée.

- Résoudre, au tableau, quelques problèmes portant sur l'application d'ions communs ainsi que de solubilité et assigner quelques exercices en devoir. Demander à l'élève d'écrire ses réponses au tableau et en faire la correction. **(EF)**
- Remettre à l'élève des problèmes tels que ceux rencontrés au cours de cette activité ainsi que leur corrigé (p. ex., calcul de K_{ps} , d'ion commun, de précipité), lui demander de les résoudre, de noter les difficultés qu'elle ou il rencontre et de poser des questions, au besoin. **(O)**

Expérience portant sur le K_{ps}

- Diviser le groupe-classe en équipes et assigner une expérience différente à chacune (p. ex., voir *Manuel de laboratoire pour Chimie, atomes et molécules*, p. 45, 48 et 51) :
 - le produit de solubilité, K_{ps} (I); - solution saturée de $PbCl_2$;
 - le produit de solubilité, K_{ps} (II); - K_{ps} du $PbCl_2$ par réaction de déplacement;
 - le produit de solubilité, K_{ps} (III); - K_{ps} du $Ca(OH)_2$.
 - le K_{ps} du thiocyanate de fer;
- Assigner, en devoir, l'exercice préparatoire à l'expérience en laboratoire et le corriger en salle de classe. **(EF)**
- Inviter l'élève à effectuer l'expérience, lui demander de rédiger un rapport d'expérience et de faire une présentation orale qui comprend le but de l'expérience, le protocole suivi, les résultats obtenus, leur analyse et une conclusion. Commenter le rapport d'expérience et la présentation orale. **(EF)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 3.5.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à consulter des sites Internet pour enrichir ses connaissances. L'élève peut chercher un des termes suivants (p. ex., solubilité, précipitation, saturation, solutions, ions, dissolution, analyse quantitative, colorimètre). **(T)**
- Assigner des exercices provenant de sites Internet (p. ex., <http://perso.infonie.fr/monjiju/>; <http://mendeleeiev.cybercol.qc.ca/Chimie534/page1.htm>; <http://cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/solution/promatie.htm>). **(T)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 3.5 (SCH4U)

Solutions acides et basiques

Description

Durée : 465 minutes

Cette activité porte sur l'équilibre des solutions acides et basiques. L'élève examine l'utilité des solutions tampons et de l'hydrolyse des sels. Elle ou il trace des courbes de titrage à l'aide d'une simulation à l'ordinateur et effectue une expérience portant sur la quantité d'acide dans des boissons gazeuses.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9

Domaine : Systèmes chimiques et équilibre

Attentes : SCH4U-SC-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-SC-Comp.1 - 7 - 8 - 9
SCH4U-SC-Acq.1 - 3 - 6 - 7 - 8
SCH4U-SC-Rap.3

Notes de planification

- Trouver une vidéo ou des textes portant sur les solutions tampons :
 - «Systèmes tampons et hyperventilation», *La chimie, une approche moderne*, p. 392;
 - «L'estomac et les antiacides», *Chimie 534*, p. 281;
 - «Étude de cas : Les dépôts acides», *La chimie en perspective*, p. 488 à 491;
 - «L'homéostasie», émission 5 de la série «Équilibre biochimique» de tfo;
 - «Généralités, pH et tampons sanguins» -
<http://www.ulg.ac.be/physioan/chapitre/ch452.htm>;
 - «Composition chimique d'antiacides» -
<http://mendeleviev.Cyberscol.qc.ca/carrefour/théorie/antiacides.html>.
- Préparer une solution tampon 50 ml $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ 0,1 M + 50 ml $\text{NaCH}_3\text{COO}_{(\text{aq})}$ 0,1 M, une solution témoin non tamponnée 100 ml de $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ 0,1 M ainsi que le matériel nécessaire pour faire la démonstration.
- Préparer un exercice portant sur l'hydrolyse des sels, un jeu-questionnaire de révision portant sur les notions d'acides ainsi que de bases et des exercices portant sur le K_a , pH, pOH, K_b et K_{eau} .
- Préparer un transparent qui traite des variations de concentrations de H^+ et de OH^- vs pH et pOH.
- Réserver le local d'ordinateurs pour une période.
- Préparer le matériel nécessaire pour faire le titrage d'une boisson gazeuse.
- Demander à l'élève d'apporter une boisson gazeuse de type cola; s'assurer d'avoir une variété de marques commerciales (p. ex., Pepsi, Coke, RC, PC).

- Préparer un tableau de comparaisons des différentes boissons gazeuses pour y noter les résultats du groupe-classe.
- Préparer et photocopier la grille d'évaluation adaptée pour faire l'évaluation sommative.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de mentionner des marques commerciales de produits antiacides et d'expliquer leur rôle. Expliquer brièvement l'effet tampon (p. ex., l'effet tampon permet de neutraliser un surplus d'acide ou de base dans un système; c'est le cas d'un antiacide qui permet de neutraliser le surplus d'acide dans l'estomac). **(ED) (AM)**
- Demander à l'élève de trouver d'autres applications où il est utile de maintenir un équilibre et où l'effet tampon est bénéfique. **(ED)**
- Diviser le groupe-classe en équipes et remettre à chacune un article scientifique portant sur le tamponnage. Demander à l'équipe de tirer des exemples de tamponnage de leur lecture et d'accompagner, si possible, leurs exemples d'équations chimiques (voir **Notes de planification** pour des références). **(AM)**
- À la suite de la lecture, animer une mise en commun des renseignements tirés des textes.
- Discuter de l'importance de l'effet tampon et présenter d'autres exemples d'applications de l'effet tampon (p. ex., solutions tampons pour pH mètre permettant de calibrer l'instrument; tamponnage des liquides destinés aux injections intraveineuses pour ne pas perturber le pH du sang). **(AM)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Tampons

- Reprendre les équations chimiques ressorties par chaque équipe durant la mise en situation pour décrire les caractéristiques et les composantes d'une solution tampon (p. ex., acide faible avec son sel, base faible avec son sel).
- Faire une démonstration d'une solution tampon en procédant de la façon suivante :
 - prendre la solution tampon $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ 0,1 M + 50 ml $\text{NaCH}_3\text{COO}_{(\text{aq})}$ 0,1 M et y ajouter des solutions acides ou basiques. Mesurer le pH avec un pH mètre, un indicateur universel ou du bleu de bromothymol pour montrer l'effet tampon;
 - comparer chaque fois le pH avec une solution témoin non tamponnée préparée en partant de 100 ml de $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ 0,1 M.
- Inviter l'élève à expliquer les changements observés (p. ex., pH ou coloration) à l'aide du principe de Le Châtelier. Résumer les observations et en faire l'analyse au tableau. **(EF)**

Hydrolyse et ionisation

- Expliquer la théorie de l'hydrolyse des sels et montrer des exemples au tableau (p. ex., $\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$).
- Demander à l'élève de prédire si un sel en solution est acide, basique ou neutre.
- Assigner un exercice en devoir et corriger en salle de classe. **(EF)**
- À l'aide de modèles moléculaires, montrer la façon dont la molécule d'eau se transforme en ions H^+ et OH^- . Écrire, au tableau, l'équation de dissociation de l'eau $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$.
- Présenter l'expression de la constante d'équilibre de l'eau (K_{eau} ou K_w) :

$$K_{\text{eau}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14}.$$

- Résoudre, au tableau, quelques problèmes pour calculer la concentration des ions H_3O^+ ou OH^- en utilisant la constante d'équilibre de l'eau.

Acides et bases

- Donner un jeu-questionnaire portant sur les notions simples des acides et des bases vues dans le cours SCH3U (p. ex., définitions des acides, des bases, des acides et bases fortes ou faibles, du concept de pH). **(ED)**
- Présenter le concept des constantes d'équilibre des acides (K_a) et des bases (K_b).
- Faire, au tableau, quelques problèmes portant sur le K_a , assigner un exercice portant sur le K_a , et remettre le corrigé. Circuler dans la classe pendant que l'élève fait l'exercice et l'aider, au besoin. **(EF)**
- Revoir la formule du pH et du pOH : $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$; $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$.
- Résoudre, au tableau, quelques exercices portant sur le pH et le pOH, et montrer sur un transparent les variations de concentration des ions H^+ et OH^- en fonction des pH et des pOH. Amener l'élève à constater les relations entre la variation des concentrations des ions H^+ et OH^- en fonction de la variation du pH et du pOH.
- Assigner, en devoir, un exercice portant sur le pH, pOH, K_a et K_b . Corriger et commenter. **(EF)**

Titration

- Revoir l'utilité du titrage (p. ex., trouver la concentration inconnue d'acide dans un produit commercial).
- Faire le calcul du pH d'une solution à différents intervalles pendant un titrage.
- Présenter les trois différentes courbes de titrage et expliquer l'importance de choisir l'indicateur approprié au cours d'un titrage en se reportant à un tableau d'indicateurs acidobasiques.
- Assigner un travail portant sur une simulation de courbe de titrage à l'ordinateur (p. ex., voir <http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/solution/cour.htm>). **(T)**
- Exiger que l'élève fasse quelques calculs pour vérifier si la courbe de titrage est représentative des quantités utilisées. Circuler et aider l'élève, au besoin. **(EF)**

Expérience portant sur le calcul de K_a

- Expliquer le but de l'expérience : calculer le K_a , construire le graphique du pH et déterminer la quantité d'acide phosphorique dans une boisson gazeuse (p. ex., un cola).
- Demander à l'élève de consulter le site http://www.ping.be/at_home/chimie1.htm pour se procurer le protocole de laboratoire. **(T)**
- Inviter l'élève à procéder à l'analyse de sa boisson gazeuse de type cola.
- Demander à l'élève de faire les calculs et de dessiner les graphiques associés à ses résultats de laboratoire en se basant sur l'exemple montré dans le site Internet.
- Inviter l'élève à faire part des résultats obtenus en remplissant le tableau de comparaisons des différentes boissons gazeuses qui indique leur contenu en acide phosphorique.

Généralisation

- Distribuer une liste de vérification des concepts, des habiletés ainsi que de la terminologie étudiés et demander à l'élève de la remplir en cochant dans la case appropriée. **(O)**

Tableau 3.5.1 : Objectivation

Concepts et habiletés	Je comprends	Je vais chercher	J'ai besoin d'aide
-----------------------	--------------	------------------	--------------------

caractéristiques d'une solution tampon			
prédire si un sel en solution est acide, basique ou neutre			
problèmes portant sur le K_a			
utilisation des formules du pH et du pOH			
courbes de titrage			

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour faire une expérience en laboratoire portant sur les situations d'exploration SCH4U 3.4 et 3.5, et l'expliquer.
- Évaluer les connaissances de l'élève par rapport à la solubilité des sels ainsi que des solutions acides et basiques en équilibre.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des caractéristiques d'une solution tampon;
 - démontrer une compréhension de la constante d'équilibre et du tamponnage.
 - Recherche
 - concevoir une expérience pour déterminer le K_{ps} d'un sel;
 - effectuer la technique du titrage de manière appropriée;
 - tracer un graphique d'une courbe de titrage et analyser ses composantes;
 - résoudre des problèmes portant sur les pH, pOH, K_a , K_b et K_{eau} .
 - Communication
 - utiliser la terminologie appropriée pour exprimer les systèmes en équilibre d'un sel, d'un acide ou d'une base;
 - utiliser le rapport de laboratoire comme forme de communication.
- Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre les notions de solubilité des substances ainsi ses applications industrielles et médicales;
 - évaluer l'impact de l'utilisation des solutions tampons sur l'environnement, la société et la technologie.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Assigner quelques exercices portant sur les solutions acides/bases, l'hydrolyse simple d'un sel et les solutions tampons en se basant sur des sites Internet (p. ex., <http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/solution/promatie.htm> ou <http://perso.infonie.fr/monjuju/>). (T)
- Demander à l'élève de concevoir et d'effectuer une expérience pour vérifier l'efficacité des antiacides.

- Inviter l'élève à effectuer une expérience, en laboratoire, pour comparer le pourcentage d'acide acétique contenu dans différentes marques de vinaigre.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

Annexe SCH4U 3.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Solubilité et équilibre

Grille d'évaluation adaptée - Solubilité et équilibre

Annexe SCH4U 3.5.1

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
<i>Compétences et critères</i>	<i>50 - 59 % Niveau 1</i>	<i>60 - 69 % Niveau 2</i>	<i>70 - 79 % Niveau 3</i>	<i>80 - 100 % Niveau 4</i>
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une connaissance des caractéristiques d'une solution tampon. - démontre une compréhension de la constante d'équilibre et du tamponnage.	L'élève démontre une connaissance limitée des faits et des termes ainsi qu' une compréhension limitée des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une connaissance partielle des faits et des termes ainsi qu' une compréhension partielle des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une connaissance générale des faits et des termes ainsi qu' une compréhension générale des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une connaissance approfondie des faits et des termes ainsi qu' une compréhension approfondie des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts.
Recherche				
L'élève : - conçoit une expérience pour déterminer le K_{ps} d'un sel. - effectue la technique du titrage. - trace un graphique d'une courbe de titrage et analyse ses composantes. - résout des problèmes portant sur pH, pOH, K_a , K_b et K_{eau} .	L'élève applique un nombre limité d'habiletés et de stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés ainsi que les procédés techniques avec une compétence limitée .	L'élève applique certaines habiletés et stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés ainsi que les procédés techniques avec une certaine compétence .	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés ainsi que les procédés techniques avec une grande compétence .	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés ainsi que les procédés techniques avec une très grande compétence .

<i>Communication</i>				
L'élève : - utilise la terminologie appropriée pour exprimer les systèmes en équilibre d'un sel, d'un acide ou d'une base. - utilise le rapport de laboratoire comme forme de communication.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec peu d'exactitude et une efficacité limitée , et utilise diverses formes de communication avec une compétence limitée .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une certaine exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une certaine compétence .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une grande exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une grande compétence .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une très grande exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une très grande compétence .
<i>Rapprochement</i>				
L'élève : - démontre une compréhension des rapprochements entre les notions de solubilité des substances ainsi que ses applications industrielles et médicales. - évalue l'impact de l'utilisation des solutions tampons sur l'environnement, la société et la technologie.	L'élève démontre une compréhension limitée des rapprochements dans des contextes familiers et évalue l'impact sur l'environnement avec une compétence limitée .	L'élève démontre une certaine compréhension des rapprochements dans des contextes familiers et évalue l'impact sur l'environnement avec une certaine compétence .	L'élève démontre une compréhension générale des rapprochements dans des contextes familiers et dans certains contextes peu familiers, et évalue l'impact sur l'environnement avec une grande compétence .	L'élève démontre une compréhension approfondie des rapprochements dans des contextes familiers et peu familiers, et évalue l'impact sur l'environnement avec une très grande compétence .
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 4 (SCH4U)

Électrochimie

Description

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur la compréhension des concepts fondamentaux de l'oxydoréduction. L'élève illustre le fonctionnement de diverses piles galvaniques et électrolytiques, et résout des problèmes connexes concernant ces piles. De plus, elle ou il effectue des expériences en laboratoire et se familiarise avec l'emploi de piles pour évaluer l'incidence des technologies électrochimiques sur la société.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7 - 9 - 10

Domaine : Électrochimie

Attentes : SCH4U-E-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-E-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
SCH4U-E-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7
SCH4U-E-Rap.1 - 2 - 3

Titres des activités

Durée

Activité 4.1 : Réactions d'oxydoréduction	150 minutes
Activité 4.2 : Équations d'oxydoréduction	150 minutes
Activité 4.3 : Piles électrochimiques	300 minutes
Activité 4.4 : Loi de Faraday	270 minutes
Activité 4.5 : Applications des réactions d'oxydoréduction	450 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (AC), la technologie (T), les perspectives d'emploi (PE) et les autres matières (AM) au moment de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer en même temps les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire et consultez aussi la section **Sécurité** des unités 1 et 2 de SCH4U.

Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

FOISY, Luc, *Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée*, Montréal, Lidec, 1991, 312 p.*

JENKINS, Frank, Hans VAN KESSEL et Dick THOMPCKINS, *La chimie en perspective*, Montréal, Éditions de la Chenelière, 1996, 576 p.*

Revue

CHEVALIER, Gérard, «La batterie mille-feuilles», *Science et Vie*, n° 870, décembre 1990 p. 101-104 et 176.

FAUVARQUE, J. F., «Les générateurs électrochimiques», *L'Actualité chimique*, janvier/février 1992, p. 87-113.

PÉPIN, Raynald, «L'énergie qui tombe pile : les piles électriques», *Québec Science*, janvier 1990, p. 46 et 47.

SARRAZIN, Christian, «Les piles au lithium», *La Recherche*, février 1991, p. 170.

Médias électroniques

Animation/pile électrochimique.

http://www.ulb.ac.be/sciences/cudec/ressources/Pile_ZnCu.mov

ACTIVITÉ 4.1 (SCH4U)

Réactions d'oxydoréduction

Description

Durée : 150 minutes

Cette activité porte sur les réactions d'oxydoréduction. L'élève examine les concepts de base de l'électrochimie pour être en mesure de reconnaître une réaction d'oxydation, de réduction et d'oxydoréduction. De plus, elle ou il effectue une expérience pour déterminer la réactivité de certains métaux et indiquer les demi-réactions d'oxydation et de réduction.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 3 - 5 - 7

Domaine : Electrochimie

Attente : SCH4U-E-A.1

Contenus d'apprentissage : SCH4U-E-Comp.1
SCH4U-E-Acq.1 - 2

Notes de planification

- Se procurer des photos d'une anguille électrique et d'une voiture électrique futuriste.
- Préparer le matériel nécessaire pour faire la démonstration du cuivre dans le nitrate d'argent.
- Se procurer un microscope stéréoscopique par équipe de deux élèves.
- Préparer des exercices d'équations rédox.
- Réserver un téléviseur, un magnétoscope et se procurer l'émission *Les fondements de l'électrochimie* de la série «Électrochimie» de tfo.
- Préparer le matériel nécessaire pour faire l'expérience qui porte sur la réactivité des métaux (p. ex., plaques de zinc, cuivre, aluminium, solution de nitrate de zinc 0,1 M, solution de nitrate de cuivre (II) 0,1 M et chlorure de chrome (III) 0,1 M).
- Préparer quelques questions portant sur l'expérience en laboratoire (p. ex., Dans chacune des réactions spontanées, qu'arrive-t-il au métal et qu'arrive-t-il au cation métallique en solution?).
- Se procurer un tableau de la série de réactivité des métaux.
- Préparer des exercices basés sur la réactivité des métaux.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Afficher deux photos; une anguille électrique (gymnate) et une voiture électrique futuriste. Demander à l'élève d'expliquer ce que les deux ont en commun. **(ED)**
- Amener l'élève à énoncer oralement des concepts de base de l'électrochimie en se basant sur ses connaissances antérieures (p. ex., atome et électrons, métaux donneurs d'électrons, différence d'affinité électronique entre les éléments, le courant électrique et la solution électrolytique). **(ED)**
- Demander à l'élève d'énumérer des applications de l'électrochimie (p. ex., voiture électrique, énergie de recharge, pile sèche, pile zinc-cuivre, pile rechargeable, accumulateur au plomb). **(ED)**
- Demander à l'élève de nommer des agents corrosifs qui sont aussi des agents oxydants provoquant l'oxydation des métaux (p. ex., chlore, brome, sel, engrais chimique). **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Démonstration d'oxydoréduction

- Plonger un fil de cuivre enroulé en spirale dans une solution de nitrate d'argent.
 - Demander à l'élève d'expliquer ce que représente le dépôt gris qui se forme sur le fil de cuivre.
 - Permettre à l'élève d'utiliser un microscope stéréoscopique pour observer les cristaux formés.
 - Demander à l'élève de prédire la nature de la substance grise. **(ED)**
 - Laisser le fil de cuivre dans la solution jusqu'au changement de couleur de la solution au bleu.
 - Demander à l'élève d'indiquer la nature et l'origine de la substance qui rend la solution bleue (p. ex., les ions cuivriques en solution viennent du fil de cuivre).
 - Rappeler à l'élève que les ions se forment à la suite du mouvement des électrons.
 - Demander à l'élève de nommer les ions de la solution avant la réaction (Ag^+ et NO_3^-) et après la réaction (Cu^{++} et NO_3^-).
 - Questionner l'élève.
 - La réaction du fil de cuivre dans la solution est-elle une réaction spontanée?
 - Tout métal plongé dans la solution réagirait-il de la même façon?
 - Serait-il possible de mesurer un courant électrique dans la solution?
- En partant de la démonstration, expliquer à l'élève que, dans un circuit électrique, les fils transportent les électrons, que le transfert d'électrons se fait directement dans la solution du cuivre à l'ion argent et que l'énergie est utilisée directement dans la solution puisque le cuivre et l'argent sont en contact et qu'il n'y a pas de fil pour les relier; il n'y a donc pas un courant d'électrons mesurable.
- Expliquer à l'élève qu'une réaction d'oxydation est une réaction au cours de laquelle un ou des électrons sont donnés (le cuivre qui cède ses électrons) et qu'une réaction de réduction est une réaction au cours de laquelle un ou des électrons sont reçus (l'argent capte les électrons).
- Écrire, au tableau, les réactions d'oxydation et de réduction observées :
Oxydation du cuivre $\text{Cu}_{(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
Réduction de l'argent $2\text{Ag}^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow 2\text{Ag}_{(s)}$

Réaction d'oxydoréduction $\text{Cu}_{(s)} + 2\text{Ag}^{+}_{(aq)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Ag}_{(s)}$

- Définir les concepts *agent oxydant* et *agent réducteur* (p. ex., utiliser le diagramme humoristique des chiens du manuel *Contact Chimie 534, Guide d'enseignement*, p. 263).
- Faire un lien avec la démonstration en indiquant que le réducteur (cuivre) cède les électrons captés par l'oxydant (argent).
- Expliquer qu'il est impossible d'avoir une réduction sans avoir une oxydation, et c'est la raison pour laquelle on parle de réaction d'oxydoréduction, communément appelée *réaction rédox*.
- Écrire, au tableau, quelques réactions rédox et demander à l'élève de ressortir les demi-réactions d'oxydation et de réduction.
- Demander à l'élève de prendre l'information en note. **(EF)**
- Présenter l'émission *Les fondements de l'électrochimie* de la série «Électrochimie» de tfo et animer une mise en commun des grandes lignes de son contenu.
- Distribuer une liste des termes étudiés et demander à l'élève de les définir ainsi que de les appliquer dans un exemple : *demi-réaction, oxydation, réduction, agent oxydant, agent réducteur, réaction rédox*. **(O)**

Expérience portant sur la réactivité de divers métaux en solution

- Indiquer à l'élève que le but de cette expérience est de vérifier si d'autres métaux réagissent de la même façon que le cuivre plongé dans la solution de nitrate d'argent.
- Permettre à l'élève de choisir un protocole d'expérience parmi plusieurs pour montrer expérimentalement une réaction d'oxydoréduction (p. ex., voir *Chimie 534, Cahier d'activités*, p. 383).
- Inviter l'élève à effectuer l'expérience, en laboratoire, en prenant soin de respecter les règles de sécurité appropriées.
- Demander à l'élève de vérifier la réactivité de divers métaux dans différentes solutions.
- Animer une mise en commun des résultats, élaborer un tableau de comparaison des différents métaux utilisés et classer les réactions en réactions spontanées ou non spontanées. **(EF)**
- Remettre à l'élève un tableau de la série de réactivité des métaux, lui rappeler la façon de l'utiliser et lui assigner des problèmes à résoudre à l'aide de ce tableau. Corriger en salle de classe. **(EF)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 4.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève d'analyser, en laboratoire, le contenu en étain d'un dentifrice (voir *La chimie en perspective*, p. 368).
- Faire une démonstration qui porte sur le polissage de la coutellerie (voir *La chimie en perspective*, p. 377).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 4.2 (SCH4U)

Équations d'oxydoréduction

Description

Durée : 150 minutes

Cette activité porte sur l'équilibrage des équations d'oxydoréduction. L'élève détermine le nombre d'oxydation de l'atome, reconnaît des équations d'oxydoréduction et les équilibre. De plus, elle ou il choisit, parmi les trois méthodes étudiées, celle qui est la plus appropriée pour équilibrer une équation rédox.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SCH4U-Ag.5

Domaine : Électrochimie

Attente : SCH4U-E-A.1

Contenus d'apprentissage : SCH4U-E-Comp.1
SCH4U-E-Acq.1 - 3

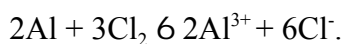
Notes de planification

- Préparer une liste d'équations d'oxydoréduction pour faire la mise en situation.
- Photocopier le tableau d'électronégativité.
- Rechercher les règles à suivre pour déterminer le nombre d'oxydation d'un atome.
- Préparer un exercice portant sur le nombre d'oxydation, la classification de l'oxydant et du réducteur ainsi que sur l'équilibrage d'une équation rédox.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Écrire, au tableau, quelques équations simples et non équilibrées d'oxydoréduction.
- Demander à l'élève d'équilibrer les équations ci-dessous en utilisant la méthode apprise en SCH3U : $\underline{2}\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \underline{6}\underline{\text{S}} + \underline{3}\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow \underline{6}\underline{\text{S}} + \underline{2}\text{HBr}$ (les coefficients soulignés sont des exemples de coefficients écrits par l'élève). **(ED)**
- Rappeler à l'élève que, pour qu'une équation soit équilibrée, il faut autant d'atomes de chaque sorte de chaque côté de l'équation et il faut que la somme des charges du côté gauche de l'équation soit égale à la somme des charges du côté droit.
- Proposer à l'élève une autre équation non équilibrée d'oxydoréduction $\text{Al} + \text{Cl}_2 \rightarrow \underline{6}\text{Al}^{3+} + \underline{2}\text{Cl}^-$ et lui demander de l'équilibrer. Corriger en salle de classe.
- Expliquer que l'on doit tenir compte de l'échange des électrons d'un atome à un autre et du fait que le nombre d'électrons perdus est égal au nombre d'électrons gagnés



- Mentionner que certaines réactions impliquent le transfert des ions H^+ (p. ex., acide-base $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$), tandis que les réactions d'oxydoréduction impliquent le transfert d'électrons.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

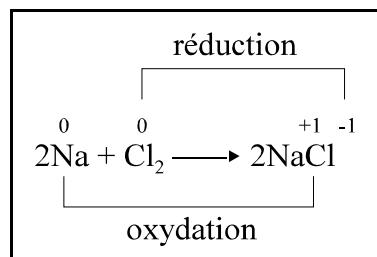
Nombre d'oxydation

- Définir l'expression *nombre d'oxydation*.
- Expliquer à l'élève les règles qui déterminent le nombre d'oxydation.
- Assigner un exercice portant sur la détermination du nombre d'oxydation (voir *La chimie : une approche moderne*, p. 418).
- Demander à l'élève d'écrire ses réponses au tableau et d'expliquer son raisonnement en s'appuyant sur les règles du nombre d'oxydation. **(EF)**

Oxydants et réducteurs

- Écrire, au tableau, une équation rédox telle que celle du schéma 4.2 et demander à l'élève de déterminer le nombre d'oxydation de chaque atome.
- Montrer la façon de reconnaître la réaction d'oxydation et la réaction de réduction ainsi que la manière de classer le réducteur (Na^0) et l'oxydant (Cl^0).
- Écrire quelques équations au tableau et inviter l'élève à trouver celles qui sont rédox et celles qui ne le sont pas, selon qu'il y a changement ou pas dans les nombres d'oxydation.
 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ Pas rédox
 $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ Rédox

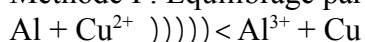
Schéma 4.2



Équilibrage d'une réaction d'oxydoréduction

- Montrer la façon d'équilibrer une équation rédox selon deux méthodes; la première pour des équations simples et la deuxième pour des équations plus complexes.

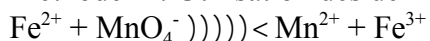
Méthode I : Équilibrage par vérification



Éq

uilibrer les charges et les atomes

Méthode II : Utilisation des demi-réactions



Utiliser les demi-réactions pour équilibrer

- Assigner un exercice portant sur l'équilibrage des équations d'oxydoréduction en utilisant les méthodes étudiées (voir *La chimie : Expériences et principes*, p. 301).
- Circuler dans la classe et aider l'élève, au besoin. Corriger l'exercice en salle de classe. **(EF)**

Généralisation

- Diviser le groupe-classe en équipes de deux et remettre à un ou à une élève de l'équipe une feuille de problèmes variés provenant de l'activité et à l'autre élève, le corrigé des problèmes. Demander à l'élève ayant le corrigé de guider l'élève qui fait les problèmes. L'élève en possession du corrigé est le seul ou la seule à pouvoir demander de l'aide. **(O)**
- Remettre une deuxième feuille de problèmes et le corrigé à l'équipe, et demander aux élèves d'inverser les rôles. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 4.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de rechercher, dans un manuel de SCH3U ou dans son cahier de notes, des équations d'oxydoréduction parmi d'autres qui ne le sont pas.
- Demander à l'élève d'accomplir un exercice en devoir portant sur l'équilibrage des équations d'oxydoréduction.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 4.3 (SCH4U)

Piles électrochimiques

Description

Durée : 300 minutes

Cette activité porte sur la compréhension des piles électrochimiques. L'élève apprend à illustrer des piles électrochimiques et à en calculer le potentiel. De plus, elle ou il visionne une vidéo qui porte sur les piles, s'informe sur les piles commerciales et effectue une expérience en laboratoire.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.5 - 7 - 9

Domaine : Électrochimie

Attentes : SCH4U-E-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-E-Comp.2 - 3 - 4
SCH4U-E-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5
SCH4U-E-Rap.1

Notes de planification

- Se procurer un cadran à pomme de terre et une horloge alimentée d'une pile AA.
- Préparer le matériel pour faire la démonstration de l'horloge électrochimique (p. ex., solution de CuSO_4 , deux plaques de cuivre, une plaque de zinc, un ruban de magnésium, 3 fils électriques, 1 galvanomètre, 1 horloge).
- Se procurer un tableau de potentiels normaux de réduction.
- Préparer un exercice portant sur le potentiel des piles électrochimiques.
- Réserver un téléviseur, un magnétoscope et la vidéo de tfo portant sur l'oxydoréduction.
- Se procurer le matériel nécessaire pour effectuer l'expérience portant sur les piles galvaniques.
- Préparer un questionnaire d'autoévaluation pour faire l'exercice d'objectivation.
- Préparer la grille d'évaluation adaptée pour évaluer le travail de classe.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

Cadran à pomme de terre

- Effectuer la démonstration du cadran à pomme de terre en implantant les électrodes de cuivre et de zinc dans une pomme de terre, et en fermant le circuit.
- Recueillir les informations de l'élève. Discuter du rôle des électrodes et de la pomme de terre.
- Expérimenter avec d'autres fruits ou légumes tels que la tomate et la pomme, et laisser fonctionner le cadran jusqu'au lendemain.

Horloge électrochimique

- Effectuer la démonstration de l'horloge électrochimique :
 - fixer, de part et d'autre d'un becher, une électrode de magnésium (ruban de magnésium enroulé autour d'une tige de bois) et une électrode de cuivre;
 - connecter des pinces alligators dans le compartiment vide des piles d'une horloge et relier chaque pince alligator à une électrode à l'aide d'un fil conducteur;
 - verser, dans le becher, du jus d'orange en partant de son contenant original et demander à l'élève de prendre en note ses observations (l'horloge se met en marche);
 - demander à l'élève : Quelle est la source d'énergie? Plusieurs élèves répondront que c'est le jus d'orange; mais si on remplace l'électrode de magnésium par une électrode de cuivre, l'horloge s'arrêtera;
 - remettre l'électrode de magnésium à sa place originale et poser des questions à l'élève : À quoi sert le jus d'orange? Peux-tu nommer d'autres exemples de liquides qui servent dans des piles? Peut-on utiliser une autre combinaison de métaux différents?; **(ED)**
 - brancher un galvanomètre dans le circuit et faire noter le sens du déplacement de l'aiguille. Inverser les fils.
- Demander à l'élève de se baser sur ses connaissances de l'électronégativité et du tableau de réactivité des métaux pour prédire le métal (magnésium ou cuivre) qui devrait s'oxyder plus facilement et fournir des explications qui portent sur le rôle des métaux en matière de réactions d'oxydoréduction. **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Piles électrochimiques

- Dessiner une pile électrochimique au tableau et nommer ses composantes (p. ex., électrodes, fils, bécher, électrolyte, cathode, anode, direction du courant).
- Demander à l'élève de dessiner la pile de la mise en situation et d'indiquer ses composantes.
- Remettre à l'élève un tableau de potentiels de réduction. Indiquer à l'élève qu'elle ou il peut utiliser ce tableau pour déterminer le métal qui s'oxyde plus facilement et celui qui subit la réduction.
- Dans la démonstration de la mise en situation, amener l'élève à découvrir que le cuivre (premier sur le tableau) subit la réduction et que le magnésium s'oxyde plus facilement.
- Écrire la demi-réaction de réduction du cuivre qui a lieu à la cathode et la demi-réaction d'oxydation du magnésium qui a lieu à l'anode.
- Montrer à l'élève la façon de représenter la pile $\text{Mg}^* \text{Mg}^{+2**} \text{Cu}^{+2*} \text{Cu}$.

- Montrer à l'élève la façon de calculer le potentiel de la pile en utilisant la formule

$$E^{\circ} = E^{\circ}_{\text{substance réduite}} - E^{\circ}_{\text{substance oxydée}}$$
- Effectuer des problèmes appliqués à d'autres piles ayant des applications industrielles (p. ex., pile Ni-Cd, pile Pb-acide). **(AM)**
- Décrire le fonctionnement d'une demi-pile à hydrogène et expliquer la façon dont elle sert de référence dans l'attribution des valeurs de potentiels de réduction pour différentes substances.
- Illustrer, au tableau, l'application de la demi-pile à hydrogène.
- Assigner, en devoir, un exercice qui porte sur le calcul de potentiels de piles électrochimiques.
- Corriger l'exercice en salle de classe. **(EF)**
- Remettre à l'élève l'information pour faire l'expérience qui porte sur les piles galvaniques et lui demander d'en faire la lecture pour bien se préparer à l'expérience (p. ex., *La chimie, science expérimentale, Cahier de laboratoire*, p. 57-58).
- Demander à l'élève d'effectuer l'expérience, de noter ses observations et de répondre aux questions d'analyse.
- Corriger le rapport de l'expérience en salle de classe. **(EF)**

Applications des piles

- Demander à l'élève d'effectuer une recherche portant sur une pile ou une batterie électrochimique commerciale. Demander à l'élève :
 - de choisir de la liste de piles suivantes : pile de format D (Leclanché), pile Volta, batterie d'automobile, pile plomb-acide, pile au mercure, pile nickel-cadmium, pile solaire, pile sèche AA ou AAA Énergizer ou Duracell;
 - d'inclure un schéma, en couleurs, du fonctionnement de la pile ayant la classification des composantes telles que le matériel utilisé pour trouver l'anode et la cathode;
 - d'inclure les réactions redox de la pile, la différence de potentiel et le courant produit;
 - de trouver la durée de vie moyenne de la pile;
 - d'énumérer des utilisations qu'on en fait et des incidences sur la société;
 - d'évaluer les incidences de l'utilisation de cette pile sur l'environnement;
 - de présenter oralement son travail au groupe-classe.
- Mentionner à l'élève de se familiariser avec au moins trois piles commerciales en prenant des notes et en posant des questions pendant les présentations.

Généralisation

- Faire visionner les émissions 2 à 4 de la série «Électrochimie» de tfo et demander à l'élève de résumer oralement l'information tirée de ces émissions.
- Distribuer un questionnaire d'autoévaluation pour aider l'élève à faire le bilan des concepts et des termes vus au cours de cette activité. **(O)**
 - Ai-je bien compris le fonctionnement de l'horloge électrochimique?
 - Ai-je bien compris le rôle des électrodes et de l'électrolyte?
 - Ai-je bien compris la définition des demi-réactions d'oxydation ainsi que de réduction à la cathode et à l'anode?
 - Suis-je capable de calculer le potentiel d'une pile et d'utiliser un tableau de potentiels de réduction?

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour faire l'épreuve papier-crayon portant sur les activités 4.1 à 4.3 et l'expliquer.
- Évaluer les connaissances de l'élève par rapport à la terminologie de l'électrochimie, l'équilibrage des équations d'oxydoréduction et les piles galvaniques.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des composantes d'une pile galvanique;
 - démontrer une compréhension des rapports entre la série de réactivité des métaux, le potentiel de réduction des substances et le choix d'électrodes dans une pile galvanique;
 - démontrer une connaissance du fonctionnement et de l'utilité d'une demi-pile à hydrogène.
 - Recherche
 - distinguer les réactions d'oxydoréduction de celles qui ne le sont pas;
 - déterminer le nombre d'oxydation d'un atome dans une molécule ou un ion;
 - équilibrer une équation d'oxydoréduction en choisissant la méthode appropriée;
 - interpréter un tableau de potentiels de réduction pour résoudre des problèmes.
 - Communication
 - utiliser la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques de l'électrochimie.
 - Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre l'électrochimie, la technologie, la société et l'environnement;
 - évaluer l'impact des piles galvaniques sur la société et l'environnement.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève d'effectuer une expérience à l'aide de sondes branchées sur la calculatrice graphique ou sur l'ordinateur, dans le but de monter un tableau de potentiels de réduction-piles microvoltaïques (p. ex., voir *Chemistry with computers*, Vernier, p. 28). **(T)**
- Demander à l'élève de lire un article descriptif qui porte sur les piles et d'en rédiger un résumé (voir *Chimie 534*, p. 319-322).
- Demander à l'élève d'enquêter sur les piles électrochimiques du futur en se servant d'Internet. **(T)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 4.4 (SCH4U)

Loi de Faraday

Description

Durée : 270 minutes

Cette activité porte sur l'étude des piles électrolytiques. L'élève illustre le fonctionnement des piles électrolytiques et résout des problèmes quantitatifs en utilisant la loi de Faraday. De plus, elle ou il effectue une expérience portant sur la galvanoplastie, effectue le procédé d'électroplacage en laboratoire et examine quelques applications de la galvanoplastie dans des processus industriels.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 9

Domaine : Électrochimie

Attentes : SCH4U-E-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-E-Comp.5
SCH4U-E-Acq.1 - 6 - 7
SCH4U-E-Rap.2 - 3

Notes de planification

- Se procurer des objets plaqués et se renseigner sur la composition de ces objets (p. ex., robinet recouvert de chrome, clou galvanisé).
- Réserver une télévision, un magnétoscope et l'émission 6 de la série «Électrochimie» de tfo.
- Se procurer l'équipement nécessaire pour faire l'expérience portant sur la galvanoplastie (p. ex., source de courant continu, lame de cuivre, électrolyte de sulfate de cuivre).
- Préparer un exercice de résolution de problèmes à l'aide de la loi de Faraday.
- Demander à l'élève d'apporter un objet métallique en fer pour faire l'expérience portant sur l'électroplacage (p. ex., une clé en fer).
- Préparer un grillage de fer plaqué de cuivre.
- Préparer le protocole d'expérience pour faire l'électroplacage ainsi que le matériel nécessaire.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter quelques objets plaqués et demander à l'élève de nommer les métaux utilisés dans chaque cas (p. ex., robinet de fer recouvert de nickel et de chrome, clou galvanisé recouvert de zinc). **(ED)**
- Demander à l'élève de justifier l'usage de chacun des métaux utilisés (p. ex., l'oxyde de chrome est transparent, il n'enlève pas la brillance métallique du chrome et il protège le nickel ainsi que le fer contre la rouille). **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Introduction à l'électroplacage

- Montrer à l'élève un objet plaqué en laboratoire (p. ex., grillage de fer recouvert de cuivre).
- Diviser le groupe-classe en équipes et présenter un problème à résoudre : On veut plaquer une mince couche de cuivre sur une clé de fer; il faudra que le cuivre s'oxyde à l'anode et qu'il se dépose par réduction à la cathode, sur la clé de fer. De quelle façon peut-on prévenir l'oxydation du fer sur la clé? De quelle façon va-t-on procéder? Illustre un montage possible.
- Circuler dans la classe, écouter les discussions des élèves et offrir, au besoin, des suggestions (p. ex., Quelques élèves vont suggérer l'utilisation de piles électrochimiques, d'une clé et d'un objet de cuivre servant d'électrodes. Demander à l'élève de vérifier les potentiels de réduction. L'élève se rendra compte des résultats non désirés, soit l'oxydation du fer et la réduction du cuivre, au lieu de son oxydation). **(ED)**
- À la suite de l'exercice, montrer à l'élève une pile électrochimique commerciale de 6 volts ou une source de courant continu connectée à une prise de courant;
 - demander à l'élève de concevoir et d'illustrer l'usage de la pile comme source d'énergie pour renverser la spontanéité électrochimique du fer et du cuivre;
 - demander à une équipe qui a bien illustré une pile électrolytique d'en dessiner le schéma au tableau;
 - comparer, à l'aide de diagrammes et d'équations, les transformations énergétiques d'une pile électrolytique et d'une pile électrochimique :
 - pile électrolytique : transformation d'énergie électrique en énergie chimique (p. ex., rédox et galvanoplastie);
 - pile électrochimique : transformation d'énergie chimique (p. ex., réactions rédox Zn/Cu) en énergie électrique (p. ex., courant qui fait fonctionner une horloge).

Pile électrolytique

- Terminer la pile électrolytique déjà dessinée au tableau et demander à l'élève de la prendre en note (p. ex., choix de l'électrolyte, connexions).
- Ajouter les demi-réactions aux électrodes :
 - anode $\text{Cu}_{(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ réaction d'oxydation;
 - cathode $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$ réaction de réduction (placage).
- Présenter l'émission 6 de la série «Électrochimie» de tfo qui porte sur le placage des métaux par électrolyse.
- À la suite de l'émission, amener l'élève à ressortir les points importants et lui demander de les prendre en note. **(EF)**

Lois de Faraday

- Écrire, au tableau, l'énoncé de la première loi de Faraday et l'expliquer en donnant un exemple d'application (p. ex., $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}_{(\text{s})}$ le passage de deux moles d'électrons causera le placage d'une mole de zinc à la cathode).
- Écrire, au tableau, l'énoncé de la deuxième loi de Faraday et l'expliquer en donnant des exemples d'application :
 $\text{Ag}^{+}_{(\text{aq})} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}_{(\text{s})}$ le passage d'une mole d'électrons réduit une mole d'argent;
 $\frac{1}{2}\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{e}^{-} \rightarrow \frac{1}{2}\text{Cu}_{(\text{s})}$ le passage d'une mole d'électrons réduit une demi-mole de cuivre.
- Présenter et expliquer l'origine de la constante de Faraday :
 - écrire, au tableau, $1 \text{ F} = 6,022 \times 10^{23} \text{ e}^{-}/\text{mole} \times 1,602 \times 10^{-19} \text{ C/e}^{-} = 96\,500 \text{ C/mole}$;
 - expliquer l'utilité de la constante de Faraday :
 $\text{Ag}^{+}_{(\text{aq})} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}_{(\text{s})}$ 1 F réduit une mole d'argent;
 $\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Al}_{(\text{s})}$ 3 F réduisent une mole d'aluminium;
 - indiquer à l'élève que, dans l'industrie de la galvanoplastie, il est essentiel de connaître la grandeur de la surface à plaquer et l'épaisseur désirée de la couche de revêtement puisque la quantité de placage est liée à l'électricité utilisée (courant et temps de placage). La constante de Faraday établit la relation de base entre l'aspect chimique et l'aspect électrique. **(AM) (PE)**
- Montrer l'usage de la constante de Faraday en résolvant des problèmes tels que : Combien de grammes d'argent se déposeront sur une cuillère si un courant de 1,2 A circule dans la cellule pendant 15 minutes? L'électrolyte contient des ions argents. L'équation de réduction à la cathode est $\text{Ag}^{+}_{(\text{aq})} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}_{(\text{s})}$;
 - indiquer à l'élève la séquence à suivre et lui demander de la prendre en note :

$$(15)\text{min} \times \frac{60\text{s}}{\text{min}} \times \frac{(1,2)\text{C}}{\text{s}} \times \frac{1\text{F}}{96500 \text{ C}} \times \frac{(1)\text{mol Ag}}{\text{F}} \times \frac{(108)\text{g Ag}}{\text{mol Ag}} = (1,21)\text{g Ag}$$
1,21 g d'argent seront donc plaqués sur la cuillère;
 - demander à l'élève d'utiliser la formule $m = \frac{AIt}{nF}$ pour résoudre le même problème :
 - m = masse gagnée à la cathode;
 - A = masse molaire du métal plaqué;
 - I = courant en ampères;
 - t = temps en secondes;
 - F = constante de Faraday;
 - n = nombre d'oxydation de l'ion.
 - demander à l'élève de suggérer les modifications nécessaires (p. ex., améliorer la valeur de la cuillère en augmentant de 50 % la quantité d'argent déposée).
- Effectuer quelques problèmes portant sur différentes applications de placage en utilisant d'autres métaux (p. ex., le zinc sur le fer, le chrome sur le fer) et corriger en salle de classe. **(EF)**
- Assigner, en devoir, des problèmes portant sur les lois de Faraday (p. ex., voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 367-368). Corriger et commenter.

Électroplacage des métaux en laboratoire

- Remettre à l'élève l'information pour effectuer l'expérience qui porte sur l'électrolyse des métaux.
- Aider l'élève à choisir un objet approprié qui peut être plaqué (p. ex., clé, petit grillage).
- Demander à l'élève d'effectuer des calculs pour déterminer le courant nécessaire et le temps requis pour effectuer le placage.

- Vérifier les calculs de l'élève et l'inviter à effectuer l'expérience en suivant les règles de sécurité.
- Demander à l'élève de comparer ses résultats d'expérience et son rapport de laboratoire avec ceux d'un ou d'une autre élève. **(O)**
- Demander à l'élève de terminer son rapport de laboratoire et de le remettre pour fins d'évaluation. **(EF)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 4.5.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de consulter des sites Internet pour trouver de l'information portant sur des industries engagées dans l'électroplacage, la galvanoplastie ou l'électrolyse et de préparer un compte rendu de quelques procédés industriels ainsi que de l'utilité des produits traités (p. ex., Alcan). **(AM) (T)**
- Demander à l'élève de calculer le coût de production d'un objet souvenir de sa ville tel qu'une cuillère de collection (p. ex., calcule les coûts de production pour plaquer mille cuillères d'une couche d'or de 0,10 mm si la surface de la cuillère est de 25,2 cm². Recherche et utilise le prix courant de l'or ainsi que du kWh). **(AM) (T)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 4.5 (SCH4U)

Applications des réactions d'oxydoréduction

Description

Durée : 450 minutes

Cette activité porte sur les applications des réactions d'oxydoréduction. L'élève effectue une recherche portant sur un sujet de son choix lié à l'électrochimie et présente le résultat de son enquête au groupe-classe. Elle ou il analyse son sujet de façon à montrer le lien entre l'électrochimie, l'environnement, la santé et la sécurité.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.5 - 6 - 10

Domaine : Electrochimie

Attentes : SCH4U-E-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-E-Comp.6
SCH4U-E-Acq.1
SCH4U-E-Rap.1 - 2 - 3

Notes de planification

- Se procurer un clou galvanisé et un clou non galvanisé.
- Préparer une solution de sel pour effectuer la démonstration de la mise en situation (p. ex., NaCl, CaCl₂).
- Réserver la salle d'ordinateurs.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Mettre, dans une solution de sel, un clou galvanisé et un clou non galvanisé (p. ex., NaCl, CaCl₂).
- Laisser tremper les clous et demander à l'élève de noter ses observations tous les jours.
- Discuter de l'avantage du clou galvanisé (p. ex., l'oxyde de zinc qui le recouvre est non soluble et protège le fer de l'oxydation provoquée par l'action du sel ainsi que de l'oxygène).
- Demander à l'élève de donner des exemples d'applications avantageuses d'objets galvanisés (p. ex., clous pour usage extérieur tel que construction de patios, seau pour transporter l'eau, clôture métallique). **(ED)**
- Demander à l'élève de définir les termes *corrosion* et *oxydation*. Préciser, au besoin. **(ED)**

- Animer un remue-méninges portant sur les impacts économiques et environnementaux de la corrosion ainsi que de l'oxydation des métaux. **(ED)**
- Discuter du développement de diverses applications technologiques liées à la lutte contre la corrosion et l'oxydation (p. ex., peinture d'adhérence aux métaux, placage, anodes sacrificielles comme le magnésium dans un chauffe-eau ou sur la coque des navires). **(AM)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Projet de recherche

- Diviser le groupe-classe en équipes pour effectuer le projet de recherche.
- Inviter chaque équipe à choisir un sujet traitant de l'électrochimie :
 - test pour dépister l'alcool;
 - photographie;
 - extraction et raffinage du minerai (p. ex., Al, Zn, Cu);
 - entretien de la statue de la Liberté ou du toit des édifices du parlement d'Ottawa;
 - protection cathodique des pipelines;
 - peintures de surfaces métalliques;
 - recyclage des piles;
 - piles sèches et piles rechargeables (accumulateurs);
 - génie biomédical (p. ex., appareil auditif à pile, stimulateur cardiaque);
 - galvanoplastie;
 - traitements contre la corrosion des voitures;
 - électrolyse (p. ex., production industrielle d'hydrogène, de chlore);
 - voitures électriques;
 - réduction du smog dans les villes;
 - synthèse électrochimique de polymères organiques;
 - recherches récentes portant sur les piles (p. ex., piles et bactéries, piles solaires).
- Indiquer à l'élève les composantes qui doivent être dans son rapport de recherche :
 - description de trois applications technologiques liées au sujet choisi;
 - équations ou processus faisant le lien avec la matière étudiée (p. ex., réactions d'oxydoréduction dans les piles commerciales, application des lois de Faraday dans l'électroplacage);
 - description de trois professions liées au sujet choisi;
 - description d'une entreprise fabriquant le produit ou utilisant la technique choisie;
 - analyse de leur impact sur l'environnement, l'économie, la santé et la sécurité; **(AM)**
 - opinion personnelle portant sur la valeur du sujet choisi à l'égard de la société;
 - élaboration d'une page Web. **(T)**
- Demander à l'élève de contacter des entreprises pour se renseigner sur les techniques utilisées liées à l'électrochimie ou sur les professions que l'on retrouve dans l'entreprise (p. ex., visite, si possible, selon la disponibilité en région ou contact par moyens électroniques) : **(PE) (AM)**
 - métallurgie ou sidérurgie (p. ex., usine d'acier, d'aluminium comme Alcan);
 - raffinerie (p. ex., raffinerie de cuivre comme Inco ou d'uranium comme Cameco);
 - fabricants de piles (p. ex., Duracell);
 - fabricants d'automobiles (p. ex., GM);
 - fabricants de pièces électroniques spécialisées (p. ex., Nortel).
- Encourager l'élève à chercher dans Internet et dans les pages jaunes d'un répertoire commercial/industriel ou celles de Sympatico (p. ex., métaux revêtement, mines

exploitation, entrepreneurs, raffineries, récupération de l'argent, usinage chimique) pour trouver des sites industriels dans la ville de son choix. **(T)**

- Remettre à l'élève un jeu-questionnaire portant sur tous les sujets présentés par chacune des équipes et lui demander de visiter les sites Web élaborés qui vont lui permettre de répondre aux questions du jeu-questionnaire. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour effectuer, en laboratoire, une épreuve papier-crayon portant sur les activités 4.4 et 4.5.
- Évaluer les connaissances de l'élève par rapport aux lois de Faraday et aux applications des réactions d'oxydoréduction.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension des rapports entre les composantes d'un processus électrolytique;
 - démontrer une connaissance des lois de Faraday.
 - Recherche
 - interpréter les résultats expérimentaux d'une électrolyse;
 - prédire la réaction d'oxydoréduction entre un métal et une solution d'ions métalliques;
 - appliquer les habiletés et les procédés techniques qui permettent d'assembler une pile électrolytique;
 - résoudre des problèmes portant sur les lois de Faraday.
 - Communication
 - utiliser la terminologie propre à la galvanoplastie.
 - Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre les processus d'oxydoréduction, la technologie et la vie courante;
 - analyser des questions sociales et économiques liées aux processus électrochimiques et aux divers procédés contre la corrosion;
 - évaluer l'impact de certaines applications électrochimiques sur l'environnement.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Former des équipes et organiser un débat portant sur les voitures électriques versus les voitures à combustion. Demander à un jury de voter pour déterminer l'équipe qui aura le mieux défendu sa cause.
- Inviter l'élève à effectuer une recherche auprès de concessionnaires de voitures pour s'informer sur les plans de traitements contre la corrosion et à comparer ces plans en matière de qualité et de prix.
- Demander à l'élève de lire un article portant sur le blanchiment de la pâte à papier (voir *La chimie en perspective*, p. 376).
- Demander à l'élève de faire une expérience portant sur un accumulateur au plomb à l'aide de sondes et d'une calculatrice graphique (voir *Chemistry with computers*, Vernier, expérience 29). **(T)**
- Organiser une visite à une raffinerie ou à une industrie de métallurgie, selon la région. **(AM)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

Annexe SCH4U 4.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Lois de Faraday et oxydoréduction

Grille d'évaluation adaptée - Lois de Faraday et oxydoréduction Annexe SCH4U 4.5.1

Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :				
Compétences et critères	50 - 59 % Niveau 1	60 - 69 % Niveau 2	70 - 79 % Niveau 3	80 - 100 % Niveau 4
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une compréhension des rapports entre les composantes d'un processus électrolytique. - démontre une connaissance des lois de Faraday.	L'élève démontre une compréhension limitée des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts ainsi qu' une connaissance limitée des faits et des termes.	L'élève démontre une compréhension partielle des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts ainsi qu' une connaissance partielle des faits et des termes.	L'élève démontre une compréhension générale des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts ainsi qu' une connaissance générale des faits et des termes.	L'élève démontre une compréhension approfondie des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts ainsi qu' une connaissance approfondie des faits et des termes.
Recherche				
L'élève : - interprète les résultats expérimentaux d'une électrolyse. - prédit la réaction d'oxydoréduction entre un métal et une solution d'ions métalliques. - applique les habiletés et les procédés techniques qui permettent d'assembler une pile électrolytique. - résout des problèmes portant sur les lois de Faraday.	L'élève applique un nombre limité d'habiletés et de stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés ainsi que les procédés techniques avec une compétence limitée .	L'élève applique certaines habiletés et stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés ainsi que les procédés techniques avec une certaine compétence .	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés ainsi que les procédés techniques avec une grande compétence .	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés ainsi que les procédés techniques avec une très grande compétence .
Communication				
L'élève : - utilise la terminologie propre à la galvanoplastie.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec peu d'exactitude et une efficacité limitée .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une certaine exactitude et efficacité .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une grande exactitude et efficacité .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une très grande exactitude et efficacité .

Rapprochement				
<p>L'élève :</p> <ul style="list-style-type: none"> - démontre une compréhension des rapprochements entre les processus d'oxydoréduction, la technologie et la vie courante. - analyse des questions sociales et économiques liées aux processus électrochimiques et aux divers procédés contre la corrosion. - évalue l'impact de certaines applications électrochimiques sur l'environnement. 	<p>L'élève démontre une compréhension limitée des rapprochements dans des contextes familiers, analyse les questions sociales et économiques avec une efficacité limitée, et évalue l'impact sur l'environnement avec une compétence limitée.</p>	<p>L'élève démontre une compréhension partielle des rapprochements dans des contextes familiers, analyse les questions sociales et économiques avec une certaine efficacité, et évalue l'impact sur l'environnement avec une certaine compétence.</p>	<p>L'élève démontre une compréhension générale des rapprochements dans des contextes familiers et dans certains contextes peu familiers, analyse les questions sociales et économiques simples avec une grande efficacité, et évalue l'impact sur l'environnement avec une grande compétence.</p>	<p>L'élève démontre une compréhension approfondie des rapprochements dans des contextes familiers et peu familiers, analyse les questions sociales et économiques complexes avec une très grande efficacité, et évalue l'impact sur l'environnement avec une très grande compétence.</p>
<p>Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.</p>				

163 APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 5 (SCH4U)

Structures et propriétés

Description

Durée : 20 heures

Cette unité porte sur l'étude des structures atomiques et moléculaires, et des propriétés qu'elles confèrent aux substances. L'élève étudie le modèle de l'atome et la théorie de la mécanique quantique, caractérise les orbitales et prédit la forme des molécules. De plus, elle ou il recherche la contribution moderne de scientifiques pour mieux comprendre l'impact des technologies sur la connaissance de l'atome et des molécules.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9

Domaine : Structures et propriétés

Attentes : SCH4U-SP-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-SP-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5
 SCH4U-SP-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
 SCH4U-SP-Rap.1 - 2 - 3

Titres des activités

Durée

Activité 5.1 : Modèle atomique	375 minutes
Activité 5.2 : Théorie de la mécanique quantique	225 minutes
Activité 5.3 : Orbitales atomiques	150 minutes
Activité 5.4 : Nature des liaisons	225 minutes
Activité 5.5 : Théorie de la liaison de valence	225 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'intégration de liens avec l'animation culturelle (**AC**), la technologie (**T**), les perspectives d'emploi (**PE**) et avec les autres matières (**AM**), lors de la planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité**.

Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de ceux et celles qui suivent un cours d'ALF/PDF, ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La Boîte à outils*, p. 11 à 21.

Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer conjointement les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité**.

Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire et consultez aussi la section **Sécurité** des unités 1 et 2 de SCH4U.

Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

GRENIER, Éva, *En quête*, Laval, Les Éditions HRW, 1991, 150 p.

HEI, Henri, *La chimie par le concret*, Montréal, Lidec, 1998, 479 p.*

ROSMORDUC, Jean, *De Thalès à Einstein : histoire de la physique et de la chimie*, Montréal, Études Vivantes, 1979, 254 p.*

Revue

PAQUIN, Guy, «Carbone 60. La vedette de la chimie», *Québec Science*, avril 1992, p. 20-23.

Médias électroniques

Direction des ressources didactiques (types de liaisons, structure des molécules). (consulté le 2 juillet 2001)

<http://c-rdi.qc.ca/produits/aff-fiche.asp?fiche=758>

Histoire de la chimie. (consulté le 6 août 2001)

<http://histoirechimie.multimania.com/>

Observatoire de Neutrinos de Sudbury. (consulté le 25 juin 2001)

http://www.laurentian.ca/physics/sno/sno_fr.html

Radio-Canada : Nouvelles. (consulté le 25 juin 2001)

<http://radio-canada.ca/url.asp?nouvelles/santé.asp>

Relativité pour les nuls. (consulté le 6 août 2001)

<http://www.multimania.com/einstein2000/N-Flash/index.html>

SCP-4010 - Le nucléaire. (consulté le 6 août 2001)

<http://members.tripod.com/~nucléaire/fdionne.html>

ACTIVITÉ 5.1 (SCH4U)

Modèle atomique

Description

Durée : 375 minutes

Cette activité porte sur le développement du modèle atomique. L'élève effectue une recherche portant sur les scientifiques ayant contribué au développement du modèle atomique et présente ses résultats sous forme de rapport. De plus, elle ou il prépare une affiche qui traite d'un scientifique du vingtième siècle et de sa contribution dans le domaine de la structure et des propriétés de l'atome ou des molécules.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4U-Ag.5 - 6 - 7

Domaine : Structures et propriétés

Attente : SCH4U-SP-A.3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-SP-Comp.1 - 2
SCH4U-SP-Acq.1
SCH4U-SP-Rap.1 - 3

Notes de planification

- Réserver un téléviseur, un magnétoscope et se procurer les émissions 1 et 2 de la série «Structures atomiques et liaisons chimiques» de tfo.
- Préparer une grille d'évaluation adaptée pour effectuer le projet de recherche.
- Réserver la salle d'ordinateurs pour permettre à l'élève d'effectuer sa recherche.
- Préparer une liste de noms de scientifiques ayant contribué au développement du modèle atomique.
- Se procurer le matériel nécessaire pour préparer les affiches : carton, papier, colle, ciseaux et revues.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de tracer, sur une feuille de papier, une représentation la plus juste possible d'un atome de carbone et d'y inclure le vocabulaire associé. **(ED)**
- Demander à l'élève d'afficher sa représentation au babillard de la classe.
- Expliquer à l'élève que la théorie atomique a évolué et s'améliore avec le temps, et que les scientifiques bâtissent leur nouvelle théorie en partant des connaissances antérieures.

- Expliquer à l'élève que les théories des scientifiques sont développées la plupart du temps en partant de déductions et de conclusions faites à la suite des expériences.
- Demander à l'élève de faire appel à ses connaissances antérieures et de nommer la contribution de quelques scientifiques au modèle atomique (p. ex., Bohr, Rutherford).

(ED)

- Revoir les modèles de Bohr et de Rutherford.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Scientifiques du modèle atomique

- Présenter les émissions 1 et 2 de la série «Structures atomiques et liaisons chimiques» de tfo et demander à l'élève de répondre à des questions au cours de la présentation.
- Présenter la tâche d'évaluation sommative : Effectuer une recherche portant sur les scientifiques ayant contribué au développement du modèle atomique et présenter ses résultats sous forme de rapport. Inclure dans sa recherche la contribution de scientifiques tels que Démocrite, John Dalton, Sir William Crookes, J.J. Thompson, Ernest Rutherford, Niels Bohr, Schrödinger et Heisenberg, James Chadwick.
- Expliquer les éléments de la tâche :
 - retracer l'historique du modèle de l'atome;
 - décrire l'expérience et les raisons qui ont amené chaque scientifique à proposer son modèle de l'atome;
 - expliquer le modèle ou la théorie proposée et indiquer la raison pour laquelle ce modèle est insuffisant par rapport au modèle couramment accepté;
 - indiquer la façon dont les expériences et les théories de certains scientifiques ont contribué au développement de technologies (p. ex., étude des spectres utilisée dans la détermination de substances et de la composition des étoiles);
 - décrire la contribution canadienne dans le domaine de la théorie atomique et moléculaire;
 - dévoiler d'autres faits intéressants ou contributions spéciales des scientifiques mentionnés dans la recherche (p. ex., réception d'un prix Nobel).
- Examiner des applications et des progrès en chimie analytique et dans le domaine du diagnostic médical, liés à la structure atomique et moléculaire (p. ex., spectroscopie infrarouge; réalisations en médecine nucléaire).
- Préciser les modalités de la tâche (p. ex., échéance, longueur de la recherche écrite et de la présentation au groupe-classe, utilisation d'un logiciel, qualité de la langue).
- Distribuer de la documentation et une liste de sites Internet pour aider l'élève dans la préparation de son rapport et allouer du temps pour faire la recherche.
- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour évaluer la tâche.
- Accompagner l'élève dans sa démarche, la ou le conseiller, au besoin, et lui fournir des commentaires à chaque étape de son travail. **(EF)**
- Demander à l'élève de comparer avec ses pairs le résultat de ses recherches portant sur les scientifiques engagés dans le développement du modèle atomique et d'ajouter de l'information, au besoin. **(O)**
- Ramasser les rapports pour fins d'évaluation. **(ES)**

Scientifiques du vingtième siècle

- Expliquer à l'élève la tâche suivante : préparer une affiche qui traite d'un scientifique du vingtième siècle et de sa contribution dans le domaine de la structure et des propriétés de l'atome ou des molécules.
 - Demander à l'élève de choisir un des scientifiques canadiens qui a reçu un prix Nobel :
 - Robert J. Le Roy (liaisons intermoléculaires);
 - E. Taylor (quarks);
 - Richard F. W. Bader (structures moléculaires et réactivité);
 - Gerhard Herzberg (géométrie des molécules);
 - Rudolph Marcus (déplacement des électrons dans les réactions chimiques);
 - Ronald J. Gillespie (VSEPR);
 ou un autre scientifique renommé tel que : van der Waals; Maxwell; Einstein; Pauli; Fermi; Hund; Planck; de Broglie; Henry Taube; Neil Bartlett (réactivité des gaz rares).
 - Mentionner à l'élève que son affiche sera posée au babillard de la classe pendant toute la durée de l'unité et que son information sera prise en note par tous les élèves.
 - Demander à l'élève de faire vérifier son affiche avant de la poser au babillard de la classe. Commenter et demander à l'élève de trouver de l'information supplémentaire, au besoin.
- (EF)**
- Expliquer à l'élève qu'elle ou il est responsable de prendre en note l'information affichée concernant chaque scientifique et que des questions porteront sur le contenu de ces affiches au cours de l'évaluation sommative de l'unité.

Évaluation sommative

- Évaluer le projet de recherche en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance du développement du modèle atomique et de la contribution de scientifiques qui l'ont élaboré.
 - Recherche
 - appliquer des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique.
 - Communication
 - utiliser la terminologie appropriée par rapport aux éléments de recherche portant sur la structure atomique;
 - utiliser le rapport de recherche comme forme de communication.
 - Rapprochement
 - décrire la contribution canadienne dans le domaine de la théorie atomique et moléculaire.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter l'émission *Découverte* de Radio-Canada qui résume l'histoire de la théorie atomique (consulter le site Internet de Radio-Canada pour commander la vidéocassette).
- Inviter l'élève à consulter quelques sites Internet pour s'informer au sujet de la théorie atomique. **(T)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 5.2 (SCH4U)

Théorie de la mécanique quantique

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur l'étude du modèle atomique selon la théorie de la mécanique quantique. L'élève découvre la contribution de plusieurs scientifiques par rapport au développement d'un modèle atomique moderne. De plus, elle ou il étudie l'historique des scientifiques et analyse les spectres produits par l'hydrogène en laboratoire.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SCH4U-Ag.2 - 3 - 8 - 9

Domaine : Structures et propriétés

Attente : SCH4U-SP-A.1

Contenus d'apprentissage : SCH4U-SP-Comp.2
SCH4U-SP-Acq.1

Notes de planification

- Se procurer une lampe de poche, un voltmètre, un oscilloscope, une cellule photoélectrique et des fils conducteurs.
- Préparer et photocopier des problèmes utilisant l'équation universelle des ondes, l'équation de Planck, l'effet photoélectrique et l'équation de Louis de Broglie.
- Rechercher quelques applications de la spectroscopie ainsi que des progrès scientifiques liés à la structure atomique et moléculaire.
- Préparer une liste de vérification des concepts pour faire l'objectivation.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Éteindre les lumières de la salle de classe, projeter la lumière d'une lampe de poche sur le tableau et placer sa main devant la lampe de poche pour bloquer le faisceau de lumière.
- Demander à l'élève de formuler une hypothèse sur ce qui frappe la main : Est-ce que ce sont des ondes, des particules ou autre chose? **(ED)**
- Demander à l'élève d'expliquer la façon dont on pourrait montrer que le faisceau qui émerge de la lampe de poche, que ce soit des ondes, des particules ou autre chose, contient de l'énergie.
- Allumer les lumières de la salle de classe et demander à l'élève de dessiner dans son cahier de notes ce qui sort de la lampe de poche allumée.

- Circuler dans la salle de classe et amener l'élève à préciser son dessin à l'aide de définitions, de formules. **(ED)**
- Expliquer à l'élève que, pour comprendre le modèle atomique moderne, il faut voir ou revoir quelques notions portant sur la lumière (p. ex., onde, spectre, énergie).

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Équation universelle d'ondes et équation de Planck

- Revoir la notion d'ondes en traçant une onde sinusoïdale au tableau.
- Déterminer la longueur de l'onde (λ), définir la fréquence (ν) et la vitesse de la lumière (c) ainsi que les unités de mesure appropriées.
- Donner l'équation universelle des ondes, soit $c = \lambda\nu$.
- Expliquer que la lumière est une forme d'énergie qui n'est pas libérée de façon continue, mais sous forme de petits paquets appelés *quanta* et qu'un quantum d'énergie lumineuse s'appelle un *photon*.
- Montrer que, pour calculer cette énergie, on se sert de l'équation de Planck, soit $E = h\nu$, h étant la constante de Planck.
- Assigner des problèmes utilisant les deux formules et circuler pour aider l'élève. **(EF)**

Effet photoélectrique

- Brancher un voltmètre ou un oscilloscope sur une cellule photoélectrique. Demander à l'élève de noter ses observations.
- Diriger la lumière d'une lampe de poche sur la cellule photoélectrique. Demander à l'élève de noter ses observations.
- Dessiner, au tableau, une configuration électronique simple (p. ex., un noyau entouré d'un électron) et expliquer qu'une certaine quantité d'énergie lumineuse, des photons, sert à arracher un électron de l'atome.
- Assigner des problèmes portant sur les deux formules ainsi que sur l'effet photoélectrique (p. ex., fournir l'énergie d'ionisation du sodium et demander à l'élève de déterminer la longueur d'ondes de l'énergie radiante pour ioniser un atome de sodium).
- Circuler pour aider l'élève et corriger les problèmes au tableau. **(EF)**

Spectre de raies de l'hydrogène

- Revoir avec l'élève les concepts vus dans le cours de SCH3U qui sont liés à l'état fondamental et à l'état excité des atomes (p. ex., dans un atome non excité, les électrons sont à l'état fondamental, un niveau d'énergie est caractérisé par un nombre n qu'on appelle *nombre quantique principal*).
- Rappeler à l'élève que, si on fournit de l'énergie à un électron, il passe à un autre niveau plus éloigné et que, s'il retombe sur un niveau plus près du noyau, il redonne cette énergie par paquets et que cela correspond à une raie du spectre de raies.
- Demander à l'élève de trouver, dans son manuel, l'énergie d'ionisation de l'hydrogène et expliquer qu'il faut - 1311 kJ/mole d'énergie pour arracher une mole d'électrons à une mole d'atomes d'hydrogène, si les électrons sont à l'état fondamental.
- Indiquer à l'élève que, d'après la théorie de Bohr, on peut déterminer cette énergie si l'atome est excité en se servant de la formule $E_n = \frac{-1311 \text{ kJ / mole}}{n^2}$, n étant le nombre quantique principal.
- Remettre à l'élève une copie d'un spectre de raies de l'hydrogène sur lequel sont indiquées les longueurs d'ondes pour chaque raie et lui demander de calculer l'énergie

libérée ainsi que la fréquence de la lumière lorsqu'une mole d'électrons passe du niveau 2 au niveau 1.

- Utiliser ce genre de calculs pour expliquer les différentes séries d'émission (p. ex., série de Lyman et autres).
- Résumer, avec l'apport de l'élève, les observations de Bohr (voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 69).
- Revoir la contribution de Planck, de Bohr et d'Einstein au modèle atomique et demander à l'élève de prendre en note les informations pertinentes qui se retrouvent sur les affiches donnant de l'information sur ces scientifiques.

Équation de Louis de Broglie

- Expliquer à l'élève que, selon de Broglie, les particules possèdent certaines caractéristiques des ondes.
- Développer la relation onde-particule de Louis de Broglie à l'aide de l'équation $E = mc^2$ développée par Einstein et de l'équation $E = h\nu$ découverte par Planck ($mc^2 = h\nu$). Comme la fréquence de la lumière est donnée par $\nu = c/\lambda$, $mc^2 = hc/\lambda$ et $\lambda = h/mv = h/p$, ce qui est l'équation de Louis de Broglie.
- Assigner des problèmes portant sur l'équation de de Broglie et circuler pour aider à l'élève, au besoin. Corriger les problèmes au tableau. **(EF)**
- Revoir la contribution de de Broglie au modèle atomique et demander à l'élève de prendre en note les informations pertinentes qui se retrouvent sur l'affiche préparée qui représente ce scientifique.

Principe d'incertitude de Heisenberg

- Définir l'expression *quantité de mouvement* (p), soit $p = mv$, m étant la masse de la particule et v sa vitesse.
- Énoncer le principe de Heisenberg et expliquer la raison pour laquelle il est impossible de déterminer simultanément la position et la quantité de mouvement précises d'un objet.
- Revoir la contribution de Heisenberg au modèle atomique et demander à l'élève de prendre en note les informations pertinentes qui se retrouvent sur l'affiche préparée qui représente ce scientifique.

Équation de Schrödinger

- Indiquer à l'élève que Schrödinger a étudié la nature ondulatoire de l'électron et qu'il a développé une formule mathématique pour expliquer son comportement comme onde.
- Préciser à l'élève que la mécanique quantique permet la description de l'électron dans l'atome à l'aide de fonctions d'ondes.
- Revoir la contribution de Schrödinger au modèle atomique et demander à l'élève de prendre en note les informations pertinentes qui se retrouvent sur l'affiche préparée représentant ce scientifique.

Modèle atomique

- Expliquer que, selon Bohr, l'électron à l'état fondamental dans l'atome d'hydrogène ($n = 1$) circule sur une orbite à 53 pm du noyau, mais que, selon Schrödinger, cette distance du noyau correspond seulement au point de probabilité le plus élevé pour retrouver l'électron.
- Expliquer à l'élève que l'équation de Schrödinger attribue la probabilité de retrouver l'électron dans une certaine région autour du noyau et que la représentation obtenue en indiquant ces chances, par des points à différentes distances du noyau, s'appelle *orbitale*.

- Expliquer à l'élève que, pour décrire chaque électron d'un atome, on a besoin de quatre nombres qu'on appelle *nombres quantiques*, soit :
 - n nombre quantique principal correspondant au numéro du niveau d'énergie et dont les valeurs sont des entiers positifs;
 - l deuxième nombre quantique correspondant à des sous-niveaux d'énergie et dont les valeurs sont des entiers qui vont de 0 jusqu'à $n-1$;
 - m_l troisième nombre quantique déterminant l'orientation spatiale de l'orbitale et dont les valeurs sont des entiers qui vont de $-l$ à $+l$;
 - m_s quatrième nombre quantique associé au spin de l'électron et dont les valeurs possibles sont $+\frac{1}{2}$ ou $-\frac{1}{2}$.
- Demander à l'élève de donner, sous forme de tableau, toutes les valeurs possibles des nombres quantiques si n vaut 1, 2, 3 et 4, et circuler pour aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Discuter de quelques applications des concepts étudiés (p. ex., explication du magnétisme d'après le spin).
- Remettre à l'élève une liste de vérification de la matière étudiée dans cette activité et lui demander de déterminer les concepts qu'elle ou il a de la difficulté à comprendre et de poser des questions sur ces concepts. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 5.5.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Montrer, à l'aide d'une bande de cuivre, l'effet photoélectrique d'un électroscope chargé et d'une source de rayons ultraviolets.
- Montrer des caractéristiques des ondes à l'aide d'une cuve à ondes.
- Présenter d'autres scientifiques qui ont contribué au modèle atomique selon la théorie de la mécanique quantique (p. ex., Max Born).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 5.3 (SCH4U)

Orbitales atomiques

Description

Durée : 150 minutes

Cette activité porte sur l'étude de la configuration électronique des éléments. L'élève découvre le lien entre la position des éléments dans le tableau périodique et leurs propriétés. De plus, elle ou il effectue des lectures portant sur la contribution canadienne dans le domaine de la théorie atomique.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SCH4U-Ag.5

Domaine : Structures et propriétés

Attente : SCH4U-SP-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4U-SP-Comp.3
SCH4U-SP-Acq.1 - 2

Notes de planification

- Se procurer des modèles d'orbitales atomiques (p. ex., orbitales *s* et *p*).
- Préparer un transparent d'un tableau périodique représentant les éléments situés dans les différents blocs.
- Réserver un téléviseur, un magnétoscope et la vidéo *Chimie organique I* de tfo.
- Préparer des problèmes portant sur les nombres quantiques, les orbitales et les diagrammes d'orbitales.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Utiliser l'analogie des routes pour représenter le concept des orbitales :
 - dans une petite municipalité de 200 personnes, on a une route à une seule voie sur laquelle circulent les automobiles;
 - la grosseur de la municipalité représente la grosseur de l'atome, la route représente l'orbitale et les automobiles, les électrons;
 - dans une plus grande municipalité, on a une route à voie double, chaque voie représente des orbitales, la première *s* et la deuxième *p*;
 - dans une grande ville, il y a trois voies représentant successivement les orbitales *s*, *p* et *d*;

- dans la première voie, la circulation est plus lente et elle représente l'orbitale s à un niveau énergétique plus bas;
- dans la deuxième voie, la circulation est plus rapide représentant les orbitales p à un niveau énergétique plus élevé et ainsi de suite pour la troisième voie avec les orbitales d , à des niveaux énergétiques très élevés.
- Demander à l'élève si elle ou il peut imaginer d'autres analogies d'objets en mouvement pour représenter des électrons en orbite (p. ex., les planètes ayant différentes orbites). **(ED)**
- Présenter des modèles d'orbitales au groupe-classe en montrant la forme (p. ex., sphérique pour s) et en expliquant l'énergie relative de chacune.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Nombres quantiques et orbitales

- Rappeler à l'élève que n signifie le niveau d'énergie et que $2n^2$ indique le nombre maximal d'électrons sur ce niveau.
- Indiquer à l'élève que, si on fait des analyses plus précises et détaillées des spectres, on retrouve des sous-raies dans les raies, donc il y a des sous-niveaux d'énergie au sein des niveaux d'énergie et leur nombre est égal à n .
- Indiquer à l'élève que le nombre d'orbitales par niveau est égal à n^2 .
- Demander à l'élève de nommer le nombre quantique associé aux sous-niveaux, de donner sa valeur si $n = 1$ et de décrire ce qu'il représente. **(ED)**
- Indiquer à l'élève que si $l = 0$, la forme du nuage électronique qu'on appelle orbitale est sphérique et se nomme l'orbitale s .
- Demander à l'élève de nommer le nombre quantique qui donne l'orientation spatiale de l'orbitale et de donner sa valeur si $l = 0$.
- Utiliser des modèles d'orbitales (p. ex., styromousse) pour représenter les orbitales en trois dimensions.
- Discuter avec l'élève du sens de la valeur de m_l et rappeler les valeurs ainsi que le sens du quatrième nombre quantique, m_s .
- Discuter du principe d'exclusion de Pauli.
- Distribuer à l'élève une page contenant les dessins des différentes orbitales pour qu'elle ou il puisse apprécier leurs formes et leurs orientations.
- Recommencer la procédure précédente pour représenter les cas où $n = 2$ et $n = 3$. Déterminer les valeurs des trois premiers nombres quantiques et demander à l'élève de les noter dans son cahier sous forme d'un tableau.
- Assigner des questions portant sur les nombres quantiques et circuler dans la salle de classe pour aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Présenter l'émission 2 de la série *Chimie organique 1*.
- À la suite de la présentation de la vidéo, demander à l'élève de discuter du modèle quantique de l'atome et de la description des orbitales $1s$, $2s$ et $2p$: **(O)**
 - en indiquant la forme, la distance en partant du noyau, l'orientation spatiale et la densité électronique;
 - en soulignant la différence que présentent les orbitales $2s$ et $2p$ quant au niveau d'énergie;
 - en mentionnant l'existence d'orbitales hybrides (p. ex., orbitales hybrides sp^3) et les modifications entraînées à la forme de l'orbitale, de l'orientation spatiale et de l'équilibre électronique.

Configurations électroniques

- Indiquer à l'élève qu'on peut représenter les électrons d'un atome de plusieurs façons en se servant des orbitales (p. ex., par orbitales, par diagrammes d'orbitales).
- Se servir de l'atome d'hydrogène pour introduire la configuration par orbitales : dans $1s^1$, le 1 représente le niveau énergétique sur lequel se trouve l'électron, le s indique l'orbitale et l'exposant montre qu'il n'y a qu'un électron qui occupe cette orbitale.
- Revoir la règle de Hund qui spécifie qu'il faut placer un électron dans chaque orbitale du même nom avant de remplir une de ces orbitales.
- Demander à l'élève de faire les configurations des divers éléments du tableau périodique et circuler dans la salle de classe pour l'aider, au besoin. **(EF)**
- Distribuer un diagramme des orbitales et expliquer l'ordre de remplissage des atomes à plusieurs électrons.
- Montrer à l'élève la façon de faire la configuration d'orbitales par diagrammes et lui demander d'en faire quelques exemples. Corriger le travail. **(EF)**

Blocs d'éléments

- Demander à l'élève d'indiquer la position des blocs *s*, *p* et *d*, des éléments du tableau périodique.
- Demander à l'élève de décrire des caractéristiques des éléments qui se retrouvent à l'intérieur de ces blocs telles que les propriétés chimiques des éléments appartenant aux blocs *s* et *p* qui dépendent entièrement des électrons de la couche extérieure (p. ex., les deux électrons du dernier niveau *s* du béryllium déterminent les propriétés chimiques de ce dernier).
- Revoir la contribution de Hund concernant les électrons dans l'orbitale et celle des Canadiens Richard Bader (quant à la densité électronique des petites molécules) et R.J. Le Roy (quant à la détermination du rayon atomique des molécules). Demander à l'élève de prendre en note les informations pertinentes se trouvant sur les affiches préparées qui représentent ces scientifiques.

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 5.5.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à effectuer l'activité 1 qui porte sur l'emplacement des électrons du chapitre 3 décrite dans le *Guide de l'éducateur* de TVO, p. 10.
- Demander à l'élève de construire un modèle atomique tridimensionnel en y ajoutant les orbitales *s* et *p* (p. ex., utiliser de la broche flexible pour représenter les orbitales et des balles de mousse de styrène pour représenter les électrons).
- Demander à l'élève de trouver un site Internet représentant les orbitales électroniques de divers atomes en trois dimensions. **(T)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 5.4 (SCH4U)

Nature des liaisons

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur l'étude de la nature des liaisons chimiques et des propriétés des solides ioniques, à réseaux covalents, moléculaires et métalliques. L'élève découvre le rapport entre le type de liaison et les propriétés physiques d'un type de solide. De plus, elle ou il observe, en laboratoire, des propriétés physiques de solides et visionne une vidéo portant sur les liaisons chimiques.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SCH4U-Ag.1 - 2 - 3 - 5

Domaine : Structures et propriétés

Attentes : SCH4U-SP-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4U-SP-Comp.4
SCH4U-SP-Acq.1 - 4 - 5 - 6
SCH4U-SP-Rap.2

Notes de planification

- Se procurer des échantillons de solides à réseaux covalents (p. ex., diamant, graphite, soufre), de métaux, de sels, de solides moléculaires (p. ex., camphre) ainsi qu'un mélange éther-eau, un conductimètre, une plaque chauffante, des éprouvettes et de l'huile végétale.
- Se procurer des lentilles de grossissement ou des microscopes à stéréoscopie.
- Se procurer un transparent en couleur de structures cristallines ioniques de formes variées (p. ex., cubiques, hexagonales).
- Réserver un téléviseur, un magnétoscope et la vidéo *Structures atomiques et liaisons chimiques* de tfo.
- Se procurer un tableau d'électronégativité des éléments.
- Préparer des transparents portant sur les schémas des structures atomiques et les liaisons chimiques à l'étude (p. ex., composés ioniques, forces dipolaires, forces de London).
- Se procurer un ensemble de modèles moléculaires.
- Se procurer des tableaux de différents types de substances avec leurs propriétés physiques (p. ex., tableau des points d'ébullition des solides ioniques).
- Se procurer une lame d'acétate, un flacon laveur contenant de l'eau et un flacon laveur contenant de l'huile végétale.
- Préparer un exercice portant sur les liaisons chimiques et les propriétés physiques des substances.
- Vérifier les affiches préparées par les élèves au sujet des scientifiques ayant un lien avec cette activité (p. ex., Rudolph Marcus, Neil Bartlett).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de se baser sur ses connaissances acquises dans le cours SCH3U pour résumer sa compréhension de la formation de liaisons ioniques et covalentes, et expliquer les propriétés des produits qui en résultent. **(ED)**
- Expliquer à l'élève que ses connaissances portant sur les liaisons chimiques se sont limitées à celles établies entre les atomes ou les ions. Amener l'élève à se questionner sur la formation de la glace et à déduire qu'il doit obligatoirement y avoir une liaison qui s'établit entre les molécules d'eau au cours de la formation de la glace. Expliquer à l'élève que, dans cette activité, différents types de solides seront étudiés en laboratoire et que l'on tentera de déduire ou d'expliquer ces propriétés à l'aide de théories.
- Énumérer les divers types de solides qui seront étudiés (p. ex., ionique, à réseau covalent, moléculaire, métallique).
- Présenter des échantillons de diamants et de graphite (p. ex., aiguille de tourne-disque, mèche de foreuse minière, diamant de bague, électrode de graphite).
- Permettre à l'élève de faire des observations à l'oeil nu ou en utilisant des lentilles de grossissement ou des microscopes à stéréoscopie.
- Demander à l'élève d'indiquer des caractéristiques des structures observées (p. ex., les plans lisses du diamant, l'uniformité des angles, les côtés droits et réguliers). **(ED)**
- Demander à l'élève de suggérer des méthodes d'investigation pour découvrir certaines propriétés physiques (p. ex., dureté, conductivité électrique, propriétés cristallines comme le clivage). **(ED)**
- Procéder de la même façon pour présenter d'autres solides à réseaux covalents (p. ex., soufre cristallin ou amorphe), des solides métalliques (p. ex., cuivre, argent), des solides ioniques (p. ex., NaCl, CuSO₄, CsI) et des solides moléculaires (p. ex., camphre, sucre).

Expérimentation/Exploration/Manipulation

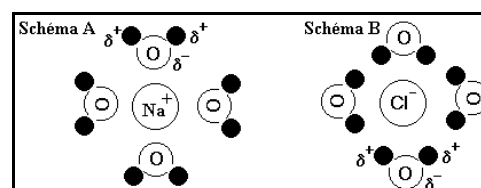
Introduction

- Présenter les émissions 4 *Les liaisons atomiques*, 5 *Substances moléculaires et cristaux covalents* et 6 *Métaux et solides ioniques* de la série «Structures atomiques et liaisons chimiques».
- À la suite de chaque émission, faire un sommaire et demander à l'élève de relever les points importants de l'émission.
- Regrouper les élèves en équipes et distribuer des échantillons non désignés de solides métalliques (p. ex., zinc, potassium), de solides ioniques (p. ex., chlorure de sodium), de solides à réseaux covalents (p. ex., graphite, soufre) et de solides moléculaires (p. ex., camphre, sucre). Expliquer à l'élève que le but de l'activité consiste à déterminer le type de solide que représente chacun de ces échantillons.
- Demander à l'élève de suggérer une façon de résoudre ce problème. Discuter des différentes suggestions proposées par l'élève et l'amener à réaliser que la détermination du type de solide se fait bien par l'analyse des propriétés physiques. **(ED)**
- Demander à l'élève de faire une liste de ces propriétés (p. ex., solubilité dans l'eau, dureté, point de fusion, conductivité électrique).

- À la suite de la discussion, demander à l'élève d'effectuer les tests pour chacune des substances. En ce qui concerne le point de fusion, demander à l'élève d'effectuer une comparaison qualitative des points de fusion (p. ex., très bas, moyen, élevé, très élevé) en observant l'effet de placer un échantillon de chaque substance directement sur une plaque chauffante ou sur une plaque métallique chauffée par un bec Bunsen.
- Expliquer à l'élève que le but des prochaines discussions consiste à expliquer les observations faites, en laboratoire, pour chacun des types de solides.

Composés ioniques

- En utilisant un modèle tridimensionnel, représenter la structure cristalline d'un composé ionique (p. ex., cubique).
- Expliquer la nature des forces dans les structures cristallines de ces composés.
- En utilisant un transparent, représenter un modèle de maille compacte (p. ex., NaCl) et un modèle cubique à face centrée (p. ex., CsI).
- Se servir d'un cristal gemme de sel de table pour montrer la dureté, les propriétés de clivage et la conductivité électrique.
- Utiliser du sel de table (NaCl) pour montrer la conductivité en solution.
- En s'appuyant sur les observations faites dans l'activité de laboratoire par rapport à la dureté et au point de fusion du chlorure de sodium, demander à l'élève de faire une déduction à l'égard de la force des liaisons ioniques (p. ex., la force des liaisons ioniques reliant les ions sodium et chlorure est très élevée puisque les cristaux sont durs et le point de fusion est très élevé). Discuter des réponses de l'élève. **(EF)**
- Mettre 5mL de chlorure de sodium dans l'eau et mélanger pour montrer la dissolution du sel. Mettre 5mL de chlorure de sodium dans l'huile végétale pour montrer la non-miscibilité du chlorure de sodium dans l'huile. Demander à l'élève de proposer des explications de ces deux phénomènes. **(ED)**
- Amener l'élève à déduire que la capacité d'un solvant à dissoudre un composé dépend de certaines propriétés physiques du solvant et du soluté. Montrer la nature polaire de l'eau et la non-polarité de l'huile en approchant une lame de vinyle chargée d'un mince filet d'eau et d'un mince filet d'huile. Amener l'élève à déduire que l'eau est un composé qui possède des dipôles, tandis que l'huile n'en a pas.
- Indiquer à l'élève que ce phénomène peut être représenté au moyen d'un modèle. Se servir du modèle moléculaire du chlorure de sodium pour représenter l'hydratation de ce cristal :
 - demander à l'élève d'utiliser des modèles de molécules d'eau pour entourer un ion Na^+ et pour entourer un ion Cl^- lorsqu'ils se détachent de la maille cristalline;
 - demander à l'élève d'illustrer le phénomène de dissolution dans son cahier (p. ex., voir les schémas A et B).
- Expliquer à l'élève que les symboles δ^+ et δ^- représentent de faibles charges électriques et que la nature ainsi que la formation de ces charges seront expliquées plus loin.
- Remettre à l'élève des schémas représentant les structures étudiées (p. ex., maille de la structure cristalline du NaCl, hydratation d'un cristal de NaCl) et lui demander de décrire la nature des liaisons en se servant de son manuel ou de l'aide de ses pairs. **(O)**
- Remettre à l'élève un tableau des propriétés physiques des solides ioniques ainsi que des exemples (p. ex., NaCl, point de fusion 801°C). Lui demander de les comparer entre eux et avec d'autres substances connues (p. ex., eau, point de fusion 0°C).



- Écrire, au tableau, les points de comparaison soulignés pendant l'analyse du tableau et résumer les propriétés des solides ioniques. **(EF)**

Solides à réseaux covalents

- Au moyen de schémas sur des transparents, montrer à l'élève qu'un même élément peut se présenter sous différentes formes et indiquer que ces formes constituent des allotropes (p. ex., le carbone amorphe, le graphite, le diamant et le fullerène).
- Discuter brièvement de l'importance des méthodes modernes d'analyse des structures chimiques telles que la spectroscopie moderne qui a permis de découvrir des structures complexes comme le fullerène.
- Demander à l'élève de résumer les propriétés physiques du graphite qu'elle ou il a observées pendant l'activité de laboratoire précédente et de dresser une liste des propriétés physiques du diamant en s'appuyant sur ses connaissances. Vérifier la liste et discuter. **(EF)**
- Représenter les structures cristallines du diamant et du graphite à l'aide de modèles tridimensionnels. Demander à l'élève d'expliquer les propriétés physiques du diamant et du graphite en se basant sur sa compréhension des structures cristallines de ces substances (p. ex., le diamant est très dur puisque les atomes de carbone sont liés entre eux par de fortes liaisons covalentes. De plus, ces liaisons sont orientées de telle sorte que la maille prend la forme d'un tétraèdre, ce qui accentue davantage la dureté du diamant).
- Demander à l'élève d'illustrer, dans sa reliure à anneaux, la structure cristalline du diamant et du graphite. Circuler et commenter le schéma de l'élève. **(EF)**
- Au moyen d'un transparent, expliquer la nature des forces et l'arrangement des atomes dans ces solides (p. ex., dans le diamant, les atomes de carbone sont solidement attachés entre eux par des liens covalents, ce qui explique la dureté de ce solide ainsi que son point d'ébullition élevé à près de 4000 °C).
- Remettre à l'élève des schémas représentant les structures étudiées (p. ex., diamant, graphite) et lui demander de décrire la nature des liens entre les atomes en se servant de son manuel ou de l'aide de ses pairs. **(O)**
- Remettre à l'élève un tableau des propriétés physiques des solides à réseaux covalents en donnant des exemples (p. ex., diamant, point de fusion près de 4000 °C; soufre cristallin monoclinique, point de fusion 119 °C) et lui demander de les comparer entre eux et avec d'autres substances connues (p. ex., eau, point de fusion 0 °C).
- Écrire, au tableau, les points de comparaison soulignés pendant l'analyse du tableau et résumer les propriétés des solides à réseaux covalents. **(EF)**

Solides métalliques

- Demander à l'élève de décrire la force d'attraction entre l'atome métallique et ses électrons de valence en se basant sur ses connaissances (p. ex., l'atome n'a qu'une faible force d'attraction pour ses électrons de valence, c'est la raison pour laquelle il les perd facilement). **(ED)**
- Informer l'élève que, dans un solide métallique, les électrons de valence se détachent facilement de l'atome et circulent librement dans le solide.
- Représenter un solide métallique en construisant un modèle à base de billes et de pâte à modeler (p. ex., enfoncer les billes dans la pâte à modeler, les billes représentent les ions métalliques dépourvus de leurs électrons de valence et la pâte représentent la mer d'électrons de valence).

- Demander à l'élève d'expliquer les propriétés physiques d'un solide métallique en s'appuyant sur ce modèle (p. ex., comme le modèle fait de pâte à modeler, le solide est malléable puisque la liaison entre les électrons et les ions métalliques n'est pas rigide et que ces derniers ne sont pas fixés dans un angle particulier. La conductivité électrique du métal est expliquée par la très grande mobilité des électrons de valence constituant la mer d'électrons).
- Demander à l'élève d'illustrer ce modèle dans sa reliure à anneaux. Présenter ensuite un exemple de schéma sur un transparent, puis comparer. **(EF)**

Substances moléculaires à liens covalents

- Expliquer à l'élève que la présente section tente d'expliquer la nature électrique de certaines molécules (p. ex., les molécules d'eau) qu'elle ou il a observée au cours d'une activité précédente (c.-à-d. une lame d'acétate chargée attire un mince filet d'eau). L'informer également qu'à la fin de cette section il lui sera possible de prédire la polarité ou la non-polarité d'une molécule et que cette information lui sera utile pour prédire les propriétés physiques du solide.
- En se servant de modèles moléculaires, revoir les concepts de liaisons polaires et non polaires ainsi que de molécules polaires (p. ex., localisation des pôles dans la molécule d'eau) et non polaires (p. ex., molécule de CO_2), et donner des exemples pour chacune.
- Montrer à l'élève la façon de déterminer la polarité des liens en se servant des valeurs d'électronégativité des éléments (p. ex., lien O-H 3,5-2,1 = 1,4).
- Indiquer à l'élève que la polarité de la molécule dépend des liens individuels et de l'agencement des vecteurs de forces de ces liens (p. ex., molécule d'eau avec les pôles δ^+ et δ^- de part et d'autre de la molécule résultant des pôles individuels des deux liaisons O-H).

Liaisons hydrogènes

- Montrer l'existence des ponts hydrogènes entre les molécules d'eau en plaçant une aiguille ou un trombone à la surface de l'eau.
- Demander à l'élève d'expliquer ce phénomène en se basant sur ses connaissances de la nature électrique de l'eau. Discuter des réponses de l'élève. **(EF)**
- Au moyen de modèles moléculaires, représenter la formation d'un pont hydrogène entre deux molécules d'eau.
- Préciser la nature de ces liens et les propriétés qui en découlent (p. ex., la glace qui fond à 0 °C) et donner d'autres exemples de molécules formant des ponts hydrogènes (p. ex., les molécules d'éthanol).
- Montrer, sur un transparent, l'arrangement moléculaire dans la glace et la structure cristalline ainsi formée en montrant que l'espacement entre les molécules d'eau donne à la glace une masse volumique légèrement plus faible que celle de l'eau liquide.
- Discuter des avantages de la structure cristalline de la glace par rapport à l'environnement et à la protection de la flore ainsi qu'à la faune aquatique contre le gel. **(AM) (EF)**

Forces dipolaires

- Expliquer la nature de ces forces en se servant d'un transparent et montrer le lien entre la nature des liaisons et les propriétés physiques qui en découlent (p. ex., ICl point de fusion 27 °C).
- Montrer à l'élève les forces relatives dans ces types de solides en les comparant avec d'autres substances (p. ex., une propriété physique d'un solide à forces dipolaires comme

le ICl avec un point de fusion de 27 °C et celle d'un solide ionique comme le NaCl avec un point de fusion à 801 °C). **(EF)**

Forces de London

- Expliquer à l'élève que, jusqu'à maintenant, nous avons pu expliquer la formation de liaisons intermoléculaires grâce à l'existence d'un dipôle électrique dans la molécule.
- Présenter l'exemple des molécules I₂ ou d'autres molécules qui ne montrent aucun dipôle et demander à l'élève de faire une prédiction à l'égard de la possibilité de ces molécules d'établir des liens entre elles (p. ex., puisque ces molécules n'ont aucun dipôle, il serait plausible de prédire qu'elles ne pourraient se lier entre elles pour former un solide). Lui demander de justifier sa prédiction. Discuter des réponses. **(ED)**
- Montrer à l'élève un échantillon d'iode solide (I₂). Expliquer que, contrairement aux prédictions et malgré le fait que l'iode est constitué de molécules I₂ non polaires, elles peuvent établir des liens chimiques entre elles pour former le solide. Informer l'élève que la présente section tente d'expliquer la manière dont cela est possible.
- Expliquer la nature de ces forces en se servant d'un transparent et montrer le lien entre la nature des liaisons faibles et les propriétés physiques qui en découlent (p. ex., F₂ point d'ébullition à - 212 °C).

Exercices de consolidation

- Assigner un exercice portant sur la nature des liaisons de différents types de substances étudiées en fonction des propriétés physiques de chacune (p. ex., Trouve le type de liaison dans la substance qui possède les propriétés physiques suivantes : point de fusion élevé; 300 °C et plus, excellent électrolyte, non-conducteur. Réponse : solide ionique.) et corriger en salle de classe. **(EF)**
- Demander à l'élève de concevoir une expérience, en laboratoire, pour vérifier les types de liaisons en partant d'une liste de solides (p. ex., graphite, soufre monoclinique, cristal gemme de NaCl).
- Animer une mise en commun des résultats en écrivant, au tableau, une expérience représentative du travail de l'élève. **(EF)**
- Demander à l'élève de prendre en note les informations qui se trouvent sur l'affiche de Rudolf Marcus concernant les électrons et les réactions ainsi que sur celle de Neil Bartlett concernant les gaz rares.
- Expliquer le concept de supraconductivité et mentionner que beaucoup d'efforts sont investis dans la recherche pour effectuer la synthèse de matériaux supraconducteurs qui gardent leurs propriétés supraconductrices à des températures de plus en plus élevées. Présenter des exemples de ces matériaux (p. ex., composés d'oxyde de cuivre tels que HgBaCaCuO. Se reporter au site www.espci.fr/Supra/Labo/jeucadre2.htm).
- Demander à l'élève de choisir un nouveau produit industriel (p. ex., colle superpuissante, vitre et gilet pare-balles, fibre de verre résistante), de trouver un article à son sujet et de l'apporter en salle de classe pour en faire part au groupe-classe.
- Demander à l'élève de remplir le tableau 5.4 : **(O)**

Tableau 5.4 : Objectivation

	sans difficulté	avec peu de difficulté	avec beaucoup de difficulté	ce que je peux faire pour améliorer mon rendement ou ma compréhension
Je peux énumérer les différents types de solides.				
Je peux expliquer la raison pour laquelle certains types de solides sont durs, alors que d'autres sont mous, la raison qui amène certains solides à bien conduire l'électricité, alors que d'autres sont de faibles conducteurs, etc.				
Je suis capable d'expliquer la formation des liens dans chacun des types de solides.				
Je vois le rapport entre les propriétés des liaisons chimiques dans tous les types de composés et les propriétés physiques de ces composés.				
Je peux déterminer la polarité de diverses substances par les valeurs d'électronégativité de leurs éléments.				
Je peux prédire le type de solide que formera une substance en connaissant sa formule chimique et les valeurs d'électronégativité de leurs éléments.				
Je peux donner des exemples de matériaux créés à la suite de recherches portant sur la structure de la matière.				
Je peux décrire la contribution canadienne dans le domaine de la théorie atomique et moléculaire.				

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** à l'activité 5.5.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Effectuer une expérience pour comparer la force des liaisons intermoléculaires de différents liquides en comparant leurs pressions de vapeur.
 - Demander à l'élève de préparer, en utilisant un ordinateur et en partant de tableaux de données, un exercice d'association de différentes substances en fonction de propriétés physiques (p. ex., 1. point de fusion à près de 4000 °C, réponse *d* : Graphite, solide à réseau covalent; 2. point de fusion à 801 °C, réponse *g* : NaCl, solide ionique). Dire à l'élève d'échanger son exercice avec un pair pour qu'il puisse y répondre et le corriger.
- (T)

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 5.5 (SCH4U)

Théorie de la liaison de valence

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur la théorie de la répulsion des paires d'électrons de valence (REPV). L'élève prédit les formules structurales tridimensionnelles de molécules simples ainsi que leur polarité. De plus, elle ou il s'exerce à construire des molécules simples, à l'aide d'un jeu de modèles moléculaires, tout en s'exerçant à prédire la forme de la molécule et à en déterminer la polarité.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SCH4U-Ag.5

Domaine : Structures et propriétés

Attente : SCH4U-SP-A.2

Contenus d'apprentissage : SCH4U-SP-Comp.5
SCH4U-SP-Acq.1 - 3 - 4

Notes de planification

- Se procurer des jeux de modèles moléculaires.
- Construire quelques modèles de molécules (p. ex., méthane, eau, SF₆, BeCl₂).
- Préparer un jeu-questionnaire qui vérifie l'information portant sur les scientifiques présentés en salle de classe.
- Se procurer un tableau d'électronégativité.
- Préparer un exercice portant sur la théorie RPEV.
- Se procurer des ballons pour faire l'activité de construction de modèles de molécules ainsi que de la ficelle.

Schéma 5.5a



Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de dessiner, dans sa reliure à anneaux, la formule structurale de la molécule CH_4 .
- Demander à l'élève de faire une prédiction par rapport à la forme de la molécule en construisant un modèle à base de pailles et de balles de polystyrène.
- Demander à l'élève de construire à nouveau le modèle de la molécule de méthane CH_4 en utilisant cette fois un jeu de modèles moléculaires. Lui demander de le comparer avec son premier modèle.
- Expliquer à l'élève que le but de la présente section consiste à expliquer la forme des molécules et à se servir de sa compréhension pour prédire la forme tridimensionnelle d'une molécule.
- Demander à l'élève d'examiner les molécules à l'aide d'un logiciel de modélisation 3D tel que *ChemSketch*. (T)

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Théorie de RPEV

- Revoir brièvement le diagramme de Lewis des fluorures de la deuxième période du tableau périodique (LiF , BeF_2 , BF_3).
- Présenter le tableau 5.5 sur un transparent.

Tableau 5.5 : Théorie de RPEV

Fluorure de la 2 ^e période	Diagramme de Lewis	Nombre de liaisons	Nombre de paires d'électrons non liés	Schéma tridimensionnel de la molécule	Forme (Nom)
LiF					
BeF_2					
BF_3					
CF_4					
NF_3					
OF_2					
F_2					
PCl_5					
SF_6					

- Pour chacun des fluorures de la deuxième période du tableau 5.5, demander à l'élève de tracer, dans le tableau, le diagramme de Lewis et de déterminer le nombre de liaisons ainsi que le nombre de paires d'électrons non liés.

- Rappeler à l'élève que, selon la nouvelle théorie quantique, il est plus approprié de représenter une paire d'électrons par un ballon.
- En démonstration, construire chacune des molécules en représentant chaque liaison et chaque paire d'électrons par des ballons (note : suspendre la molécule au plafond en utilisant une ficelle).
- Demander à l'élève de prédire la position relative des ballons autour de l'atome en lui rappelant qu'ils représentent des électrons. Discuter des prédictions de l'élève (p. ex., puisque les ballons représentent des électrons de charges identiques, ils auront tendance à se repousser et à se positionner de sorte que l'angle formé entre eux sera maximal). **(ED)**
- En s'appuyant sur cette discussion, demander à l'élève de formuler la théorie de la *Répulsion des Paires d'Électrons de Valence* (RPEV). Discuter des réponses de l'élève et effectuer des corrections, s'il y a lieu. **(EF)**
- Construire, à l'aide de ballons, les molécules PCl_5 (trigonale bipyramidale) et SF_6 (octaédrique). Amener l'élève à déduire la forme tridimensionnelle de chacune en s'appuyant sur la théorie RPEV. Ajouter ces molécules au tableau.
- Assigner un exercice portant sur la théorie RPEV (p. ex., voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 137-138).

Forme de la molécule et polarité

- Revoir avec l'élève, à l'aide du tableau d'électronégativité, la façon de déterminer si une liaison est ionique, covalente polaire ou non polaire.
- Présenter à l'élève des exemples de molécules qui possèdent des liaisons covalentes polaires, mais qui se comportent comme des molécules non polaires (p. ex., CO_2 , CH_4). Demander à l'élève de déterminer leur forme tridimensionnelle et de la tracer dans sa reliure à anneaux. Vérifier et commenter le schéma de l'élève. **(EF)**
- Présenter à l'élève des exemples de molécules qui possèdent des liaisons covalentes polaires et qui montrent de telles propriétés (p. ex., NH_3 , H_2O). Demander à l'élève de déterminer leur forme tridimensionnelle et de la tracer dans sa reliure à anneaux. Vérifier et commenter le schéma de l'élève. **(EF)**
- Expliquer à l'élève que le dipôle d'une liaison covalente polaire peut être représenté par un vecteur (flèche) qui pointe vers le pôle négatif (δ^-). Demander à l'élève de tracer des flèches sur chacune des liaisons.
- Expliquer à l'élève que la polarité d'une molécule est le résultat de la somme des dipôles des liaisons.
- Demander à l'élève de tenter d'expliquer, en se basant sur les schémas qu'elle ou il vient de tracer, la raison pour laquelle les molécules de CO_2 et de CH_4 sont non polaires, malgré leurs liaisons polaires, alors que les molécules NH_3 et H_2O sont polaires. Discuter des réponses de l'élève.
- En s'appuyant sur la discussion précédente, demander à l'élève de faire une induction à l'égard du lien entre la polarité d'une molécule et sa forme tridimensionnelle (p. ex., lorsque l'orientation des liaisons polaires est symétrique autour d'un atome, les dipôles s'additionnent et s'annulent. La molécule sera donc non polaire. Lorsque l'orientation des liaisons polaires n'est pas symétrique autour de l'atome central, la somme des dipôles ne s'annulera pas. La molécule formée sera polaire).
- Assigner un exercice à l'ordinateur portant sur la théorie RPEV et les modèles 3D. **(T)**
- Présenter la contribution de Bader et Gillespie, et demander à l'élève de prendre en note l'information qui se trouve sur l'affiche.

Construction de modèles

- Regrouper les élèves en équipes et distribuer à chacune un jeu de modèles moléculaires.
- Écrire, au tableau, une liste de molécules simples (p. ex., OCl_2 , HNBBr_2) et demander à l'élève d'effectuer les tâches ci-dessous pour chacune des molécules :
 - tracer le diagramme de Lewis;
 - prédire la forme de la molécule en s'appuyant sur la théorie RPEV;
 - tracer le schéma tridimensionnel de la forme prédite par la théorie RPEV;
 - construire la molécule à l'aide du jeu de modèles moléculaires et comparer avec la prédiction;
 - prédire si la molécule sera polaire ou non polaire.
- À la suite de l'activité, discuter des résultats de l'élève et lui demander d'effectuer les corrections appropriées. **(EF)**
- Demander à l'élève de représenter les formes géométriques sous formes de croquis pour évaluer son propre apprentissage. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour élaborer une page Web portant sur la théorie de la mécanique quantique, les propriétés des substances, les types d'orbitales et la géométrie des molécules, et l'expliquer.
- Évaluer, à l'aide d'une épreuve, les connaissances de l'élève par rapport aux structures et aux propriétés de l'atome ainsi que des molécules en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration 3.3 à 3.5.
- Utiliser la grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension de la théorie de la mécanique quantique et des types d'orbitales;
 - démontrer une connaissance des propriétés des solides et des liquides, de l'évolution du modèle atomique et des contributions des différents scientifiques;
 - démontrer une compréhension des rapports entre la nature des liaisons chimiques et les propriétés des substances.
 - Recherche
 - déterminer la structure géométrique d'une molécule en utilisant la théorie de la liaison de valence.
 - Communication
 - utiliser la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques propres à la structure ainsi qu'aux propriétés des atomes, des molécules et à la configuration électronique des éléments.
 - Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre la compréhension du modèle atomique et le développement de nouvelles technologies;
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre la création de nouveaux matériaux à la suite de recherches portant sur les liaisons chimiques.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Expliquer la formation des liaisons dans la molécule de méthane à la suite de la présentation de la vidéo *Les liaisons chimiques du carbone* de la série «Chimie organique I» de tfo.
- Demander à l'élève de construire des modèles de molécules à l'aide de trousse (p. ex., CH_4 , SF_6).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

Annexe SCH4U 5.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Structure et propriétés de l'atome

Grille d'évaluation adaptée - Structure et propriétés de l'atome Annexe SCH4U 5.5.1

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
<i>Compétences et critères</i>	<i>50 - 59 % Niveau 1</i>	<i>60 - 69 % Niveau 2</i>	<i>70 - 79 % Niveau 3</i>	<i>80 - 100 % Niveau 4</i>
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une compréhension de la théorie de la mécanique quantique et des types d'orbitales. - démontre une connaissance des propriétés des solides et des liquides, de l'évolution du modèle atomique et des contributions des différents scientifiques. - démontre une compréhension des rapports entre la nature des liaisons chimiques et les propriétés des substances.	L'élève démontre une connaissance limitée des faits et des termes ainsi qu' une compréhension limitée des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une connaissance partielle des faits et des termes ainsi qu' une compréhension partielle des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une connaissance générale des faits et des termes ainsi qu' une compréhension générale des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une connaissance approfondie des faits et des termes ainsi qu' une compréhension approfondie des concepts, des principes, des lois, des théories et des rapports entre les concepts.
Recherche				
L'élève : - détermine la structure géométrique d'une molécule en utilisant la théorie de la liaison de valence. - conçoit une expérience, en laboratoire, pour vérifier les types de liaisons en partant d'une liste de solides.	L'élève applique un nombre limité d'habiletés et de stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés et les procédés techniques avec une compétence limitée .	L'élève applique certaines habiletés et stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés et les procédés techniques avec une certaine compétence .	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés et les procédés techniques avec une grande compétence .	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies requises propres à la recherche scientifique et applique les habiletés et les procédés techniques avec une très grande compétence .

<i>Communication</i>				
L'élève : - utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques propres à la structure ainsi qu'aux propriétés des atomes, des molécules et à la configuration électronique des éléments.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec peu d'exactitude et une efficacité limitée.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une certaine exactitude et efficacité.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une grande exactitude et efficacité.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une très grande exactitude et efficacité.
<i>Rapprochement</i>				
L'élève : - analyse des technologies liées à la connaissance et à la compréhension du modèle atomique. - présente des exemples de nouveaux matériaux créés à la suite de recherches portant sur les liaisons chimiques.	L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une efficacité limitée.	L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une certaine efficacité.	L'élève analyse les questions sociales et économiques simples avec une grande efficacité.	L'élève analyse les questions sociales et économiques complexes avec une très grande efficacité.
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

TABLEAU DES ATTENTES ET DES CONTENUS D'APPRENTISSAGE

CHIMIE		Unités				
		1	2	3	4	5
Attentes génériques						
SCH4U-Ag.1	utiliser des méthodes sans risque de manutention, d'entreposage et d'élimination des substances de laboratoire [p. ex., élimination des produits dangereux et des acides; lecture des symboles du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT)] et prendre les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (p. ex., porter des lunettes de protection; localiser le matériel d'urgence).	1.2 1.4	2.2 2.4 2.5	3.3 3.4 3.5	4. 1 4. 4	5.4
SCH4U-Ag.2	faire des observations et recueillir des données à l'aide d'instruments qu'il ou elle a choisis sciemment, et les utiliser correctement et prudemment (p. ex., utiliser une balance électronique pour mesurer la masse d'un précipité).	1.4	2.2 2.3 2.4 2.5	3.4 3.5	4. 4	5.4
SCH4U-Ag.3	concevoir et effectuer rigoureusement des expériences pour démontrer ou déduire les concepts à l'étude.	1.4	2.2 2.3 2.4 2.5	3.3 3.4 3.5	4. 1 4. 4	5.2 5.4
SCH4U-Ag.4	énoncer les procédures d'urgence en laboratoire.	1.2 1.4	2.5			
SCH4U-Ag.5	choisir et utiliser les formes graphiques, numériques et symboliques appropriées ainsi que la terminologie exacte pour communiquer ses idées, ses projets et les résultats de ses expériences.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.6	2.1 2.2 2.3 2.4 2.5	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	4. 1 4. 2 4. 3 4. 4 4. 5	5.1 5.3 5.4 5.5
SCH4U-Ag.6	rechercher des renseignements ou des données dans diverses sources, tels que des documents imprimés, des médias électroniques et des expériences de laboratoire, afin de se renseigner sur un sujet à l'étude, résoudre un problème ou justifier une opinion.	1.2 1.3 1.4 1.5	2.5	3.3 3.5	4. 5	5.1
SCH4U-Ag.7	expliquer avec exactitude ses méthodes de recherche et ses résultats à l'aide de tableaux, de graphiques et de rapports de laboratoire, préparés manuellement ou à l'ordinateur, et évaluer la fiabilité des données en identifiant les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures.	1.2 1.3 1.6	2.2 2.3 2.4 2.5	3.3 3.4 3.5	4. 1 4. 3	5.1
SCH4U-Ag.8	exprimer le résultat des calculs de données expérimentales en utilisant le nombre approprié de chiffres significatifs ou de chiffres décimaux.		2.2 2.3	3.4 3.5		5.2
SCH4U-Ag.9	choisir et utiliser les unités SI appropriées, et appliquer les techniques de conversion appropriées.		2.2 2.3	3.4 3.5	4. 3 4. 4	5.2

CHIMIE		Unités				
		1	2	3	4	5
SCH4U-Ag.10	recenser et décrire des professions qui requièrent des connaissances en chimie (p. ex., ingénieur chimiste, océanologue, pharmacienne, technicienne du contrôle de la qualité de l'eau).	1.5	2.2	3.3	4. 5	

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Chimie organique</i>		1	2	3	4	5
Attentes						
SCH4U-C-A.1	démontrer sa compréhension de la structure et des réactions chimiques de divers composés organiques.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6				
SCH4U-C-A.2	examiner, en effectuant des expériences et des recherches documentaires, diverses réactions des composés organiques, en prédire les produits, utiliser pour les nommer la nomenclature de l'Union internationale de chimie pure et appliquée (UICPA) et les représenter à l'aide de modèles moléculaires.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6				
SCH4U-C-A.3	évaluer l'incidence des substances organiques et de leurs applications sur la qualité de la vie et sur l'environnement.	1.2 1.3 1.4 1.5 1.6				
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SCH4U-C-Comp.1	caractériser les divers groupements fonctionnels organiques, soit les alcools, les aldéhydes, les amines, les cétones, les esters, les éthers, les amides, les acides carboxyliques ainsi que les composés aromatiques simples, selon leur appellation et leur formule structurale.	1.1 1.2 1.3 1.6				
SCH4U-C-Comp.2	décrire certaines des propriétés physiques qui caractérisent les familles de composés organiques, notamment la solubilité dans divers solvants, la polarité, l'odeur, le point de fusion et le point d'ébullition.	1.1 1.2 1.3 1.6				
SCH4U-C-Comp.3	décrire divers types de réactions organiques, dont les réactions de substitution, d'addition, d'élimination, d'estérification, d'hydrolyse et d'oxydation.	1.2 1.3 1.6				
SCH4U-C-Comp.4	expliquer le processus de polymérisation, d'addition et de condensation.	1.4				
SCH4U-C-Comp.5	rendre compte de l'importance et de la diversité des composés organiques dans les organismes vivants (p. ex., protéines, glucides, lipides, acides nucléiques).	1.3 1.5				

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Chimie organique</i>		1	2	3	4	5
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SCH4U-C-Acq.1	utiliser le vocabulaire scientifique approprié pour définir et communiquer ses idées sur les sujets propres au domaine (p. ex., groupement fonctionnel, polymère).	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6				
SCH4U-C-Acq.2	utiliser la nomenclature de l'UICPA pour nommer les composés organiques suivants en partant de leur structure chimique : les acides carboxyliques, les alcools, les aldéhydes, les amines, les cétones, les esters, les éthers, les amides et les composés aromatiques simples, et écrire la formule chimique du composé en partant de son appellation scientifique.	1.1 1.2 1.3 1.5 1.6				
SCH4U-C-Acq.3	construire les modèles moléculaires de divers composés organiques aliphatiques, cycliques et aromatiques.	1.1 1.5				
SCH4U-C-Acq.4	nommer des composés organiques simples en utilisant un nom autre que celui proposé par l'UICPA (p. ex., acétone, alcool isopropylique, acide acétique).	1.2 1.3 1.4 1.6				
SCH4U-C-Acq.5	prédire les produits de divers types de réactions organiques, notamment les réactions de substitution, d'addition, d'élimination, d'estérification, d'hydrolyse, d'oxydation et de polymérisation, et nommer les produits qui en résultent.	1.2 1.3 1.4 1.6				
SCH4U-C-Acq.6	effectuer, en laboratoire, la synthèse de divers composés organiques (p. ex., préparer un ester et un polymère).	1.2 1.4				
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SCH4U-C-Rap.1	examiner, du point de vue de sa validité, la définition qu'appliquent les publicitaires de biens de consommation aux termes «organique», «naturel» et «chimique».	1.5				
SCH4U-C-Rap.2	reconnaître le large éventail de composés organiques utilisés dans la vie quotidienne et expliquer leur importance (p. ex., les plastiques, les textiles synthétiques, les produits pharmaceutiques).	1.2 1.3 1.4 1.5 1.6				
SCH4U-C-Rap.3	analyser les avantages et les risques de la mise au point de certains produits synthétiques (p. ex., polystyrène, aspartame, pesticides, solvants).	1.4 1.5 1.6				
SCH4U-C-Rap.4	présenter des exemples de l'utilisation de la chimie organique comme solution à des problèmes de santé, de sécurité et d'environnement [p. ex., essence sans plomb pour remplacer l'essence avec plomb; hydrocarbures comme gaz propulseurs dans les aérosols pour remplacer les chlorofluorocarbures (CFC)].	1.5 1.6				

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Cinétique chimique et thermochimie</i>		1	2	3	4	5
Attentes						
SCH4U-CC-A.1	démontrer sa compréhension des transformations énergétiques ainsi que de la cinétique des processus chimiques.		2.1 2.2 2.3 2.4 2.5			
SCH4U-CC-A.2	déterminer les variations d'enthalpie de divers processus physiques et chimiques ainsi que les vitesses de réactions chimiques en partant de données expérimentales et théoriques et de calculs.		2.2 2.3 2.4 2.5			
SCH4U-CC-A.3	expliquer l'importance des facteurs énergétiques des réactions chimiques dans diverses technologies et divers processus chimiques.		2.1 2.2 2.4 2.5			
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SCH4U-CC-Comp.1	comparer les changements d'énergie résultant des transformations physiques, des réactions chimiques et des réactions nucléaires (la fission et la fusion).		2.1			
SCH4U-CC-Comp.2	expliquer la loi de Hess à l'aide d'exemples.		2.3			
SCH4U-CC-Comp.3	analyser des diagrammes simples d'énergie potentielle illustrant les changements d'énergie dans diverses réactions chimiques (p. ex., identifier les portions du graphique qui correspondent à l'énergie des réactifs et des produits ainsi qu'au complexe activé).		2.2			
SCH4U-CC-Comp.4	utiliser la théorie des collisions et les diagrammes de niveau d'énergie pour expliquer le rôle des facteurs suivants dans le contrôle de la vitesse d'une réaction chimique : nature et concentration des réactifs, température, surface de contact et présence d'un catalyseur.		2.4 2.5			
SCH4U-CC-Comp.5	décrire la vitesse de réaction en fonction du changement de la concentration des réactifs et des produits par rapport au temps, exprimer la vitesse de réaction par l'équation de vitesse de réaction (uniquement pour les réactions des premier et deuxième ordres) et démontrer sa compréhension de la demi-vie d'une réaction.		2.4			
SCH4U-CC-Comp.6	expliquer l'importance des étapes élémentaires du mécanisme réactionnel dans plusieurs réactions chimiques.		2.4			

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Cinétique chimique et thermochimie</i>		1	2	3	4	5
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SCH4U-CC-Acq.1	utiliser le vocabulaire scientifique approprié pour définir et communiquer ses idées sur les sujets propres au domaine (p. ex., complexe activé, enthalpie).		2.1 2.2 2.3 2.4 2.5			
SCH4U-CC-Acq.2	écrire des équations thermochimiques en exprimant la variation énergétique sous la forme aH ou à l'aide d'un terme énergétique inséré dans l'équation.		2.2 2.3			
SCH4U-CC-Acq.3	déterminer expérimentalement la chaleur de réaction à l'aide d'un calorimètre et utiliser les données obtenues pour calculer la variation d'enthalpie pour une réaction donnée (p. ex., recueillir les données nécessaires pour calculer l'énergie de neutralisation, en J/mol, de l'acide acétique et de l'hydroxyde de sodium).		2.2			
SCH4U-CC-Acq.4	appliquer la loi de Hess pour résoudre divers problèmes dont certains contiennent des données expérimentales (p. ex., mesurer les chaleurs de réactions dont la somme correspond au aH dans l'oxydation du magnésium).		2.3			
SCH4U-CC-Acq.5	calculer des chaleurs de réactions chimiques en partant d'un tableau de valeurs des enthalpies standard de formation.		2.2			
SCH4U-CC-Acq.6	déterminer expérimentalement la vitesse d'une réaction chimique et mesurer l'effet de la température, de la concentration et de la catalyse sur cette vitesse (p. ex., sur la vitesse de décomposition du peroxyde d'hydrogène).		2.4			
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SCH4U-CC-Rap.1	comparer l'utilisation de diverses sources d'énergie classiques et de substitution en fonction de leur rendement énergétique et de leur incidence sur l'environnement (p. ex., combustion de combustibles fossiles, énergie solaire, fission nucléaire).		2.1			
SCH4U-CC-Rap.2	décrire des technologies ou des produits dont l'efficacité dépend de l'énergie absorbée ou dégagée par les réactions chimiques (p. ex., hydrogène liquide comme combustible dans les fusées; compresseurs chaudes ou froides).		2.1 2.2			
SCH4U-CC-Rap.3	repérer des exemples de l'utilisation de catalyseurs dans l'industrie (p. ex., convertisseurs catalytiques) et dans les systèmes biochimiques (p. ex., enzymes).		2.5			

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Cinétique chimique et thermochimie</i>		1	2	3	4	5
SCH4U-CC-Rap.4	présenter des exemples de réactions chimiques lentes (p. ex., formation de la rouille) et rapide (p. ex., explosion), et décrire des réactions à vitesse contrôlable (p. ex., la dégradation bactérienne des aliments est ralentie par la congélation; la décomposition catalytique accélère la combustion complète des gaz d'échappement dans les automobiles).		2.4 2.5			

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Systèmes chimiques et équilibre</i>		1	2	3	4	5
Attentes						
SCH4U-SC-A.1	démontrer sa compréhension du concept d'équilibre chimique, du principe de Le Chatelier et de la dynamique du processus de formation des solutions.			3. 1 3. 2 3. 3 3. 4 3. 5		
SCH4U-SC-A.2	étudier le comportement de divers systèmes chimiques et résoudre des problèmes quantitatifs à l'aide de la loi d'action de masse.			3. 1 3. 2 3. 3 3. 4 3. 5		
SCH4U-SC-A.3	reconnaître que divers systèmes écologiques, biologiques et technologiques existent selon un état d'équilibre chimique.			3. 3 3. 4 3. 5		
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SCH4U-SC-Comp.1	illustrer le concept d'équilibre à l'intérieur de systèmes gazeux, de solutions et de réactions chimiques.			3. 1 3. 3 3. 4 3. 5		
SCH4U-SC-Comp.2	expliquer qu'un système à l'équilibre est régi par la loi d'action de masse (aussi appelée la loi de l'équilibre chimique).			3. 2		
SCH4U-SC-Comp.3	préciser les facteurs qui déterminent l'état d'équilibre d'un système (p. ex., volume et pression pour les systèmes gazeux, concentration et température pour tous les systèmes), conformément au principe de Le Chatelier.			3. 3		
SCH4U-SC-Comp.4	décrire qualitativement les variations d'entropie associées à diverses transformations physiques et chimiques.			3. 1		
SCH4U-SC-Comp.5	expliquer la tendance des réactions chimiques à atteindre un état d'équilibre correspondant à une quantité minimale d'énergie et à une entropie maximale.			3. 1		
SCH4U-SC-Comp.6	décrire le comportement de solutés ioniques dans des solutions non saturées, saturées et sursaturées à l'aide du concept de l'équilibre chimique.			3. 4		

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Systèmes chimiques et équilibre</i>		1	2	3	4	5
SCH4U-SC-Comp.7	définir différentes expressions des constantes d'équilibre, dont K_{ps} , K_a , K_b et K_{eau} .			3. 4 3. 5		
SCH4U-SC-Comp.8	comparer des bases ou des acides forts et faibles à l'aide du concept de l'équilibre chimique.			3. 5		
SCH4U-SC-Comp.9	décrire les caractéristiques et les composantes d'une solution tampon.			3. 5		

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Systèmes chimiques et équilibre</i>		1	2	3	4	5
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SCH4U-SC-Acq.1	utiliser le vocabulaire scientifique approprié pour définir et communiquer ses idées sur les sujets propres au domaine (p. ex., système homogène, constante d'acidité, effet d'ion commun).			3. 1 3. 2 3. 3 3. 4 3. 5		
SCH4U-SC-Acq.2	appliquer le principe de Le Chatelier pour prédire et confirmer expérimentalement comment divers facteurs influent sur un système à l'équilibre.			3. 3		
SCH4U-SC-Acq.3	déterminer expérimentalement des constantes d'équilibre [p. ex., déterminer le produit de solubilité (K _{ps}) du thiocyanate de fer (III), de l'hydroxyde de calcium ainsi que la constante de dissociation (K _a) de l'acide acétique].			3. 4 3. 5		
SCH4U-SC-Acq.4	calculer la solubilité d'une substance pure dans l'eau ou d'une solution d'ions communs en utilisant la constante de produit de solubilité (K _{ps}), et vice versa.			3. 4		
SCH4U-SC-Acq.5	prédire la formation de précipités par le calcul d'un produit de solubilité.			3. 4		
SCH4U-SC-Acq.6	résoudre des problèmes d'équilibre chimique portant sur des concentrations de réactifs et de produits, ainsi que sur des quantités de pH, pOH, K ^a et K ^b , K ^{éq} et K ^{ps} .			3. 2 3. 4 3. 5		
SCH4U-SC-Acq.7	prédire qualitativement si un sel en solution est acide, basique ou neutre.			3. 5		
SCH4U-SC-Acq.8	résoudre divers problèmes sur des données d'un titrage acido-basique et sur le pH au point d'équivalence (p. ex., analyser des courbes de titrage acido-basiques en partant de données expérimentales ou d'un logiciel).			3. 5		
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SCH4U-SC-Rap.1	expliquer comment le concept d'équilibre chimique est utilisé pour optimiser des processus industriels ainsi que la production de certains produits chimiques (p. ex., production industrielle d'acide sulfurique d'ammoniaque).			3. 3		
SCH4U-SC-Rap.2	préciser des conditions ou des interventions médicales associées au concept de la solubilité (p. ex., calculs rénaux, mal des caissons, sulfate de baryum en médecine).			3. 4		

CHIMIE		Unités				
Domaine : Systèmes chimiques et équilibre		1	2	3	4	5
SCH4U-SC-Rap.3	expliquer le rôle des solutions tampons à l'intérieur des systèmes biochimiques et dans des produits de consommation (p. ex., ion bicarbonate dans le sang, tamponnage du pH dans les médicaments).			3.5		
CHIMIE		Unités				
Domaine : Électrochimie		1	2	3	4	5
Attentes						
SCH4U-E-A.1	démontrer sa compréhension des concepts fondamentaux de l'oxydoréduction ainsi que de la conversion d'énergie chimique en énergie électrique et de la conversion de l'énergie électrique en énergie chimique.				4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	
SCH4U-E-A.2	construire diverses piles galvaniques et électrolytiques simples pour en illustrer le fonctionnement, écrire les équations d'oxydoréductions connexes et résoudre des problèmes quantitatifs liés à l'électrolyse.				4.3 4.4	
SCH4U-E-A.3	décrire le fonctionnement et les emplois de diverses piles, notamment les piles à combustible, expliquer l'importance de la technologie de l'électrochimie en métallurgie et évaluer l'incidence de ces technologies sur la santé, la sécurité et l'environnement.				4.3 4.4 4.5	
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SCH4U-E-Comp.1	expliquer l'oxydation et la réduction en fonction de la perte et du gain d'électrons ou du changement du nombre d'oxydation.				4.1 4.2	
SCH4U-E-Comp.2	identifier les composants d'une pile galvanique et d'une pile électrolytique et expliquer leur fonction.				4.3	
SCH4U-E-Comp.3	décrire une pile galvanique en fonction de ses demi-piles d'oxydation et de réduction, dont les tensions servent à calculer le potentiel de la pile.				4.3	
SCH4U-E-Comp.4	décrire le fonctionnement d'une demi-pile à hydrogène et expliquer comment elle sert de référence dans l'attribution des valeurs de potentiel de réduction de diverses substances.				4.3	
SCH4U-E-Comp.5	expliquer le rapport entre le temps, le courant et la quantité de substance produite ou consommée dans un processus électrolytique (loi de Faraday).				4.4	
SCH4U-E-Comp.6	expliquer le rôle de la corrosion dans le fonctionnement d'une pile électrochimique et décrire divers procédés anticorrosion (p. ex., peinture de la surface métallique, galvanoplastie et protection cathodique).				4.5	

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Électrochimie</i>		1	2	3	4	5
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SCH4U-E-Acq.1	utiliser le vocabulaire scientifique approprié pour communiquer ses idées sur les sujets propres au domaine (p. ex., demi-réaction, pile galvanique, agent réducteur, réaction redox, nombre d'oxydation).				4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	
SCH4U-E-Acq.2	démontrer expérimentalement diverses réactions d'oxydoréduction et les analyser (p. ex., réactivité de métaux, réactivité d'agents oxydants).				4.1 4.3	
SCH4U-E-Acq.3	écrire des équations chimiques équilibrées de réactions d'oxydoréduction, y compris des réactions de demi-piles galvaniques.				4.2 4.3	
SCH4U-E-Acq.4	écrire les demi-réactions d'oxydoréduction ainsi que la réaction nette, prédire la direction de la migration des ions et des électrons ainsi que la polarité de l'électrode et calculer le potentiel de la pile (E°) qui se réalise dans les piles galvaniques et électrolytiques, y compris celles construites au laboratoire.				4.3	
SCH4U-E-Acq.5	prédire la spontanéité d'une réaction d'oxydoréduction et la réaction globale d'une cellule en partant d'un tableau de potentiels standard de réduction.				4.3	
SCH4U-E-Acq.6	résoudre des problèmes sur la loi de Faraday.				4.4	
SCH4U-E-Acq.7	mesurer expérimentalement la masse de métal déposée par galvanoplastie [p. ex., examiner le cuivre du sulfate de cuivre (II) et appliquer la loi de Faraday pour relier la masse de métal déposée à la quantité de charge déplacée].				4.4	
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SCH4U-E-Rap.1	décrire des piles galvaniques courantes (p. ex., piles plomb-acide, nickel-cadmium) et évaluer leur incidence sur la société et sur l'environnement (p. ex., utilisation de piles électriques dans les autos).				4.3	
SCH4U-E-Rap.2	souligner des applications de l'électrochimie dans des processus industriels (p. ex., affinage des métaux, production d'hydrogène).				4.4	
SCH4U-E-Rap.3	rechercher et analyser des sujets liant l'électrochimie à l'environnement, à la santé et à la sécurité (p. ex., corrosion des métaux, production industrielle de chlore).				4.4 4.5	

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Structures et propriétés</i>		1	2	3	4	5
Attentes						
SCH4U-SP-A.1	démontrer sa compréhension de la théorie de la mécanique quantique et expliquer le rapport entre la nature des liaisons chimiques et les propriétés de substances ioniques, covalentes à réseau, moléculaires et métalliques.					5.2 5.3 5.4
SCH4U-SP-A.2	déterminer expérimentalement les propriétés des solides et des liquides, les comparer et prédire la forme de molécules simples en s'appuyant sur la théorie de la liaison de valence.					5.3 5.4 5.5
SCH4U-SP-A.3	décrire des technologies qui ont enrichi les connaissances scientifiques sur l'atome ainsi que des produits et des technologies dont la mise au point repose sur la compréhension de la structure moléculaire.					5.1 5.2 5.4
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SCH4U-SP-Comp.1	expliquer les observations expérimentales et les inférences faites par Rutherford et Bohr relatives au développement du modèle planétaire de l'atome d'hydrogène.					5.1
SCH4U-SP-Comp.2	décrire le modèle de l'atome tel que précisé par la mécanique quantique (p. ex., orbitales, densité électronique) et préciser la contribution des scientifiques qui ont élaboré ce modèle (p. ex., Planck, de Broglie, Einstein, Heisenberg et Schrödinger).					5.1 5.2
SCH4U-SP-Comp.3	identifier les caractéristiques des orbitales <i>s</i> , <i>p</i> , <i>d</i> et <i>f</i> , décrire les éléments qui se retrouvent à l'intérieur de ces blocs et expliquer le rapport entre la position des éléments dans le tableau périodique, leurs propriétés et leur configuration électronique.					5.3
SCH4U-SP-Comp.4	expliquer comment les propriétés d'un solide ou d'un liquide (p. ex., dureté, tension superficielle, conductivité électrique) dépendent de la nature de leurs particules ainsi que du type de forces entre elles (p. ex., liaisons covalentes, forces de Van der Waals, forces dipolaires, liaisons métalliques).					5.4
SCH4U-SP-Comp.5	expliquer comment la théorie de la répulsion des paires d'électrons de valence (RPEV) peut servir à expliquer et à prédire la forme tridimensionnelle d'une molécule.					5.5

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Structures et propriétés</i>		1	2	3	4	5
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SCH4U-SP-Acq.1	utiliser le vocabulaire scientifique approprié pour communiquer ses idées sur les sujets propres à ce domaine (p. ex., orbitale, spectre d'absorption, quanta, photon, dipôle).					5.1 5.2 5.3 5.4 5.5
SCH4U-SP-Acq.2	écrire la configuration électronique de divers éléments du tableau périodique en appliquant le principe d'exclusion de Pauli et la règle de Hund.					5.3
SCH4U-SP-Acq.3	prédire et illustrer les formules structurales tridimensionnelles de molécules simples et d'ions en s'appuyant sur la théorie de la répulsion des paires d'électrons de valence (RPEV).					5.5
SCH4U-SP-Acq.4	déterminer la polarité de diverses substances par l'analyse de la forme tridimensionnelle et les valeurs d'électronégativité de leurs éléments.					5.4 5.5
SCH4U-SP-Acq.5	prédire le type de solide (ionique, moléculaire, covalent à réseau ou métallique) que formera une substance, et en décrire les caractéristiques.					5.4
SCH4U-SP-Acq.6	analyser en laboratoire les propriétés physiques de diverses substances et déterminer la nature de leurs liaisons.					5.4
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SCH4U-SP-Rap.1	examiner des applications et des progrès en chimie analytique et dans le domaine du diagnostic médical, liés à la structure atomique et moléculaire (p. ex., spectroscopie infrarouge; réalisations en médecine nucléaire).					5.1
SCH4U-SP-Rap.2	rechercher et présenter des exemples de nouveaux matériaux créés suite aux recherches sur la structure de la matière, les liaisons chimiques et les propriétés de la matière (p. ex., gilets pare-balles, colles superpuissantes, supraconducteurs).					5.4
SCH4U-SP-Rap.3	décrire la contribution canadienne dans le domaine de la théorie atomique et moléculaire (p. ex., le travail de Richard Bader à l'Université McMaster sur la constitution de cartes de densité électronique pour les petites molécules; le travail de R. J. LeRoy à l'Université de Waterloo sur l'élaboration de la technique mathématique de détermination du rayon atomique des molécules, appelée le rayon LeRoy).					5.1