

CHIMIE

SCH4C

12^e année

Direction du projet : Claire Trépanier
Coordination : Carole Morrissette
Recherche documentaire : Céline Pilon
Équipe de rédaction : Jacques Taillefer, premier rédacteur
Guy Deslauriers
Carole Séguin
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. 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.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	5
Cadre d'élaboration des esquisses de cours	7
Aperçu global du cours	9
Aperçu global de l'unité 1 : Matière et analyse qualitative	15
Activité 1.1 : Sécurité en laboratoire - SIMDUT	18
Activité 1.2 : Spectre et atome de Bohr	23
Activité 1.3 : Composés ioniques	27
Activité 1.4 : Solutions et précipitations	33
Activité 1.5 : Analyse qualitative	38
Activité 1.6 : Tâche d'évaluation sommative - Détermination de cations	44
Aperçu global de l'unité 2 : Chimie organique	51
Activité 2.1 : Chimie du carbone et liaison covalente	54
Activité 2.2 : Hydrocarbures	60
Activité 2.3 : Recherche : applications et propriétés des produits organiques	67
Activité 2.4 : Groupements fonctionnels	72
Activité 2.5 : Réactions chimiques	79
Aperçu global de l'unité 3 : Électrochimie	91
Activité 3.1 : Pile galvanique	94
Activité 3.2 : Échelle de réactivité et spontanéité d'une réaction	103
Activité 3.3 : Pile électrochimique	108
Activité 3.4 : Corrosion	113
Activité 3.5 : Applications de l'électrochimie	

.....	117
Aperçu global de l'unité 4 : Calculs chimiques	123
Activité 4.1 : Mole et composition centésimale	125
Activité 4.2 : Stoechiométrie	129
Activité 4.3 : Rendement des réactions chimiques	133
Activité 4.4 : Concentration et préparation de solution	137
Activité 4.5 : Dilution	140
Aperçu global de l'unité 5 : Chimie de l'environnement	147
Activité 5.1 : Gaz atmosphériques et combustion des métaux	150
Activité 5.2 : Polluants et conséquences environnementales	155
Activité 5.3 : Recherche - polluants	160
Activité 5.4 : Acide, base et neutralisation	164
Activité 5.5 : Analyse volumétrique des ions de calcium dans l'eau	170
Tableau des attentes et des contenus d'apprentissage	177

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 <i>(à remplir)</i>	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 <i>ÉSO</i> - 1999	Sécurité	
Évaluation du cours	Ressources	
	Annexes	

APERÇU GLOBAL DU COURS (SCH4C)

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 : Précollégial	Code de cours de l'école :
Programme-cadre : Sciences	Date de publication : 2000
Code de cours du Ministère : SCH4C	Valeur en crédit : 1

Cours préalable : Sciences, 10^e année, cours théorique ou appliqué

Description/fondement

Ce cours présente à l'élève les concepts qui forment la base de la chimie moderne. L'élève étudie l'analyse qualitative, les relations quantitatives dans les réactions chimiques, la chimie organique et l'électrochimie, ainsi que le rapport entre la chimie et la qualité de l'environnement. Ce cours permet à l'élève d'utiliser un large éventail de techniques de laboratoire et, ce faisant, d'apprendre à recueillir des données, à effectuer des analyses scientifiques et à communiquer correctement des renseignements scientifiques. Le cours met l'accent sur le rôle de la chimie dans la vie quotidienne et la création de nouvelles techniques et de nouveaux produits.

Titres, descriptions et durée des unités

Unité 1 : Matière et analyse qualitative **Durée : 22 heures**

Cette unité porte sur les principes théoriques et expérimentaux de l'analyse qualitative. Pour déterminer des cations de solutions inconnues, l'élève utilise des procédés d'analyse chimique tels que la table des règles de solubilité, des équations de précipitation, des essais à la flamme et des spectres d'absorption en laboratoire. De plus, elle ou il décrit des applications courantes de divers processus d'analyse qualitative dans plusieurs domaines.

Unité 2 : Chimie organique **Durée : 25 heures**

Cette unité porte sur les propriétés physiques et chimiques, les procédés de séparation et de préparation, quelques types de réactions organiques et l'application dans la vie courante des composés organiques. L'élève illustre leur formule structurale et tridimensionnelle à l'aide d'un logiciel de modélisation, distille des terpènes d'une pelure d'agrumes, synthétise du nylon

et un ester, et observe les propriétés physiques et chimiques des hydrocarbures tout en déterminant leurs produits de combustion.

Unité 3 : Électrochimie

Durée : 20 heures

Cette unité porte sur les processus chimiques des piles galvaniques, des piles électrochimiques et des cellules électrolytiques, ainsi que sur la corrosion et les applications industrielles de l'électrochimie. L'élève établit l'échelle de réactivité de certains métaux, fabrique et compare des piles et des cellules électrolytiques, enquête sur les facteurs influençant la vitesse de corrosion et souligne les retombées environnementales découlant des processus électrochimiques industriels. Enfin, elle ou il explore les emplois liés à l'électrochimie.

Unité 4 : Calculs chimiques

Durée : 23 heures

Cette unité porte sur la mole, les rapports quantitatifs dans les équations chimiques et l'analyse quantitative. En partant des données expérimentales et théoriques, l'élève résout des problèmes se rapportant à la composition centésimale d'un composé, les coefficients stoechiométriques d'une équation, les quantités de moles, la masse, la concentration et le volume de solutions. De plus, elle ou il décrit des professions qui requièrent des connaissances en chimie analytique quantitative.

Unité 5 : Chimie de l'environnement

Durée : 20 heures

Cette unité porte sur la nature et le rôle des divers éléments et composés chimiques présents dans l'environnement et sur leurs conséquences environnementales, sociales et économiques. L'élève explique certaines propriétés physiques des gaz, fait la distinction entre la force et la concentration d'un acide ou d'une base, examine la chimie des pluies acides et détermine la concentration d'un acide et d'ions de calcium dans l'eau par titrage et analyse volumétrique. De plus, elle ou il décrit des professions qui requièrent des connaissances en chimie analytique quantitative.

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 :

- discussion
- devoir
- expérience en laboratoire
- conception d'expérience
- analyse de texte
- cours magistral
- démonstration scientifique
- conception et construction de modèle
- utilisation de logiciels spécialisés
- rédaction de rapports de sciences
- enseignement par les pairs
- exercices individuels et en équipes
- présentations orale et écrite
- consultation de ressources spécialisées
- présentation multimédia
- recherche dans Internet
- construction de graphique
- analyse graphique et interpolation
- visite d'une usine

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., discussion, opinion, démonstration, explication d'un phénomène, question)

évaluation formative

- activités continues, individuelles ou de groupe (p. ex., exercice, rapport de laboratoire, présentation orale, discussion, grille de vérification)
- objectivation : processus d'autoévaluation permettant à l'élève de se situer par rapport aux attentes ciblées par les activités d'apprentissage (p. ex., autoévaluation, questionnaire, liste de vérification, étude de cas). L'énoncé qui se rapporte à l'objectivation est suivi du code (O)

évaluation sommative

- activités continues mais particulièrement en fin d'activité ou en fin d'unité, à l'aide de divers moyens (p. ex., rapport d'expérience, projet, présentation orale, présentation multimédia, épreuve)

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.

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

ANDREWS, William A., *et al.*, *Pollution de l'environnement*, Montréal, Lidec, 1979, 175 p. ***

ANDREWS, William A., *et al.*, *Introduction aux SCIENCES 10*, Montréal, Lidec, 1993, 688 p. *

ASHCROFT, Ken, et Joe HAMMILL, *La chimie de l'auto*, Agincourt, La Société canadienne du livre, 1980, 58 p.

BLONDEAU, Pierre, *Chimie organique I*, Québec, Éditions Addison-Wesley, 1988, 310 p. ***

CANDIDO, Jack L., *et al.*, *Les maillons de la science 10*, Montréal, Éditions de la Chenelière, 1991, 773 p. ***

DONOVAN, Thomas R., Marion C. POOLE et Douglas J. YACK., *La chimie en action*, Montréal, Guérin Éditeur, 1992, 425 p. *

EID, Henri, *La chimie par le concret, Tome 1*, Montréal, Lidec, 1986, 269 p. *

EID, Henri, *La chimie par le concret, Tome 2*, Outremont, Lidec, 1987, 595 p. *

GRAVEL, Jean-Paul, Samuel MADRAS, John STRATTON et Gordon HALL, *Éléments de chimie moderne*, Montréal, McGraw-Hill/Ryerson, 1981, 387 p. ***

GRENIER, Eva, *En quête des propriétés et de la structure*, Québec, Éditions HRW, 1991, 150 p. *

- HIRSCH, Alan J., *et al.*, *Exploration scientifique 10*, Montréal, Guérin Éditeur, 1991, 581 p.
*
- JODOUIN, Hervé, et Jules POIRIER, *Chimie, atomes et molécules*, Saint-Laurent, Éditions du Trécaré, 1995, 434 p. *
- LAHAIE, René, Luc PAPILLON et Pierre VALIQUETTE, *Éléments de chimie expérimentale*, Montréal, Éditions HRW, 1976, 534 p. ***
- LEMAY, Bernadette, *La boîte à outils*, Esquisse de cours 9^e, Vanier, CFORP, 1999. *
- O'CONNOR, Paul R. *et al.*, *La chimie : Expériences et principes*, Montréal, CEC, 1974, 464 p. ***
- O'CONNOR, Paul R., *Manuel de laboratoire - La chimie : Expériences et principes*, Montréal, CEC, 1975, 147 p. ***
- Ordre des chimistes du Québec, *Guide de sécurité en laboratoire*, Sainte-Foy, Le griffon d'argile, 1985, 75 p. ***
- PERCIVAL, Stan, et Ross WILSON, *La chimie une expérience humaine*, Montréal, Éditions de la Chenelière, 1990, 461 p. ***
- ROBITAILLE, Réjean, Léo DELORME, Christian PILOTE et Santo TRINGALI, *Chimie Groupe SO₂ Chimie de l'environnement*, Montréal, Éditions du Renouveau pédagogique, 1978, 175 p. ***
- TAILLEFER, Jacques, Hervé JODOUIN et Jules POIRIER, *Manuel de laboratoire - Chimie, atomes et molécules*, Saint-Laurent, Éditions du Trécaré, 1995, 91 p. *

Matériel

- Logiciels de modélisation moléculaire - *AlChem* 2000, *ChemDraw*, *Chem3D*, *HyperChem Lite* etc. (consulté le 21 juillet 2001)
<http://www.chemcad.fr/index.html>
- École secondaire des Patriotes de Beauharnois - Liste de programmes *shareware* à télécharger. (consulté le 21 juillet 2001)
<http://www.csvt.qc.ca/patriotes/sciences/share/share.html>

Médias électroniques

Sites internet

- Académie de Lyon - les bonnes adresses en chimie. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/physique/sites/chi01.html>
- Académie de Nancy-Metz. (consulté le 24 juillet 2001)
http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/Sc_index.htm
- Association des chimistes professionnels de l'Ontario. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.acpo.on.ca/>
- Cégep Saint-Laurent. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/>
- Centre national de la recherche scientifique : Département des Sciences chimiques. (consulté le 24 juillet 2001) <http://www.cnrs.fr/Chimie/>
- ChemCad-Service. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.chemcad.fr/index.html>
- EducNet. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.educnet.education.fr/phy/#national>
- EducaSup. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.unice.fr/cdiac/accueil.htm>
- EducaSup chimie - Autres liens francophones. (consulté le 24 juillet 2001)
http://www.unice.fr/cdiac/c_w_lien.htm
- La chimie amusante. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.univ-pau.fr/~darrigan/chimie/>
Le Carrefour atomique. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/accueil.html>
Ordre des chimistes du Québec. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.ocq.qc.ca/index.html>
Société française de chimie. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.sfc.fr/>
Université Laval - Département de chimie (matières dangereuses). (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.chm.ulaval.ca/>
1110 Liens sur les sciences. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://perso.wanadoo.fr/buch/urlink.htm>

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, retraites 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 (SCH4C)

Matière et analyse qualitative

Description

Durée : 22
heures

Cette unité porte sur les principes théoriques et expérimentaux de l'analyse qualitative. Pour déterminer des cations de solutions inconnues, l'élève utilise des procédés d'analyse chimique tels que la table des règles de solubilité, des équations de précipitation, des essais à la flamme et des spectres d'absorption en laboratoire. De plus, elle ou il décrit des applications courantes de divers processus d'analyse qualitative dans plusieurs domaines.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 10

Domaine : Matière et analyse qualitative

Attentes : SCH4C-M-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-M-Comp.1 - 2 - 3 - 5
SCH4C-M-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5
SCH4C-M-Rap.1 - 2

Titres des activités

Durée

Activité 1.1 : Sécurité en laboratoire - SIMDUT	150 minutes
Activité 1.2 : Spectre et atome de Bohr	270 minutes
Activité 1.3 : Composés ioniques	150 minutes
Activité 1.4 : Solutions et précipitations	300 minutes
Activité 1.5 : Analyse qualitative	300 minutes
Activité 1.6 : Tâche d'évaluation sommative - Détermination de cations	150 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 ainsi qu'au respect des éléments suivants :

- préciser, s'il y a lieu, les règles de sécurité à respecter dans chacune des activités de cette unité;
- discuter des allergies et prendre les mesures appropriées;
- réviser la marche à suivre pour faire l'évacuation du laboratoire;
- rappeler le comportement approprié à adopter au laboratoire (p. ex., ne pas boire ni manger, avoir un comportement correct);
- indiquer où se trouvent les appareils de sûreté (p. ex., extincteur);
- inviter l'élève à rapporter tout incident contrevenant aux mesures de sécurité;
- revoir avec l'élève les techniques appropriées pour manipuler des appareils électriques;
- vérifier le matériel de laboratoire pour s'assurer qu'il est sûr;
- mettre à la disposition de tous et de toutes les fiches du SIMDUT concernant les produits utilisés;
- inviter l'élève à porter des lunettes de protection et un sarrau;
- demander à l'élève de manipuler les substances chimiques avec précaution;
- inviter l'élève à porter des gants de protection à l'occasion de la manipulation des solutions de nitrate de plomb et de nitrate de baryum;
- montrer à l'élève la manière de manipuler et de se débarrasser des produits chimiques d'une façon sûre;
- prévoir un endroit où jeter les déchets (p. ex., récipient pour instruments en verre brisés);
- expliquer à l'élève de bien immobiliser le creuset dans un triangle de porcelaine pendant son chauffage;
- mentionner à l'élève de ne pas porter ses mains à son visage au cours d'une expérience;
- mentionner à l'élève de se laver les mains après avoir travaillé dans le laboratoire.

Ressources

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

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

VOLLHARDT, *Le traité de chimie organique*, Éditions du Renouveau pédagogique, Montréal, 1999. *

Médias électroniques

Alberta Human Resources and Employment. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.gov.ab.ca/hre/whs/publications/index.html>

Bibliothèque interuniversitaire scientifique Jussieu. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://bleuet.bius.jussieu.fr/intchim.html>

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST). (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.cchst.ca/>

Classe de science@home : cahier de laboratoire de chimie et la sécurité en laboratoire.
(consulté le 24 juillet 2001)
http://ping4.ping.be/at_home/labo.htm

CSST Commission de la santé et de la sécurité du travail. (consulté le 24 juillet 2001)
http://www.csst.qc.ca/fr/13_publications/index.html

Fisher Scientifique Canada (fiche signalétique en français). (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.fishersci.ca/msds.nsf/www/HTMLindexF>

Projet S.E.M.P.E.R. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.ulb.ac.be/project/semper/Belgique/Index.htm>

Sciences actives - Séries de démonstrations chimiques. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.epsic.ch/Branches/Chimie/demonstrations/index.html>

Sciences-en-ligne. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.sciences-en-ligne.com/pages/accueil.htm>

Université du Québec à Trois-Rivières - Fiches signalétiques. (consulté le 24 juillet 2001)
http://www.uqtr.quebec.ca/sppu/msds_f.htm#fr

ACTIVITÉ 1.1 (SCH4C)

Sécurité en laboratoire - SIMDUT

Description

Durée : 150 minutes

Cette activité porte sur la sécurité en laboratoire et sur le Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT). L'élève revoit le SIMDUT et les règles de sécurité en laboratoire, effectue, dans le laboratoire, un inventaire du matériel de sécurité, utilise les fiches signalétiques pour prédire et tester les propriétés inflammables de divers produits, décrit l'effet des produits corrosifs sur diverses matières textiles et recherche, dans Internet, des informations se rapportant aux matières dangereuses.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 4 - 6

Domaine : Matière et analyse qualitative

Attente : SCH4C-M-A.1

Contenu d'apprentissage : SCH4C-M-Acq.1

Notes de planification

- Se procurer une bande vidéo ou des articles tirés de magazines spécialisés se rapportant à la sécurité en laboratoire. (p. ex., CSST, Commission de la santé et de la sécurité du travail) :
http://www.csst.qc.ca/fr/13_publications/index.html.
Alberta Human Resources and Employment - the people and workplace department
<http://www.gov.ab.ca/hre/whs/publications/fatality.htm> et site ontarien du ministère du Travail)
- Se procurer une bande vidéo portant sur les consignes du SIMDUT.
- Préparer et photocopier une feuille de consignes décrivant la marche à suivre et les mesures de sécurité à respecter dans chacune des stations (p. ex., voir **Déroulement de l'activité**).
- S'assurer de la disponibilité des tabliers, des gants et des lunettes de sécurité.
- Se procurer un récipient à déchets (p. ex., becher étiqueté *déchet*) à placer aux stations 1, 2, 3 et 4.
- Aux stations 1 et 2, préparer 50 ml d'acide sulfurique fort (6,0 M) et 50 ml d'acide chlorhydrique; verser chacune des solutions dans une bouteille munie d'un compte-gouttes.
- Préparer vingt-quatre échantillons de blancs d'oeuf cuits et une douzaine d'échantillons de diverses matières textiles (p. ex., nylon, coton et soie).

- Aux stations 3 et 4, préparer 50 ml d'une solution forte d'hydroxyde de sodium (6,0 M) et 50 ml de base commerciale Liquid Plumber; verser chacune des solutions dans une bouteille munie d'un compte-gouttes; préparer vingt-quatre échantillons de blancs d'oeuf cuits et une douzaine d'échantillons de diverses matières textiles.
- À la station 5, préparer un questionnaire portant sur l'emplacement du matériel de sécurité dans le laboratoire.
- À la station 6, photocopier les fiches signalétiques en trois exemplaires se rapportant aux produits chimiques de cette station et préparer un questionnaire.
- À la station 7, se procurer une copie de chaque symbole du SIMDUT et préparer un questionnaire auquel répondra l'élève se rapportant aux symboles du SIMDUT.
- À la station 8, verser environ 50 ml de liquides inflammables et ininflammables (p. ex., éthanol, méthanol et glycérine) dans des petites bouteilles munies d'un compte-gouttes.
- À la station 9, dresser une liste de produits chimiques dangereux (p. ex., plomb, arsenic, mercure, benzène) et déterminer les consignes pour faire la recherche dans Internet.
- À la station 10, s'assurer de la disponibilité du manuel *Les maillons de la science* (Erreurs au laboratoire, p. 17).
- Photocopier une feuille des règles de sécurité (pour faire l'évaluation formative).
- Dresser une liste de mesures de sécurité se rapportant aux stations 1, 2, 3, 4 et 8, et la photocopier.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Discuter avec l'élève des situations potentiellement dangereuses liées à son milieu de travail (p. ex., Y a-t-il déjà eu des accidents de travail au lieu où tu occupais ton emploi d'été? As-tu déjà vu des situations dangereuses au lieu de ton emploi? Y a-t-il des dangers associés à l'utilisation de certains instruments à ton lieu de travail?).
- Diriger une discussion pour sensibiliser l'élève à l'importance de connaître et d'appliquer les consignes de sécurité en laboratoire et aux conséquences possibles si elles ne sont pas respectées.
- Présenter ou demander à l'élève de raconter des exemples d'accidents en partant d'anecdotes et de faits vécus (p. ex., voir Alberta Human Resources and Employment - the people and workplace department : <http://www.gov.ab.ca/hre/whs/publications/fatality.htm> et site du ministère du Travail de l'Ontario).

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Présentation du SIMDUT

- Effectuer un retour sur les consignes du SIMDUT vues en neuvième et en dixième année :
 - demander à l'élève de donner la signification de l'acronyme SIMDUT;
 - présenter à l'élève une affiche des symboles du SIMDUT et lui demander de les reconnaître et de les expliquer en donnant des exemples. **(ED)**

- Présenter à l'élève des exemples de fiches signalétiques du SIMDUT et l'informer du droit de tout travailleur ou de toute travailleuse à être informé, quel que soit son milieu de travail.
- Présenter une vidéo portant sur les consignes du SIMDUT.

Exploration-stations

- Distribuer les feuilles de consignes et demander à l'élève de les lire en silence.
- Inviter certains élèves à résumer la marche à suivre dans chacune des stations et demander à d'autres élèves d'ajouter, au besoin, des consignes qui auraient été oubliées.
- S'assurer d'informer l'élève des mesures de sécurité à prendre dans les stations 1, 2, 3, 4 et 8 (p. ex., manipuler des acides et des bases avec précaution, porter des lunettes de sécurité, un tablier et des gants, utiliser des contenants à déchets désignés). Insister sur l'importance de ne rien faire au-delà de ce qui est énoncé dans le protocole.
- Demander à certains élèves de la classe de répéter ces consignes et écrire un résumé au tableau au fur et à mesure.
- Demander à l'élève de préparer son tableau d'observations à remplir à chaque station.
- Regrouper les élèves en équipes de deux ou de trois et les inviter à commencer l'expérience en suivant attentivement les consignes et les mesures de sécurité.

Exemples de consignes

Station 1 : acide et matières textiles

- Déposer une goutte d'acide fort concentré et, à côté, une goutte d'acide fort commercial (p. ex., acide muriatique ou *Lime away*) sur les échantillons de matières textiles suivantes : nylon, coton, soie. Noter ses observations.

Station 2 : acide et tissu vivant

- Déposer une goutte d'acide fort concentré et d'acide fort commercial sur deux morceaux de blanc d'oeuf cuit. Noter ses observations.

Station 3 : base et matières textiles

- Déposer une goutte de solution concentrée d'hydroxyde de sodium et de Liquid Plumber sur les échantillons de matières textiles suivantes : nylon, coton, soie. Noter ses observations.

Station 4 : base et tissu vivant

- Mettre une goutte de solution concentrée d'hydroxyde de sodium et de Liquid Plumber sur deux morceaux de blanc d'oeuf cuit. Noter ses observations.

Station 5 : matériel de sécurité

- Repérer le matériel de sécurité dans la salle de classe et le nommer : extincteur, rince oeil, couverture à feu, lunettes de sécurité, sarrau, tablier, hotte, gants, bouton d'interruption, trousse de premiers soins, ventilateur, affiches de sécurité, fiches signalétique du SIMDUT.

Station 6 : fiches signalétiques

- Déterminer, à l'aide de fiches signalétiques, les dangers liés à l'utilisation de quelques produits et les précautions à prendre à l'occasion de leur manipulation.
- Déterminer les mesures de premiers soins à prendre s'il y a contact entre un produit dangereux et la peau ou les yeux et s'il y a ingestion.

- Déterminer des substances incompatibles (p. ex., le permanganate de potassium et le glycérol).
- Classer des substances en catégories (p. ex., matière comburante, gaz comprimé).

Station 7 : symboles

- Dessiner les symboles du SIMDUT et les nommer.

Station 8 : produits inflammables

- Déposer trois gouttes des liquides A (méthanol), B (éthanol) et C (glycérine) séparément dans des capsules d'évaporation.
- Prédire l'inflammabilité des liquides à l'aide des fiches signalétiques de ces substances (p. ex., point d'éclair).
- Tester la prédiction en utilisant une éclisse enflammée en s'assurant de respecter les consignes de sécurité (p. ex., s'attacher les cheveux s'ils sont longs).

Station 9 : enquête dirigée (T)

- À la suite de la lecture de l'énoncé ci-dessous, justifier, en un paragraphe, son opinion quant au respect de la loi sur la santé et la sécurité au travail par le laboratoire de sciences : «La loi sur la santé et la sécurité au travail stipule que tout renseignement qui porte sur la sécurité (p. ex., fiches signalétiques) doit être affiché sur le lieu de travail dans la langue de travail.»
- Visiter le site <http://www.fishersci.ca/msds.nsf/www/HTMLindexF> et accéder aux fiches signalétiques en français. **(AC)**
- Trouver, sur ce site, la fiche signalétique du benzène, du plomb, du mercure et de l'arsenic et décrire leur toxicité.
- Rechercher des informations, dans Internet, au sujet des mesures de sécurité à suivre par les travailleurs et les travailleuses d'un emploi de ton choix (préférentiellement un emploi que tu désires occuper). **(PE)**

Station 10 : sécurité en laboratoire

- Repérer, dans le schéma de la page 17 du manuel *Les maillons de la science*, le plus d'erreurs possible se rapportant à la sécurité.

Généralisations

- Animer une discussion sur les informations recueillies par l'élève à chacune des stations. **(EF)**
- Distribuer des feuilles de règles de sécurité et demander à l'élève de relever celles qui n'ont pas été abordées au cours de l'activité.
- Diriger une discussion portant sur les façons de se débarrasser des substances chimiques utilisées dans cette activité.
- Demander à l'élève de se regrouper en équipe de deux et de faire l'exercice ci-dessous à tour de rôle avec sa ou son partenaire : **(O)**
 - décris à ta ou à ton partenaire ce que tu as retenu de cette activité;
 - communique les informations de cette activité qui étaient nouvelles pour toi ou qui te sont revenues en tête;
 - indique à ta ou à ton partenaire ce que tu as appris au cours de ton enquête sur les mesures de sécurité d'un emploi;

- indique à ta ou à ton partenaire trois mesures de sécurité qui, selon toi, s'appliqueront souvent dans ton cours de chimie. Explique-lui les conséquences de la négligence de suivre ces mesures de sécurité;
- décris trois stratégies ou trucs que tu utiliserais si tu étais l'enseignant ou l'enseignante pour inviter les élèves à porter des lunettes de sécurité à l'occasion d'une expérience.
- lis chacun des énoncés du Tableau 1.1 : Objectivation, puis coche la meilleure réponse.

Tableau 1.1 : Objectivation

Énoncés	Toujours	La plupart du temps	Rarement
Je suis capable de retirer l'information nécessaire d'une fiche signalétique.			
Je reconnais les symboles du SIMDUT.			
Je comprends les symboles du SIMDUT et je peux en retirer l'information.			
Sur un plan de classe, je peux facilement indiquer l'emplacement du matériel de sécurité.			
Je peux expliquer toutes les règles de sécurité qu'on m'a présentées et les raisons pour lesquelles il est important de les suivre.			

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** de l'activité 1.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de trouver, dans Internet, la fiche signalétique d'un produit et d'en préparer une affiche. **(T)**
- Demander à l'élève d'effectuer une recherche pour déterminer les substances les plus abondantes dans la fumée de cigarette et d'obtenir, en partant des fiches signalétiques, de l'information quant à leur toxicité.

Annexes

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

ACTIVITÉ 1.2 (SCH4C)

Spectre et atome de Bohr

Description

Durée : 270
minutes

Cette activité porte sur le spectre lumineux et son utilité en chimie analytique. L'élève se familiarise avec le modèle de Bohr et l'utilise pour expliquer la décomposition de la lumière en fonction de la longueur d'onde. Elle ou il observe le spectre du soleil ainsi que celui d'une variété de gaz et utilise ses notes d'observations pour déterminer la nature d'un gaz inconnu.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 6

Domaine : Matière et analyse qualitative

Attentes : SCH4C-M-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-M-Comp.1 - 2 - 3
SCH4C-M-Acq.1 - 2 - 5
SCH4C-M-Rap.1

Notes de planification

- Trouver une affiche d'un ciel étoilé pour réaliser la mise en situation.
- Rédiger un questionnaire portant sur le tableau périodique et la détermination du nombre de protons, de neutrons et d'électrons de plusieurs éléments neutres, ions et isotopes, et le photocopier pour réaliser l'évaluation diagnostique.
- Trouver plusieurs copies du manuel *Éléments de chimie* pour observer ses spectres de raies (p. ex., voir p. 36 et 37).
- Rassembler le matériel pour réaliser l'analyse spectrale (p. ex., spectroscopes, tubes à gaz d'hydrogène, d'hélium et de vapeur de mercure, source de courant à haute tension).
- Préparer une feuille de consignes des manipulations à effectuer par l'élève à l'occasion de l'analyse spectrale (p. ex., voir la section **Déroulement de l'activité**).
- Se procurer un tableau périodique à distribuer à chaque élève.
- Dessiner, sur un transparent, un modèle de l'atome de Bohr (un cercle représentant le noyau et quatre demi-cercles concentriques représentant les quatre premiers niveaux d'énergie).
- Se procurer des pièces de monnaie pour représenter les électrons (une pièce de deux dollars et au moins vingt pièces de dix cents).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer une affiche d'un ciel étoilé, montrer une étoile du doigt et demander à l'élève si les astronomes peuvent déterminer sa composition chimique.
- Questionner l'élève à ce sujet et vérifier ses connaissances des longueurs d'onde de la lumière visible (p. ex., Comment peut-on arriver à connaître les constituants d'une étoile sans en prélever un échantillon? Les étoiles ont-elles toutes la même composition? Les étoiles ont-elles toutes la même couleur?). **(ED)**
- Susciter une réflexion chez l'élève en lui posant d'autres questions telles que : peut-on trouver les constituants d'une lampe d'éclairage publique ou d'un éclairage au néon?; Qu'est-ce qu'un élément?; Quels éléments retrouve-t-on dans les étoiles?; Qu'est-ce qu'un spectre lumineux? **(ED)**
- Demander aux élèves de répondre à un questionnaire portant sur le tableau périodique et la détermination du nombre de protons, de neutrons et d'électrons de plusieurs éléments neutres, ions et isotopes. **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Laboratoire - Spectre

- Distribuer à l'élève une feuille de consignes semblable à celles ci-dessous et lui demander de la lire en silence.
- Inviter certains élèves à résumer la marche à suivre de chacune des stations et demander à d'autres élèves d'ajouter, au besoin, des consignes qui auraient été oubliées.
- Informer l'élève des mesures de sécurité à suivre pour manipuler la source de courant à haute tension (p. ex., s'assurer que, lorsqu'on fait le montage, le commutateur de la source est fermé et que la tension est réglée à 0 V).
- Informer l'élève de ne pas regarder la lumière du soleil directement.
- Distribuer un spectroscopie à l'élève, lui montrer la manière de l'utiliser et lui demander d'observer, de colorier et de dessiner à l'échelle le spectre lumineux des sources lumineuses suivantes : soleil, hélium, hydrogène, vapeur de mercure et tube fluorescent.

Consignes - Spectre lumineux d'une variété de sources

Spectre du soleil

- Dessiner une échelle et la diviser de 400 nm à 700 nm (p. ex., 2nm = 1mm).
- Observer le spectre du soleil et le dessiner sur l'échelle en reproduisant, le plus fidèlement possible, les couleurs observées et leur emplacement.
- Comparer les ressemblances et les différences quant à l'emplacement des couleurs entre le schéma dessiné et un diagramme de raies spectrales (p. ex., voir *Éléments de chimie moderne*, p. 36) .
- Expliquer la raison pour laquelle on appelle ce spectre le *spectre continu*.

Spectre de l'hélium

- Dessiner une échelle et la diviser de 400 nm à 700 nm (p. ex., 2nm = 1mm).
- Observer le spectre de l'hélium et le dessiner sur l'échelle en reproduisant, le plus fidèlement possible, les couleurs observées et leur position relative.

- Comparer les ressemblances et les différences quant aux couleurs des raies et de leur emplacement entre le schéma dessiné et un diagramme de raies spectrales (p. ex., voir *Éléments de chimie moderne*, p. 36).
- Comparer le spectre continu avec un spectre de raies.

Spectre de l'hydrogène et de la vapeur de mercure

- Répéter, avec les tubes d'hydrogène et de vapeur de mercure, les trois premières étapes effectuées à l'occasion de l'analyse du spectre de l'hélium.
- Comparer le spectre de l'hélium avec celui de l'hydrogène et avec celui de la vapeur de mercure et le spectre de l'hydrogène avec celui de la vapeur de mercure.
- Expliquer la manière dont il est possible d'utiliser le spectre pour déterminer la nature d'un élément.

Spectre d'un tube fluorescent résidentiel

- Dessiner une échelle et la diviser de 400 nm à 700 nm (p. ex., 2nm = 1mm).
- Observer le spectre d'un tube fluorescent domestique.
- Découvrir la nature d'un élément présent dans le tube.
- Faire un retour sur l'activité, discuter et comparer les observations. **(EF)**
- Amener l'élève à constater que chaque élément a son propre spectre d'absorption atomique qui peut servir à en déterminer la nature.
- Informer l'élève des autres applications de la spectroscopie telles que la caractérisation des groupements fonctionnels dans les composés organiques (spectroscopie d'absorption optique différentielle : <http://michelhubin.multimania.com/HUB1/hub3.htm>), l'analyse de la teneur en zinc dans le sol (<http://www.cnrs.fr/Cnrspresse/n383a10.htm>) et le diagnostic des maladies neurologiques (spectroscopie par résonance magnétique ou SRM qui permet de détecter certains types de molécules et d'en mesurer l'abondance dans un volume de tissu biologique précis: <http://pages.infinet.net/khiat/interet.html>)
- Demander à l'élève de chercher dans Internet une autre application de la spectroscopie et discuter en classe des résultats de ces recherches. **(EF) (T)**

Modèle atomique de Bohr

- Amener l'élève à se questionner et à énoncer une hypothèse scientifique pour expliquer la présence et l'arrangement unique du spectre de raies de chaque élément.
- Introduire le modèle de Bohr et le concept des niveaux d'énergie pour expliquer la formation du spectre de la lumière, et établir un lien entre ce modèle et le spectre d'absorption des éléments.
- Revoir, par questionnement, les particules subatomiques et leur emplacement dans l'atome. **(ED)**
- À l'aide du tableau périodique, revoir le nom, le symbole, le nombre de protons, de neutrons et d'électrons, le numéro atomique, la masse atomique et le nombre de masse des éléments. **(ED)**
- Présenter le modèle de Bohr de quelques éléments simples (p. ex., hydrogène, hélium).
- Demander à l'élève de dessiner le modèle de Bohr des vingt premiers éléments et corriger au tableau. **(EF)**
- Utiliser des pièces de monnaie pour illustrer des modèles de Bohr à l'aide d'un rétroprojecteur et demander à l'élève de déterminer les atomes représentés (p. ex., une pièce de deux dollars représente le noyau et des pièces de dix cents représentent les électrons). **(EF)**

- Demander à l'élève d'expliquer les façons dont elle ou il a changé sa perception de l'atome depuis le début de l'unité. **(O)**
- Demander à l'élève de nommer les difficultés qu'elle ou il a eues pour atteindre des attentes liées à cette activité et d'expliquer la manière dont elle ou il s'y est pris pour les surmonter. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** de l'activité 1.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à modéliser des atomes en utilisant des balles assez lourdes (p. ex., des poids d'athlétisme) pour représenter les protons et les neutrons et des petites balles légères pour représenter les électrons.
- Diviser le groupe-classe en petits groupes et demander à chaque équipe de représenter, en faisant un sketch ou un mime, la formation de la lumière par un atome stimulé, en se basant sur le modèle de Bohr. **(AC)**
- Suggérer à l'élève de faire une enquête portant sur la contribution de Rutherford à la compréhension de l'atome.

Annexes

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

ACTIVITÉ 1.3 (SCH4C)

Composés ioniques

Description

Durée : 150
minutes

Cette activité porte sur la formation des ions et des composés ioniques. L'élève explique la formation des composés ioniques et prédit leur formule en se basant sur la règle de l'octet et les positions relatives des ions dans le tableau périodique. De plus, elle ou il applique les règles de la nomenclature chimique pour transformer des équations nominatives en équations chimiques équilibrées.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.5 - 6

Domaine : Matière et analyse qualitative

Attente : SCH4C-M-A.1

Contenus d'apprentissage : SCH4C-M-Comp. 5

Notes de planification

- Prévoir pour chaque élève, un tableau périodique avec indices d'électronégativité.
- Préparer le matériel pour faire la démonstration de la mise en situation et s'assurer de la disponibilité d'une hotte (p. ex., calcium en poudre, soufre en poudre, cuillère à réaction, brûleur Bunsen, lunettes de sécurité).
- Photocopier une copie du tableau de valence des principaux ions à distribuer à chaque élève (référence : www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/outils/nomencla.htm).
- Reproduire le modèle de Bohr sur un transparent en traçant un cercle au centre pour représenter le noyau et quatre demi-cercles concentriques pour représenter les niveaux d'énergie.
- Se procurer des jetons translucides de deux couleurs différentes (p. ex., vingt jetons de bingo de chaque couleur).
- Préparer des exercices de consolidation sur la structure de Lewis, la prédiction de la charge d'un ion et les diagrammes Rutherford-Bohr, et les photocopier.
- Préparer des feuilles d'exercices portant sur la nomenclature des composés binaires, avec métal polyvalent et avec ions polyatomiques (composés ternaires), et les photocopier.
- Préparer, pour chaque équipe de trois élèves, un dé à huit côtés sur lequel on retrouve huit anions différents, un deuxième dé à huit côtés sur lequel on retrouve huit cations différents et un troisième dé ordinaire. Se procurer également une planche du jeu *Serpents et échelles* et un jeton.
- Se procurer, pour chaque équipe de deux élèves, trois marqueurs de bingo de couleurs différentes.

- Préparer une feuille d'exercices portant sur l'équilibrage d'équation chimique.
- Préparer une feuille d'exercices portant sur les équations nominatives.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer une réaction explosive spectaculaire entre deux des vingt premiers éléments du tableau périodique (p. ex., chauffage sous la hotte et dans une cuillère à combustion d'un mélange de poudre de calcium et de soufre).
- À la suite de la réaction, demander à l'élève de dessiner un atome de calcium et un atome de soufre, et l'inviter à s'interroger sur ce qui s'est passé quant aux atomes au cours de la réaction chimique. **(ED)**
- Questionner l'élève sur la réaction observée : Quelle est la formule chimique du composé formé par cette réaction? Est-ce CaS, Ca₂S ou CaS₂? Comment peut-on prédire le composé formé par une réaction? **(ED)**
- Informer l'élève que le but de cette activité est de comprendre les réactions chimiques et de prédire, jusqu'à un certain point, les éléments pouvant réagir ensemble ainsi que la formule chimique du composé formé.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Loi d'octet et formation des ions

- Revoir les diagrammes Rutherford-Bohr des vingt premiers éléments et amener l'élève à établir le lien entre le nombre d'électrons de valence d'un élément (à l'exception des éléments de transition) et sa position dans le tableau périodique.
- Présenter la règle de l'octet sur la formation des liaisons chimiques et expliquer l'apport des gaz rares dans l'application de cette règle.
- En prenant un élément donné utilisé dans la formation d'un composé de type métal/non métal, montrer à l'élève la manière d'utiliser la règle de l'octet et le tableau périodique pour prédire s'il y aura gain ou perte d'électrons, ainsi que le nombre d'électrons perdus ou gagnés par cet atome (p. ex., l'atome de sodium ayant un seul électron dans sa couche de valence et huit électrons dans l'avant-dernière couche aura tendance à se débarrasser de ce seul électron pour ainsi éliminer la dernière couche. L'avant-dernière couche devient alors la couche de valence contenant huit électrons pour ainsi donner à l'ion de sodium une stabilité chimique semblable au gaz inerte néon).
- Présenter à l'élève une liste d'éléments qui ne font pas partie des éléments de transition et lui demander de prédire leur tendance quant au gain ou à la perte d'électrons, ainsi qu'au nombre d'électrons participants. Corriger les réponses de l'élève en classe. **(EF)**
- À la suite de la présentation de la règle de l'octet, amener l'élève à établir le lien entre elle et la réaction explosive du mélange de calcium et de soufre observée lors de la mise en situation, en lui demandant d'expliquer ce qui s'est passé quant à chaque atome de calcium et de soufre (le calcium a perdu deux électrons alors que le soufre en a gagné deux).
- Montrer à l'élève la manière de représenter, à l'aide des diagrammes Rutherford-Bohr, la formation du sulfure de calcium (produit de la réaction de la mise en situation).
- En utilisant le diagramme Rutherford-Bohr et en s'appuyant sur la règle de l'octet, amener l'élève à expliquer la formation des ions Ca²⁺ et S²⁻ et à déterminer leur charge par le

dénombrement du nombre de protons et d'électrons du calcium et du soufre avant et après la formation du composé.

- Amener l'élève à comprendre que la formation de tout composé du type métal/non-métal implique toujours un transfert d'électrons du métal au non-métal et que, conséquemment, le métal aura toujours une charge positive alors que le non-métal aura toujours une charge négative.
- Définir le vocabulaire associé au composé ionique (p. ex., ion, cation, anion, liaison ionique, orbite, niveau d'énergie, orbitale).
- Amener l'élève à comprendre le lien entre la charge de l'ion, le nombre d'électrons de valence et sa position dans le tableau périodique (p. ex., tous les ions des éléments de la première colonne du tableau périodique ont un seul électron de valence et auront donc tous une charge de 1+).
- Présenter le concept d'électronégativité et l'indice d'électronégativité comme mesure de la tendance d'un atome à attirer vers lui les électrons dans une liaison chimique.
- Amener l'élève à déduire la charge de l'ion des éléments alcalins, alcalino-terreux et halogènes qui ne font pas partie des vingt premiers éléments (p. ex., brome, rubidium).
- Corriger les réponses de l'élève. **(EF)**
- À l'aide du tableau périodique avec indices d'électronégativité, amener l'élève à établir le lien entre la valeur de l'indice et la tendance à perdre des électrons (métaux) ou à gagner des électrons (non-métaux)
- Demander à l'élève de prédire quel non-métal réagit davantage en présence d'un métal et d'expliquer son choix.
- Présenter, sur un transparent, le modèle atomique d'ions de Bohr en représentant les électrons et les protons à l'aide des jetons translucides de différentes couleurs (p. ex., vert pour représenter les protons et rouge pour représenter les électrons) et demander à l'élève de déterminer l'ion et sa charge. Corriger les réponses de l'élève au fur et à mesure. **(EF)**
- Demander à l'élève de déterminer, chez n'importe quel atome ne faisant pas partie des métaux de transition, l'orbitale engagée dans la formation d'un composé (*la dernière orbitale donne ou reçoit un ou plusieurs électrons, les autres orbitales ne sont pas touchées*).
- Présenter la structure de Lewis des atomes des vingt premiers éléments et demander à l'élève de représenter la structure de Lewis de l'ion correspondant de l'atome. Corriger en classe. **(EF)**
- Demander à l'élève de montrer la formation de divers composés ioniques en utilisant la structure de Lewis (p. ex., illustrer le composé ionique formé à l'occasion de la réaction entre un atome de magnésium et un atome de chlore). Corriger l'exercice en classe. **(EF)**
- Remettre à l'élève des exercices de consolidation lui permettant de s'exercer:
 - à donner la structure de Lewis des atomes faisant partie des vingt premiers éléments des groupes des alcalins, des alcalino-terreux et des halogènes;
 - à prédire la charge d'un ion par sa position dans le tableau périodique;
 - à illustrer, à l'aide des diagrammes Rutherford-Bohr, la formation de composés ioniques en établissant la charge de chacun des ions;
 - à illustrer, en utilisant la structure de Lewis, la formation de composés ioniques en établissant la charge de chacun des ions.
- Corriger les exercices en classe. **(EF)**

Composés ioniques

- Revoir la loi des charges électriques en montrant l'attraction entre deux objets de charges opposées :

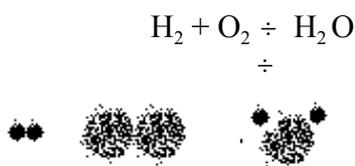
- frotter vigoureusement une lame de vinyle et une lame d'acétate sur du papier;
- suspendre la lame de vinyle à l'aide d'un fil et l'approcher de la lame d'acétate chargée;
- Demander à l'élève de prédire ce qui arrivera si on approche deux lames d'acétate et l'inviter à énoncer la loi des charges électriques. **(ED)**
- Amener l'élève à déduire la formation d'une liaison et d'un composé ionique entre un métal et un non-métal par l'attraction des ions de charges opposées.
- Expliquer la formation d'un composé ionique lorsqu'un ion de charge 1+ est combiné avec un ion de charge 2-. Présenter une progression d'exemples de plus en plus complexe de ce genre.
- Amener l'élève à déduire que la formule du composé résulte de la nécessité d'obtenir une charge totale neutre et l'encourager à déduire la formule des composés ioniques en partant d'une combinaison variée d'ions.

Équations chimiques

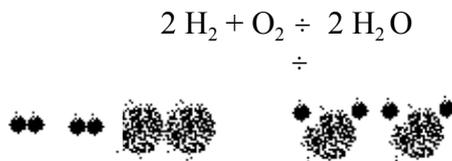
- Regrouper les élèves en équipes de deux et leur demander d'illustrer une équation chimique en utilisant des marqueurs de bingo de couleurs variées. Expliquer que chaque couleur correspond à un élément et que, dans toute réaction chimique équilibrée, il y a autant d'atomes du même élément sur les deux côtés de l'équation.

Exemple

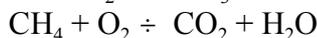
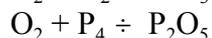
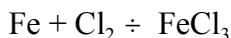
(équation non équilibrée)



(équation équilibrée)



- Autres exemples d'équations :



- Corriger, faire un retour sur la façon d'équilibrer des équations chimiques variées et amener l'élève à traduire des équations nominatives de réactions en équations chimiques équilibrées et lui assigner des exercices. Inviter l'élève à corriger son travail à l'aide d'un corrigé. **(ED)**
- Demander à l'élève de réfléchir sur les avantages, quant à son apprentissage, d'avoir recours à des dessins, des schémas et des modèles pour illustrer des concepts. Lui demander de penser à d'autres concepts qu'elle ou il pourrait tenter d'illustrer pour mieux les saisir. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée d'une épreuve et l'expliquer.

- Évaluer les connaissances acquises sur les règles de sécurité, le SIMDUT, le spectre atomique, le modèle de Bohr, la règle de l'octet, la formation des ions, les liaisons et les composés ioniques, la structure de Lewis, les règles de nomenclature et l'équilibrage des équations chimiques.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant des critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension du rapport entre le modèle atomique de Bohr et le spectre lumineux des éléments;
 - démontrer une compréhension de la formation de liaisons ioniques résultant de la réaction entre un métal et un non-métal;
 - démontrer une compréhension du rapport entre la charge ionique et le nombre d'électrons perdus ou gagnés.
 - Recherche
 - déterminer un gaz inconnu en effectuant l'analyse de son spectre.
 - Communication
 - rédiger des formules chimiques et des équations chimiques équilibrées en utilisant les conventions qui s'imposent;
 - Rapprochement
 - démontrer une compréhension des méthodes appropriées de manutention de différents produits d'usage courant et de produits chimiques en partant des symboles et des fiches;
 - démontrer sa compréhension des règles de sécurité en laboratoire;
 - décrire divers usages de la spectroscopie.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter une activité de bingo en utilisant des anions, des cations et des composés chimiques. Sur chacune des cases de la carte figure le symbole chimique d'un anion, d'un cation ou d'un composé chimique. Nommer des anions, des cations et des composés chimiques. L'élève doit placer un jeton sur la case lorsque l'ion ou le composé correspondant est nommé.

Tableau 1.3 : Exemple de carte de Bingo

CO_3^{2-}	MnO_4^-	PO_3^{3-}
PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	NaNO_3
hydroxyde de sodium	ClO_4^-	ClO_2^-

- Amener l'élève à illustrer la formation d'un ion en préparant un petit film d'animation créé à l'aide d'un ordinateur et d'un appareil photo numérique. **(T)**
- Demander à l'élève de se regrouper en équipe pour effectuer un casse-tête des liaisons entre des éléments en partant de leurs électrons de valence.
- Regrouper les élèves en équipes de trois et expliquer une version adaptée du jeu *Serpents et échelles* pour l'amener à revoir ses acquis et ses connaissances de la nomenclature chimique :

- distribuer, à chaque équipe : une planche du jeu *Serpents et échelles*, trois dés (un dé à huit faces dont chaque côté représente un anion, un dé à huit faces dont chaque côté représente un cation, un dé à quatre faces); un pion par joueur ou joueuse.
- la joueuse ou le joueur lance les trois dés. Elle ou il doit donner la formule du composé formé par la combinaison de l'anion et du cation. Si sa réponse est correcte, elle ou il avance son pion du nombre de cases correspondant au chiffre indiqué sur le dé à quatre faces.
- Si sa réponse est fausse, c'est au tour de la joueuse ou du joueur suivant. Ce dernier ou cette dernière tente de corriger la réponse. Si sa réponse est correcte, elle ou il gagne un tour. Si sa réponse est fausse, elle ou il perd un tour.

Annexes

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

ACTIVITÉ 1.4 (SCH4C)

Solutions et précipitations

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur la solubilité des composés ioniques, la prédiction de la formation d'un précipité et la rédaction d'équations de réactions de déplacement double et de réactions ioniques nettes. À l'aide d'un tableau de solubilité, d'équations de précipitations et d'équations ioniques nettes, l'élève mélange des solutions, observe, décrit et désigne les précipités formés.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3

Domaine : Matière et analyse qualitative

Attentes : SCH4C-M-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-M-Comp.1 - 2
SCH4C-M-Acq.1 - 2 - 3

Notes de planification

- Préparer 100 ml de solution de phosphate de sodium à 0,1 M, de solution de sulfure de sodium à 0,1 M, de solution de chlorure de cobalt à 0,1 M et de solution de carbonate de sodium à 0,1 M en dissolvant les composés dans l'eau distillée.
- Préparer un tableau des règles de solubilité (voir *Chimie, atomes et molécules - Manuel de laboratoire*, p. 80, *La chimie : une expérience humaine*, p. 299; *Éléments de chimie expérimentale*, p. 391).
- Préparer et photocopier une feuille d'exercices portant sur l'utilisation des règles de solubilité, la rédaction d'équations de déplacement double et la prédiction de la formation d'un précipité.
- Synthétiser le composé de sulfure d'argent (mélanger une solution de nitrate d'argent et une solution de sulfure de sodium, filtrer, bien rincer, puis sécher).
- Préparer le montage d'un conductiviomètre en branchant en série une électrode, une pile de 6 V, un ampèremètre et une deuxième électrode.
- Préparer une feuille d'exercices portant sur la transformation d'une équation de déplacement à une équation ionique nette.
- Dans de l'eau distillée, préparer des solutions de 0,10 M des composés de la liste A et des composés de la liste B. Voir le tableau ci-dessous.

Tableau 1.4a : Masse de soluté à verser dans l'eau distillée pour former 100 ml de solution à 0,10 M

Liste A		Liste B	
Soluté	Masse	Soluté	Masse
nitrate de magnésium	1,5 g	nitrate de sodium	0,9 g
nitrate de calcium	1,6 g	iodure de potassium	1,7 g
chlorure d'aluminium	1,3 g	hydroxyde de sodium	0,4 g
nitrate de strontium	2,1 g	carbonate de sodium	1,1 g
nitrate d'ammonium	0,8 g	sulfate de sodium	1,4 g
nitrate de fer (III)	2,4 g	sulfure de sodium	0,8 g
chlorure de cobalt (II)	1,3 g	nitrate d'argent	1,7 g
nitrate de cuivre (II)	1,9 g	nitrate de nickel (II)	1,8 g

- Se procurer des plats d'échantillonnage (une plaque à godets pour chaque équipe de deux).
Dans le cadre de l'unité 4, les élèves préparent les solutions utilisées dans cette activité.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer la formation de divers précipités colorés en ajoutant aux solutions de phosphate de sodium, de carbonate de sodium et de sulfure de sodium une petite quantité de solution de chlorure de cobalt.
- Annoncer à l'élève que le but de cette activité est d'expliquer ses observations, telles que la présence d'un précipité, de sorte qu'elle ou il pourra déduire la présence d'un ion dans la solution et faire d'autres déductions semblables.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Déplacement double et formation de précipité

- Demander à l'élève d'écrire l'équation chimique des quatre réactions de la mise en situation en se basant sur ses connaissances des réactions de déplacement double. **(ED)**
- Présenter le tableau des règles de solubilité et expliquer la manière de déterminer la solubilité d'un composé.
- Utiliser le tableau de solubilité pour déterminer la solubilité de chaque composé dans chacune des équations.
- Présenter les symboles (*aq*) et (*s*) et leur utilisation dans une équation.
- Assigner des exercices sur l'utilisation du tableau des règles de solubilité, la rédaction d'équations de déplacement double et la prédiction de la formation d'un précipité, et les corriger. **(EF)**

Équations ioniques nettes

- Mesurer la conductivité de chacune des solutions ci-après préparées en utilisant de l'eau distillée : sulfure de sodium (aq); nitrate d'argent (aq).
- Mesurer la conductivité d'un mélange constitué de sulfure d'argent et d'eau distillée.
- Reprendre l'équation totale de la réaction et la décomposer en ions : chaque composé qui forme une solution conductrice.
- Puisque le mélange de sulfure d'argent et d'eau n'est pas conducteur, amener l'élève à déduire l'absence d'ions et la non-dissociation du composé qui forme le précipité.
- Expliquer à l'élève la distinction entre une observation (dans ce cas : non-conductivité) et une déduction (dans ce cas : absence d'ions)
- Présenter le concept des ions spectateurs et montrer l'élimination des ions spectateurs de chaque côté de l'équation pour en arriver à l'équation ionique nette. Assigner des exercices et les corriger. **(EF)**
- À la suite de la correction de l'exercice, remettre à l'élève le tableau 1.4b et lui demander de cocher la colonne qui correspond à ses habiletés dans chacune des notions décrites. **(O)**

Tableau 1.4b : Exercice d'objectivation des notions et des concepts

Notions et concepts	Réussite	Difficulté
Écrire correctement la formule chimique des solutions (p. ex., $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (aq)).		
Écrire l'équation chimique équilibrée de la réaction à déplacement double (p. ex., 2KI (aq) + $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (aq) \div PbI_2 (s) + 2KNO_3 (aq)).		
Écrire l'équation ionique équilibrée (p. ex., 2K^+ (aq) + 2I^- (aq) + Pb^{2+} (aq) + 2NO_3^- (aq) \div PbI_2 (s) + 2K^+ (aq) + 2NO_3^- (aq)).		
Découvrir les ions spectateurs (p. ex., K^+ (aq) et NO_3^- (aq)).		
Déterminer la nature du précipité en utilisant le tableau des règles de solubilité (p. ex., PbI_2 (s)).		
Écrire l'équation ionique nette (p. ex., 2I^- (aq) + Pb^{2+} (aq) \div PbI_2 (s)).		

Expérience sur la solubilité des composés ioniques

- Demander à l'élève de se procurer les solutions des listes A et B (voir **Notes de planification**) et de préparer un tableau d'observations tel que le tableau 1.4c :

Tableau 1.4c : Exemple de tableau d'observations

	NaNO ₃	KI	NaOH	Na ₂ CO ₃	Na ₂ SO ₄	Na ₂ S
Mg(NO ₃) ₂						
Ca(NO ₃) ₂						
Sr(NO ₃) ₂						
NH ₄ NO ₃						
Fe(NO ₃) ₃						
CoCl ₂						
Cu(NO ₃) ₂						
NiCl ₂						
AlCl ₃						

- Regrouper les élèves en équipes de deux et leur demander de mélanger, dans un plat d'échantillonnage (ou une plaque à godets), quelques gouttes de chacune des solutions de la liste A avec quelques gouttes de chacune des solutions de la Liste B (informer l'élève de ne pas mélanger le KI et le Fe(NO₃)₂ puisque les observations ne sont pas concluantes).
- Demander à l'élève de noter, dans le tableau d'observations, si le mélange est soluble, s'il y a formation de précipité et, le cas échéant, de noter sa couleur (dans l'éventualité où l'élève utilise des éprouvettes, assigner les mélanges de deux ou de trois solutions de la liste A avec toutes les solutions de la liste B. Demander aux élèves de présenter leurs résultats et leurs observations pour élaborer un tableau d'observations commun).
- Demander à l'élève d'écrire l'équation équilibrée et l'équation ionique nette équilibrée et de nommer le précipité de chaque mélange.
- Circuler dans la salle de classe pour offrir de l'aide individuelle à l'élève qui éprouve de la difficulté à former des équations. **(EF)**

Évaluation sommative

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

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Placer une dizaine de bouteilles de produits chimiques ioniques sur un plateau et demander à l'élève de prédire, à l'aide du tableau de solubilité, si le composé est soluble dans l'eau. Demander à l'élève de rechercher le composé dans un guide chimique (p. ex., *Handbook of Chemistry*) pour confirmer sa prédiction.
- Fournir à l'élève cinq solutions de composés ioniques (à 0,1 M) et lui demander de déterminer, à l'aide de son tableau de solubilité, tous les mélanges qui sont solubles. Inviter l'élève à vérifier expérimentalement ses prédictions.

Annexes

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

ACTIVITÉ 1.5 (SCH4C)

Analyse qualitative

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur l'application des principes de base de l'analyse qualitative pour résoudre des problèmes et effectuer des recherches en laboratoire. Pour déterminer la nature des solutions inconnues de cations, l'élève utilise une variété de processus d'analyse qualitative dont l'essai à la flamme, les réactions de précipitation et le spectre d'absorption. De plus, elle ou il enquête sur les emplois se rapportant à l'analyse chimique.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 10

Domaine : Matière et analyse qualitative

Attentes : SCH4C-M-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-M-Comp.1 - 2 - 3
SCH4C-M-Acq.1 - 2 - 3 - 4
SCH4C-M-Rap.2

Notes de planification

- Préparer les deux bouteilles non désignées pour réaliser la mise en situation (quelques grammes de nitrate de potassium (II) dans l'une des bouteilles et quelques grammes de nitrate de calcium dans l'autre).
- Se procurer quelques millilitres de chacune des solutions suivantes : chlorure de sodium à 0,1 M; sulfure de sodium à 0,1 M; hydroxyde de sodium à 0,1 M.

Détermination d'une substance inconnue - première partie

- Se procurer ou préparer 100 ml de chacune des solutions à 0,1 M à déterminer : solution A - nitrate de plomb (II), solution B - nitrate de strontium à 0,1 M, solution C - nitrate de zinc à 0,1 M.
- Se procurer ou préparer 100 ml de chacune des solutions à 0,1 M : carbonate de sodium, iodure de potassium, nitrate de sodium, chlorure de sodium, sulfure de sodium, sulfate de sodium et hydroxyde de sodium.
- S'assurer de la disponibilité du matériel tel que les lunettes de sécurité, les plaques à godets, les compte-gouttes et les récipients étiquetés *déchets*.

Détermination d'une substance inconnue - deuxième partie

- Se procurer ou préparer 250 ml de chacune des solutions à concentration de 0,1 M suivantes : nitrate d'argent, nitrate calcium; nitrate d'argent + nitrate de calcium, eau distillée.

- Se procurer ou préparer 250 ml de chacune des solutions à concentration de 0,1 M présentées pour réaliser les tests de précipitation : sulfure de sodium, solution de sulfate de sodium, iodure de potassium.
- S'assurer de la disponibilité du matériel tel que les lunettes de sécurité, les éprouvettes, le support à éprouvettes, l'entonnoir et le papier filtre, le becher, les récipients étiquetés *déchets*.
- Réserver la salle d'ordinateurs pour réaliser la recherche sur les offres d'emploi liés à l'analyse chimique.
- Trouver d'autres sites Internet pour trouver des emplois se rapportant à l'analyse chimique (p. ex., <http://www.ocq.qc.ca/emplois.html#recherche> ou <http://www.acpo.on.ca/>).

Détermination avec essai à la flamme

- Se procurer une série d'échantillons solides de composés tels que ceux suggérés ci-dessous et les placer dans des récipients étiquetés. S'assurer qu'au moins deux composés contiennent le même cation pour permettre à l'élève de conclure que la couleur de la flamme relève du cation. Ne pas utiliser de composés à base de plomb ou de mercure.
 - Liste des composés suggérés : chlorure de sodium, nitrate de sodium, chlorure de potassium, nitrate de potassium, chlorure de strontium, nitrate de strontium, chlorure de lithium, nitrate de lithium, sulfate de calcium, chlorure de calcium, sulfate de cuivre (II), chlorure de cuivre (II).
- Préparer quelques bechers étiquetés : *Inconnu A*, *Inconnu B*, *Inconnu C* pour faire la détermination à la flamme (p. ex., *Inconnu A* : nitrate de lithium, *Inconnu B* : nitrate de potassium, *Inconnu C* : sulfate de sodium).
- S'assurer de la disponibilité du matériel tel que les lunettes de sécurité, les gants, les tabliers, les élastiques à cheveux, les allumettes ou les briquets, les éclisses, les éprouvettes, le support à éprouvettes, les fils de nichrome avec manche, les bechers étiquetés *déchets*, l'eau savonneuse, la laine d'acier, le brûleur Bunsen et le spectroscope.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter la situation ci-dessous à l'élève : Les étiquettes de ces deux bouteilles (les montrer à la classe) de produits chimiques solides blancs se sont décollées. On peut lire sur l'une des étiquettes NITRATE DE POTASSIUM et sur l'autre NITRATE DE CALCIUM. Tu es technicien ou technicienne de laboratoire et tu dois déterminer ces deux bouteilles. Propose un procédé pour résoudre ce problème.
- Inviter l'élève à trouver une solution au problème sans lui fournir d'indices. **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Détermination d'ions et schémas de procédés

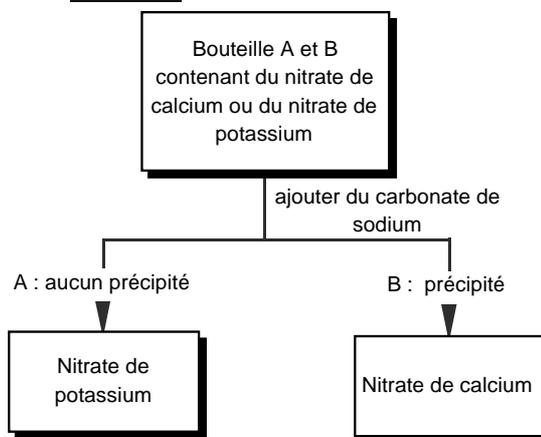
- Discuter avec l'élève des suggestions de procédés proposés dans la mise en situation.
- Expliquer à l'élève l'utilité du tableau des règles de solubilité pour résoudre le problème présenté à la mise en situation et suggérer un procédé (p. ex., diluer séparément une petite quantité des deux solides dans l'eau distillée, ajouter une solution de carbonate de sodium à chacune des solutions. Le mélange qui forme un précipité permet de déduire que la substance inconnue est du nitrate de calcium. On peut également déduire que l'autre solution qui ne forme pas de précipité doit être du nitrate de potassium).
- Tracer, au tableau, le schéma de ce procédé (voir **Schéma A**) et demander à l'élève de suggérer d'autres procédés en se basant sur les règles de solubilité.
- Tracer, au tableau, un schéma du procédé de chacune des suggestions proposées par l'élève (p. ex., ajouter de l'hydroxyde de sodium).
- S'assurer de tracer des schémas de procédés non appropriés suggérés par l'élève (p. ex., aucune formation de précipité dans l'une ou l'autre des solutions lorsque le nitrate de sodium est ajouté) et demander à l'élève d'expliquer la raison pour laquelle ce procédé n'est pas approprié.
- Faire la démonstration en respectant chaque schéma de procédé tracé au tableau.
- Écrire les équations chimiques équilibrées de déplacement double et l'équation ionique nette associée au premier schéma de procédé :

$$2 \text{KNO}_3 (\text{aq}) + \text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{aq}) \div \text{K}_2\text{CO}_3 (\text{aq}) + 2 \text{NaNO}_3 (\text{aq}) \quad (\text{déplacement double})$$

$$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 (\text{aq}) + \text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{aq}) \div \text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2 \text{NaNO}_3 (\text{aq}) \quad (\text{déplacement double})$$

$$\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-} (\text{aq}) \div \text{CaCO}_3 (\text{s}) \quad (\text{équation ionique nette})$$
- Questionner l'élève sur l'importance d'utiliser de l'eau distillée pour préparer des solutions. **(ED)**

SCHÉMA A



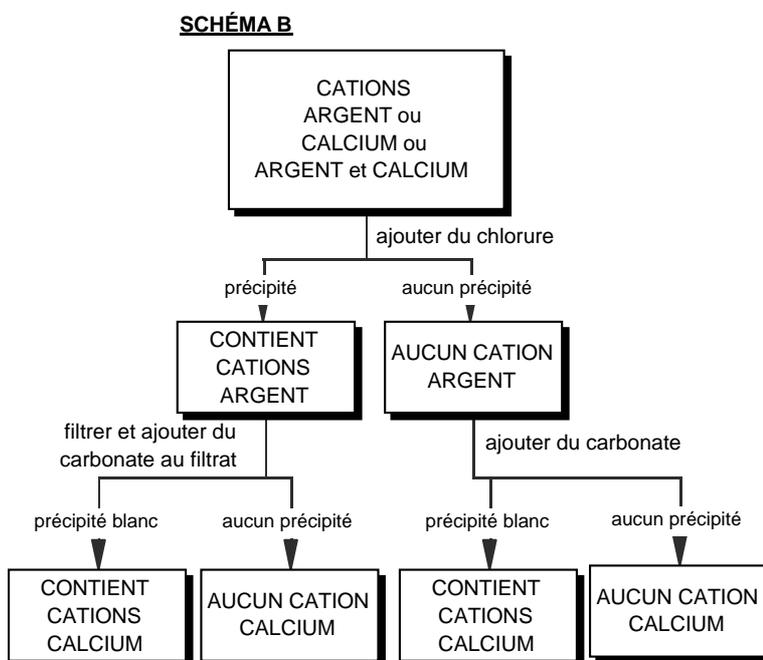
Détermination d'une substance inconnue - première partie

- Présenter une tâche comme celle de la mise en situation en utilisant trois solutions inconnues à déterminer parmi une liste de trois composés possibles (p. ex., nitrate d'argent, nitrate de strontium et nitrate de zinc).
- Demander à l'élève de suggérer un schéma de procédé et lui mentionner qu'elle ou il ne doit utiliser que des solutions de la liste de solutions disponibles (p. ex., carbonate de sodium; nitrate de sodium, chlorure de sodium, sulfure de sodium, sulfate de sodium, hydroxyde de sodium, iodure de potassium).
- Informer l'élève qu'elle ou il doit justifier son schéma de procédé en utilisant des équations chimiques de précipitation et ionique nette. Circuler et offrir de l'aide à l'élève. **(EF)**
- Former des équipes de deux élèves et leur demander d'expliquer leur schéma de procédé ainsi que leurs équations. On commente ensuite le travail et on détermine s'il y a des erreurs. **(O)**

- Approuver le schéma de procédé et les équations de l'élève avant de lui permettre de le tester en laboratoire. **(EF)**
- À la suite de l'expérience, demander à un ou à une volontaire de reproduire, au tableau, son schéma et ses équations chimiques de déplacement double et ionique nette équilibrées et de les expliquer. **(EF)**
- Inviter l'élève qui a tenté une autre expérience à venir présenter ses résultats et l'élève qui n'a pas réussi à déterminer les solutions à venir présenter son schéma et à expliquer la raison pour laquelle l'expérience n'a pas fonctionné. **(EF)**
- Inviter l'élève à faire l'exercice d'objectivation ci-dessous en lui demandant :
 - d'expliquer la manière dont elle ou il a utilisé le tableau des règles de solubilité pour parvenir à déterminer les différentes solutions;
 - de commenter si l'explication du schéma de procédé et des équations à sa ou à son partenaire lui a été avantageux;
 - de décrire, le cas échéant, les difficultés qu'elle ou il a rencontrées lors de l'expérience;
 - de raconter la manière dont elle ou il a surmonté les difficultés rencontrées;
 - d'expliquer ce qu'elle ou il fera à l'avenir pour résoudre ce genre de problème. **(O)**

Détermination d'une inconnue - deuxième partie

- Former des équipes de deux élèves et présenter une troisième tâche d'analyse qualitative plus complexe où l'élève a le choix d'utiliser les solutions de chlorure de sodium, de carbonate de sodium et de nitrate de sodium pour déterminer des solutions inconnues à 0,1 M qui correspondent aux solutions suivantes : nitrate d'argent seulement, nitrate de calcium seulement, mélange de nitrate d'argent et de nitrate de calcium, eau distillée.
- Demander à l'équipe d'élaborer un schéma de procédé pour déterminer les solutions inconnues et d'écrire les équations de précipitation et ioniques nettes (voir **Schéma B**).
- Circuler en offrant de l'aide tout en s'assurant de guider l'élève à raisonner plutôt qu'à donner une réponse rapide.
- Demander à l'élève de présenter son schéma de procédé avec le reste de la classe et de l'analyser en posant des questions à voix haute pour guider la réflexion à chacune des étapes (p. ex., Pourquoi faut-il ajouter le chlorure et non le carbonate? Qu'arrive-t-il si on ajoute du carbonate et que les ions Ag^+ et Ca^{2+} sont présents? Quels cations peuvent encore être présents dans la partie liquide de la solution après la précipitation? Comment peut-on isoler le précipité de la solution?). **(EF)**



- Demander à l'élève d'utiliser son propre schéma pour déterminer, en laboratoire, les quatre solutions inconnues.
- À la suite de l'expérience, demander à l'élève de réfléchir à la démarche qu'elle ou il a utilisée pour résoudre le problème, de l'écrire dans sa reliure à anneaux en s'assurant de mentionner le rôle de la table des règles de solubilité et d'expliquer la raison pour laquelle ce problème d'analyse est plus complexe que le précédent. **(O)**
- Regrouper les élèves en équipes de deux et demander à chaque équipe de rechercher, dans divers sites Internet, des emplois se rapportant à l'analyse chimique (Ordre des chimistes du Québec : <http://www.ocq.qc.ca/emplois.html#recherche>; Association des chimistes professionnels de l'Ontario : <http://www.acpo.on.ca/>). **(PE) (T)**
- Demander à l'équipe de résumer les points importants de chaque emploi trouvé (p. ex., description de tâche, conditions de travail, diplôme requis, nombre d'années d'études, type d'institutions postsecondaires qui offrent ce programme, expérience demandée, salaire).
- Demander à des équipes volontaires de présenter au groupe-classe les informations trouvées à l'occasion de la recherche dans Internet.

Détermination avec essai à la flamme

- Présenter une série d'échantillons solides de composés (p. ex., chlorure de sodium, nitrate de sodium, sulfate de sodium, carbonate de sodium, chlorure de potassium, nitrate de potassium, chlorure de strontium, nitrate de strontium, chlorure de lithium, nitrate de lithium, sulfate de calcium, chlorure de calcium, sulfate de cuivre (II), chlorure de cuivre (II)).
Ne pas utiliser des composés à base de mercure ou de plomb. Les vapeurs produites sont toxiques.
- Demander à l'élève de rappeler les mesures de sécurité liées à l'utilisation de l'acide chlorhydrique concentrée à 6 M et du brûleur Bunsen. Commenter les mesures énoncées et les résumer. **(EF)**
- Demander à l'élève de placer, dans la flamme d'un brûleur, de petits échantillons solides de chacun des composés présentés ci-dessus, de noter la couleur de la flamme produite et de l'observer en utilisant un spectroscope.
- Demander à l'élève d'établir un lien entre ce qu'elle ou il observe en utilisant le spectroscope dans cette activité et les spectres de raies observées lors de l'activité SCH4C 1.2 (p. ex., la lumière produite par le chauffage du composé contenant le sodium produit un spectre de raies semblable au spectre produit par la lampe à sodium de l'activité SCH4C 1.2).
- Discuter en groupe-classe des observations avec et sans spectroscope des couleurs de flammes produites.
- Demander à l'élève de prédire la couleur de la flamme produite par le chauffage du nitrate de cuivre (II) et de justifier sa prédiction. Discuter des réponses de l'élève en classe. **(EF)**
- Faire la démonstration du chauffage du nitrate de cuivre (II) dans la flamme d'un brûleur et demander à l'élève de tirer une conclusion portant sur la composante du composé produisant la couleur observée.
- Demander à l'élève de prendre conscience qu'elle ou il vient de faire une observation (p. ex., j'observe que la couleur de la flamme est la même chez tous les composés de la liste ayant le même cation), une induction (p. ex., en règle générale, la couleur de la flamme d'un composé est produite par son cation) et une déduction (p. ex., le composé inconnu produit une flamme verte, donc le composé contient du cuivre (II) puisque les composés de cuivre ont tous produit cette couleur de flamme).

- Présenter des composés inconnus dont le cation correspond à l'un des cations des composés de la liste et demander à l'élève de déterminer le cation en utilisant l'essai à la flamme. À la suite de l'expérience, discuter de la désignation du cation. **(EF)**
- Demander à l'élève d'indiquer l'étape du processus cognitif qu'elle ou il a utilisée pour reconnaître le cation (p. ex., observation, induction, déduction) et lui expliquer qu'il s'agissait d'une déduction (le composé inconnu produit une flamme jaune, le composé contient donc du sodium puisque les composés de sodium ont tous produits cette couleur de flamme). **(EF)**
- Demander à l'élève de dresser une liste des processus d'analyse qualitative vus dans cette activité (réactions de précipitation, essais à la flamme, spectre d'absorption). **(O)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** de l'activité SCH4C 1.6.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter à l'élève d'autres composés et lui demander de prédire les couleurs de la flamme et d'effectuer le test en laboratoire.
- Demander à l'élève d'effectuer une analyse qualitative un peu plus complexe à l'aide des méthodes employées en laboratoire. Superviser le travail de l'élève (p. ex., désigner trois solutions inconnues de sels de baryum, d'argent et de zinc en utilisant les règles de solubilité et les tests de la flamme).

Annexes

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

ACTIVITÉ 1.6 (SCH4C)

Tâche d'évaluation sommative - Détermination de cations

Description

Durée : 150
minutes

Cette activité porte sur l'analyse en laboratoire d'une solution inconnue contenant deux cations à déterminer parmi une liste de cations possibles. L'élève développe un schéma de procédé et fait appel à une variété de processus d'analyse qualitative. De plus, elle ou il recherche, dans Internet, des liens entre ce domaine de la chimie et diverses possibilités d'emplois.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 10

Domaine : Matière et analyse qualitative

Attentes : SCH4C-M-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-M-Comp.1 - 2
SCH4C-M-Acq.1 - 3 - 4
SCH4C-M-Rap.2

Notes de planification

- En utilisant un crayon-feutre à encre indélébile, numéroter autant d'éprouvettes qu'il y a d'élèves dans le groupe-classe (p. ex., numéroter 25 éprouvettes de 1 à 25 dans une classe de 25 élèves).
- Préparer 100 ml de solutions à 0,2 M pour déterminer chacun des ions en dissolvant, dans l'eau distillée, les masses de soluté retrouvées dans le tableau 1.6a.

Tableau 1.6a : Masse de soluté à ajouter à l'eau distillée pour former 100 ml de solution à 0,20 M

Soluté	Masse	Soluté	Masse	Soluté	Masse
NaNO ₃	1,8 g	KNO ₃	2,0 g	Zn(NO ₃) ₂	3,8 g
Sr(NO ₃) ₂	4,2 g	AgNO ₃	3,4 g	LiNO ₃	1,4 g
Ca(NO ₃) ₂	3,2 g				

- Dans les éprouvettes numérotées, verser 5 ml de la solution correspondant au jumelage proposé dans le tableau 1.6b, ci-dessous (voir également le tableau 1.6c pour faciliter le mélange des solutions dans les éprouvettes numérotées) :

Tableau 1.6b : Mélange de solutions dans chacune des éprouvettes numérotées

Éprouvette	5 ml de chacune des solutions	Éprouvette	5 ml de chacune des solutions
1	LiNO ₃ et Zn(NO ₃) ₂	16	KNO ₃ et Ca(NO ₃) ₂
2	KNO ₃ et Zn(NO ₃) ₂	17	NaNO ₃ et Zn(NO ₃) ₂
3	KNO ₃ et AgNO ₃	18	NaNO ₃ et AgNO ₃
4	KNO ₃ et Ca(NO ₃) ₂	19	NaNO ₃ et Ca(NO ₃) ₂
5	NaNO ₃ et Zn(NO ₃) ₂	20	Sr(NO ₃) ₂ et Zn(NO ₃) ₂
6	NaNO ₃ et AgNO ₃	21	Sr(NO ₃) ₂ et AgNO ₃
7	NaNO ₃ et Ca(NO ₃) ₂	22	LiNO ₃ et Ca(NO ₃) ₂
8	Sr(NO ₃) ₂ et Zn(NO ₃) ₂	23	Sr(NO ₃) ₂ et Ca(NO ₃) ₂
9	Sr(NO ₃) ₂ et AgNO ₃	24	LiNO ₃ et Zn(NO ₃) ₂
10	Sr(NO ₃) ₂ et Ca(NO ₃) ₂	25	LiNO ₃ et AgNO ₃
11	LiNO ₃ et Zn(NO ₃) ₂	26	LiNO ₃ et Ca(NO ₃) ₂
12	LiNO ₃ et AgNO ₃	27	KNO ₃ et Zn(NO ₃) ₂
13	LiNO ₃ et Ca(NO ₃) ₂	28	KNO ₃ et AgNO ₃
14	KNO ₃ et Zn(NO ₃) ₂	29	KNO ₃ et Ca(NO ₃) ₂
15	KNO ₃ et AgNO ₃	30	LiNO ₃ et AgNO ₃

Tableau 1.6c : Numéros d'éprouvette de chacune des solutions (groupe de 30 élèves)

Solutions	Numéros d'éprouvette (chacune contenant 5 ml de la solution correspondante)	Solutions	Numéros d'éprouvette (chacune contenant 5 ml de la solution correspondante)
NaNO ₃	5, 6, 7, 17, 18, 19	Ca(NO ₃) ₂	4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 23, 26, 29
Sr(NO ₃) ₂	8, 9, 10, 20, 21, 23	AgNO ₃	3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 25, 28, 30
KNO ₃	2, 3, 4, 14, 15, 16, 27, 28, 29	LiNO ₃	1, 11, 12, 13, 22, 24, 25, 26, 30
Zn(NO ₃) ₂	1, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 24, 27		

- Se référer au tableau 1.4a pour préparer 250 ml des solutions à 0,1 M suivantes que l'élève pourra choisir d'utiliser dans ses tests de précipitation :
 - solution de sulfate de sodium
 - solution de carbonate de sodium
 - solution d'iodure de potassium
 - solution d'hydroxyde de sodium
 - solution de sulfure de sodium
- Réserver la salle d'ordinateurs pour faire la recherche dans Internet.

- Photocopier la feuille d'évaluation sommative, le tableau des règles de solubilité et la grille d'évaluation adaptée.
- Informer l'élève des détails suivants :
 - l'évaluation sommative se fait en deux parties : une composante en laboratoire suivie d'une recherche dans Internet; la durée totale de l'évaluation est de 150 minutes;
 - la seule ressource autorisée pendant la composante en laboratoire de l'évaluation sommative est le tableau des règles de solubilité;
 - chaque élève recevra une solution numérotée;
 - les deux cations à déterminer ne sont pas identiques dans toutes les équipes;
 - l'évaluation sommative ne se fait pas en équipe;
- S'assurer de la disponibilité du matériel suivant : lunettes de sécurité, tabliers, supports à éprouvettes, éprouvettes (au moins cinq par élève), plaques à godets, brûleurs Bunsen, fils de nichrome, becher, entonnoir, papier filtre.
- Préparer des récipients à déchets et les étiqueter.
- Assigner, à chaque élève, un numéro de solution et le noter dans la liste de classe. S'assurer de remettre le bon numéro d'éprouvette à l'élève.
- Distribuer la grille d'évaluation adaptée à l'élève quelques jours avant l'évaluation sommative et lui présenter les éléments sur lesquels porteront la tâche d'évaluation et les habiletés qu'elle ou il doit montrer. L'élève doit pouvoir :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension des étapes du procédé d'analyse qualitative et des rapports entre celles-ci;
 - démontrer une compréhension des processus d'analyse qualitative tels que la réaction de précipitation et l'essai à la flamme.
 - Recherche
 - planifier les étapes du procédé d'analyse qualitative;
 - consigner les observations dans un tableau;
 - analyser les observations en déduisant la présence ou l'absence d'ions dans la solution inconnue;
 - représenter les processus chimiques de chacune des étapes à l'aide des équations de déplacement double et ionique nette.
 - Communication
 - utiliser la terminologie se rapportant à l'analyse qualitative;
 - utiliser les formules chimiques pour représenter les composés;
 - utiliser le rapport de laboratoire pour communiquer ses résultats et ses idées;
 - utiliser la technologie de l'information comme l'ordinateur, Internet et le logiciel de traitement de texte à des fins scientifiques.
 - Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre l'analyse qualitative et ses applications dans divers domaines;
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre les diverses applications de l'analyse qualitative et les emplois.

Annexes

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

Annexe SCH4C 1.6.1 : Grille d'évaluation adaptée - Détermination de cations

Annexe SCH4C 1.6.2 : Cahier de l'élève - Détermination de cations

<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 des étapes du procédé d'analyse qualitative et des rapports entre celles-ci. - démontre une compréhension des processus d'analyse qualitative tels que la réaction de précipitation et l'essai à la flamme.	L'élève démontre une compréhension limitée des concepts et des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une compréhension partielle des concepts et des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une compréhension générale des concepts et des rapports entre les concepts.	L'élève démontre une compréhension approfondie des concepts et des rapports entre les concepts.
Recherche				
L'élève : - planifie les étapes du procédé d'analyse qualitative. - consigne les observations dans un tableau. - analyse les observations en déduisant la présence ou l'absence d'ions dans la solution inconnue. - représente les processus chimiques de chacune des étapes à l'aide des équations de déplacement double et ionique nette.	L'élève applique un nombre limité des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche.	L'élève applique certaines des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche.	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche.	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies requises propres à la recherche.

Communication				
<p>L'élève :</p> <ul style="list-style-type: none"> - utilise la terminologie se rapportant à l'analyse qualitative. - utilise les formules chimiques pour représenter les composés. - utilise le rapport de laboratoire pour communiquer ses résultats et ses idées. - utilise la technologie de l'information comme l'ordinateur, Internet et le logiciel de traitement de texte à des fins scientifiques. 	<p>L'élève utilise la terminologie avec peu d'exactitude et une efficacité limitée, utilise diverses formes de communication avec une compétence limitée, et utilise la technologie avec une pertinence et une efficacité limitée.</p>	<p>L'élève utilise la terminologie avec une certaine exactitude et efficacité, utilise diverses formes de communication avec une certaine compétence, et utilise la technologie avec une certaine pertinence et efficacité.</p>	<p>L'élève utilise la terminologie avec une grande exactitude et efficacité, utilise diverses formes de communication avec une grande compétence, et utilise la technologie avec une grande efficacité.</p>	<p>L'élève utilise la terminologie avec une très grande exactitude et efficacité, utilise diverses formes de communication avec une très grande compétence, et utilise la technologie avec une très grande efficacité.</p>
Rapprochements				
<p>L'élève :</p> <ul style="list-style-type: none"> - établit des rapprochements entre l'analyse qualitative et ses applications dans divers domaines. - établit des rapprochements entre les diverses applications de l'analyse qualitative et les emplois. 	<p>L'élève démontre une compréhension limitée des rapprochements dans des contextes familiaux.</p>	<p>L'élève démontre une certaine compréhension des rapprochements dans des contextes familiaux.</p>	<p>L'élève démontre une compréhension générale des rapprochements dans des contextes familiaux et dans certains contextes peu familiaux.</p>	<p>L'élève démontre une compréhension approfondie des rapprochements dans des contextes familiaux et peu familiaux.</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>				

Détermination de cations

Tu es technicien ou technicienne en chimie, spécialiste en analyse chimique qualitative à l'emploi de l'entreprise Aquasoltest. Un important déversement de produits chimiques a eu lieu et le ministère de l'Environnement t'a fait parvenir un échantillon d'eau provenant de la zone sinistrée pour en faire l'analyse. Ta tâche consiste à vérifier la présence de cations dans cet échantillon. Ton échantillon contient deux ions dont l'un fait partie du groupe : Li^+ , K^+ , Na^+ et Sr^{2+} alors que l'autre ion fait partie du groupe : Zn^{2+} , Ag^+ et Ca^{2+} .

1. Prends note du numéro de ton échantillon apparaissant sur ton éprouvette et note-le sur la première page de ton rapport.
2. a) Trace un schéma du procédé qui te permettra de déterminer les cations présents dans la solution. (Tu dois tout d'abord tenter de déterminer les cations en faisant des tests de précipitation. Un test de flamme est permis seulement dans l'éventualité où les tests de précipitation ne sont pas concluants).
b) Décris, en détail, chacune des étapes du schéma. Formule des phrases complètes.
3. Utilise un spectroscope pour analyser la couleur de la flamme.
4. À chacune des étapes proposées, résume tes observations et note-les dans un tableau d'observations (couleur des précipités et spectre de raies).
5. Écris, pour chacune des étapes, l'équation de déplacement double et, dans l'éventualité de la formation d'un précipité, l'équation ionique nette correspondante.
6. Enquête sur les applications de l'analyse qualitative dans divers domaines (tu peux commencer par consulter le site de l'Association canadienne des laboratoires d'essai : <http://www.acle.qc.ca>). Dans ta recherche, tu dois :
 - trouver divers domaines (p. ex., déchets industriels, produits pharmaceutiques) pour lesquels des tests d'analyse sont couramment effectués par les laboratoires d'analyse;
 - pour chacun des domaines cités, déterminer au moins une substance analysée et décrire brièvement, dans un paragraphe, la méthode d'analyse utilisée;
 - Expliquer l'importance de l'analyse qualitative de ces substances dans la vie courante;
 - Nommer des professions liées à l'analyse de ces substances.

Ce rapport doit être remis au plus tard le _____

APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 2 (SCH4C)

Chimie organique

Description

Durée : 25 heures

Cette unité porte sur les propriétés physiques et chimiques, les procédés de séparation et de préparation, quelques types de réactions organiques et l'application dans la vie courante des composés organiques. L'élève illustre leur formule structurale et tridimensionnelle à l'aide d'un logiciel de modélisation, distille des terpènes d'une pelure d'agrumes, synthétise du nylon et un ester, et observe les propriétés physiques et chimiques des hydrocarbures tout en déterminant leurs produits de combustion.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7

Domaines : Chimie organique, Matière et analyse qualitative

Attentes : SCH4C-M-A.1
SCH4C-C-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-M-Comp.1 - 4
SCH4C-C-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5
SCH4C-C-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
SCH4C-C-Rap.1 - 2 - 3 - 4 - 5

Titres des activités

Durée

Activité 2.1 : Chimie du carbone et liaison covalente	225 minutes
Activité 2.2 : Hydrocarbures	450 minutes
Activité 2.3 : Recherche : applications et propriétés des produits organiques	150 minutes
Activité 2.4 : Groupements fonctionnels	300 minutes
Activité 2.5 : Réactions chimiques	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, de l'école et du secteur de sciences.

- Inviter l'élève:
 - à ne pas utiliser une flamme ouverte comme source de chaleur, mais à utiliser un bain-marie;
 - à utiliser la hotte pour assurer une bonne ventilation;
 - à n'utiliser que les quantités de réactifs prescrites par la marche à suivre;
 - à n'utiliser que quelques gouttes d'hydrocarbure provenant des petites bouteilles hermétiques à l'aide d'un compte-gouttes pour réaliser les expériences sur la combustion;

(Consulter aussi 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

SMOOT, Robert C., Richard SMITH et Jack PRICE, *La chimie une approche moderne*, Montréal, Éditions de la Chenelière, 1991, 573 p. *

VOLLHARDT, *Traité de chimie organique*, Montréal, Éditions du Renouveau pédagogique, 1999. *

ZUMDAHL, Steven S., *CHIMIE : Chimie générale*, Montréal, CEC, 1988, 481 p. *

Médias électroniques

Association@lyon - Liste des principales matières plastiques. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.alyon.org/>

ChemCad - logiciels et bases de données pour la chimie. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.chemcad.fr/index.html>
Chime MDL Information system. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.mdlchime.com/chime/>
Classe de sciences@home. (consulté le 24 juillet 2001)
http://ping4.ping.be/at_home/index.htm
http://www.ping.be/at_home/esterification.htm
CyberChem - Les réactions chimiques de A à Z. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://www.ifrance.com/Cyberchem/sommaire.html>
Distillation - An introduction. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://lorien.ncl.ac.uk/ming/distil/distil0.htm>
Experiment 3 - A silly polymer. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://matse1.mse.uiuc.edu/~tw/polymers/f.html>
La chimie amusante - Slime. (consulté le 6 août 2001)
<http://www.univ-pau.fr/~darrigan/chimie/exp21.html>
L'essentiel en chimie organique. (consulté le 24 juillet 2001)
<http://membres.tripod.fr/jjww/>
Université de Moncton-Nomenclature organique. (consulté le 24 juillet 2001)
http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/nomenclature.html
Université de Moncton-Tests de nomenclature. (consulté le 24 juillet 2001)
http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/chorgnom.htm

Logiciels

Logiciels de modélisation moléculaire - *AlChem* 2000, *ChemDraw*, *Chem3D*, *HyperChem*.
(consulté le 21 juillet 2001)
<http://www.chemcad.fr/index.html>

ACTIVITÉ 2.1 (SCH4C)

Chimie du carbone et liaison covalente

Description

Durée : 225
minutes

Cette activité porte sur l'atome de carbone et les liaisons covalentes simples et multiples dans les composés organiques. L'élève examine les liaisons covalentes et ioniques et précise les conditions nécessaires à leur formation. De plus, elle ou il utilise les structures de Lewis pour déterminer leur agencement dans des molécules organiques courantes et les représente à l'aide de modèles moléculaires et de formules structurales.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SCH4C-Ag.5

Domaines : Matière et analyse qualitative, Chimie organique

Attente : SCH4C-M.A.1
SCH4C-C-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-M-Comp.4
SCH4C-C-Comp.1
SCH4C-C-Acq.1 - 3

Notes de planification

- Préparer la démonstration de la mise en situation en se procurant un agitateur en pyrex, environ 25 cm³ de sucre blanc granulé, 25 ml d'acide sulfurique concentré, des gants, des lunettes de sécurité et un tablier.
- S'assurer de la disponibilité de la hotte pour réaliser la démonstration de la mise en situation.
- Se procurer un transparent et le découper en quatre parties égales. Tracer le diagramme Rutherford-Bohr de l'atome de fluor sur deux de ces quatre parties.
- Se procurer assez de modèles moléculaires pour chaque équipe de deux élèves.
- Préparer une feuille d'exercices portant sur la formation des liaisons covalentes doubles et triples et leur représentation par les structures de Lewis.
- Préparer et photocopier les consignes pour construire des molécules (voir **Déroulement de l'activité**).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Verser, sous la hotte, de l'acide sulfurique concentré dans un becher contenant du sucre.
- Agiter le mélange à l'aide d'un agitateur et inviter l'élève à observer la réaction pendant quelques minutes. Demander à l'élève de déterminer la nature du solide noir produit par la réaction. (ED)
- Expliquer à l'élève que l'atome de carbone constitue la base de millions de composés et de matériaux courants et qu'il est omniprésent dans tous les tissus biologiques animaux et végétaux.
- Expliquer à l'élève qu'étant donné l'abondance des composés de carbone, les chimistes ont divisé l'ensemble des composés en deux grandes catégories, soit les composés *inorganiques* (sans carbone) et les composés *organiques* (avec carbone).
- Informer l'élève que la chimie organique porte sur l'étude des composés du carbone.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Atome de carbone

- Présenter l'étendue des matériaux usuels comportant du carbone en demandant à l'élève :
 - de dresser une liste de ces matériaux (p. ex., pétrole et dérivés, plastique, diamant, graphite, matériaux de construction, outils, textiles, peinture, produits cosmétiques et pharmaceutiques); (ED)
 - de trouver des objets à base de carbone dans la salle de classe (p. ex., plastique et encre des stylos, crayons-feutres et surligneurs, transparents de rétroprojecteur, bois et mine d'un crayon, gomme à effacer, fibres des vêtements et des brosses à tableau, recouvrements de planchers, peinture, caoutchoucs des pattes de chaises, vinyle de l'écran du rétroprojecteur, divers polymères des tissus de sac d'école, bois des pupitres et des armoires). (ED)
- Situer l'élève en lui rappelant que le carbone possède des propriétés particulières dont la capacité de former quatre liaisons.
- Expliquer à l'élève que l'existence de multiples composés formés de carbone est due à ses propriétés particulières (p. ex., capacité de former quatre liaisons covalentes, de longues chaînes et des liaisons avec une variété d'atomes) et lui mentionner que cette activité consiste à découvrir ces propriétés pour mieux comprendre la chimie organique et la biochimie.

Structure de Lewis et liaison ionique - révision

- Revoir les structures de Lewis de chacun des vingt premiers éléments, dont le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote en demandant à des volontaires de venir les dessiner au tableau.
- Corriger avec les élèves les structures de Lewis dessinées par les élèves volontaires.

Liaison covalente - Introduction

- Revoir les structures de Lewis du sodium et du fluor ainsi que la formation de liaison ionique entre le sodium et le fluor.
- Superposer, sur un rétroprojecteur, deux transparents du diagramme Rutherford-Bohr de deux atomes de fluor en les orientant de sorte que les deux électrons partagés soient directement opposés l'un à l'autre.

- Demander à l'élève d'expliquer, en utilisant la règle de l'octet, en quoi cette situation est différente de la liaison ionique (les deux atomes cherchent à recevoir des électrons). Si c'est nécessaire, rapprocher légèrement les deux diagrammes et lui poser des questions pour la ou le guider dans sa démarche. (p. ex., Combien d'électrons seuls y a-t-il dans chaque atome de fluor? Dans la situation du sodium et du fluor, le sodium a donné un électron. Dans cette situation que peuvent faire les atomes de fluor pour que chacun ait huit électrons? Comment les deux atomes peuvent-ils se lier tout en respectant la loi de l'octet?)
- Demander à l'élève de comparer, dans un tableau, les particularités de la liaison établie entre les deux atomes de fluor avec les particularités de la liaison ionique (p. ex., partage d'électrons plutôt que transfert, aucune charge formée, atome plutôt qu'ion, formation d'une molécule et non d'un cristal). Corriger en classe les comparaisons de l'élève. **(EF)**
- Définir *liaison covalente* et demander à l'élève d'illustrer, dans sa reliure à anneaux en utilisant les structures de Lewis, la formation de la liaison covalente entre les deux atomes de fluor. Circuler, aider l'élève et lui donner des précisions, au besoin. **(EF)**
- Demander à l'élève de trouver d'autres éléments susceptibles de former des liaisons covalentes et d'expliquer la manière dont elle ou il est parvenu à déterminer ces groupes d'éléments (p. ex., Comme j'ai constaté que, dans l'exemple, les deux atomes de fluor nécessitaient des électrons, j'ai alors trouvé d'autres atomes qui nécessitent des électrons.). **(O)**
- Confirmer les groupes d'éléments qui, en général, forment entre eux des liaisons covalentes (p. ex., non-métal avec non-métal; non-métal avec hydrogène) et des liaisons ioniques.

Liaison covalente

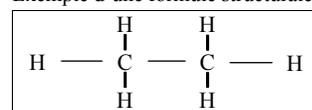
- Présenter à l'élève un autre exemple de deux éléments qui forment entre eux une seule liaison covalente simple (p. ex., H et Cl, Br et Br) et lui demander de l'illustrer en utilisant la structure de Lewis tout en se basant sur l'exemple de la molécule de fluor.
- Présenter à l'élève l'exemple de la molécule d'eau : deux éléments qui forment entre eux deux liaisons covalentes simples et lui demander d'en faire l'illustration. Corriger au tableau. **(EF)**
- Distribuer les modèles moléculaires à l'élève et lui demander de construire la molécule H-O-H, de la dessiner dans sa reliure à anneaux, puis de la mettre de côté.
- Présenter à l'élève un exemple de molécule dont les atomes forment entre eux une liaison covalente double (p. ex., O₂) sans toutefois l'informer de l'existence de ce type de liaison; lui demander d'illustrer la molécule en utilisant la structure de Lewis et corriger en illustrant la molécule au tableau à l'aide de la structure de Lewis. **(EF)**
- Demander à l'élève de construire la molécule O₂ en utilisant un modèle moléculaire et de la comparer en relevant les ressemblances et les différences avec son modèle de la molécule d'eau construit précédemment (p. ex., les deux liaisons dans la molécule d'eau constituent deux liaisons simples alors que les deux liaisons dans la molécule d'oxygène forment une seule liaison double; les deux liaisons dans une liaison double n'impliquent que deux atomes alors que les deux liaisons simples impliquent trois atomes; pour obtenir une liaison double, chaque atome de la molécule doit avoir au moins deux électrons de valence).
- Demander à l'élève de trouver d'autres exemples de composés qui forment entre eux des liaisons doubles. L'inviter à utiliser les modèles moléculaires pour les modéliser et à illustrer leur formation en utilisant les structures de Lewis (p. ex., CO₂, H₂CO). Corriger l'exercice au tableau. **(EF)**

- Demander à l'élève d'illustrer la formation de la molécule d'azote (N_2) en utilisant la structure de Lewis et de la construire en utilisant le modèle moléculaire. Corriger l'exercice et demander à l'élève de trouver les caractéristiques de cette liaison (trois liaisons entre deux atomes dont chacune implique le partage d'une paire d'électrons).
- Écrire, au tableau, divers exemples de formules de molécules à liaisons simples, doubles ou triples. Demander à l'élève d'illustrer la structure de Lewis de ces molécules et corriger l'exercice au tableau. **(EF)**

Expérience des modèles et formes des molécules

- Regrouper les élèves en équipes de deux et distribuer un jeu de modèle moléculaire à chaque équipe.
- Écrire, au tableau, la formule moléculaire d'un alcane (p. ex., éthane - C_2H_6) et demander à l'élève :
 - de construire la molécule qui correspond à la formule;
 - de tracer sa structure de Lewis;
 - de dessiner la forme de la molécule;
 - de tracer la formule structurale de la molécule (voir exemple ci-dessus).
- Présenter à l'élève les consignes pour réaliser la tâche de construction de molécules (voir ci-dessous).
- Demander à l'élève de soumettre son travail à la fin de l'activité. Corriger le travail et commenter. **(EF)**

Exemple d'une formule structurale



Exemple de consignes pour construire des molécules

- Effectue les tâches ci-dessous à l'aide d'un jeu de modèle moléculaire :
 - construis la molécule qui correspond à la formule;
 - trace la structure de Lewis de la molécule;
 - dessine la forme de la molécule;
 - trace la formule structurale de la molécule.

Tableau 2.1 : Molécules à construire

Molécules	Nom et caractéristiques	Structure de Lewis	Formule structurale
CH ₄	méthane, gaz naturel		
H ₂ O	eau, seul composé naturellement présent dans ses trois phases		
Cl ₂	chlore, gaz verdâtre, poison		
O ₂	oxygène, 20 % du gaz de l'atmosphère		
C ₂ H ₆	gaz naturel, source de chaleur		
N ₂	azote, 79 % du gaz de l'atmosphère		
NH ₃	ammoniac, nettoyant		
C ₂ H ₄	éthylène, matière première du plastique		
CH ₃ OH	méthanol, liquide lave-glace		
CH ₃ CH ₂ OH	éthanol, constituant des boissons alcoolisées		
C ₂ H ₂	acétylène, soudure		
HCO ₂ H	acide formique, poison des piqûres d'abeille et de fourmi		
HCOH	formaldéhyde, agent de conservation liquide		
CH ₃ COOH	acide acétique, vinaigre		
CH ₃ COCH ₃	acétone, diluant de poli à ongle		
CH ₃ OCH ₃	éther, anesthésie		
CH ₃ NH ₂	aminométhane, gaz responsable de l'odeur du poisson		
C ₆ H ₆	benzène, solvant et carcinogène		
C ₆ H ₄ Cl ₂	dichlorobenzène, rondelle odoriférante dans les toilettes publiques		
CH ₃ SH	méthanethiol, molécule responsable de l'odeur de la mouffette		

Évaluation sommative

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

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à construire des modèles moléculaires et à les suspendre au plafond de la classe.
- Demander à l'élève de tracer les structures de Lewis et de construire les modèles d'autres composés à base d'ions moléculaires (p. ex., acide carbonique, bicarbonate, carbonate, cyanure, acide cyanique, hydroxyde).

Annexes

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

ACTIVITÉ 2.2 (SCH4C)

Hydrocarbures

Description

Durée : 450
minutes

Cette activité porte sur les hydrocarbures saturés et non saturés, leurs propriétés chimiques et physiques et des méthodes de production et de séparation. L'élève classe les alcanes linéaires et ramifiés, les alcènes et les alcynes. De plus, elle ou il compare les propriétés physiques de divers produits de consommation avec celles des alcanes et détermine, en laboratoire, leurs produits de combustion. Enfin, elle ou il isole les terpènes de la pelure d'un agrume par distillation.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 7

Domaine : Matière et analyse qualitative, Chimie organique

Attentes : SCH4C-M-A.1
SCH4C-C-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-M-Comp.1
SCH4C-C-Comp.3 - 4 - 5
SCH4C-C-Acq.1 - 2 - 4 - 5 - 6
SCH4C-C-Rap.2 - 3

Notes de planification

- Pour réaliser la mise en situation, imbiber des tampons de coton ouaté dans une variété d'alcane (p. ex., butane, pentane, hexane et éther de pétrole). Placer ces échantillons dans des petites bouteilles de jus propres. Fermer la bouteille en utilisant le couvercle et l'étiqueter.
- Consulter la **Fiche d'aide pour utiliser le logiciel ChemSketch** à la fin de cette section pour obtenir des logiciels gratuits permettant de dessiner les formules structurales des molécules et de les visualiser en trois dimensions.
- Préparer une feuille d'exercices portant sur la nomenclature des alcanes ramifiés, la photocopier et préparer le corrigé sur un transparent.
- Fermer hermétiquement des petites bouteilles à compte-gouttes de divers alcanes (p. ex., pentane, hexane et heptane). Ne pas utiliser le butane, car sa combustibilité est trop élevée.
- S'assurer de la disponibilité du matériel suivant : petites bouteilles de jus recyclées avec couvercle, papier cobalt, eau de chaux, compte-gouttes, éclisses et allumettes.
- Préparer et photocopier une feuille d'exercices portant sur la nomenclature des alcanes ramifiés et des alcènes et préparer le corrigé sur un transparent.

- Préparer quelques bouteilles fermées hermétiquement contenant quelques millilitres d'un alcène (p. ex., pentène-1, pentène-2, hexène-1).
- Préparer une feuille d'exercices portant sur la nomenclature des alcanes ramifiés, des alcènes et des alcynes, la photocopier et préparer le corrigé sur un transparent.
- Photocopier les consignes de l'expérience **Préparation, par distillation, des terpènes de la pelure d'un agrume** (voir **Déroulement de l'activité**).
- S'assurer de la disponibilité du matériel ci-dessous à distribuer à chaque équipe : agrume frais (p. ex., orange, citron), trousse de chauffage (deux supports universels, anneau, brûleur Bunsen ou plaque chauffante), distillateur (condensateur, ballon à distiller, tube en caoutchouc), deux paires de pinces universelles et mélangeur-broyeur.
- S'assurer de la disponibilité d'un nombre suffisant de lunettes de sécurité et de tabliers.

Fiche d'aide pour utiliser le logiciel ChemSketch

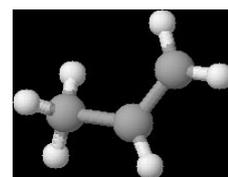
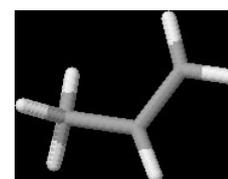
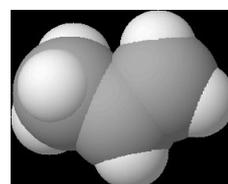
- Télécharger le logiciel *ChemSketch* du site Web <http://www.acdlabs.com> pour dessiner les formules structurales des molécules et le plugiciel *Chime26SP2* du site Web <http://www.mdlchime.com> pour visualiser les molécules en trois dimensions. Ces logiciels sont gratuits.

Démarche pour dessiner et visualiser la molécule propène en trois dimensions

- Ouvrir le logiciel *ChemSketch*.
- Cliquer à droite sur l'espace de travail et choisir «C» dans la barre verticale gauche.
- Cliquer à gauche sur l'espace de travail. La molécule «CH₄» apparaît.
- Cliquer à gauche sur la molécule «CH₄». La molécule devient «CH₃! CH₃».
- Faire un double-clic gauche sur l'un des «CH₃». La molécule devient «CH₃! CH₂! CH₃».
- Cliquer sur l'une des liaisons «CH₃! CH₃». La liaison simple devient double et la molécule change à «CH₃! CH! CH₂».

Visualiser la molécule en trois dimensions

- Choisir la molécule en utilisant le lasso.
- Choisir «3D Structure Optimization» du menu «Tools».
- Choisir «3D Viewer» du menu «ACD/Labs» :
 - la molécule en trois dimensions apparaît dans une nouvelle fenêtre (format «Wireframe»). Il est possible de changer le format de présentation en choisissant l'un des formats suggérés dans le menu «View» (p. ex., formats «Sticks», «Balls & Sticks», «Spacefill»).
 - Pour faire tourner la molécule en trois dimensions, cliquer sur le diagramme tout en bougeant le curseur dans toutes les directions.
 - Les exemples ci-contre représentent la molécule propène dans les formats «Sticks», «Balls&Sticks» et «Spacefill» en utilisant le logiciel *ChemSketch*.



Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Distribuer à l'élève des bechers contenant des ouates imbibées de divers hydrocarbures et l'inviter à les sentir (p. ex., butane, pentane, hexane).
- Demander à l'élève de nommer des produits domestiques qui ont une odeur semblable (p. ex., diluant à peinture, huile à chauffage, combustible naphtha, essence diesel, essence pour automobile, lubrifiant aérosol du type WD40, liquide combustible pour briquet, allume-barbecue liquide, peinture à l'huile). **(ED)**
- Informer l'élève que ces produits domestiques sont tous des hydrocarbures et lui demander de nommer quelques composés présents (voir **Tableau 2.2a**). **(ED)**

Tableau 2.2a : Hydrocarbures présents dans des produits de consommation

Produits domestiques	Hydrocarbures	Produits domestiques	Hydrocarbures
Diluant à peinture	éther de pétrole (C ₅ -C ₆)	Huile à chauffage	kérosène (C ₈ -C ₁₄)
Combustible pour camping	naphtha (C ₆ -C ₇)	Diesel	C ₁₀ -C ₁₅
Essence	C ₆ -C ₁₀	Liquide combustible pour briquet	butane (C ₄ H ₁₀)

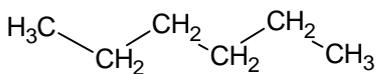
- Tout le long de l'activité, inviter l'élève à se reporter aux sites ci-dessous pour obtenir des exemples d'exercices de nomenclature en chimie organique : **(T)**
 - http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/chorgnom.htm
 - http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/nomenclature.htm

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Hydrocarbures saturés - Alcanes

- Définir *hydrocarbure saturé* ou *alcane* et *hydrocarbure insaturé* tel qu'un alcène ou alcyne.
- Présenter des exemples d'alcanes linéaires avec leur nom systématique, leurs formules moléculaire et structurale et leur usage commun.

Tableau 2.2b : Exemple de formules moléculaire et structurale

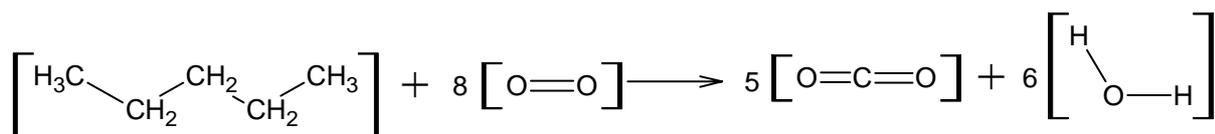
Formule moléculaire	Formule structurale
hexane - C ₆ H ₁₄	

- Nommer et expliquer brièvement leur mode de préparation ou de séparation en informant l'élève que la distillation et le craquage seront expliqués un peu plus tard dans l'unité.

- Demander à l'élève d'écrire la structure de composés d'alcane linéaires en partant de leur nom ou de leur formule. Corriger les exercices en classe. **(EF)**
- Présenter des exemples d'alcane ramifiés avec leur nom systématique et leur formule.
- Demander à l'élève d'écrire la structure de composés d'alcane ramifiés en partant de leur nom ou de leur formule. Corriger les exercices en classe. **(EF)**
- Présenter des exemples de cycloalcanes avec leur nom systématique et la formule.
- Demander à l'élève d'écrire la structure de cycloalcanes en partant de leur nom ou de leur formule. Corriger les exercices en classe. **(EF)**
- Distribuer une feuille regroupant des exercices de consolidation quant à la nomenclature des alcane ramifiés et projeter le transparent du corrigé pour permettre à l'élève de s'autoévaluer. **(EF)**

Combustion des alcane

- Revoir les dangers associés aux solvants organiques (p. ex., combustibilité et toxicité) et demander à l'élève d'énoncer les mesures de sécurité à prendre quant à leur manipulation. **(ED)**
- Demander à l'élève de rappeler le rôle du papier de cobalt et l'utilité de l'eau de chaux. **(ED)**
- Distribuer à l'élève des bouteilles à compte-gouttes de pentane, d'hexane et d'heptane en l'avisant que ces composés sont tous des solvants organiques. Lui demander d'effectuer le protocole suivant :
 - mettre quelques gouttes d'un des alcane dans une petite bouteille de jus propre, fermer la bouteille et l'agiter;
 - ouvrir la bouteille et tenter de faire réagir les vapeurs de l'alcane avec une éclisse enflammée;
 - placer un papier cobalt à l'embouchure de la bouteille et noter le changement de couleur;
 - à la suite de la combustion, verser quelques millilitres d'eau de chaux, fermer la bouteille et agiter.
- Mentionner à l'élève qu'elle ou il vient de faire des observations (p. ex., couleur du papier de cobalt et de l'eau de chaux) et lui demander ce qu'elle ou il peut déduire à la suite de celles-ci (p. ex., le changement de couleur de bleu à rose du papier de cobalt permet de déduire que la vapeur d'eau est produite, la couleur blanche laiteuse de l'eau de chaux permet de déduire que du gaz carbonique est produit).
- Demander à l'élève d'expliquer la différence entre une observation et une déduction en donnant d'autres exemples et discuter des exemples donnés. **(EF)**
- Demander à l'élève d'écrire l'équation équilibrée de la combustion du pentane, de l'hexane et de l'heptane.
- Demander à l'élève d'illustrer, en partant des formules structurales appropriées, la réaction de combustion (voir l'illustration ci-dessous).



- Demander à l'élève de compléter la réaction générale de la combustion des alcane :

$$\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + \frac{(3n+1)}{2} \text{O}_2 \longrightarrow n\text{CO}_2 + (n+1) \text{H}_2\text{O}$$
- Corriger, au tableau, les illustrations et les équations proposées par l'élève. **(EF)**

Hydrocarbures non saturés - Alcènes

- Présenter des exemples d'alcènes linéaires avec leur nom systématique, formule et usage commun.
- Présenter quelques exemples de noms de composés ou de formules et demander à l'élève d'écrire la structure. Corriger les exercices en groupe-classe. **(EF)**
- Distribuer à l'élève une feuille d'exercices de consolidation portant sur la nomenclature des alcanes ramifiés et des alcènes linéaires, et projeter le transparent du corrigé à l'écran pour permettre à l'élève de s'autoévaluer. **(EF)**

Combustion d'un alcène

- Informer l'élève que les alcènes sont aussi des solvants organiques et que les mesures de sécurité associées à ce type de produits chimiques doivent être suivies.
- Informer l'élève que le but de l'expérience consiste à déterminer les produits de combustion d'un alcène et lui demander d'écrire son hypothèse et de la justifier.
- Demander à l'élève de déterminer les inférences logiques qu'elle ou il vient de faire (p. ex., je fais une induction lorsque j'attribue à tous les solvants organiques les mêmes produits de combustion. Je fais une déduction lorsque j'attribue à l'alcène utilisé les mêmes produits de combustion que ceux des solvants organiques puisqu'il fait partie de cette classe de substances). **(O)**
- Demander à l'élève de proposer une démarche pour déterminer les produits de combustion de l'alcène et lui confirmer que la marche à suivre est la même que celle suivie lors de la combustion des alcanes.
- Distribuer à l'élève un échantillon d'un alcène (p. ex., pentène-1). Lui demander d'effectuer l'expérience, de faire part de ses observations et de ses déductions et de les comparer avec celles de la combustion des alcanes.
- Demander à l'élève d'écrire l'équation équilibrée de la combustion de l'alcène au tableau et la corriger. **(EF)**
- Demander à l'élève de consigner, dans son cahier de notes, les produits et les équations de combustion d'un solvant organique tel que l'alcane et l'alcène.

Hydrocarbures non saturées - Alcynes

- Présenter des exemples d'alcynes linéaires avec leur nom systématique, leur formule et leur usage.
- Présenter quelques exemples de noms de composés ou de formule et demander à l'élève d'écrire la structure. Corriger. **(EF)**
- Assigner à l'élève une feuille d'exercices de consolidation portant sur la nomenclature des alcanes ramifiés, des alcènes linéaires et des alcynes, et projeter le transparent du corrigé pour permettre à l'élève de s'autoévaluer. **(EF)**

Séparation des terpènes de la pelure d'un agrume

- Présenter le but de l'expérience : isoler, dans la pelure d'un agrume, la substance responsable de son odeur.
- Informer l'élève de la nature de cette substance (p. ex., la substance responsable de l'odeur fait partie de la classe des terpènes qui sont présentes dans plusieurs essences végétales. Se reporter au dictionnaire du *Livre interactif de Chimie* (http://www.sciences-en-ligne.com/Frames_Themes2.asp) pour obtenir plus de détails.

- Expliquer à l'élève les principes de la distillation et son utilité pour séparer les liquides d'un mélange de composés organiques comme les terpènes de la pelure d'orange.
- Monter un appareil de distillation devant la classe (p. ex., condensateur) et demander à l'élève d'en expliquer le fonctionnement en s'appuyant sur ce qu'elle ou il a compris de la présentation sur la distillation. Préciser les réponses, au besoin. **(EF)**
- Montrer un séparateur conique à l'élève et en expliquer le fonctionnement en effectuant une démonstration (p. ex., séparer un mélange d'eau et d'huile végétale).
- Regrouper les élèves en équipe de deux, distribuer les consignes pour séparer des terpènes de la pelure d'un agrume par la distillation (voir ci-dessous).
- Ramasser le rapport de laboratoire, le corriger et fournir un commentaire à l'élève. **(EF)**

Consignes - Séparation des terpènes de la pelure d'un agrume par distillation

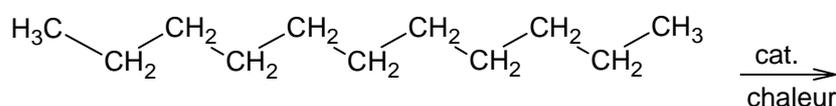
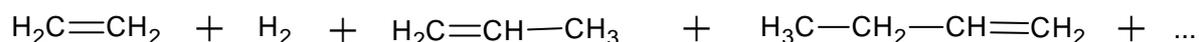
- Retirer la pelure d'un agrume, découper en morceaux et en peser 100 g.
- Ajouter 200 ml d'eau et broyer dans un mélangeur.
- Verser tout le contenu du mélangeur dans un ballon à distiller, rincer le contenant du mélangeur avec 50 ml d'eau distillée et transvider l'eau dans le ballon.
- Effectuer le montage du distillateur.
- Faire bouillir et distiller jusqu'à ce qu'il y ait au moins 25 ml de distillat produit.
- Transvider le distillat dans un séparateur. Séparer l'eau de l'huile. Disposer de l'eau dans le récipient à déchets.
- Sécher l'huile en y ajoutant une petite quantité de sulfate de sodium solide et décanter la partie liquide dans une fiole à masse prédéterminée.
- Sentir l'huile et décrire l'odeur.
- Comparer l'odeur de l'huile à celle de l'agrumes.
- Peser la fiole contenant l'huile.
- Noter la masse du produit et calculer le rendement en utilisant l'équation suivante

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{masse}(\text{huile})}{\text{masse}(\text{pelure})} \times 100$$

(Référence : L. BORER et E. LARSEN, «Chemistry with a peel», *The Science Teacher*, mai 1997, vol. 64, 5.)

Craquage

- Rappeler à l'élève qu'il existe différents moyens de produire des alcanes légers, dont la distillation et le craquage.
- Définir le procédé de craquage et l'expliquer (p. ex., procédé qui permet d'obtenir du carburant léger en partant des fractions lourdes pour lesquelles la demande est moins forte; procédé qui augmente la quantité d'alcènes : faire passer les hydrocarbures lourds (à l'état gazeux) sur un catalyseur à haute température, ce qui peut être fait en continu dans de grandes tours pour fractionner les longues chaînes d'alcènes en plus petites chaînes. Voir *Chimie Organique I* de Pierre Blondeau).
- Illustrer le procédé en partant de formules structurales (voir les équations ci-dessous).



Évaluation sommative

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

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à isoler les terpènes d'une variété d'agrumes et à vérifier leur polarité (voir «Chemistry with a peel», *The Science Teacher*, mai 1997, vol. 64, 5).
- Demander à l'élève de faire une recherche portant sur d'autres procédés permettant de fabriquer ou d'isoler les hydrocarbures (p. ex., reformage).
- Demander à l'élève de faire une enquête portant sur le concept d'isomères en l'invitant à trouver toutes les formules structurales possibles des composés C_4H_{10} , C_5H_{12} , etc.
- Inviter l'élève à faire une enquête portant sur la suie produite par la combustion des hydrocarbures (l'hydrogène se combine d'abord avec l'oxygène pour produire le carbone (suie). Le carbone se combine ensuite avec l'oxygène pour former le CO_2). **(PE)**
- Voir la nomenclature systématique des alcanes plus en détail (p. ex., alcanes ramifiés, alcènes ramifiés, cycloalcane, composés aromatiques communs).

Annexes

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

ACTIVITÉ 2.3 (SCH4C)

Recherche : applications et propriétés des produits organiques

Description

Durée : 150
minutes

Cette activité porte sur une recherche documentaire des propriétés physiques et chimiques d'un produit organique commun, de ses usages et de ses effets sur l'environnement. L'élève utilise une variété d'outils de recherche, de ressources matérielles et humaines pour mener son enquête et communique ses résultats en utilisant un format de présentation qu'elle ou il juge approprié.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.5 - 6

Domaine : Chimie organique

Attentes : SCH4C-C-A.1 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-C-Comp.4
SCH4C-C-Acq.1
SCH4C-C-Rap.1 - 3 - 4 - 5

Notes de planification

- Réserver le centre de ressources ou la salle d'ordinateurs pendant une ou deux périodes.
- Se procurer un logiciel de modélisation moléculaire (p.ex., *ChemSketch* du site (<http://www.acdlabs.com>) et le plugiciel VRML *Chimie26SP2* (<http://mdlchime.com>) Voir d'autres exemples de logiciels de modélisation moléculaire à la section *Médias électroniques* dans l'aperçu global de l'unité.
- Se familiariser avec le logiciel de modélisation moléculaire *ChemSketch* à l'aide de la **Fiche d'aide pour l'utilisation du logiciel ChemSketch** dans la section **Notes de planification** de l'activité 2.2.
- S'assurer de la disponibilité d'un projecteur multimédia pour faire la présentation du logiciel de modélisation moléculaire (p. ex., *Proxima* ou *Projecteur PC*).
- Se procurer divers échantillons de travaux de recherche d'élèves des années passées.
- Préparer une feuille de consignes pour réaliser le projet de recherche et une grille d'évaluation adaptée, et les photocopier.
- Préparer une liste de sites susceptibles d'aider l'élève à trouver de l'information (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).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève d'énumérer des produits organiques communs qu'elle ou il utilise dans la vie courante. **(ED)**
- Présenter la tâche d'évaluation sommative : effectuer une recherche portant sur les propriétés physiques et chimiques des produits organiques communs, leurs usages et effets sur l'environnement et présenter les résultats de sa recherche sur une affiche, une bande vidéo ou dans une présentation multimédia. **(T) (AM)**
- Si possible, montrer divers échantillons de travaux de recherche d'élèves d'une année précédente pour mieux faire comprendre le niveau de travail attendu. Demander à l'élève de trouver les points forts et les points à améliorer du travail.
- Montrer à l'élève la manière d'utiliser un logiciel spécialisé de modélisation de molécule (p. ex., *ChemSketch*). **(T)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

- Informer l'élève qu'il y aura deux périodes allouées à la recherche documentaire. Tout le reste du travail se fera à l'extérieur des heures de classe.
- Distribuer une feuille de consignes à l'élève pour la ou le guider dans son travail (voir ci-dessous).

Consignes

Description de la tâche

- Effectuer une recherche documentaire portant sur les propriétés physiques et chimiques des produits organiques communs, leurs usages et effets sur l'environnement et présenter les résultats de sa recherche sur une affiche, une bande vidéo ou dans une présentation multimédia.

Suggestions de produits organiques

- méthanol, éthanol, propanol, acétone, ester, butanone-2, acide salicylique, polymère, formaldéhyde, pesticide (DDT), agents de conservation, dioxine, fréon ou un ingrédient retrouvé sur l'étiquette d'un produit de consommation.

Suggestions de domaines ou de secteurs qui utilisent des produits organiques

- l'industrie pétrolière; la chimie de l'automobile; les savons, les crèmes et les produits cosmétiques; les produits pharmaceutiques; l'industrie agro-alimentaire; la conservation d'aliments; l'industrie des textiles; l'industrie des peintures; les fournitures de bureau, les encres, les stylos.

Description du projet

- Trouver les informations ci-dessous se rapportant à un produit organique domestique :
 - nom chimique du composé;
 - formule moléculaire et structurale du composé;
 - équation de la ou des réactions utilisées par les industries pour produire ce composé;
 - équation de la réaction de combustion de ce composé en partant des formules structurales;
 - propriétés physiques et chimiques des produits de combustion du composé;
 - dessin tridimensionnel annoté de la molécule tracé à l'aide d'un logiciel de modélisation moléculaire;
 - propriétés chimiques et physiques du composé;
 - avantages et inconvénients de la production et de l'utilisation de ce produit et de ses effets sur la qualité de vie : usage, dangers et mesures de sécurité, répercussions sur l'environnement, productions et coûts;
 - réflexion sur la question suivante : compte tenu des avantages et des inconvénients liés à la synthèse de ce composé organique, à ses utilités et à ses effets sur l'environnement, devrait-on arrêter, diminuer, maintenir ou augmenter sa production et son utilisation? Justifie ton opinion et propose des solutions pour éliminer les inconvénients liés à son utilisation ou à l'arrêt de sa production;
 - bibliographie des ouvrages utilisés.

Journal de bord

- Tenir à jour un journal de bord tout le long du projet dans lequel il faut décrire les tâches accomplies durant la période de travail, les succès, les problèmes rencontrés ainsi que les solutions adoptées pour surmonter ces difficultés.

Attentes visées

- Voir la grille d'évaluation adaptée.

Calendrier des réalisations

- Choix du composé organique : date limite _____.
- Articles et adresses de sites Internet liés au composé organique : date limite _____.

- Revoir les habiletés liées à l'utilisation des ressources spécialisées pour faire la recherche de l'information (p. ex., fiche signalétique, dictionnaire chimique, logiciel spécialisé). **(T)**
- Demander à l'élève de tenir à jour un journal de bord dans lequel elle ou il décrit sa démarche pour résoudre les problèmes qui surviennent pendant sa tâche. Lui fournir un gabarit pour inscrire ses observations ou ses commentaires journaliers. **(O)**
- Fournir à l'élève quelques pistes de réflexions pour l'aider dans le processus d'objectivation :
 - Quel problème est survenu pendant la période de travail?
 - Qu'as-tu fait pour le régler?
 - Dorénavant, que pourrais-tu faire pour régler ce problème plus efficacement?
 - Dorénavant, que pourrais-tu faire pour prévenir ce problème?
 - Es-tu satisfait ou satisfaite de la progression de ton travail?
 - Crois-tu être capable de respecter le calendrier des réalisations? Sinon, que feras-tu pour le rencontrer?

- Es-tu satisfait ou satisfaite de la qualité de ton travail? Si non, que pourrais-tu faire pour l'améliorer?
- Quelles sont les difficultés personnelles que tu as rencontrées durant tout ce projet? Si l'enseignant ou l'enseignante opte pour un travail d'équipe :
- Quels comportements les membres de l'équipe doivent-ils maintenir pour continuer de bien travailler en équipe?
- Quels comportements les membres de l'équipe doivent-ils tenter d'éliminer pour améliorer leur travail d'équipe? **(O)**
- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour réaliser l'activité.
- Offrir un soutien à l'élève pendant sa recherche, l'utilisation des logiciels spécialisés et l'élaboration du produit final. **(EF)**
- Demander à l'élève de présenter son projet devant le groupe-classe et accorder un niveau de rendement en se basant sur les descripteurs de la grille d'évaluation. **(ES)**

Évaluation sommative

- Évaluer le travail de recherche portant sur les applications et les propriétés des produits organiques en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des propriétés physiques et chimiques d'un produit organique commun;
 - démontrer une connaissance de la formule moléculaire et structurale de la molécule;
 - démontrer une connaissance des réactions de synthèse et de combustion d'un produit organique commun;
 - démontrer une connaissance des équations chimiques de synthèse et de combustion d'un produit organique commun;
 - Recherche
 - résoudre les problèmes liés à la collecte et à la compilation des données à l'occasion de la recherche documentaire;
 - organiser les données et les informations provenant de diverses sources d'informations;
 - résoudre les problèmes liés à l'utilisation des logiciels spécialisés;
 - expliquer la structure tridimensionnelle de la molécule du produit organique commun en partant d'un schéma tridimensionnel.
 - Communication
 - utiliser les symboles tels que les formules moléculaire et structurale pour représenter un composé organique commun;
 - illustrer, en partant de la formule structurale, la réaction de combustion d'un composé organique commun;
 - utiliser diverses formes de communication;
 - utiliser un logiciel de traitement de texte et un logiciel scientifique spécialisé.
- Rapprochement
 - argumenter pour ou contre la production et l'utilisation d'un produit organique commun;
 - évaluer l'impact sur l'environnement d'un composé organique commun;

- proposer des solutions concrètes à l'égard de problèmes liés à l'utilisation ou à l'élimination d'un produit organique commun.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève d'examiner en profondeur les réactions utilisées en industrie dans lequel intervient le composé organique commun choisi pour réaliser sa recherche. **(PE)**
- Suggérer à l'élève de construire un modèle tridimensionnel de la molécule du composé organique choisi en utilisant des balles de polystyrène.
- Inviter l'élève à explorer d'autres logiciels plus spécialisés pour modéliser les molécules. **(T)**

Annexes

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

ACTIVITÉ 2.4 (SCH4C)

Groupements fonctionnels

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur la classification, l'utilité et les propriétés particulières des molécules organiques à base d'halogènes et d'oxygène. L'élève classe et nomme les halogénures, les alcools, les cétones et les aldéhydes en plus d'observer et de comparer leurs propriétés physiques. De plus, elle ou il détermine, en laboratoire, leurs produits de combustion.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 3 - 4

Domaine : Chimie organique

Attentes : SCH4C-C-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-C-Comp.2 - 3 - 4
SCH4C-C-Acq.1 - 4 - 5

Notes de planification

- Préparer cinq burettes ou cinq flacons-laveurs étiquetés et remplis des solvants suivants : pentane, hexane, eau, acétone et alcool.
- Se procurer un bâton d'ébonite et un morceau d'une fourrure.
- Se procurer un becher à déchets dans lequel s'écouleront les différents solvants à l'occasion de la démonstration.
- Préparer et étiqueter des bouteilles contenant les alcools suivants : méthanol, éthanol, propanol-1, propanol-2 et butanol-1.
- Préparer une bouteille étiquetée *inconnu* contenant l'un des solvants utilisés ci-dessus.
- Préparer une feuille d'exercices de nomenclature portant sur les halogénures, les alcools, les cétones et les aldéhydes ainsi que son corrigé et les photocopier.
- Préparer des petites bouteilles hermétiques avec compte-gouttes de divers alcools (p. ex., méthanol, éthanol, propanol-1 et propanol-2).
- S'assurer de la disponibilité du matériel suivant : petites bouteilles de jus propres avec leur couvercle, papier cobalt, eau de chaux, compte-gouttes, éclisses de bois et allumettes.
- Ajouter ce site aux favoris :
http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/nomenclature.html.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

Première partie

- Présenter le concept de la polarité et faire une démonstration pour comparer la polarité de divers solvants en approchant un bâton d'ébonite chargé d'un mince filet de solvant tel que la pentane, l'hexane, l'eau, l'acétone et l'alcool s'écoulant d'un flacon-laveur.
- À la suite de la démonstration, demander à l'élève d'expliquer ses observations. **(ED)**
- Demander à l'élève de classer chacun des solvants utilisés selon sa polarité et écrire au tableau leur formule structurale.
- Amener l'élève à déduire que la différence de polarité entre les solvants est due à la présence de l'oxygène dans le composé.
- Informer l'élève que l'activité a pour but de classer, de nommer et d'étudier les propriétés physiques et chimiques des composés organiques contenant les halogènes (p. ex., halogénures) et d'autres composés organiques contenant de l'oxygène (p. ex., alcools, cétones et aldéhydes).

Deuxième partie

- Demander à l'élève de venir sentir un échantillon de chacun des alcools de la série des alcools (p. ex., méthanol, éthanol, propanol-1, propanol-2, butanol-1).
- Demander à l'élève de nommer l'échantillon inconnu.
- Écrire, au tableau, la formule de chacun des alcools et amener l'élève à constater :
 - que les alcools contiennent tous un groupement OH;
 - que l'odorat peut reconnaître différents types d'alcool (nombre de carbone et position du groupement OH).
- Informer l'élève que l'odorat et le goût ont été les premiers «instruments» d'analyse des hydrocarbures.
- Avertir l'élève qu'il est dangereux de goûter ou d'inhaler les produits inconnus.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Halogénures

- Présenter quelques exemples d'halogénures en écrivant, au tableau, leur nom systématique, leur formule et leur usage commun (voir **Tableau 2.4a**).

Tableau 2.4a : Exemples d'halogénures

Nom et formule moléculaire	Formule structurale	Usage
Bromométhane (CH ₃ Br)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{Br} \end{array}$	Pesticide, fumigation
Iodométhane (CH ₃ I)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{I} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Naturellement produit par les algues marines
Trichlorométhane (chloroforme)	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	Solvant organique, ininflammable, toxique, autrefois utilisé en anesthésie
Dichlorodifluorométhane ou fréon-12	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{F} \\ \\ \text{F} \end{array}$	Liquide ininflammable, réfrigérant, propulseur dans les vaporisateurs
Bromotrifluorométhane ou Halon-1301 (CF ₃ Br)	$\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{F}-\text{C}-\text{F} \\ \\ \text{F} \end{array}$	Agent pour éteindre les incendies dans les installations électriques
Bromochlorodifluorométhane ou Halon 1211 (CF ₂ ClBr)	$\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{F} \\ \\ \text{F} \end{array}$	Agent le plus efficace pour éteindre les incendies

- Définir *halogénures*.
- Présenter d'autres exemples de noms de composés ou de formules et demander à l'élève d'écrire la formule structurale. Corriger l'exercice au tableau. **(EF)**
- Écrire, au tableau, des formules moléculaires et demander à l'élève de nommer le composé. Corriger l'exercice au fur et à mesure. **(EF)**

Alcools

- Présenter des exemples d'alcools avec leur nom systématique, leurs formules moléculaire et structurale et leur usage commun (voir **Tableau 2.4b**).

Tableau 2.4b : Exemples d'alcools

Nom et formule moléculaire	Formule structurale	Usage
Méthanol (CH ₃ OH)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Production d'antigel, de colorants et de plastiques
Éthanol (C ₂ H ₅ OH)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Solvant pour certaines peintures et médicaments
Propanol-1 (C ₃ H ₇ OH)	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	Fabrication de liquides pour freins, solvant à laques
Propanol-2 (C ₃ H ₇ OH)	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	Solution antiseptique
Butanol-1 (C ₄ H ₉ OH)	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	Solvant pour nitro-cellulose, urée-formaldéhyde et médicaments
Butanol-2 (C ₄ H ₉ OH)	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	Fabrication de liquides pour freins
Éthanediol-1,2 (C ₂ H ₆ O ₂)	$\begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$	Fluides de dégivrage, antigel, production d'explosifs

Référence : *Principaux alcools* (<http://www.alyon.org/InfosTechniques/chimie/>) et *Le grand dictionnaire terminologique* (<http://www.granddictionnaire.com>) pour obtenir davantage d'informations sur les principaux alcools et leurs utilités).

- Définir *alcool*.
- Présenter d'autres exemples de noms de composés ou de formules et demander à l'élève d'écrire la formule structurale. Corriger l'exercice au tableau. **(EF)**
- Écrire, au tableau, des formules moléculaires et demander à l'élève de nommer le composé. Corriger l'exercice au fur et à mesure. **(EF)**

Combustion d'un alcool

- Demander à l'élève de prédire les produits de combustion d'un alcool et de proposer une démarche pour les déterminer. **(ED)**
- Confirmer auprès de l'élève que la marche à suivre est la même que celle suivie lors de la combustion des hydrocarbures, lui demander de la décrire et la corriger, au besoin. **(EF)**
 - Ajouter quelques gouttes d'un des alcools dans une petite bouteille de jus propre, fermer la bouteille et agiter.
 - Ouvrir la bouteille et tenter de faire réagir les vapeurs de l'alcool en utilisant une éclisse enflammée.
 - Placer un papier cobalt à l'embouchure de la bouteille et noter le changement de couleur.

- À la suite de la combustion, verser quelques millilitres d'eau de chaux, fermer la bouteille et agiter.
- Répéter la démarche en utilisant chacun des autres alcools.
- Demander à l'élève d'énoncer les mesures de sécurité à suivre et commenter ses réponses. **(EF)**
- Distribuer à l'élève des bouteilles avec compte-gouttes de divers alcools (p. ex., méthanol, éthanol, propanol-1, propanol-2) et lui demander de suivre la démarche proposée.
- À la suite de l'expérience, demander à l'élève de résumer ses observations et ses déductions quant aux produits de combustion des alcools. Corriger les réponses de l'élève. **(EF)**
- Demander à l'élève d'écrire l'équation équilibrée de la combustion de l'alcool, la corriger au tableau et l'inviter à consigner les résultats de l'expérience dans son cahier de notes. **(EF)**
- Demander à l'élève d'illustrer, en partant des formules structurales appropriées, la réaction de combustion et corriger au tableau les illustrations proposées par l'élève. **(EF)**

Cétones et aldéhydes

- Présenter le groupe des cétones en écrivant leur nom systématique, leur formule structurale et leur usage commun (voir **Tableau 2.4c**).

Tableau 2.4c : Exemples de cétones

Nom	Formule	Usage
Propanone (acétone)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	Diluant de vernis à ongles et de peintures à l'huile
Butanone	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	Liquide incolore à odeur d'acétone Dissolvant, résine synthétique, vernis pour cuirs

- Définir *cétone* et présenter d'autres exemples de noms de composés ou de formules et demander à l'élève d'écrire la formule structurale. Corriger l'exercice au tableau. **(EF)**
- Écrire, au tableau, des formules moléculaires et demander à l'élève de nommer le composé. Corriger l'exercice au fur et à mesure. **(EF)**
- Présenter des exemples d'aldéhydes en employant leur nom systématique, leurs formules moléculaire et structurale et leur usage commun (voir **Tableau 2.4d**).

Tableau 2.4d : Exemples d'aldéhydes

Nom	Formule moléculaire	Formule structurale	Usage
Méthanal	CH ₂ O	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	Agent de conservation pour les spécimens biologiques
Éthanal	CH ₃ CHO	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	Intermédiaire dans la production de vinaigre

- Définir *aldéhydes* et présenter d'autres exemples de noms de composés ou de formules et demander à l'élève d'écrire la formule structurale. Corriger l'exercice au tableau. **(EF)**
- Écrire, au tableau, des formules moléculaires et demander à l'élève de nommer le composé. Corriger l'exercice au fur et à mesure. **(EF)**
- Assigner des exercices de nomenclature portant sur les halogénures, les alcools, les cétones et les aldéhydes, et les corriger. **(EF)**
- Inviter l'élève à visiter des sites Internet de nomenclature de chimie organique pour trouver des formules structurales de nouveaux composés; lui demander d'écrire la formule structurale de la molécule au tableau et demander à la classe de nommer le composé. Corriger les réponses (p. ex., *Université de Moncton, Campus d'Edmunston-Nomenclature organique* http://cma.cuslm.ca/YVolpe/HyperCard_Chimie/nomenclature.html). **(T) (EF)**

Odorat et solubilité dans divers solvants

- Demander à l'élève de faire un tableau d'observations tel que celui du **Tableau 2.4e**.

Tableau 2.4e : Solubilité dans divers solvants

		Solubilité dans l'eau		Solubilité dans l'acétane ou l'hexane	
Substance	Odeur	Prédite	Observée	Prédite	Observée
Hexane					
Éthanol					
...					

- Montrer à l'élève divers échantillons de composés organiques, lui demander de les sentir et de décrire leur odeur (p. ex., hexane, paradichlorobenzène, éthanol, acétone, sucre, acide citrique, acide acétique, glycérol, térébenthine, naphtalène, camphre, acide ascorbique).
- Demander à l'élève de prédire la solubilité de chaque substance dans l'eau et dans l'acétane ou l'hexane en suivant les consignes suivantes :
 - ajouter quelques gouttes ou quelques cristaux de l'échantillon dans une éprouvette contenant 1 ml d'eau et dans une éprouvette contenant 1 ml d'acétane ou d'hexane;
 - boucher les éprouvettes en utilisant un bouchon, agiter et noter ses observations.

- Demander à l'élève de comparer ses prédictions avec ses observations et de comparer ses résultats avec ceux d'un ou d'une autre élève. **(O)**
- Demander à un ou à une élève volontaire de présenter ses observations au groupe-classe, discuter, corriger et préciser au besoin les observations de l'élève. **(EF)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** de l'activité 2.5

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de trouver la raison qui expliquerait l'absence de production de fumée noire pendant la combustion des alcools (À la première étape de la combustion, l'hydrogène se combine avec l'oxygène pour libérer le carbone. Le carbone se combine ensuite avec l'oxygène de la molécule d'alcool pour former le gaz carbonique. C'est la raison pour laquelle il n'y a aucune fumée noire.).
- Demander à l'élève de vérifier l'efficacité de divers solvants organiques pour séparer des pigments de l'encre de crayons-feutres selon la méthode de chromatographie.
- Demander à l'élève de brûler différentes huiles telles que les huiles de maïs, de lin ou d'olive à l'aide d'un brûleur à alcool vide et d'observer la flamme dégagée.
- Effectuer une visite à une caserne de pompiers pour assister à une présentation portant sur les sortes de feux de composés organiques et les moyens de les éteindre. **(PE)**

Annexes

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

ACTIVITÉ 2.5 (SCH4C)

Réactions chimiques

Description

Durée : 375
minutes

Cette activité porte sur les réactions de condensation et d'addition ainsi que sur divers groupements fonctionnels y intervenant dont les acides carboxyliques, les alcools, les amines et les alcènes. L'élève classe, nomme et donne les formules moléculaire et structurale des acides carboxyliques, des esters, des amines et des amides en plus d'expliquer l'importance de ces composés dans la vie courante. De plus, elle ou il synthétise, en laboratoire, un polymère de condensation.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 3 - 4 - 7

Domaines : Matière et analyse qualitative, Chimie organique

Attentes : SCH4C-M-A.1
SCH4C-C-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-M-Comp.1
SCH4C-C-Comp.2 - 3 - 4
SCH4C-C-Acq.1 - 6

Notes de planification

- Préparer l'évaluation sommative et la photocopier.
- Se procurer des échantillons de nylon, de polyester (polymères de condensation), de protéines (blanc d'oeuf cuit), de fibres cellulosiques (cellulose) et un bonbon aromatisé au thé des bois (p. ex., Certs).
- Consulter des sites Internet pour obtenir des suggestions de démarches variées portant sur la synthèse du Slime ou du Silly Putty (p. ex., *Réticulation d'un polymère en gel : le slime* : <http://www.univ-pau.fr/~darrigan/chimie/exp21.html>)
- Se procurer les matériaux ci-dessous pour réaliser la démonstration de la synthèse du Silly Putty : solution de colle blanche 55 %; solution de Borax 4 %; verre en plastique transparent; sac en plastique Ziploc; colorant alimentaire.
- Préparer une feuille d'exercices de nomenclature portant sur les esters et les acides carboxyliques ainsi qu'un transparent du corrigé et les photocopier.
- Préparer une feuille de nomenclature portant sur les acides carboxyliques, les esters, les amines et les amides ainsi qu'un transparent du corrigé, et les photocopier.
- Consulter *Le grand dictionnaire terminologique* (<http://www.granddictionnaire.com>) pour trouver des exemples d'usages communs de divers esters, acides carboxyliques, amines et amides.

- Préparer une feuille d'activités pour réaliser l'expérience sur la synthèse d'un ester (voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 11 ou visiter *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 ci-dessous pour réaliser l'expérience portant sur la synthèse d'un ester : bouteille d'acide sulfurique concentré munie d'un compte-gouttes, éprouvettes, plaque chauffante, becher de 400 ml (bain-marie), acide salicylique en poudre et méthanol.
- Préparer une feuille d'activités pour réaliser l'expérience portant sur la synthèse du nylon. (Voir *Synthèse détaillée du nylon 6-10* (http://www.ping.be/at_home/nylon.htm) sur le site Web de *Classe de Science@home* ou *Chimie : Atomes et molécules - Manuel de laboratoire*, LAB1.6, p. 13). Il est possible de substituer du diluant à peinture au TTE.
- Rechercher les fiches signalétiques des réactifs utilisés pour réaliser l'expérience sur la synthèse du nylon (p. ex., chlorure de sébacyle, diamino-1,6 hexane) et les photocopier.
- Se procurer le matériel ci-après pour réaliser l'expérience sur la synthèse du nylon : solution de chlorure de sébacyle (dissoudre 1 ml de chlorure de sébacyle dans 25 ml de diluant à peinture), solution basique de diamino-1,6 hexane (1 g de diamino-1,6 hexane/1 g NaOH/25 ml d'eau), fil de métal ou pincette, vase d'évaporation, cylindre gradué.
- Préparer un tableau de divers monomères, leurs polymères respectifs et leurs applications, et les photocopier.
- S'assurer de la disponibilité des modèles moléculaires à distribuer à chaque équipe de deux.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter à l'élève divers échantillons de polymères de condensation (p. ex., nylon, polyester, blanc d'oeuf cuit (protéine), sucre (cellulose) et thé des bois (ester de saveur).
- Donner un exemple d'un polymère de condensation couramment synthétisé à la maison (p. ex., l'épaississement d'une sauce en ajoutant de la fécule de maïs est causé par la formation d'un polymère de condensation).
- Demander à l'élève d'expliquer ce qu'est un polymère. **(ED)**
- Montrer à l'élève un modèle moléculaire d'une longue chaîne d'unités (p. ex., utiliser des blocs Lego ou d'autres jouets de construction) et expliquer la ressemblance avec un polymère (p. ex., le nylon est une longue molécule formée d'unités répétitives).
- Informer l'élève que toutes ces substances sont des polymères formés par une réaction de synthèse du type condensation.
- Synthétiser, en laboratoire, le polymère de condensation Slime ou Silly Putty.
- Expliquer à l'élève que, pour bien comprendre la synthèse d'un polymère et des essences naturelles, on doit se familiariser avec d'autres groupements fonctionnels dont les acides carboxyliques, les esters, les amines et les amides.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Acides carboxyliques

- Présenter des exemples d'acides carboxyliques avec leur nom, leur formule structurale et quelques usages communs (voir **Tableau 2.5a**).

Tableau 2.5a : Exemples d'acides carboxyliques

Nom	Formule structurale	Usage
acide méthanoïque	$\text{H}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{matrix}$	Piqûre de fourmis, d'abeille, synthèse d'essence naturelle (p. ex., rhum)
acide éthanoïque	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{matrix}$	Vinaigre, synthèse des essences naturelles (p. ex., ananas)
acide propanoïque	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{matrix}$	Synthèse d'essence naturelle (p. ex., fruité)
acide butanoïque	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{matrix}$	Forte odeur rance, synthèse d'essence naturelle (p. ex., pommes)

- Présenter quelques exemples de noms de composés ou de formules, demander à l'élève d'écrire leur structure et corriger les exemples au tableau. **(EF)**

Esters

- Présenter des exemples d'esters avec leur nom, leur formule structurale et leur odeur caractéristique.

Tableau 2.5b : Exemples d'esters

Ester	Formule structurale	Odeur
Méthanoate d'éthyle ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$)	$\text{H}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{matrix}$	Rhum
Butanoate de méthyle ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$)	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{matrix}$	Pomme
Propanoate de propyle ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$)	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{O}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3 \end{matrix}$	Ananas
Octanoate de méthyle ($\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}_2$)	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{matrix}$	Orange

- Présenter quelques exemples de noms de composés d'esters ou de formules, demander à l'élève d'écrire la structure et corriger les exemples au tableau. **(EF)**
- Distribuer une feuille d'exercices de nomenclature des acides carboxyliques et des esters.

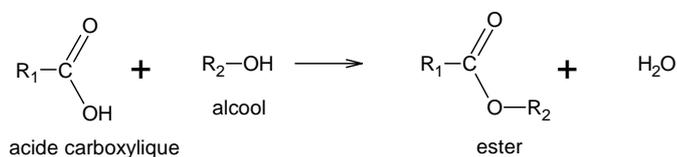
- Demander à l'élève de faire les exercices et de comparer ses réponses avec celles d'un ou d'une autre élève. **(O)**
- Corriger les exercices de nomenclature au tableau. **(EF)**

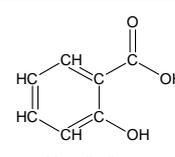
Synthèse des esters

- Présenter un ester tel que l'éthanoate de méthyle en écrivant sa formule structurale au tableau, et informer l'élève que l'ester a été produit par la réaction de condensation.
- Demander à l'élève de prédire les deux réactifs utilisés en l'informant que l'eau a également été produite par la réaction (méthanol et acide éthanoïque).
- Demander à l'élève d'illustrer, en partant de formules structurales appropriées, la réaction entre le méthanol et l'acide éthanoïque. Commenter, préciser et corriger les suggestions de l'élève. **(EF)**
- Présenter un autre ester tel que l'éthanoate de propyle et demander à l'élève de prédire les réactifs utilisés et d'écrire l'équation. Corriger, commenter et préciser les réponses de l'élève. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire une induction quant à la synthèse des esters (tout ester est formé par la réaction d'un acide carboxylique et d'un alcool).
- Expliquer à l'élève qu'il est possible de représenter cet énoncé dans une équation chimique générale et écrire l'équation ci-dessous au tableau.

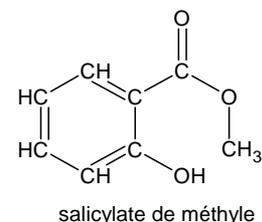
Synthèse d'un ester

- Expliquer à l'élève le but de l'expérience : synthétiser un ester et découvrir son essence naturelle par l'odorat.
- Présenter à l'élève l'acide salicylique et le méthanol en écrivant, au tableau, leurs formules structurales.



 <p>acide salicylique</p>	$\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$ méthanol
--	--

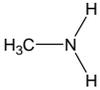
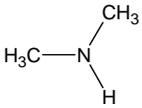
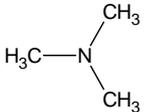
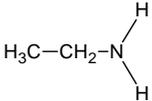
- Demander à l'élève de prédire la formule structurale de l'ester formé et la corriger (voir la formule structurale du salicylate de méthyle). **(EF)**
- Remettre à l'élève une feuille de consignes décrivant la marche à suivre pour synthétiser du salicylate de méthyle en partant de l'acide salicylique et du méthanol. Voir *Chimie, atomes et molécules*, p. 11 ou visiter la page *Cahier de laboratoire-Synthèse d'arômes (réactions d'estérification)* (http://www.ping.be/at_home/esterification.htm) du site *Classe de Sciences@home*.
- Demander à l'élève de nommer l'arôme caractéristique du salicylate de méthyle.



Amines

- Présenter des exemples d'amines avec leur nom, leur formule structurale et leur usage commun.

Tableau 2.5c : Exemples d'amines

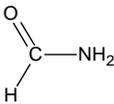
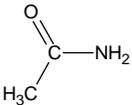
Amines	Formule structurale	Usage
Méthylamine		Gaz incolore, odeur d'ammoniac, utilisé comme fongicide
Diméthylamine		Odeur prononcée, utilisé pour épiler des peaux de tannerie
Triméthylamine		Gaz à odeur de hareng, utilisé comme désinfectant
Éthylamine		Gaz à odeur ammoniacale, utilisé pour raffiner le pétrole

- Présenter quelques exemples de noms de composés ou de formules et demander à l'élève d'écrire la structure. Corriger les exemples au tableau. **(EF)**

Amides

- Présenter des exemples d'amides avec leur nom, leur formule et leur usage (voir **Tableau 2.5d**).

Tableau 2.5d : Exemples d'amides

Amides	Formules structurales	Usage
Méthanamide		Solvant pour corps minéraux, synthèse de polymères
Étanamide		Cristaux blancs, odeur de souris, synthèse de polymères

- Présenter quelques exemples de noms de composés d'amides ou de formules et demander à l'élève d'écrire la formule structurale. Corriger la formule au tableau. **(EF)**
- Distribuer une feuille d'exercices de nomenclature des acides carboxyliques, des esters, des amines et des amides.

- Demander à l'élève de faire les exercices et de comparer ses réponses avec un ou une autre élève. **(O)**
- Corriger les exercices de nomenclature au tableau. **(EF)**

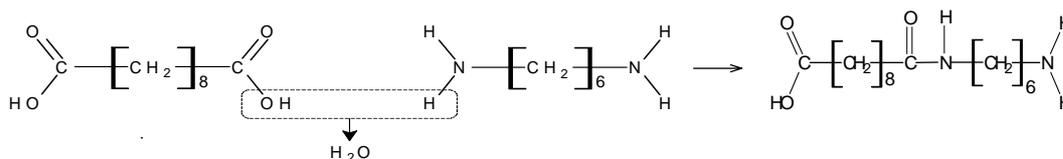
Synthèse des amides

- Présenter un amide tel que l'éthanamide et informer l'élève que les amides sont également synthétisés par une réaction de condensation.
- Demander à l'élève de prédire une autre substance formée par une réaction de condensation (eau). **(ED)**
- Demander à l'élève de prédire les deux réactifs utilisés pour faire la synthèse de l'éthanamide et d'illustrer, en partant de formules structurales appropriées, la réaction entre l'acide éthanoïque et l'amine. Commenter, préciser et corriger la suggestion de l'élève. **(EF)**
- Présenter un autre amide tel que le propanamide et demander à l'élève de prédire les réactifs utilisés et d'écrire l'équation. Corriger, commenter et préciser la réponse de l'élève. **(EF)**

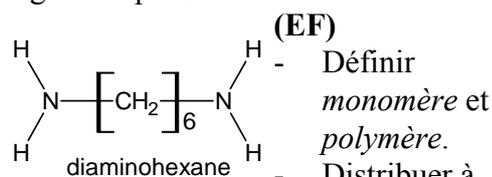
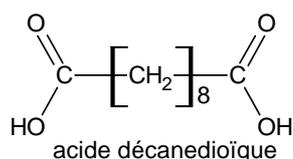
Polymérisation par condensation - Synthèse du nylon

- Présenter les deux réactifs utilisés pour faire la synthèse du nylon en écrivant au tableau leur formule structurale (voir formules structurales).

- Demander à l'élève de prédire les produits formés par la réaction entre ces deux réactifs et expliquer la formation de la molécule d'eau en partant des formules structurales ci-dessus.



- Demander à l'élève de prédire la formule structurale de la molécule formée en faisant réagir la molécule ci-dessus avec une autre molécule d'acide décanedioïque, puis une autre molécule de diamine, et ainsi de suite. Corriger la réponse de l'élève au tableau. **(EF)**



- Définir monomère et polymère.
- Distribuer à l'élève une feuille de consignes à suivre pour faire la synthèse du nylon, ainsi que

les fiches
signalétiques des
produits utilisés
(voir **Notes de
planification**).

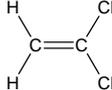
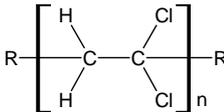
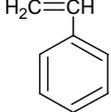
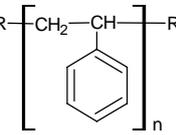
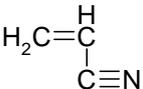
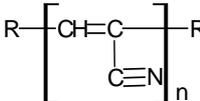
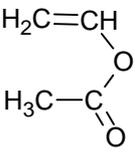
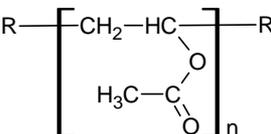
- Demander à l'élève de consulter les fiches signalétiques et d'énoncer les mesures de sécurité à suivre à l'occasion de cette activité.
- Inviter l'élève à synthétiser du nylon en suivant les consignes et les règles de sécurité.

Polymères d'addition

- Informer l'élève qu'il existe un deuxième type de polymérisation appelé *polymérisation d'addition*.
- Montrer l'assemblage de deux monomères simples à l'occasion d'une polymérisation d'addition (p. ex., deux molécules d'éthylène) en partant de modèles moléculaires.
- Demander à l'élève d'illustrer, en partant des formules structurales de deux molécules d'éthylène, la réaction montrée par les modèles moléculaires. Corriger au tableau. (EF)
- Demander à l'élève de différencier la polymérisation par condensation de la polymérisation d'addition. Corriger la réponse. (EF)
- Distribuer à l'élève un tableau de divers monomères, leurs polymères respectifs et leurs applications (voir **Tableau 2.5e**).

Tableau 2.5e : Monomères, polymères respectifs et applications

Nom et formule du monomère	Nom et formule du polymère	Applications
Éthylène $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	Polyéthylène $\text{R}-\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n-\text{R}$	Plastique pour sacs, tuyaux, films, jouets
Tétrafluoroéthylène $\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ & \diagdown \quad / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / \quad \diagdown \\ \text{F} & \text{F} \end{array}$	Polytétrafluoroéthylène	Téflon (recouvrement des ustensiles de cuisine et médecine)
Chlorure de vinyle $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{Cl}$	Polychlorure de vinyle $\text{R}-\left[\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n-\text{R}$	Tuyaux et recouvrements de planchers
Propylène $\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{H}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}$	Polypropylène $\text{R}-\left[\text{CH}_2-\underset{\text{H}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \right]_n-\text{R}$	Articles ménagers, emballages, mobiliers de jardins
Méthacrylate de méthyle $\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{O}=\text{COCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}$	Méthacrylate de polyméthyle $\text{R}-\left[\text{CH}_2-\underset{\text{O}=\text{COCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \right]_n-\text{R}$	Matériaux remplaçant le verre, plexiglas, hublot

Dichloro-1,1 éthène		Chlorure de polyvinylidène		Emballage pour les aliments
Styrène		Polystyrène		Panneaux isolants
Acrylonitrile		Polyacrylonitrile		Fibres acryliques
Acétate de vinyle		Polyacétate de vinyle		Pellicules transparentes, colles et peintures

(Références : Consulter le site <http://www.alyon.org/InfosTechniques/chimie/> et choisir **Principales matières plastiques** pour découvrir d'autres exemples de plastiques et d'utilités.)

- Distribuer à l'élève les modèles moléculaires et lui demander de représenter, à l'aide de ceux-ci, la formation d'un polymère en partant de trois monomères simples (p. ex., utiliser les monomères dichloro-1,1 éthylène, tétrafluoroéthylène, chlorure de vinyle, propylène, méthacrylate de méthyle).
- Demander à l'élève d'illustrer, en partant de formules structurales, chacune des réactions de polymérisation représentée par les modèles.
- Demander à l'élève de montrer au groupe-classe le modèle moléculaire du polymère formé et d'illustrer au tableau la réaction en partant des formules structurales. Corriger l'exercice. **(EF)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée d'une épreuve portant sur les situations d'explorations 2.4 et 2.5, et l'expliquer.
- Évaluer les connaissances acquises sur les structures de Lewis, les liens covalents, les groupements fonctionnels, les propriétés et les applications des substances, certaines réactions chimiques (craquage, polymérisation d'addition, condensation) et les méthodes de séparation (distillation).
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des groupements fonctionnels et de leurs propriétés;
 - démontrer une compréhension des réactions de condensation et d'addition.
 - Recherche

- illustrer la formation des liaisons covalentes en partant de la structure de Lewis;
- illustrer des réactions organiques en partant des formules structurales;
- appliquer les procédés techniques appropriés à l'occasion de la combustion d'alcool et de la vérification de la solubilité de substances dans l'eau et dans l'éther.
- Communication
 - utiliser la terminologie appropriée à la chimie organique.
- Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre les molécules organiques à base d'halogène et d'oxygène et leurs usages dans divers domaines. **(PE)**
 - évaluer l'impact des esters, des amines et des amides dans la vie quotidienne et sur l'environnement.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Montrer à l'élève la manière de fabriquer du savon (hydrolyse - inversion de la condensation).
- Inviter l'élève à synthétiser une variété d'esters en faisant réagir diverses combinaisons d'alcools et d'acides carboxyliques.
- Suggérer à l'élève de rechercher dans Internet d'autres usages des polymères vus en classe. **(T)**

Annexes

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

Annexe SCH4C 2.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Réactions chimiques

Grille d'évaluation adaptée - Réactions chimiques

Annexe SCH4C 2.5.1

<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 groupements fonctionnels et de leurs propriétés. - démontre une compréhension des réactions de condensation et d'addition.	L'élève démontre une connaissance et une compréhension limitées des concepts.	L'élève démontre une connaissance et une compréhension partielles des concepts.	L'élève démontre une connaissance et une compréhension générales des concepts.	L'élève démontre une connaissance et une compréhension approfondies des concepts.
Recherche				
L'élève : - illustre la formation des liaisons covalentes en partant de la structure de Lewis. - illustre des réactions organiques en partant de formules structurales. - applique les procédés techniques appropriés à l'occasion de la combustion d'alcool et de la vérification de la solubilité de substances dans l'eau et dans l'éther.	L'élève applique un nombre limité des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche et applique les habiletés et les procédés techniques avec une compétence limitée .	L'élève applique certaines des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche 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 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 et applique les habiletés et les procédés techniques avec une très grande compétence .
Communication				
L'élève : - utilise la terminologie appropriée à la chimie organique.	L'élève utilise la terminologie avec peu d'exactitude et une efficacité limitée .	L'élève utilise la terminologie avec une certaine exactitude et efficacité .	L'élève utilise la terminologie avec une grande exactitude et efficacité .	L'élève utilise la terminologie avec une très grande exactitude et efficacité .

Rapprochements

L'élève :
- démontre une compréhension des rapprochements entre les molécules organiques à base d'halogène et d'oxygène et leurs usages dans divers domaines.
- évalue l'impact des esters, des amines et des amides dans la vie quotidienne et sur 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 (SCH4C)

Électrochimie

Description

Durée : 20 heures

Cette unité porte sur les processus chimiques des piles galvaniques, des piles électrochimiques et des cellules électrolytiques, ainsi que sur la corrosion et les applications industrielles de l'électrochimie. L'élève établit l'échelle de réactivité de certains métaux, fabrique et compare des piles et des cellules électrolytiques, enquête sur les facteurs influençant la vitesse de corrosion et souligne les retombées environnementales découlant des processus électrochimiques industriels. Enfin, elle ou il explore les emplois liés à l'électrochimie.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7 - 8 - 10

Domaines : Matière et analyse qualitative, Électrochimie

Attentes : SCH4C-M-A.1
SCH4C-E-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-M-Comp.1
SCH4C-E-Comp.1 - 2 - 3
SCH4C-E-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8
SCH4C-E-Rap.1 - 2 - 3 - 4

Titres des activités

Durée

Activité 3.1 : Pile galvanique	300 minutes
Activité 3.2 : Échelle de réactivité et spontanéité d'une réaction	150 minutes
Activité 3.3 : Pile électrochimique	225 minutes
Activité 3.4 : Corrosion	225 minutes
Activité 3.5 : Applications de l'électrochimie	300 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 de sciences ainsi qu'au respect des éléments suivants :

- Manipuler le magnésium avec soin, le tenir éloigné des flammes puisqu'il est très inflammable.
- Consulter la section **Sécurité** de l'unité 1 de cette esquisse.

Ressources

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

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

SMOOT, Robert C., Richard SMITH et Jack PRICE, *La chimie une approche moderne*, Montréal, Éditions de la Chenelière, 1991, 573 p. *

TAILLEFER, Jacques, *Chimie en laboratoire*, Ottawa, CFORP, 1991, 154 p. *

THIBAUT, Marc, *Chimie - théorie et problèmes, Tome 2*, Sainte-Foy, Éditions du 24 juillet, 1976, 248 p.

ZUMDAHL, Steven S., *CHIMIE : Chimie des solutions*, Montréal, CEC, 1988, 381 p. *

Médias électroniques

Alumine et produits chimiques. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.alcan.com/markets.nsf/topics-F/matieres>

Cégep Saint-Laurent - Les piles électrochimiques. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/piles.ht>

Classe de science@home. (consulté le 24 juillet 2001)

http://www.ping.be/at_home/pile.htm

Classe de science@home - La pile Daniell (animation flash). (consulté le 24 juillet 2001)

http://www.ping.be/at_home/pileflash.htm

Corrosion. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://perso.infonie.fr/monjuju/corrosion.htm>

Électrochimie. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://perso.infonie.fr/monjuju/electrochimie.htm>

Piles et accumulateurs. (consulté le 24 juillet 2001)

http://perso.infonie.fr/monjuju/piles_et_accumulateurs.htm

ACTIVITÉ 3.1 (SCH4C)

Pile galvanique

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur les piles galvaniques. L'élève fabrique des piles galvaniques, mesure leur tension, détermine expérimentalement les composantes essentielles au bon fonctionnement de la pile et utilise ses données expérimentales pour établir une série d'activités de différents métaux. De plus, elle ou il établit un lien entre la pile galvanique et la pile sèche.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 7

Domaines : Matière et analyse qualitative, Électrochimie

Attentes : SCH4C-M-A.1
SCH4C-E-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-M-Comp.1
SCH4C-E-Comp.1
SCH4C-E-Acq.1 - 2 - 3 - 4

Notes de planification

- Pour réaliser la démonstration portant sur la chaleur, se procurer une petite bouteille d'acide sulfurique concentré et un agitateur en pyrex, et préparer un mélange de sucre granulé et de chlorate de potassium : écraser, dans un mortier, environ 1 g de sucre granulé; ajouter 1 g de chlorate de potassium et bien mélanger;
- Pour réaliser la démonstration de chimioluminescence, préparer une solution de luminol basique en suivant les consignes suivantes :
 - Ajouter 2 g de NaOH à 500 ml d'eau pour former une solution de NaOH à 0,1 M.
 - Dissoudre 0,23 g de luminol dans 500 ml de la solution de NaOH à 0,1 M.
- Préparer 100 ml de la solution d'eau de javel en diluant, dans un rapport de 1:10, l'eau de javel concentré avec l'eau du robinet («Chemiluminescence : The Firefly Reaction» dans *Chemical Demonstrations - A Sourcebook for Teachers, Volume 1, 2nd ed.*, p. 69).
- Pour réaliser la démonstration d'énergie électrique, se procurer un citron frais, une lame de cuivre, une lame de zinc, un galvanomètre et des fils conducteurs. Nettoyer les lames en les frottant avec une laine d'acier.
- Pour réaliser l'expérience portant sur l'importance de l'électrolyte, préparer 1 L d'acide chlorhydrique à 0,1 M ou autre acide au choix (voir les suggestions dans le tableau 3.1).

Tableau 3.1a : Préparation de divers acides de concentration de 0,1 M

Acide	Masse molaire (g/mol)	Molarité de l'acide concentré (M)	Quantité nécessaire pour préparer 1 L de solution à 0,1 M
Acide acétique	60,1	17,4	5,8 ml
Acide chlorhydrique	37,2	12,1	8,3 ml
Acide nitrique	63	15,9	6,3 ml
Acide phosphorique	98	14,8	6,8 ml
Acide sulfurique	98,1	18	5,6 ml
Acide citrique	192	-	19,2 g
Acide lactique	90	-	9,0 g
Acide benzoïque	122	-	12,2 g
Acide oxalique	90	-	9,0 g

- Préparer 1 L des solutions suivantes : solution de NaCl à 0,1 M, eau savonneuse, solution de NaNO_3 à 0,1 M, solution de CaCl_2 à 0,1 M.
- Se procurer 1 L des liquides suivants : éthanol, hexane, diluant à peinture et huile végétale.
- Se procurer cinq à six pommes, pommes de terre et concombres.
- Pour chaque équipe, se procurer un voltmètre, deux fils conducteurs, une lame de cuivre, une lame de zinc, deux pinces alligators, quatre ou cinq bechers de 400 ml et une laine d'acier.
- Pour réaliser l'expérience sur l'effet de la nature de l'électrode, se procurer, pour chaque équipe, une lame de chacun des matériaux suivant : zinc, vinyle, cuivre, aluminium, magnésium et étain, ainsi que le matériel suivant : voltmètre, deux fils conducteurs, deux pinces alligators, laine d'acier, becher de 400 ml et environ 200 ml de solution de NaCl à 0,1 M.
- Pour réaliser la démonstration de la perte de masse de l'anode dans une pile, se procurer un becher de 400 ml, un voltmètre, deux fils conducteurs, deux pinces alligators, une lame de cuivre, une lame d'aluminium, une balance électronique, une éprouvette et une laine d'acier. Préparer 250 ml de solution de NaCl à 0,1 M. et 100 ml de solution de Na_2CO_3 à 0,1 M.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Informer l'élève que les réactions chimiques impliquent toujours un dégagement ou une absorption d'énergie.
- Demander à l'élève d'énumérer les différentes formes d'énergies possibles intervenant dans les réactions chimiques. **(ED)**

- Montrer des formes d'énergies dans des démonstrations et demander à l'élève de les nommer.
 - **Énergie thermique** : en utilisant un agitateur, ajouter une goutte d'acide sulfurique concentré à une petite quantité d'un mélange de sucre granulé et de chlorate de potassium (attention : production spontanée d'une flamme vive).
 - **Énergie potentielle chimique** : éteindre les lumières, puis activer un bâton luminescent ou mélanger une solution basique de luminol avec une solution d'eau de javel.
 - **Énergie potentielle électrique** : entailler un citron à deux endroits distincts, et y insérer profondément une lame de cuivre et une lame de zinc. Brancher les deux lames à un galvanomètre.
- Informer l'élève que l'unité porte sur l'étude des processus chimiques qui impliquent l'énergie électrique, ainsi que sur l'importance de ces processus dans la vie courante et les industries.
- Informer l'élève que le but de cette activité consiste à déterminer les composantes essentielles au bon fonctionnement de toute pile électrochimique.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Pile voltaïque et voltmètre

- Construire, devant les élèves, une pile Zn/Cu en plaçant une lame de zinc et une lame de cuivre dans un becher contenant un électrolyte (p. ex., acide chlorhydrique à 0,1 M).
- Brancher la pile à un voltmètre en reliant l'électrode de zinc à la borne négative et l'électrode de cuivre à la borne positive.
- Demander à l'élève de noter ses observations (l'aiguille du voltmètre bouge vers la droite et montre une différence de potentiel positive).
- Expliquer à l'élève que toute pile comprend un déplacement de charges électriques et préciser que tout déplacement de charges électriques comprend un déplacement de particules possédant une charge électrique puisque la charge est une propriété propre à une particule (p. ex., électrons, ions, protons).
- Demander à l'élève de nommer les particules électriques qui se déplacent dans le fil. **(ED)**
- Inverser les connections et demander à l'élève de décrire ses observations (l'aiguille du voltmètre s'incline dans le sens opposé).
- Demander à l'élève d'expliquer ses observations (p. ex., le voltmètre est sensible au sens d'écoulement des électrons). Commenter l'explication de l'élève.
- Expliquer à l'élève la façon d'utiliser le voltmètre pour déterminer le sens de l'écoulement des électrons dans le fil (p. ex., dans la situation où la différence de potentiel affichée par le voltmètre est positive, la borne négative du voltmètre est branchée à l'électrode qui envoie ses électrons dans le fil alors que la borne positive est branchée à l'électrode qui reçoit les électrons du fil).
- Dans la pile Zn/Cu, demander à l'élève de déterminer l'électrode qui donne ses électrons et celle qui reçoit les électrons (le zinc donne ses électrons au cuivre par l'entremise du fil).
- Demander à l'élève d'expliquer les réglages que nécessite le voltmètre (p. ex., choix d'une échelle appropriée). **(ED)**
- Dans le cas où un voltmètre analogue est utilisé plutôt qu'un voltmètre numérique, demander à l'élève d'expliquer la façon de lire la différence de potentiel quant à chacune des échelles. Corriger la réponse et expliquer au besoin. **(EF)**
- Demander à un ou à une élève volontaire de lire la tension de la pile Zn/Cu et corriger sa réponse.

Expérience sur l'importance de l'électrolyte

- Demander à l'élève de définir *conductivité électrique* d'un liquide et de proposer une façon de vérifier si un liquide conduit bien l'électricité. **(ED)**
- Discuter des suggestions de l'élève et, au besoin, suggérer l'utilisation d'un conductivimètre, et en montrer le fonctionnement.
- Soumettre à l'élève une liste de liquides et de substances (p. ex., acide chlorhydrique dilué à 0,1 M, NaCl solide, solution de NaCl à 0,1 M, eau du robinet, eau et savon, éthanol, hexane, diluant à peinture, huile, quelques solutions à 0,1 M variées de sels, trois ou quatre fruits ou légumes) et énoncer le problème qu'elle ou il doit résoudre : vérifier si la conductivité électrique du liquide utilisé dans la pile influence son fonctionnement.
- Regrouper les élèves en équipes de deux et demander à chacune de proposer une démarche expérimentale pour résoudre ce problème en laboratoire.
- Discuter des démarches proposées par l'élève en invitant les autres élèves à les commenter. **(EF)**
- Demander à l'élève d'énoncer les mesures de sécurité à suivre (p. ex., porter des lunettes de sécurité, éviter tout contact des substances chimiques avec la peau). Commenter et préciser les réponses. **(EF)**
- En tenant compte des suggestions de l'élève, suggérer une marche à suivre pour résoudre le problème énoncé.

Suggestion de marche à suivre

Section A de l'expérience

- Verser 100 ml de solution de NaCl dans un becher de 250 ml et vérifier la conductivité à l'aide d'un conductivimètre.
- Observer et consigner les observations dans un tableau (p. ex., lampe ne s'allume pas, lumière faible, lumière intense, intensité du courant en ampères).
- Placer une lame de cuivre et une lame de zinc dans le becher contenant la solution de NaCl.
- Brancher les deux lames aux bornes d'un voltmètre de façon que toute différence de potentiel obtenue soit positive (inverser les connexions si la différence de potentiel est négative).
- Mesurer la différence de potentiel (la tension) et la consigner dans le tableau 3.1b.
- Dans le becher, accoler les lames de cuivre et de zinc. Observer l'effet sur la différence de potentiel.
- Retirer les lames de la solution et les rincer à l'eau du robinet.
- Recommencer toutes ces étapes en substituant, à la solution de NaCl, le vinaigre puis l'huile végétale. Utiliser les mêmes lames.
- Répondre à la question suivante : Quel lien est-il possible d'établir entre la conductivité de l'électrolyte d'une pile et la différence de potentiel de la pile? Écrire la réponse dans l'espace réservée du tableau 3.1b.

Tableau 3.1b : Conductivité et différence de potentiel

	Observations	
Liquide	Conductivité	Différence de potentiel (tension) de la pile
Solution de NaCl à 0,1 M		

Vinaigre		
Huile végétale		
Quel est le lien entre la conductivité de l'électrolyte d'une pile et la différence de potentiel (la tension) de la pile?		

Suggestion de marche à suivre

Section B de l'expérience

- Mesurer la conductivité de la solution de NaNO_3 et la noter dans le tableau.
- Prédire la différence de potentiel (la tension) de la pile formée avec la solution de NaNO_3 et noter la prédiction dans un tableau tel que le tableau 3.1c avec les solutions ci-dessous sous électrolytes : solution de NaNO_3 à 0,1 M, NaCl solide, eau distillée, eau savonneuse Éthanol Hexane, diluant à peinture, acide chlorhydrique à 0,1 M, eau du robinet, solution de CaCl_2 à 0,1 M, pomme, concombre, pomme de terre (prédire si la différence de potentiel obtenue sera inférieure, égale ou supérieure à celle obtenue avec un des liquides utilisés en A).
- Fabriquer une pile en utilisant la solution de NaNO_3 et des lames de zinc et de cuivre propres. Mesurer la différence de potentiel et la noter dans le tableau 3.1c.
- Retirer les lames de la solution et les rincer à l'eau du robinet.
- Recommencer toutes ces étapes en substituant les autres électrolytes à la solution de NaNO_3 et en utilisant les mêmes lames. Note : S'assurer de bien sécher les lames de cuivre et de zinc avant de les utiliser pour tester la pile formée avec le NaCl solide.

Tableau 3.1c : Conductivité et différence de potentiel (tension)

Électrolyte	Conductivité	Prédiction de la différence de (la tension) potentiel	Différence de (tension) potentiel
Solution de NaNO_3 à 0,1 M			
...			

- À la suite de l'expérience, discuter des observations, des inductions et des déductions faites par l'élève et préciser les réponses, au besoin. **(EF)**
 - Exemples d'observations : la lumière s'allume intensément; la différence de potentiel (la tension) est 1,5 V; lorsque les électrodes se touchent, la différence de potentiel (une tension) est de 0 V.
 - Exemples de déductions : la lumière s'allume le liquide est donc un bon conducteur; le NaNO_3 est un bon conducteur d'électricité; la pile constituée de ce liquide fonctionnera donc et affichera une différence de potentiel (une tension).
 - Exemples d'inductions : tout liquide bon conducteur formera une pile qui affichera une différence de potentiel (une tension); les électrodes de toute pile ne doivent pas se toucher.

- Amener l'élève à déduire la nécessité de la mobilité des ions dans l'électrolyte pour assurer le bon fonctionnement de la pile (p. ex., La solution de NaCl est une bonne conductrice, alors que le NaCl solide est un mauvais conducteur. La différence de potentiel affichée par la pile formée avec le NaCl solide est de 0 V, celle affichée par l'eau distillée est de 0 V, alors qu'on obtient une différence de potentiel (une tension) avec la solution de NaCl. Puisque la différence entre la solution de NaCl (eau distillée et NaCl) et le solide NaCl réside dans la mobilité des ions, je déduis qu'elle est essentielle pour le bon fonctionnement d'une pile.).

Effet de la nature des électrodes

- Distribuer à l'élève une liste de différents matériaux (p. ex., zinc, lame de vinyle, cuivre, aluminium, magnésium, étain) et énoncer les problèmes à résoudre expérimentalement : vérifier l'effet sur la différence de potentiel (la tension) de la nature des électrodes et déterminer le sens d'écoulement de l'électron dans le fil.
- Regrouper les élèves en équipes de deux et demander à chacune de proposer une démarche expérimentale pour résoudre ce problème en laboratoire. Discuter des démarches proposées par les élèves en invitant les autres élèves à commenter. **(EF)**
- Demander à l'élève de se rappeler la façon de déterminer le sens d'écoulement des électrons dans le fil d'une pile et de l'expliquer. **(ED)**
- Demander à l'élève d'énoncer les mesures de sécurité à suivre.
- En tenant compte des suggestions de l'élève, suggérer une marche à suivre pour résoudre le problème énoncé.

Suggestion de marche à suivre pour réaliser l'expérience

- Construire une pile Cu-Zn en plaçant les lames de cuivre et de zinc dans une solution de NaCl.
- Brancher les deux électrodes à un voltmètre. S'assurer d'obtenir une différence de potentiel (une tension) positive.
- Consigner la différence de potentiel (la tension) mesurée par le voltmètre dans le tableau 3.1d.
- Déterminer l'électrode qui donne ses électrons (celle qui envoie ses électrons dans le fil) et celle qui reçoit les électrons.
- Retirer du becher l'une des deux électrodes. Observer l'effet sur la différence de potentiel (la tension).
- Substituer la paire d'électrodes Cu-Zn par la paire d'électrodes Cu-Al, puis mesurer la différence de potentiel.
- Recommencer les étapes en utilisant les paires d'électrodes suivantes : Cu-Al, Cu-Vinyle, Cu-Mg, Cu-Sn, Cu-Cu, Zn-Al, Zn-Vinyle, Zn-Mg, Zn-Sn, Zn-Zn, Al-Sn, Al-Vinyle, Al-Mg, Al-Al, Mg-Sn, Mg-Vinyle et Mg-Mg.

Tableau 3.1d : Effet de la nature des électrodes sur la différence de potentiel (la tension)

Paires d'électrodes	Différence de potentiel (la tension)	Électrode qui donne ses électrons	Électrode qui reçoit les électrons	Anode	Cathode	Électrode oxydée	Électrode réduite
Cu-Zn							

...							
-----	--	--	--	--	--	--	--

- Demander à l'élève d'énoncer ses conclusions tirées de l'expérience (p. ex., le type d'électrode influence la différence de potentiel (la tension) d'une pile, les électrodes de toutes les piles doivent être différentes, deux électrodes sont nécessaires pour obtenir une pile). Corriger et préciser la conclusion de l'élève. **(EF)**
- Définir les termes *oxydation*, *réduction*, *substance oxydée*, *substance réduite*, *cathode* et *anode*.
- Demander à l'élève de déterminer l'électrode oxydée, l'électrode réduite, l'anode et la cathode et de le noter dans son tableau 3.1d. Corriger les réponses des élèves. **(EF)**

Échelle de réactivité des métaux

- Expliquer à l'élève que tout métal a une tendance naturelle à céder des électrons et que cette tendance est plus élevée chez les métaux réactifs que chez les métaux inertes.
- Demander à l'élève de déterminer la réactivité des métaux en regardant leur position dans le tableau périodique et leur indice d'électroégativité.
- Informer l'élève qu'il est possible d'utiliser les données de l'expérience précédente pour ordonner, en colonnes, les métaux selon leur réactivité (le plus réactif en haut de la colonne).
- Expliquer à l'élève que la valeur de la différence de potentiel (la tension) d'une pile relève de la différence dans la réactivité des métaux constituant les deux électrodes et que plus la différence des réactivités des métaux des électrodes est élevée, plus grande est la différence de potentiel (la tension) et vice versa.
- Présenter à l'élève le problème suivant : La pile A est constituée de deux électrodes de métaux très réactifs. La pile B est constituée d'une électrode d'un métal très réactif et d'une électrode d'un métal inerte. Laquelle des deux piles montrera la plus grande différence de potentiel (la plus grande tension)? Justifie ta prédiction.
- Demander à l'élève de se reporter au tableau 3.1d pour expliquer la manière dont il est possible de déterminer le métal le plus réactif à l'intérieur d'une pile (le métal oxydé est le plus réactif puisqu'il donne plus facilement ses électrons, tandis que le métal réduit est moins réactif).
- Demander à l'élève d'ordonner les métaux par ordre de réactivité à l'aide du tableau 3.1d.
- Demander à l'élève d'expliquer la manière dont elle ou il a utilisé le tableau de données pour ordonner les métaux par ordre de réactivité (p. ex., j'ai déterminé la pile qui montrait la plus grande différence de potentiels (les tensions). C'était la pile Cu-Mg. Puisque le magnésium est oxydé, il est le plus réactif de tous les métaux et le cuivre est le moins réactif. J'ai ensuite analysé les différences de potentiels de toutes les autres piles construites avec l'électrode de cuivre. Le deuxième métal le moins réactif sera dans la pile Cu-X qui affichera la plus petite différence de potentiel (la plus petite tension). Le troisième métal le moins réactif sera le métal de la pile Cu-Y qui affichera la deuxième plus petite différence de potentiel, et ainsi de suite). **(O)**
- Corriger l'échelle de réactivité proposée par l'élève. **(EF)**
- Présenter à l'élève le problème suivant : Soit les piles Sn-Mg et Zn-Al. Sers-toi de l'échelle de réactivité pour déterminer la pile qui aura la plus grande différence de potentiel. Vérifie ta réponse en consultant ton tableau de données de l'expérience précédente.
- Corriger la réponse de l'élève. **(EF)**
- Demander à l'élève d'expliquer la raison pour laquelle le sens d'écoulement des électrons se fait du zinc au cuivre dans la pile Zn-Cu, alors que, dans la pile Zn-Mg, l'écoulement

des électrons se fait dans le sens contraire (selon l'échelle de réactivité déduite de l'expérience, la réactivité du zinc est plus élevée que celle du cuivre, c'est la raison pour laquelle le zinc donne ses électrons au cuivre dans la pile Zn-Cu. Toujours selon l'échelle de réactivité, le magnésium est plus réactif que le zinc, ce qui explique la raison pour laquelle, dans la pile Zn-Mg, le zinc reçoit les électrons du magnésium plutôt que de les donner). Corriger les réponses de l'élève. **(EF)**

- Présenter la construction et le fonctionnement de la pile sèche ou alcaline en déterminant ses composantes qui correspondent aux composantes de la pile galvanique Zn-Cu (le boîtier en zinc joue le rôle d'anode, la tige de carbone constitue la cathode, la pâte constituée d'un mélange de MnO_2 , de NH_4Cl et de carbone en poudre joue le rôle d'électrolyte).

Perte de masse de l'anode dans une pile

- Informer l'élève du problème que l'on tente de résoudre par la démonstration : Qu'advient-il des masses des électrodes pendant le fonctionnement d'une pile?
- Demander à l'élève de formuler une hypothèse, de la justifier et de proposer une démarche pour la vérifier. Faire une mise en commun des démarches proposées.
- À l'avant de la classe, mesurer la masse d'une électrode de cuivre et d'une électrode d'aluminium.
- Demander à l'élève de noter les masses et d'écrire, dans son cahier de notes, toute autre observation (p. ex., couleur de la solution, apparence des électrodes).
- Placer les deux électrodes dans un becher d'eau salée (NaCl à 0,1 M), les brancher à un voltmètre et laisser la pile fonctionner pendant 24 h .
- À la période suivante, demander à l'élève de noter toute observation, retirer les électrodes de la pile, les sécher et mesurer leur masse à nouveau. Demander à l'élève de noter les masses des électrodes et de les comparer à celles obtenues précédemment.
- En se basant sur ses connaissances, demander à l'élève d'expliquer la perte de masse de l'anode (l'aluminium métallique, la substance oxydée, s'est changé en cations Al^{3+} lorsqu'il a cédé ses trois électrons. Le Al^{3+} s'est détaché de l'électrode pour s'incorporer à la solution). Corriger les réponses de l'élève. **(EF)**
- Demander à l'élève de suggérer un test pour vérifier son hypothèse (p. ex., ajouter une solution de Na_2CO_3 . Si le cation Al^{3+} est présent, il y aura formation du précipité $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$).
- Corriger et effectuer, en démonstration, le test suggéré par l'élève.
- Demander à l'élève de représenter, par une équation chimique, la perte des trois électrons de l'aluminium pour former l'ion Al^{3+} : $\text{Al} \div \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$. Corriger et informer l'élève que cette équation représente l'équation d'oxydation. **(EF)**
- Demander à l'élève d'expliquer la raison pour laquelle l'électrolyte des piles sèches usées s'écoule parfois de la pile (le boîtier en zinc constitue l'anode qui se détériore pendant l'usage; l'électrolyte coule et sèche éventuellement pour ainsi produire une poudre blanche).
- Demander à l'élève de trouver un emploi lié aux applications de l'électrochimie en visitant les sites Web appropriés (p. ex., <http://www.acpo.on.ca/> et <http://www.chem-inst-can.org/>). Discuter des emplois suggérés par l'élève. **(PE)**

Évaluation sommative

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

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de décrire la construction et les processus électrochimiques d'autres piles commerciales (nickel-cadmium, lithium, oxyde d'argent, mercure) (voir le site *Piles et accumulateurs* : http://perso.infonie.fr/monjuju/piles_et_accumulateurs.htm). (T)
- Demander à l'élève de concevoir des expériences pour évaluer l'importance de divers facteurs sur la différence de potentiel d'une pile (p. ex., variation de l'aire des électrodes, de la propreté de la surface des électrodes, de la concentration de l'électrolyte, de la température).

Annexes

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

ACTIVITÉ 3.2 (SCH4C)

Échelle de réactivité et spontanéité d'une réaction

Description

Durée : 150
minutes

Cette activité porte sur la prédiction de la spontanéité d'une réaction de déplacement entre un métal et un sel métallique en partant de la série d'activités des métaux préalablement établie à l'activité 3.1. L'élève rédige les équations des demi-réactions d'oxydation, de réduction, ainsi que l'équation globale d'oxydo-réduction dans chacune des réactions observées.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 3 - 5 - 7

Domaine : Électrochimie

Attente : SCH4C-E-A.2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-E-Acq.1 - 4 - 5

Notes de planification

- Pour réaliser la démonstration, préparer 500 ml de solution de chlorure de cuivre à 0,1 M., 500 ml de solution de chlorure d'aluminium à 0,1 M, découper une bande d'aluminium d'environ trois centimètres de largeur d'une assiette à tarte (ne pas utiliser un papier aluminium; il est trop mince et se désintègre pendant la réaction) et se procurer deux cylindres gradués de 500 ml.
- Se procurer des lames de zinc, de cuivre, d'aluminium et d'étain.
- Couper des sections de ruban de magnésium (deux à trois centimètres de longueur)
- Préparer 1 L des solutions de nitrate de zinc, de nitrate de cuivre, de nitrate d'aluminium et de nitrate d'étain, toutes à 0,1 M.
- Préparer 500 ml de solution de nitrate d'argent à 0,1 M.
- Se procurer des bechers de 125 ml.
- Consulter le site du cégep Saint-Laurent pour télécharger la table des potentiels de réduction (<http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/default.htm>).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

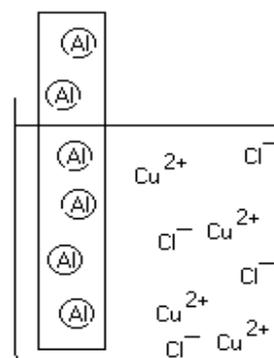
- Verser 500 ml d'une solution de chlorure de cuivre (II) à 0,1 M dans un cylindre gradué de 500 ml.
- Demander à l'élève de déterminer l'ion qui est responsable de la couleur bleu-verte de la solution de chlorure de cuivre (II). **(ED)**
- Verser 500 ml d'une solution de chlorure d'aluminium à 0,1 M dans un deuxième cylindre gradué de 500 ml.
- Ajouter une bande d'aluminium à la solution de chlorure de cuivre (II) à 0,1 M.
- Ajouter une lame de cuivre à la solution de chlorure d'aluminium à 0,1 M et laisser reposer pendant 24 heures.
- Demander à l'élève de noter les changements.
- Expliquer à l'élève que le but de cette activité consiste à analyser de plus près ce type de réaction et qu'il est possible de se servir de l'échelle de réactivité développée à la première activité pour prédire la spontanéité d'une réaction entre un métal et un non-métal.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Déplacement entre un métal et un sel métallique

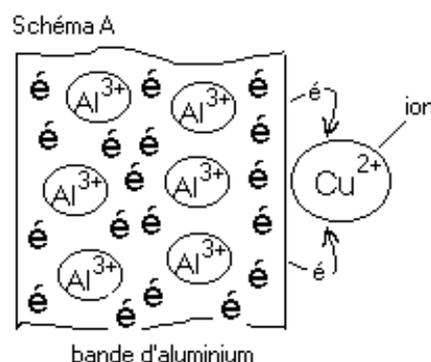
- Faire un retour sur la démonstration de la mise en situation et questionner l'élève sur les changements observés.
- Dessiner au tableau le **Schéma 3.2a** montrant la bande d'aluminium dans la solution de chlorure de cuivre (II) et demander à l'élève de décrire le comportement d'un composé ionique comme le chlorure de cuivre (II) lorsqu'il se dissout dans l'eau en se rappelant les connaissances acquises à l'unité 1 (p. ex., en se dissolvant, le composé de chlorure de cuivre (II) se divise en ions Cu^{2+} et Cl^-). **(ED)**.
- Demander à l'élève de décrire ce qui est arrivé à la masse de la bande d'aluminium après avoir été submergée pendant 24 heures dans la solution de chlorure de cuivre (II) (la masse de l'aluminium a diminué).
- Demander à l'élève de trouver une situation déjà observée de perte de masse (il y a eu perte de masse de l'aluminium lorsqu'il jouait le rôle d'anode dans la pile Al-Cu de l'activité 3.1). **(ED)**
- Demander à l'élève d'expliquer le processus chimique qui tenait compte de la perte de masse de l'aluminium dans la pile de la démonstration de l'activité 3.1. Corriger les réponses de l'élève et revoir le processus chimique (les atomes de la lame d'aluminium perdent des électrons et se dissolvent dans la solution sous forme d'ions Al^{3+}).
- En se basant sur cette information, demander à l'élève d'expliquer la perte de masse de la bande d'aluminium dans la solution de chlorure de cuivre (II) (les atomes d'aluminium de la bande ont perdu des électrons pour former les ions Al^{3+} . Ces ions ont quitté la bande d'aluminium, expliquant la perte de masse).
- Demander à l'élève d'écrire une seconde fois l'équation d'oxydation de l'aluminium et l'informer qu'elle représente la demi-réaction d'oxydation.

Schéma 3.2a



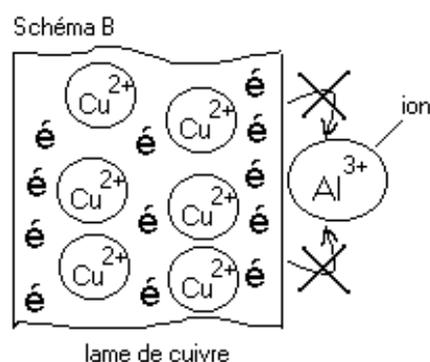
- Demander à l'élève de formuler des hypothèses sur ce qu'il advient des électrons perdus par l'aluminium et discuter des hypothèses de l'élève. **(EF)**
- Expliquer à l'élève qu'on peut se représenter un métal comme un solide où les électrons de valence des atomes du métal sont libres de circuler dans la lame (c'est ce qui explique leur excellente conductivité électrique), que plusieurs électrons sont localisés à la surface du métal et que les atomes d'aluminium, ayant perdu des électrons, sont maintenant des ions d'aluminium imprégnés dans la lame. Les ions Cu^{2+} , qui circulent librement dans la solution, entrent en collision avec la lame d'aluminium et font contact avec ses électrons placés à la surface de la lame.
- Demander à l'élève de se rappeler ce qui distingue un métal réactif d'un métal non réactif et de l'expliquer (un métal réactif a une plus grande tendance à se défaire de ses électrons).

- Expliquer à l'élève que l'ion d'aluminium de la lame et l'ion de cuivre de la solution font maintenant compétition pour obtenir ou donner les électrons qui les séparent et que ce sera le plus réactif des deux qui cédera l'électron (voir Schéma A).



- Demander à l'élève de retourner à l'échelle de réactivité des métaux qu'elle ou il a élaborée à l'activité 3.1 et de déterminer lequel, entre le cuivre et l'aluminium, est le plus réactif; lui expliquer ensuite que, puisque, selon l'échelle de réactivité, c'est l'aluminium qui est le plus réactif, il cédera plus facilement les électrons au cuivre.
- Demander à l'élève d'expliquer ce qu'il advient de l'ion Cu^{2+} lorsqu'il capte des électrons (il se transforme en cuivre métallique et forme le dépôt brun).
- Demander à l'élève de représenter ce gain d'électrons à l'aide d'une équation chimique : $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ et l'informer que cette équation représente la demi-réaction de réduction.
- Demander à l'élève d'expliquer la disparition de la couleur bleue. Corriger. **(EF)**

- Retourner à la démonstration de la mise en situation où la lame de cuivre est submergée dans la solution de chlorure d'aluminium et demander à l'élève de se servir du modèle pour expliquer la raison pour laquelle il n'y a eu aucune réaction (p. ex., comme la bande d'aluminium, la lame de cuivre est constituée d'ions de cuivre et d'électrons répartis à la surface de la lame. Les ions d'aluminium de la solution et les ions de cuivre sont en compétition pour obtenir ou donner les électrons. Les ions d'aluminium étant plus réactifs que les ions de cuivre, ils n'auront pas tendance à prendre les électrons. C'est la raison pour laquelle il n'y aura pas de réaction (voir Schéma B).



- Demander à l'élève d'expliquer la manière dont on peut utiliser l'échelle de réactivité des métaux pour prédire si un métal réagira avec une solution de sel (si le métal est situé au-dessus de l'ion métallique de la solution, il y aura une réaction - la réaction est alors spontanée. Si, au contraire, le métal est situé en-dessous de l'ion métallique de la solution, il n'y aura aucune réaction - elle sera donc non spontanée).

Spontanéité d'une réaction

- Expliquer le but de l'expérience (prédire la spontanéité d'une réaction et vérifier sa prédiction expérimentalement) et distribuer à l'élève un tableau tel que le tableau 3.2a.

Tableau 3.2a : Spontanéité d'une réaction

<i>Solution</i>	Cuivre		Zinc		Aluminium		Magnésium		Étain	
	Prédiction	Observation	Prédiction	Observation	Prédiction	Observation	Prédiction	Observation	Prédiction	Observation
Nitrate de cuivre (II)										
Nitrate de magnésium										
Nitrate de zinc										
Nitrate d'aluminium										
Nitrate d'étain										
Démonstration Nitrate d'argent										

- Demander à l'élève de prédire s'il y aura une réaction dans chacun des mélanges suggérés (sauf le nitrate d'argent) et de noter sa prédiction dans le tableau.
- Regrouper les élèves en équipe de deux et fournir au moins deux solutions à chaque équipe (sauf la solution de nitrate d'argent).
- Demander à l'élève de nettoyer tous ses échantillons de métaux en les frottant avec une laine d'acier.
- Demander à l'élève de verser séparément, dans des bechers de 125 ml, quelques millilitres des solutions qui lui ont été distribuées et d'y placer séparément les différentes lames.
- En démonstration, placer une lame de cuivre dans une solution de nitrate d'argent. Attendre quinze minutes et demander à l'élève d'observer les changements, et de les noter dans le tableau.
- Demander à l'élève de prédire, en se basant sur ses observations, la spontanéité de la réaction des autres mélanges avec le nitrate d'argent et de noter ses prédictions dans leur tableau.
- En démonstration, effectuer les autres mélanges des différents métaux avec le nitrate d'argent.
- Laisser reposer tous les mélanges pendant 24 heures (ceux des élèves et des démonstrations).
- Au bout de 24 heures, demander à l'élève de noter ses observations et de les présenter avec toutes les autres équipes. Discuter des prédictions et des observations. **(EF)**

- Définir les termes *oxydant* et *réducteur*.
- Demander à l'élève de trouver la substance oxydée, la substance réduite, l'oxydant et le réducteur de chacun des mélanges qui ont réagi dans l'expérience.
- Expliquer que l'oxydation ne peut avoir lieu sans la réduction, d'où la justification de l'appellation *réaction oxydo-réduction*.
- En s'appuyant sur un exemple, représenter, en une seule équation globale, la réaction d'oxydo-réduction.
- Demander à l'élève d'écrire les équations d'oxydation et de réduction et l'équation globale de chacun des mélanges qui ont réagi, et les corriger. **(EF)**
- Demander à l'élève de se baser sur ses observations pour placer les métaux par ordre de réactivité (y compris l'argent) et de comparer cette liste avec l'échelle de réactivité établie dans l'activité 3.1.
- Distribuer le tableau de potentiel standard de réduction (p. ex., voir le site Internet <http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/default.htm> du cégep Saint-Laurent).
- Demander à l'élève de comparer l'ordre de ces métaux apparaissant dans le tableau de potentiel standard de réduction comprenant l'ordre des métaux de l'échelle de réactivité.
- Présenter à l'élève des mélanges fictifs de divers métaux et de solutions de sels métalliques, et lui demander de prédire la spontanéité en se basant sur le Tableau de potentiel standard de réduction et d'écrire les demi-équations d'oxydation et de réduction, ainsi que l'équation globale. Corriger les réponses au tableau. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire un retour sur cette activité et de résumer, en ses propres mots, ce qu'elle ou il a appris et d'expliquer le lien entre cette activité et l'activité 3.1. **(O)**

Évaluation sommative

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

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de prédire la spontanéité de la réaction entre le fer et diverses solutions de nitrate en se basant sur le Tableau des potentiels de réduction, puis de tester ses hypothèses au moyen d'une expérience.
- Présenter des échantillons inconnus de métaux étiquetés A, B, C et D et les solutions de sels correspondants étiquetés AX, BX, CX et DX, et demander à l'élève de concevoir une expérience pour lui permettre d'ordonner ces métaux selon leur réactivité, et de la réaliser.

Annexes

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

ACTIVITÉ 3.3 (SCH4C)

Pile électrochimique

Description

Durée : 225
minutes

Cette activité porte sur les piles électrochimiques. L'élève fabrique des piles électrochimiques, mesure leur différence de potentiel (tension), écrit les réactions des demi-piles, détermine la direction du flux d'électrons et de la migration des ions dans le pont salin et détermine l'emplacement de la cathode et de l'anode. De plus, elle ou il calcule la différence de potentiel (tension) de la pile en partant du tableau des potentiels (tension) de réduction.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 7 - 8

Domaine : Électrochimie

Attentes : SCH4C-E-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-E-Comp.1
SCH4C-E-Acq.1 - 2 - 6 - 7

Notes de planification

- Voir le site <http://www.edunet.tn/physique/monastir/pile/index.htm> ou le site http://www.ping.be/at_home/pile.htm pour fabriquer la pile. Voir également *La chimie : Science expérimentale - Cahier de laboratoire et Chimie, atomes et molécules - Manuel de laboratoire*.
- Se procurer des lames de zinc, de cuivre, d'aluminium et d'étain.
- Découper des sections de ruban de magnésium.
- Préparer 500 ml de solution 1,0 M pour chacun des sels suivants : nitrate de zinc; nitrate de cuivre (II); nitrate d'aluminium; nitrate d'étain (II) et nitrate de magnésium.
- Préparer 1 L de solution de chlorure de sodium à 0,1 M pour le pont salin.
- Se procurer le matériel suivant : bechers de 250 ml; ponts salins, fils conducteurs, pinces alligators, voltmètre.
- Photocopier le tableau 3.3a (voir **Déroulement de l'activité**).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter simultanément les deux situations suivantes :
 - Situation A : placer une lame de zinc dans une solution de nitrate de cuivre. Demander à l'élève de rédiger les demi-équations et l'équation globale. **(ED)**
 - Situation B : construire une pile $[\text{Zn}(\text{NO}_3)_2/\text{Zn} // \text{Cu}/\text{Cu}(\text{NO}_3)_2]$ en utilisant deux demi-piles et un pont salin. Déduire avec l'élève les demi-équations d'oxydation et de réduction, l'équation globale, le sens du courant dans le fil et la direction de migration des ions dans le pont salin (voir le site *Classe de science@home - La pile Daniell - Principe de fonctionnement* (animation flash) http://www.ping.be/at_home/pileflash.htm)
- Comparer les deux systèmes. Discuter de l'avantage de B par rapport à A (possibilité d'utiliser le courant d'électrons pour effectuer un travail).

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Construction de cellules électrochimiques

- Demander à l'élève de construire une variété de piles électrochimiques avec pont salin et de mesurer la différence de potentiel (tension) (positive) produite par chacune des piles (voir **Tableau 3.3a**).
- Demander à l'élève de consigner, dans un tableau de données, la différence de potentiel (tension) mesurée.
- Demander à l'élève de reconnaître l'anode et la cathode de chacune des piles et d'écrire l'équation d'oxydation, l'équation de réduction et l'équation globale.

Tableau 3.3a : Piles électrochimiques avec pont salin

Pile	Différence de potentiel (tension) (V)	Anode/Cathode Sens du courant (p. ex., Zn÷ Cu)	Équations
Cu-Zn	mesurée : théorique :	anode : cathode : sens :	équation d'oxydation : équation de réduction : équation globale :
Cu-Al	mesurée : théorique :	anode : cathode : sens :	équation d'oxydation : équation de réduction : équation globale :
Cu-Sn	mesurée : théorique :	anode : cathode : sens :	équation d'oxydation : équation de réduction : équation globale :
Cu-Mg	mesurée : théorique :	anode : cathode : sens :	équation d'oxydation : équation de réduction : équation globale :

Zn-Al	mesurée : théorique :	anode : cathode : sens :	équation d'oxydation : équation de réduction : équation globale :
Zn-Sn	mesurée : théorique :	anode : cathode : sens :	équation d'oxydation : équation de réduction : équation globale :
Zn-Mg	mesurée : théorique :	anode : cathode : sens :	équation d'oxydation : équation de réduction : équation globale :
Al-Sn	mesurée : théorique :	anode : cathode : sens :	équation d'oxydation : équation de réduction : équation globale :
Al-Mg	mesurée : théorique :	anode : cathode : sens :	équation d'oxydation : équation de réduction : équation globale :
Sn-Mg	mesurée : théorique :	anode : cathode : sens :	équation d'oxydation : équation de réduction : équation globale :

- Discuter avec l'élève des résultats obtenus et revoir la désignation de l'anode, de la cathode, du sens du courant et des équations. **(EF)**

Potentiel standard de réduction

- En se basant sur l'exemple de la pile Cu-Al de l'expérience, demander à l'élève d'écrire les demi-équations de réduction et d'oxydation, et de noter leur différence de potentiel (tension) respective en se reportant au tableau des potentiels (tension) de réduction.
- Informer l'élève qu'il faut toujours inverser le signe de la différence de potentiel (tension) dans la demi-réaction d'oxydation.
- Demander à l'élève de suggérer une façon de calculer la différence de potentiel (tension) totale avec les différences de potentiels (tension) des deux demi-réactions. **(ED)**
- Expliquer la manière dont on aboutit à l'équation globale et à son potentiel (tension) en partant des deux demi-équations.
- Expliquer à l'élève que le potentiel (tension) de la demi-réaction n'est pas influencée par l'équilibrage des électrons puisqu'une différence de potentiel (tension) d'un volt (V) correspond à l'énergie (J) dans chaque charge d'électrons en coulomb (C).
- Pour chacune des piles fabriquées dans l'expérience, demander à l'élève de calculer la différence de potentiel (tension) en partant du tableau des potentiels (tension) de réduction et de noter sa réponse dans le tableau.
- Comparer la différence de potentiel (tension) calculée avec la différence de potentiel (tension) mesurée par l'élève en laboratoire et corriger en classe les réponses obtenues. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire un retour sur l'activité et de remplir le tableau 3.3b. **(O)**

Tableau 3.3b : Objectivation

Notions, concepts ou habiletés	Cocher une des cases			Ce qu'il est possible de faire pour améliorer sa compréhension
	aucune difficulté	un peu de difficulté	beaucoup de difficulté	
Faire le montage d'une pile galvanique.				
Mesurer la différence de potentiel (tension) d'une pile.				
Faire le montage d'une pile électrochimique.				
Ajuster l'échelle du voltmètre.				
Déterminer le sens du déplacement des électrons dans une pile.				
Écrire les équations des demi-réactions d'oxydation et de réduction d'une pile.				
Écrire l'équation globale d'une pile.				
Utiliser le tableau des potentiels (tension) de réduction pour calculer la différence de potentiel (tension) d'une pile.				

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée d'une épreuve et l'expliquer.
- Évaluer les connaissances acquises portant sur la construction et le fonctionnement des piles voltaïques et commerciales, et sur les cellules électrochimiques avec pont salin, les réactions d'oxydoréduction, la rédaction de demi-équations et de l'équation globale, le calcul de potentiel (tension) de la cellule, la spontanéité d'une réaction et l'utilisation du tableau de potentiels (tension) standards de réduction.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer sa compréhension du fonctionnement des piles voltaïques et électrochimiques;
 - démontrer sa connaissance des composantes des piles voltaïques et des cellules électrochimiques avec pont salin.
 - Recherche

- prédire la spontanéité d'une réaction entre un métal et un sel métallique à l'aide de la série d'activités des métaux;
- calculer le potentiel (tension) de réduction de l'équation d'oxydo-réduction.
- Communication
 - utiliser la terminologie propre au domaine de l'électrochimie.
- Rapprochement
 - démontrer une compréhension des applications de l'électrochimie en décrivant les composantes des piles sèches et leur fonctionnement.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de calculer les potentiels (tension) d'une réaction spontanée et d'une réaction non spontanée d'un métal avec des solutions de sels métalliques, et comparer les signes des différences de potentiels (tension) obtenues.
- Faire étudier le rôle du pont salin en utilisant différentes solutions ou autres conducteurs.
- Demander à l'élève de fabriquer une pile sèche.
- Faire effectuer une recherche sur les différentes piles, énumérer les avantages et les inconvénients de chacune en plus de déterminer leur cathode, leur anode, leur électrolyte et de décrire les processus chimiques (p. ex., pile de Daniell, pile Leclanché, pile alcaline, pile halogène, pile oxyde de mercure, pile nickel-cadmium, pile argent-cadmium) (p. ex., consulter les sites Web <http://www.howstuffworks.com/battery.htm> et http://www.duracell.com/ask_us/faq.asp). (T)

Annexes

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

ACTIVITÉ 3.4 (SCH4C)

Corrosion

Description

Durée : 225
minutes

Cette activité porte sur la corrosion. L'élève conçoit et effectue des expériences permettant de déterminer les facteurs qui influencent la vitesse de corrosion d'un clou en fer et d'observer l'efficacité de différents procédés anticorrosion. De plus, elle ou il décrit le processus chimique de la corrosion en écrivant les équations d'oxydo-réduction des métaux oxydés et en calculant la différence de potentiel (tension) correspondante.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 3

Domaine : Électrochimie

Attentes : SCH4C-E-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-E-Comp.2 - 3
SCH4C-E-Acq.1 - 8
SCH4C-E-Rap.3 - 4

Notes de planification

- Se procurer une laine d'acier, un petit échantillon de sodium ou de potassium, une paire de pinces à creuset, un couteau et un échantillon oxydé de chacun des métaux suivants : fer, zinc, cuivre, étain, aluminium et magnésium.
- Préparer environ 250 ml des solutions suivantes : acide chlorhydrique à 0,1 M; solution de NaOH à 0,1 M et solution de NaCl à 0,1 M .
- Se procurer environ 50 g de chlorure de calcium solide, des ouates et six éprouvettes pour chaque équipe.
- Pour chaque équipe, se procurer cinq plats de pétri avec leur couvercle ainsi que le matériel suivant : cinq clous de fer, clou de fer peint, clou de fer galvanisé, clou de fer plaqué de cuivre ou d'un autre métal, vis plaquée de chrome, vis plaquée de nickel, laine d'acier, fil de cuivre, ruban de zinc, ruban de magnésium, papier d'aluminium, serviettes de papier.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter en démonstration des échantillons de différents métaux ternis ou rouillés (fer, cuivre, zinc, étain, aluminium, magnésium) et des échantillons reluisants des mêmes métaux, et demander à l'élève de les comparer.
- Demander à l'élève d'expliquer la différence entre les paires d'échantillons de chacun des métaux présentés (les échantillons de métaux ternis sont oxydés : ils ont réagi avec l'oxygène de l'air). **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Oxydation

- Présenter à l'élève des conséquences de la corrosion dans la vie courante (p. ex., couche d'oxyde de fer qui s'effrite et qui expose ainsi davantage le métal à l'oxygène causant davantage de corrosion; couche d'oxyde d'aluminium qui demeure intacte et qui empêche la corrosion de se poursuivre; couche d'oxyde de cuivre (couleur verte) sur plusieurs édifices).
- Mettre en évidence la présence de la couche d'oxyde en la frottant avec une laine d'acier.
- Faire la démonstration d'un métal qui s'oxyde rapidement : couper un petit morceau de potassium ou de sodium métallique et montrer à l'élève la couche d'oxyde qui se forme presque instantanément lorsque le métal est exposé à l'air.
- Lier la vitesse de corrosion d'un métal à sa position dans le tableau de potentiel (tension) standard de réduction.
- Discuter avec l'élève de la vitesse de corrosion des différents métaux (p. ex., le choix d'un métal dans une application quelconque dépend souvent de sa vitesse de corrosion).
- Écrire les demi-équations d'oxydation et de réduction ($O_2 + 4e \longrightarrow 2O^{2-}$), et l'équation globale de la corrosion de chacun des métaux de la **Mise en situation**.
- Demander à l'élève de calculer la différence de potentiel (tension) de chacune des équations globales et corriger les réponses au tableau. **(EF)**
- Demander à l'élève d'écrire une équation qui décrirait la corrosion de l'or et de calculer la différence de potentiel (tension).
- Demander à l'élève d'expliquer la signification du signe de la différence de potentiel (tension) calculée (p. ex., on sait que l'or ne rouille pas, le signe négatif pourrait signifier que la réaction n'est pas spontanée). Discuter des réponses des élèves.

Facteurs influençant sur la vitesse de corrosion

(référence : *Manuel de Laboratoire - La Chimie : Expériences et principes*, expérience 35, p. 89.)

- Demander à l'élève de résoudre le problème suivant : vérifier l'effet de divers facteurs sur la vitesse de corrosion : la présence de sel, d'acide, de base et d'eau.
- Demander à l'élève de formuler des hypothèses et de planifier une expérience en élaborant une marche à suivre. Discuter avec l'élève de la marche à suivre.

Suggestion de marche à suivre

- Nettoyer des clous de fer en les frottant avec une laine d'acier.
- Préparer et étiqueter des éprouvettes contenant :

- 5 ml d'eau distillée (absence d'ions);
- 5 ml d'eau du robinet;
- 5 ml d'eau salée;
- 5 ml d'acide dilué;
- 5 ml de base diluée;
- petite quantité de chlorure de calcium (note : boucher l'éprouvette en utilisant une ouate).

- Préparer un tableau d'observations.
- Submerger partiellement, dans chaque éprouvette, un clou de fer reluisant.
- Observer périodiquement l'état des clous pendant une semaine.
- Analyser les résultats et déterminer les facteurs qui influencent la vitesse de corrosion.

- Présenter la formation de la rouille comme étant l'oxydation du fer par l'oxygène catalysée par l'eau et divers sels.
- En se basant sur les résultats de l'expérience, amener l'élève à déduire les effets des pluies acides et du sel à déglacer sur la vitesse de corrosion du fer.
- Demander à l'élève de proposer des solutions possibles pour résoudre ces problèmes (p. ex., divers procédés d'anticorrosion). **(ED)**

Anticorrosion

- Informer l'élève du but de l'expérience : examiner différents procédés anticorrosion tirés des industries et de la vie courante, et lui remettre une feuille de **Consignes à suivre**.
- Avertir l'élève de la très grande inflammabilité du magnésium et de le tenir éloigné des flammes vives.

Directives

- Préparer des plats de pétri contenant des serviettes humides.
- Placer deux par deux, dans chaque plat de pétri, les objets ci-dessous (s'assurer que les échantillons ne se touchent pas) :
 - clou de fer reluisant;
 - clou de fer nettoyé et enroulé d'un fil de cuivre;
 - clou de fer nettoyé et enroulé d'un ruban de zinc;
 - clou de fer nettoyé et enroulé d'un ruban de magnésium;
 - vis plaquée de chrome;
 - clou de fer peint;
 - clou de fer galvanisé;
 - clou de fer nettoyé et enroulé d'une lisière de papier aluminium
 - clou de fer plaqué de cuivre ou d'autre métal;
 - vis plaquée de nickel
- Étiqueter les plats et les recouvrir de leur couvercle. Les humidifier régulièrement, au besoin.
- Laisser reposer pendant une semaine tout en observant périodiquement.

- Dans chaque situation où la corrosion est limitée, amener l'élève à expliquer les raisons des résultats obtenus. Corriger les réponses des élèves. **(EF)**
- Regrouper les différents exemples en des procédés anticorrosifs distincts et les décrire (p. ex., peinture de surface, galvanoplastie, protection cathodique).
- Regrouper les élèves en équipe de deux et demander à un ou à une élève de chaque équipe d'expliquer à sa ou à son partenaire les idées importantes à retenir dans cette activité et le lien entre les notions de cette activité et celles des activités précédentes.

- Circuler et aider les élèves. (EF)
- Demander à l'élève de remplir le tableau 3.4a. (O)

Tableau 3.4a : Objectivation

Énoncés	Cocher une case			Ce que je propose de faire concrètement pour améliorer ma compréhension
	avec facilité	avec un peu de difficulté	avec beaucoup de difficulté	
J'ai été capable de résumer les idées importantes de cette activité.				
Je vois le lien entre cette activité et les activités précédentes.				
Je suis capable d'expliquer le lien entre les notions de cette activité et les notions des activités précédentes.				

Évaluation sommative

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

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Détailler les étapes du processus de corrosion du fer (p. ex., formation du fer (II), et hydroxyde dans la solution, oxydation du fer (II) à fer (III), formation de l'hydroxyde de fer (III), formation de l'oxyde de fer (III) hydraté pour former la rouille).
- Demander à l'élève d'apporter d'autres exemples de procédés anticorrosifs que l'on pourrait tester en laboratoire.

Annexes

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

ACTIVITÉ 3.5 (SCH4C)

Applications de l'électrochimie

Description

Durée : 300 minutes

Cette activité porte sur des applications industrielles des processus électrolytiques et leurs conséquences environnementales. L'élève compare les processus électrochimiques d'une cellule électrolytique et d'une pile électrochimique, et fabrique des cellules électrolytiques

pour les utiliser dans des procédés d'électrolyse et d'électroplaquage. De plus, elle ou il explore les emplois se rapportant à l'électrochimie.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 3 - 5 - 6 - 7 - 10

Domaine : Électrochimie

Attentes : SCH4C-E-A.1 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-E-Comp.1 - 3
SCH4C-E-Rap.1 - 2 - 3

Notes de planification

- Pour réaliser la démonstration, se procurer une bouteille de jus vide d'environ 350 ml, un bouchon à trois trous, un tube en caoutchouc d'environ 30 centimètres de longueur, un becher de 400 ml, deux pinces alligators, deux électrodes, une cuillère, une bougie, des allumettes, un tube de verre d'environ 8 cm de longueur et préparer la solution de sulfate de sodium à 1,0 M.
- Pour réaliser l'expérience sur l'électrolyse, préparer deux électrodes, deux éprouvettes, un becher de 400 ml, une pile de 6 ou 9 V ou un transformateur, deux fils conducteurs, des éclisses et une bougie à distribuer à chaque équipe.
- Pour réaliser l'électroplaquage au cuivre, demander à chaque équipe d'élèves d'apporter une clé usagée ou un autre objet métallique et de se procurer un becher de 250 ml, deux fils conducteurs, deux pinces alligators, une lame de cuivre, un transformateur et une tige de verre.
- Préparer les solutions suivantes :
 - solution d'acide nitrique 0,1M;
 - solution de sulfate de cuivre (30 g CuSO_4 + 200 ml d'eau + 7 ml de H_2SO_4 concentré (18M) + 11 ml d'éthanol);
 - solution d'hydroxyde de sodium 0,1M.

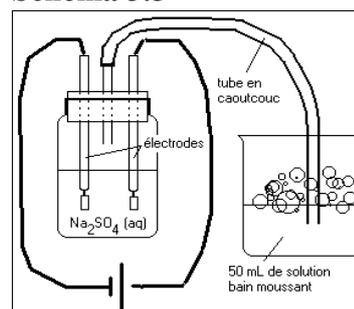
Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Faire le montage illustré sur le schéma 3.5 (réf. : *Electrolysis of water*, p. 162-163 dans Shakhashiri, Bassam Z., *Chemical Demonstrations - A handbook for Teachers of Chemistry, Vol. 4*, Wisconsin, The University of Wisconsin Press, 1992, 289 p.).
- Placer le transformateur sous une différence de potentiel et attendre quelques minutes pour permettre la formation de bulles dans le becher contenant le savon à bulles commercial. Se tenir à deux mètres et plus de toute flamme ouverte.

- Placer une bougie à au moins deux mètres du montage et l'allumer.
- Demander à l'élève de se couvrir les oreilles.
- Prélever une cuillère à thé comble de bulles et les transporter dans la flamme de la bougie. Recommencer la marche à suivre plusieurs fois (il est possible que les premières bulles ne fassent qu'éclater dans la flamme puisqu'elles ne contiennent que de l'air; il y aura cependant éventuellement de fortes explosions).
- Inviter l'élève à expliquer ses observations. **(ED)**
- Demander à l'élève de comparer ce montage à celui d'une pile électrochimique. **(ED)**

Schéma 3.5



Expérimentation/Exploration/Manipulation

Électrolyse de l'eau

- Expliquer le but de l'expérience : étudier les processus chimiques dans une cellule électrolytique.
- Distribuer la marche à suivre et l'expliquer.

Marche à suivre - Électrolyse de l'eau

- Remplir deux éprouvettes contenant une solution de sulfate de sodium à 1,0 M.
- Sans perdre de solution, inverser les deux éprouvettes dans un becher contenant la solution de carbonate de sodium à 1,0 M.
- Dans chacune des éprouvettes, insérer une électrode en acier inoxydable ou en platine.
- Connecter les deux électrodes à une pile de 6 ou de 9 V ou à un transformateur.
- Fermer l'interrupteur et laisser le montage réagir jusqu'à ce que l'une des éprouvettes soit pleine de gaz.
- Comparer les volumes de gaz obtenus.
- Écrire l'équation de la réaction.
- Prédire l'identité du gaz dans chaque éprouvette.
- Confirmer sa prédiction en effectuant l'essai à la flamme.

- Définir *électrolyse* (processus qui utilise l'énergie électrique pour forcer une réaction d'oxydo-réduction à se produire dans le sens inverse de sa réaction spontanée).
- Définir *cellule d'électrolyse* et en nommer les composantes.
- Demander à l'élève de comparer la pile voltaïque à une cellule d'électrolyse.
- Corriger les réponses de l'élève (p. ex., toutes les deux possèdent des électrodes et un électrolyte; la pile produit de l'énergie électrique dans une réaction d'oxydo-réduction spontanée, alors que la cellule d'électrolyse provoque une réaction d'oxydo-réduction non spontanée en utilisant l'énergie électrique).

Applications de l'électrolyse

- Expliquer le processus d'affinage des métaux (p. ex., on insère, dans le bassin à électrolyse, un échantillon du métal impur que l'on branche à la borne positive de la source de courant. Une deuxième électrode constituée du métal pur est branchée à la borne négative et sert de lieu de déposition du métal pur à l'occasion de l'électrolyse).
- Expliquer la formation des halogènes et des métaux alcalins (p. ex., l'électrolyse du NaCl en fusion forme le sodium métallique et le chlore en fusion).

- Demander à l'élève de donner des exemples d'électroplaquage. **(ED)**
- Donner des exemples d'électroplaquage (p. ex., application de revêtement de chrome sur les pièces d'automobile, de nickel sur les vis et d'argent sur les services de table).
- Décrire le processus chimique d'électroplaquage (p. ex., l'ustensile en acier est submergé dans une solution d'un sel d'argent et est branché à la borne négative de la source. Une électrode d'argent est submergée dans la cuve d'électrolyse et est branchée à la borne positive de la source. Les ions d'argent de la solution sont réduits et se fixent à l'ustensile. Ces ions sont remplacés en solution par l'addition d'ions provenant de l'électrode d'argent).

Électroplaquage au cuivre

- Demander à l'élève d'effectuer un électroplaquage (p. ex., se reporter à *Chimie, atomes et molécules - Manuel de laboratoire*, p. 70 et 71) et d'effectuer une courte recherche sur les procédés d'électroplaquage dans les industries. **(T)**
- Demander à l'élève de rédiger un rapport de laboratoire formel et d'y inclure une courte description des procédés d'électroplaquage dans les industries. Évaluer les rapports de laboratoire et les commenter. **(EF)**

Conséquences environnementales et perspectives d'emplois

- Expliquer les conséquences sur l'environnement de l'utilisation de l'électrolyse (p. ex., l'effet sur l'environnement des métaux lourds provenant des cuves d'électrolyse de diverses industries, l'élimination des piles et des batteries usées). **(AM)**
- Discuter des perspectives d'emplois dans des industries utilisant des procédés électrochimiques (p. ex., fabrication de piles et de batteries commerciales, électroplaquage, procédés anticorrosion, affinage des métaux, électrolyse). **(PE)**
- Demander à l'élève de révéler ses impressions sur cette activité en expliquant ce qu'elle ou il a trouvé difficile et ce qu'elle ou il a appris au sujet des applications en électrochimie. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée d'une épreuve et l'expliquer.
- Évaluer les connaissances acquises portant sur les composantes d'une cellule électrolytique, les facteurs qui influencent la vitesse de corrosion, les procédés anticorrosion, les procédés électrochimiques utilisés dans les industries et ses conséquences environnementales.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension du fonctionnement d'une cellule électrolytique;
 - démontrer une compréhension des rapports entre les processus électrochimiques se rapportant à la corrosion et ceux se rapportant à la pile électrochimique;
 - démontrer une connaissance des composantes d'une cellule électrolytique.
 - Recherche
 - calculer le potentiel de réduction d'une pile en se basant sur le tableau des potentiels de réduction;
 - analyser une pile pour déterminer les réactions des demi-piles, la direction du flux d'électrons, l'emplacement de l'anode et de la cathode et la direction de la migration des ions dans le pont salin.
 - Communication
 - utiliser la terminologie propre au domaine de l'électrochimie.
 - Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre l'électrochimie et la technologie en expliquant le processus de l'électrolyse dans l'affinage des métaux;
 - évaluer l'impact des processus électrochimiques industriels sur l'environnement.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Effectuer l'électroplaquage de divers métaux tels que le chrome, l'argent et le zinc (référence : Shakhashiri, Bassam Z., *Chemical Demonstrations - A handbook for Teachers of Chemistry, Vol. 4*, Wisconsin, The University of Wisconsin Press, 1992, 289 p.)
- Établir le parallèle entre le plaquage d'un métal et l'application de peinture ionisée dans l'industrie de l'automobile.

Annexes

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

Annexe SCH4C 3.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Applications de l'électrochimie

<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 du fonctionnement d'une cellule électrolytique. - démontre une compréhension des rapports entre les processus électrochimiques se rapportant à la corrosion et ceux se rapportant à la pile électrochimique. - démontre une connaissance des composantes d'une cellule électrolytique.	L'élève démontre une connaissance et une compréhension limitées des concepts et des rapports entre ceux-ci.	L'élève démontre une connaissance et une compréhension partielles des concepts et des rapports entre ceux-ci.	L'élève démontre une connaissance et une compréhension générales des concepts et des rapports entre ceux-ci.	L'élève démontre une connaissance et une compréhension approfondies des concepts et des rapports entre ceux-ci.
Recherche				
L'élève : - calcule le potentiel de réduction d'une pile en partant du tableau des potentiels de réduction. - analyse une pile pour déterminer les réactions des demi-piles, la direction du flux d'électrons, l'emplacement de l'anode et de la cathode, et la direction de la migration des ions dans le pont salin.	L'élève applique un nombre limité des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche.	L'élève applique certaines des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche.	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche.	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies requises propres à la recherche.
Communication				
L'élève : - utilise la terminologie propre au domaine de l'électrochimie.	L'élève utilise la terminologie avec peu d'exactitude et une efficacité limitée.	L'élève utilise la terminologie avec une certaine exactitude et efficacité.	L'élève utilise la terminologie avec une grande exactitude et efficacité.	L'élève utilise la terminologie avec une très grande exactitude et efficacité.

Rapprochements

L'élève :
- démontre une compréhension des rapprochements entre l'électrochimie et la technologie en expliquant le processus de l'électrolyse dans l'affinage des métaux.
- évalue l'impact des processus électrochimiques industriels sur l'environnement.

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 évalue l'impact sur l'environnement avec **une grande compétence**.

L'élève démontre **une compréhension approfondie** des rapprochements dans des contextes 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 (SCH4C)

Calculs chimiques

Description

Durée : 23 heures

Cette unité porte sur la mole, les rapports quantitatifs dans les équations chimiques et l'analyse quantitative. En partant des données expérimentales et théoriques, l'élève résout des problèmes se rapportant à la composition centésimale d'un composé, les coefficients stoechiométriques d'une équation, les quantités de moles, la masse, la concentration et le volume de solutions. De plus, elle ou il décrit des professions qui requièrent des connaissances en chimie analytique quantitative.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10

Domaine : Calculs chimiques

Attentes : SCH4C-CC-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-CC-Comp.1 - 2 - 3
SCH4C-CC-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9
SCH4C-CC-Rap.1 - 2 - 3

Titres des activités

Durée

Activité 4.1 : Mole et composition centésimale	300 minutes
Activité 4.2 : Stoechiométrie	300 minutes
Activité 4.3 : Rendement des réactions chimiques	240 minutes
Activité 4.4 : Concentration et préparation de solution	240 minutes
Activité 4.5 : Dilution	300 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.

(Consulter la section **Sécurité** de l'unité 1 de cette esquisse.)

Ressources

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

Médias électroniques

Cégep de Drummondville - Département des Sciences de la nature : Atome, molécule et mole. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.cdummond.qc.ca/cegep/scnature/Chimie/Mole/Mole.htm>

Cégep Saint-Laurent - Principes de photométrie. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/default.htm>

Cégep Saint-Laurent - Utilitaire : Calculateur de masse molaire et de composition centésimale.

(consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/default.htm>

Cégep Saint-Laurent - Utilitaire : Calculs stoechiométriques. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/default.htm>

ACTIVITÉ 4.1 (SCH4C)

Mole et composition centésimale

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur la mole, la formule moléculaire et la composition centésimale des composés, ainsi que sur les chiffres significatifs. L'élève effectue des calculs se rapportant au nombre de moles, au nombre de particules, à la masse molaire d'éléments et de composés et à la composition centésimale, en tenant compte des chiffres significatifs. De plus, elle ou il détermine en laboratoire, le nombre de particules dans des échantillons d'une variété de substances.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 8 - 9

Domaine : Calculs chimiques

Attentes : SCH4C-CC-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-CC-Comp.1
SCH4C-CC-Acq.1 - 3 - 4 - 5

Notes de planification

- Déposer dans différents bechers, 12 g de carbone, 18 g d'eau, 46 g d'éthanol, 59 g de NaCl, 64 g de Cu et 360 g de sucrose et se procurer un sac à déchet de grand format avec une attache pour réaliser la démonstration de la **Mise en situation**.
- Rédiger une feuille d'exercices comprenant divers types de calculs (moles-particules, masse-mole, masse-particules) se rapportant à des éléments monoatomiques et la photocopier. Écrire les réponses sur la feuille.
- Rédiger une feuille d'exercices comprenant divers types de calculs (moles-particules, masse-mole, masse-particules) se rapportant à des éléments polyatomiques et des composés, et la photocopier. Écrire les réponses sur la feuille.
- Préparer des échantillons des substances ci-après et les placer dans des bechers séparés : bloc de soufre (S_8), blocs ou lames de métaux, cubes de sucre ($C_{12}H_{22}O_{12}$), bloc de sel (NaCl), rondelle de dichlorobenzène ($C_6H_4Cl_2$), naphthaline ($C_{16}H_{12}Cl_2$), coquillage ($CaCO_3$), calcaire ($CaCO_3$), briquette de barbecue (C), bouteille d'eau, bouteille de glycérol ($C_3H_8O_3$), pain de savon ($C_{18}H_{35}O_2Na$), hématite (Fe_2O_3), pyrite (FeS), quartz (SiO_2).
- Se procurer une balance électronique pour chaque équipe.
- Rédiger une feuille d'exercices sur le calcul de la composition centésimale en partant de la formule chimique d'un composé, et la photocopier. Écrire les réponses sur la feuille.

- Rédiger une feuille d'exercices portant sur la détermination de la formule chimique d'un composé en partant de sa composition centésimale, et la photocopier. S'assurer que la formule moléculaire est identique à sa formule simple. Écrire les réponses sur la feuille.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter à l'élève des échantillons de différentes substances (p. ex., sac en plastique rempli d'air (22,4 l), 12 g de carbone, 18 g d'eau, 46 g d'éthanol, 59 g de sel, 64 g de cuivre, 360 g de sucrose) et informer l'élève que chaque échantillon contient un nombre identique de particules : une mole.
- Demander à l'élève d'estimer approximativement le nombre de particules dans ces échantillons (p. ex., des milliards de milliards de particules). **(ED)**
- Informer l'élève qu'il est possible de calculer le nombre d'atomes ou de molécules contenus dans un échantillon d'une substance de composition connue.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Mole

- Écrire, au tableau, une équation chimique équilibrée qui contient une variété de coefficients
(p. ex., $2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$).
- Demander à l'élève d'expliquer ce que représentent les coefficients dans une équation chimique équilibrée (les coefficients représentent un rapport numérique établi entre les molécules qui réagissent et celles qui sont formées). **(ED)**
- Demander à l'élève d'expliquer la difficulté rencontrée en laboratoire lorsque les rapports représentent des molécules singulières et expliquer la nécessité d'exprimer les coefficients d'une équation chimique en unités de mesure accessibles à une balance pas très perfectionnée (p. ex., la masse d'une molécule est trop petite pour être directement mesurée en utilisant les balances courantes).
- Présenter le concept de *mole* comme étant une quantité de mesure semblable à la douzaine ou à la centaine en expliquant qu'une mole ($6,0 \times 10^{23}$) représente le nombre d'Avogadro, N.
- Montrer à nouveau les échantillons de substances dans la mise en situation et informer l'élève que chacun de ces échantillons contient une mole (ou un nombre N) de particules.
- Donner des exemples de problèmes pour visualiser la dimension du nombre d'Avogadro (p. ex., Si on place, côte à côte et en ligne droite, $6,0 \times 10^{23}$ grains de sable de 0,1 mm de diamètre, combien d'allers-retours entre la Terre et le Soleil pourrions-nous faire en sachant que la distance entre la Terre et le Soleil est d'environ $1,5 \times 10^8$ km?).
- Expliquer qu'un nombre Avogadro d'atomes d'un élément quelconque possède une masse qui est propre à l'élément et que cette masse est appelée *masse molaire*. Revoir avec l'élève l'endroit où on peut la retrouver dans le tableau périodique des éléments.
- Demander à l'élève de suggérer l'unité de mesure appropriée à la masse molaire en s'appuyant sur sa signification. Corriger la réponse de l'élève et confirmer l'unité. **(EF)**
- Demander à l'élève de formuler, en se servant d'un problème simple comprenant la masse molaire et le nombre de moles d'un élément, la relation mathématique entre la mole (n), la masse molaire (M) et la masse de l'échantillon (m) (p. ex., $m = nM$).

M

- Effectuer une variété de problèmes dans lesquels la donnée inconnue varie et montrer à l'élève l'utilité de montrer la simplification des unités dans la formule.
- Se servir d'un problème simple concernant la masse molaire et le nombre de moles d'un élément pour expliquer le concept des chiffres significatifs et préciser le niveau de précision à respecter dans les calculs. Expliquer les règles des +, -, ÷, ×. **(AM)**
- Résoudre, au tableau, des problèmes variés concernant des éléments monoatomiques (p. ex., moles-particules, masse-mole, masse-particules chez des éléments tels que le fer, le cuivre et le sodium). Corriger les exercices au tableau. **(EF)**
- Assigner des exercices aux élèves : moles-particules, masse-mole, masse-particules concernant des éléments monoatomiques et remettre le corrigé. **(EF)**
- Calculer la masse molaire des composés à l'aide du tableau périodique des éléments.
- Résoudre, au tableau, des problèmes variés concernant des éléments polyatomiques et des composés (p. ex., H₂, O₂, P₄) et assigner des exercices aux élèves : moles-particules, masse-mole, masse-particules concernant des éléments polyatomiques et des composés, et remettre le corrigé. **(EF)**

Mole, masse molaire et nombre de particules

- Présenter des échantillons de différentes substances pures pour lesquelles l'élève peut facilement trouver une formule (p. ex., bloc de soufre (S₈), blocs ou lames de métaux, cube de sucre (C₁₂H₂₂O₁₂), bloc de sel (NaCl), rondelle de dichlorobenzène (C₆H₄Cl₂), naphthaline (C₁₀H₈), coquillage (CaCO₃), calcaire (CaCO₃), briquette de barbecue (C), bouteille d'eau, bouteille de glycérol (C₃H₈O₃), pain de savon (C₁₈H₃₅O₂Na), certains minéraux : hématite (Fe₂O₃), pyrite (FeS) et quartz (SiO₂). (La masse des bouteilles de liquides doit être préalablement notée sur l'étiquette.)
- Demander à l'élève la manière dont elle ou il s'y prendrait pour calculer le nombre de moles et le nombre de molécules dans chaque échantillon.
- Demander à l'élève d'énumérer les mesures de sécurité à suivre dans cette activité et l'inviter à effectuer l'expérience. Corriger, en classe, les réponses de l'élève. **(EF)**

Composition centésimale

- Demander à l'élève d'expliquer, en s'appuyant sur ses connaissances étymologiques de *composition* et de *centésimale*, ce que pourrait vouloir dire *composition centésimale*. **(ED)**
- Informer l'élève que *composition centésimale* représente le pourcentage d'un élément dans un composé quant à sa masse.
- Donner un exemple de problème et demander à l'élève de le résoudre (p. ex., Un échantillon de sel contient 2,3 g de Na et 3,5 g de Cl. Calcule le pourcentage de Na dans le composé.). **(AM)**
- Corriger le problème au tableau. **(EF)**
- Demander à l'élève de suggérer une formule mathématique permettant de calculer la composition centésimale d'un élément dans un composé. Écrire la formule au tableau.
- Donner un exemple de calcul de la composition centésimale basé sur la formule chimique en calculant le pourcentage de chaque élément du composé.
- Assigner des exercices sur la composition centésimale en partant de la formule chimique d'un composé et remettre le corrigé. Demander à l'élève de tenir compte des chiffres significatifs.
- Donner des exemples de problèmes où l'élève trouve la formule chimique en partant de la composition centésimale d'un composé en utilisant des exemples où la formule simple correspond à la formule moléculaire (p. ex., H₂O, CO₂, Na₂CO₃ et non C₂H₆).

- Assigner des exercices portant sur la détermination de la formule chimique en partant de la composition centésimale d'un composé et donner les réponses sur la feuille. **(EF)**
- Inviter l'élève à visiter le site Web du cégep Saint-Laurent et à utiliser l'utilitaire Calculateur de masse molaire et de composition centésimale (<http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/default.htm>). **(T)**

Évaluation sommative

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

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de concevoir une marche à suivre pour calculer le nombre de particules de craie (CaCO_3) retrouvées dans son nom lorsqu'on l'écrit au tableau.
- Faire la distinction entre la formule simple et la formule moléculaire, et assigner des exercices qui concernent des composés où la formule simple diffère de la formule moléculaire.
- Faire participer l'élève à un jeu de bingo concernant des calculs de masse molaire ou de nombre de moles.
- Demander à l'élève de déterminer le nombre de molécules dans une goutte d'eau et son taux d'évaporation quant à diverses conditions environnementales.

Annexes

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

ACTIVITÉ 4.2 (SCH4C)

Stoechiométrie

Description

Durée : 300 minutes

Cette activité porte sur l'analyse quantitative des réactions chimiques. L'élève résout une variété de problèmes stoechiométriques se rapportant à la masse, à la masse molaire et à la mole, en partant des données expérimentales et théoriques. De plus, elle ou il utilise les rapports stoechiométriques pour déterminer, en laboratoire, l'équation chimique de la décomposition du bicarbonate de sodium.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9

Domaine : Calculs chimiques

Attentes : CH4C-CC-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-CC-Comp.1 - 2 - 3
SCH4C-CC-Acq.1 - 2 - 3 - 5 - 6

Notes de planification

- Rédiger une feuille d'exercices de problèmes des types mole-mole et masse-mole, et la photocopier en incluant les réponses.
- Rédiger une feuille d'exercices de problèmes des types masse-masse, mole-mole et masse-mole, et la photocopier en incluant les réponses.
- Photocopier la feuille de consignes pour réaliser l'expérience sur la détermination de la formule d'un composé (voir **Déroulement de l'activité**).
- Pour chaque équipe, se procurer un creuset, une paire de pinces à creuset, une trousse de chauffage, un brûleur Bunsen, une balance électronique.
- Préparer quelques bechers étiquetés contenant du bicarbonate de sodium et une spatule.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter un parallèle entre les proportions des ingrédients dans une recette et les rapports entre les substances dans une équation chimique équilibrée.
- Demander à l'élève de se rappeler ce que représentent les coefficients dans une équation chimique équilibrée et de l'expliquer. **(ED)**

- Représenter les atomes d'une équation simple par des boulons et des écrous, et montrer que des quantités égales de molécules réagissent dans un rapport qui correspond à celui des coefficients (p. ex., dans l'équation $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$, deux moles de H_2 réagissent avec une mole de O_2 pour former deux moles de H_2O).
- Insister sur le fait que les coefficients dans les équations chimiques représentent des quantités molaires.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Calcul du rendement théorique

Note : Tous les calculs doivent tenir compte des chiffres significatifs.

- Donner un exemple de calcul de rapport mole-mole en se basant sur une équation équilibrée où on doit calculer la quantité en moles d'une substance obtenue par la réaction complète d'une quantité donnée en mole d'un réactif. Expliquer que la réponse obtenue représente la quantité maximale de la substance qui serait obtenue dans des conditions de laboratoire parfaites et que cette quantité s'appelle *rendement théorique*.
- Définir *rendement théorique*, *rendement réel ou expérimental* et *pourcentage de rendement*, et donner des exemples de sources d'erreurs (p. ex., impureté des réactifs, perte des produits).
- Donner des exemples des problèmes mole-masse en partant d'une équation équilibrée et assigner des exercices des types mole-mole et masse-mole. Demander à l'élève de s'autoévaluer à l'aide des réponses. **(EF)**
- Donner un exemple de calcul de rapport masse-masse en partant d'une équation équilibrée et le corriger au tableau.
- Donner des exemples de problèmes masse-masse, mole-masse et mole-mole, et demander à des élèves volontaires de faire ces problèmes au tableau et de formuler à voix haute les questions qu'elles ou ils se posent lorsqu'elles ou ils analysent le problème. **(O)**
- Assigner des exercices des types masse-masse, mole-masse et mole-mole. Demander à l'élève de remettre ses réponses à l'exercice aux fins de correction. **(EF)**
- Demander à l'élève de présenter des exemples de la vie courante qui montrent l'importance de l'analyse des rapports quantitatifs (p. ex., posologie d'un médicament).

Détermination de la formule d'un composé

- Remettre à l'élève les directives pour faire l'expérience sur la détermination de la formule d'un composé et lui expliquer l'expérience (voir ci-dessous).
- Regrouper les élèves en équipes de deux et leur demander d'énoncer les marches à suivre d'urgence. Circuler et donner des indications aux équipes.

Consignes : Détermination de la formule d'un composé

Problème à résoudre

- Parmi les trois équations ci-dessous, déterminer celle qui représente la réaction de décomposition par chauffage du bicarbonate de sodium et préciser la formule du dépôt formé dans le creuset.

Équation n° 1 :

bicarbonate de sodium (s) \div hydroxyde de sodium (s) + bioxyde de carbone (g)

Équation n° 2 :

bicarbonate de sodium (s) \div carbonate de sodium (s) + bioxyde de carbone (g) + eau (g)

Équation n° 3 :

bicarbonate de sodium (s) \div oxyde de sodium (s) + bioxyde de carbone (g) + eau (g)

Marche à suivre

- Lire la marche à suivre et tracer un tableau approprié des données.
- Mesurer la masse d'un creuset vide, propre et sec.
- Ajouter 10 à 20 g de bicarbonate de sodium. Mesurer la masse du creuset contenant le bicarbonate de sodium.
- À l'aide d'un brûleur Bunsen, chauffer intensément le creuset pendant cinq à dix minutes.
- Laisser refroidir pendant cinq minutes. Mesurer la masse du creuset contenant le produit.
- Replacer le creuset dans la flamme du brûleur et chauffer encore pendant une dizaine de minutes. Laisser refroidir à nouveau (cinq minutes) et mesurer la masse.
- Si la masse n'a pas changé, cesser le chauffage. Si la masse a changé, continuer le chauffage jusqu'à ce qu'elle soit constante.

Analyse des résultats

- Pour chacune des réactions possibles présentées dans le problème :
 - écrire l'équation chimique équilibrée;
 - en tenant compte des chiffres significatifs, calculer la valeur théorique (calculer la masse de produit formé dans le creuset si la masse initiale de bicarbonate de sodium utilisée dans l'expérience réagissait selon cette équation);
- Comparer avec la valeur réelle (la masse de produit obtenue dans l'expérience) et calculer le pourcentage de rendement en utilisant la relation ci-dessous.

$$\text{pourcentage de rendement} = \int \frac{|\text{rendement théorique} - \text{rendement réel}|}{\text{rendement théorique}} \times 100$$

- Comparer les trois déviations obtenues et choisir la bonne équation. Justifier sa réponse.
- Écrire l'équation qui décrit correctement la décomposition du bicarbonate de sodium lorsqu'il est chauffé.
- Écrire la formule du composé formé dans le creuset.
- Donner des sources d'erreur qui expliqueraient la déviation observée entre la valeur théorique et la valeur réelle.
- Proposer des modifications à l'expérience pour améliorer le pourcentage de rendement.

- Proposer à l'élève de visiter le site Internet du cégep Saint-Laurent et d'utiliser l'utilitaire *Calculs stoechiométriques* (<http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/default.htm>).
(T)

Évaluation sommative

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

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter une réaction de déplacement double produisant un précipité (voir Activités 1.4 et 1.5) et demander à l'élève de déterminer le rendement théorique de la masse du précipité en partant de 5 g de l'un des réactifs. Demander à l'élève de concevoir une expérience, de la réaliser et de calculer le pourcentage de déviation.
- Présenter l'équation de la décomposition du carbonate de cuivre (II) par chauffage pour produire l'oxyde de cuivre et le gaz carbonique et demander à l'élève de calculer le rendement théorique de la masse d'oxyde de cuivre formée en partant d'une masse connue de carbonate de cuivre. Demander à l'élève de concevoir l'expérience, de la réaliser et de calculer le pourcentage de déviation.

Annexes

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

ACTIVITÉ 4.3 (SCH4C)

Rendement des réactions chimiques

Description

Durée : 240
minutes

Cette activité porte sur la capacité d'une industrie à maximiser le pourcentage de rendement de son produit. L'élève conçoit et effectue une expérience pour déterminer lequel des trois processus chimiques de production de cuivre qu'on lui propose est le plus rentable. Elle ou il calcule le rendement théorique, le pourcentage de rendement, les coûts de production et les profits ou les déficits encourus.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9

Domaine : Calculs chimiques

Attentes : SCH4C-CC-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-CC-Comp.1
SCH4C-CC-Acq.1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7
SCH4C-CC-Rap.1 - 3

Notes de planification

- Se procurer environ 100 g de fer, d'aluminium et de zinc en pépites, et les placer séparément dans des bechers.
- S'assurer de la disponibilité du matériel pour chaque équipe : trousse de chauffage avec brûleur Bunsen, agitateur, pincettes, papier filtre, balance, eau distillée, flacon-laveur, récipients pour récupérer les restes de chacun des métaux usés, cylindre gradué de 100 ml, entonnoir, becher de 250 ml, erlenmeyer de 250 ml, récipients de déchets étiquetés.
- Préparer 2 L de solution sulfate de cuivre (II) à 1,0 M.
- Photocopier une feuille de consignes pour concevoir l'expérience (voir **Déroulement de l'activité**).
- Rédiger l'évaluation sommative et la grille d'évaluation adaptée, et les photocopier.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de se rappeler le rendement théorique, la valeur réelle et le pourcentage de rendement et de les expliquer. **(ED)**
- Demander à l'élève d'expliquer le lien entre le succès financier d'une industrie chimique et le pourcentage de rendement des processus chimiques utilisés pour faire la synthèse de leur produit. **(ED) (PE)**
- Informer l'élève du problème à résoudre au cours de cette activité : elle ou il est ingénieure en chef ou ingénieur en chef d'une industrie spécialisée dans la production du cuivre et doit choisir le processus chimique de production du cuivre le plus rentable parmi trois processus possibles : les réactions de déplacement simple de l'aluminium, du zinc ou du fer à une solution de sulfate de cuivre. **(PE)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Production du cuivre

- Répartir la classe en équipes de deux élèves et leur demander de concevoir une expérience pour résoudre le problème présenté dans la **Mise en situation**. Circuler, commenter et offrir de l'aide et des indices à l'élève. **(EF)**
- Demander à l'élève de déterminer les composantes du problème qui lui donnent des difficultés et d'expliquer ce qu'elle ou il peut faire pour résoudre ce genre de difficultés. **(O)**
- Discuter en groupe-classe des différentes solutions proposées par l'élève pour résoudre le problème et lui remettre une feuille de consignes.

Consignes - Rentabilité de production du cuivre

Partie A - Production du cuivre

- Tracer un tableau approprié de données pour y consigner toutes les mesures de masse.
- Mesurer la masse d'un becher de 250 ml
- Mettre, dans le becher, de 8 à 10 g de pépites du métal assigné (Al, Zn ou Fe).
- Mesurer précisément la masse du becher et du métal, et ajouter 100 ml de sulfate de cuivre (II) à 1,0 M.
- Chauffer le mélange jusqu'à ce qu'il atteigne une température de 90 °C. Chauffer pendant quelques minutes à une température de 90 °C, puis éteindre le brûleur.
- À l'aide de pincettes, retirer les restes du métal qui n'ont pas réagi et les rincer avec de l'eau distillée. Placer les restes du métal dans le récipient étiqueté à cet effet.
- Mesurer la masse d'un papier filtre.
- Laisser refroidir la solution et la filtrer à l'aide du papier filtre.
- Disposer du filtrat dans les récipients de déchets étiquetés.
- Laver le dépôt de cuivre en ajoutant quelques millilitres d'eau distillée à l'entonnoir.
- Retirer le papier filtre de l'entonnoir, puis le laisser sécher pendant 24 heures.

- Mesurer la masse du solide et du papier filtre secs.
- Échanger les données avec les autres équipes pour obtenir les données quant aux trois métaux.

Partie B - Analyse des données

- Pour chacune des trois réactions de déplacement simple :
 - écrire l'équation chimique de la réaction et calculer, en tenant compte des chiffres significatifs, le rendement théorique du cuivre en se basant sur la masse utilisée du métal (note : il y a deux calculs pour le fer : un pour Fe^{2+} et l'autre pour Fe^{3+});
 - calculer le pourcentage de rendement de la formation du cuivre dans chacune des réactions;
 - déterminer les sources d'erreurs concernant le processus.

Partie C - Calcul de la rentabilité

- Pour chacune des réactions, calculer la moyenne des masses de cuivre obtenues par gramme de métal utilisé (il s'agit du rendement réel).
- Obtenir d'un catalogue (p. ex., *Boréal*) le coût d'achat de chaque gramme de fer, de zinc, de cuivre et de sulfate de cuivre (note : 100 ml de solution CuSO_4 à 1,0 M contient 16,0 g de CuSO_4).
- Pour chacune des réactions, calculer le coût de production du cuivre (coût des quantités de métaux et de sulfate de cuivre utilisées).
- Obtenir du même catalogue le coût de vente du cuivre.
- Déterminer la rentabilité de chacune des méthodes (le profit ou le déficit) et choisir celle qui est la plus profitable ou la moins déficitaire. **(AM)**
- Préparer une affiche comportant l'énoncé du problème, la marche à suivre illustrée, le tableau de données, les calculs, les sources d'erreur, les suggestions pour améliorer le rendement et la conclusion.

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée d'une activité en laboratoire et l'expliquer.
- Évaluer les connaissances acquises sur le concept de la mole, du calcul de la masse molaire et du nombre de particules, sur les relations entre les coefficients stoechiométriques dans une équation équilibrée, les calculs stoechiométriques, les sources d'erreur, les rendements théorique et réel, le pourcentage de rendement et le vocabulaire lié aux calculs chimiques.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension des concepts de mole, de masse molaire, de valeurs théorique et réel et de pourcentage de rendement;
 - démontrer une compréhension des rapports entre les coefficients stoechiométriques d'une équation chimique équilibrée, les quantités molaires, la masse et le nombre de particules.

- Recherche
 - planifier une expérience pour recueillir, isoler et peser le produit d'une réaction;
 - calculer la masse molaire des composés, le nombre de particules, la valeur théorique en utilisant le rapport entre les coefficients stoechiométriques d'une équation, le pourcentage de rendement et la composition centésimale en partant de la formule chimique d'un composé;
 - analyser les sources d'erreur dans une expérience et proposer des changements pour améliorer son pourcentage de rendement.
- Communication
 - utiliser la terminologie propre au domaine des calculs chimiques;
 - utiliser une équation chimique équilibrée pour représenter une réaction chimique;
 - présenter les données recueillies et ses idées en utilisant le rapport d'expérience;
 - utiliser les unités SI, les symboles et les conventions scientifiques.
- Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre le succès d'une industrie et sa capacité de maximiser le pourcentage de rendement de ses produits;
 - analyser l'importance de l'analyse des rapports quantitatifs dans la vie courante.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Informer l'élève qu'un bon citoyen ou bonne citoyenne et une industrie responsable éliminent les déchets des métaux (zinc, aluminium et fer) des solutions avant de les disposer dans l'environnement. Une façon d'éliminer ces métaux des solutions est de les précipiter en ajoutant du carbonate de sodium. Demander à l'élève de calculer le coût pour précipiter totalement le cuivre de l'expérience effectuée lors de l'activité en mesurant la quantité de carbonate de sodium nécessaire. **(AM)**
- Proposer une réaction de déplacement double produisant un précipité (voir Activités 1.4 et 1.5) et demander à l'élève de déterminer le rendement théorique de la masse du précipité en partant de 5 g de l'un des réactifs, d'effectuer l'expérience, de filtrer, de sécher et de prendre la masse du précipité et de calculer le pourcentage de rendement.

Annexes

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

ACTIVITÉ 4.4 (SCH4C)

Concentration et préparation de solutions

Description

Durée : 240
minutes

Cette activité porte sur les calculs de concentration et la préparation en laboratoire de solutions aqueuses. L'élève résout des problèmes variés comprenant une masse de soluté, une masse molaire, un nombre de particules et une concentration en moles dans un litre. Elle ou il utilise ces calculs et divers instruments pour préparer des solutions en laboratoire et les préparer.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 4

Domaine : Calculs chimiques

Attentes : SCH4C-CC-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-CC-Comp.1
SCH4C-CC-Acq.1 - 2 - 3 - 5 - 8

Notes de planification

- Demander à l'élève, au moins une semaine à l'avance, d'apporter des bouteilles de jus vides en classe. En accumuler environ quarante.
- Rédiger une feuille de problèmes où l'élève doit calculer la concentration en partant de la masse de soluté et du volume de la solution, et la photocopier. Écrire les réponses sur la feuille.
- Rédiger des problèmes variés de concentration (p. ex., calcul de la masse de soluté dans un volume de solution donné; calcul de la concentration en partant de la masse ou du nombre de mole de soluté; calcul du volume de solution contenant une masse donnée de soluté) et les photocopier. Écrire les réponses sur la feuille.
- Sortir les bouteilles des composés chimiques suivants : NaCl, KI, NaNO₃, Mg(NO₃)₂, Ca(NO₃)₂, Sr(NO₃)₂, NH₄NO₃, Fe(NO₃)₃, CoCl₂, Cu(NO₃)₂, Ni(NO₃)₂, AlCl₃, NaOH, Na₂SO₄, Na₂S, CuCl₂, NH₄Cl, Al(NO₃)₃, Zn(NO₃)₂, Sn(NO₃)₂, Na₂CO₃, KNO₃, AgNO₃, LiNO₃.
- S'assurer de la disponibilité du matériel à distribuer à chaque équipe : fioles jaugées de 1 L, balance à fléau, spatule, bouteilles de 1 L avec couvercle (p. ex., bouteilles de jus), étiquettes, ruban adhésif, fiches signalétiques des produits, brosses et savon pour nettoyer les bouteilles.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter à l'élève la situation suivante : tu es technicien ou technicienne en laboratoire et tu dois préparer 250 ml de solution de NaCl ayant une concentration de 0,10 mol/L (0,10 M). Comment procédera-tu? **(ED)**
- Demander à l'élève de donner une signification possible de l'unité mol/L. **(ED)**
- En partant de la signification de l'unité mol/L, amener l'élève à déduire que la concentration est obtenue en établissant le rapport entre les moles de soluté et le volume de solution.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

(Note : tenir compte des chiffres significatifs dans tous les calculs)

- Présenter le concept de concentration en unités mol/L en donnant des exemples de problèmes simples (p. ex., calculer la concentration en partant de la quantité en moles de soluté et du volume de la solution).
- Demander à l'élève d'induire l'équation pour calculer la concentration en partant de la quantité en moles de soluté et du volume de la solution. **(AM)**
- Demander à l'élève de résoudre un problème où il faut calculer la concentration en partant de la masse du soluté et du volume de la solution.
- Demander à l'élève d'expliquer les étapes à suivre pour résoudre ce problème (calculer la masse molaire du composé; calculer le nombre de moles de soluté; calculer la concentration).
- En utilisant un exemple de problème, expliquer à l'élève la nécessité de confirmer l'opération mathématique en faisant la simplification des unités dans la formule. **(AM)**
- Assigner des problèmes de calculs de concentration en partant de la masse de soluté et du volume de la solution. Demander à un ou à une élève volontaire de présenter ses solutions au tableau. Corriger, au besoin. **(EF)**
- Demander à l'élève de calculer la masse de soluté en partant de la concentration molaire et du volume de la solution, et lui demander d'expliquer les étapes à suivre (calculer le nombre de moles dans la solution; calculer la masse molaire du soluté; calculer la masse de soluté).
- Assigner des problèmes variés portant sur des concentrations (p. ex., calcul de la masse de soluté dans un volume donné de solution; calcul de la concentration en partant de la masse ou du nombre de moles de soluté; calcul du volume de solution qui contient une masse donnée de soluté).
- Demander à l'élève d'énumérer les types de problèmes possibles portant sur la concentration et l'inviter à expliquer la manière dont elle ou il peut facilement reconnaître chaque type et à décrire les étapes à suivre pour les résoudre. **(O)**

Préparation de solutions

- Choisir un hydrate (p. ex., le sulfate de cuivre hydraté $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ou le sulfate de magnésium hydraté $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) et demander à l'élève d'expliquer les étapes à suivre pour préparer une solution de concentration donnée. **(ED)**
- Reprendre l'explication de l'élève en insistant sur les points suivants : la nécessité de tenir compte de l'eau d'hydratation dans le calcul de la masse molaire lorsque le soluté est un

hydrate, la nécessité d'utiliser une fiole jaugée, la nécessité de dissoudre le soluté dans un petit volume d'eau et de le diluer pour obtenir le volume désiré.

- Expliquer à l'élève que le but de la tâche consiste à préparer les solutions qui seront utilisées l'année prochaine dans les classes de chimie.
- Regrouper les élèves en équipes de deux, puis assigner à chacune les solutions à préparer selon les volumes et les concentrations désirées :
 - Concentration à 0,1 M
NaCl, KI, NaNO₃, Na₂CO₃, Mg(NO₃)₂, Ca(NO₃)₂, Sn(NO₃)₂, Sr(NO₃)₂, NH₄NO₃, Fe(NO₃)₃, CoCl₂, Cu(NO₃)₂, Ni(NO₃)₂, Na₂S, AlCl₃, NaOH, Na₂SO₄, Zn(NO₃)₂, CuCl₂, NH₄Cl et Al(NO₃)₃.
 - Concentration à 0,2 M
KNO₃, AgNO₃, Zn(NO₃)₂, LiNO₃, Sr(NO₃)₂, NaNO₃ et Ca(NO₃)₂.
 - Concentration à 1,0 M
Zn(NO₃)₂, Cu(NO₃)₂, Al(NO₃)₃, Sn(NO₃)₂, Mg(NO₃)₂ et Na₂SO₄.
- Distribuer à l'élève les fiches signalétiques et lui demander d'énoncer les marches à suivre d'urgence. Commenter les marches à suivre d'urgence énoncées. **(EF)**
- Demander à l'élève de consulter l'étiquette des bouteilles pour vérifier la nature du composé (p. ex., Est-ce un hydrate?) et d'expliquer la marche à suivre pour préparer les solutions désirées.
- Demander à l'élève de faire les calculs de chacune des solutions assignées et de faire vérifier ses calculs. À la suite de la vérification, inviter l'élève à préparer ses solutions. **(EF)**
- Demander à l'élève d'entreposer ses solutions dans des bouteilles hermétiques qu'elle ou il a préalablement nettoyées et étiquetées.

Évaluation sommative

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

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter d'autres unités de concentration (p. ex., grammes/litre, pourcentage de volume, pourcentage en masse, ppm) et s'en servir pour calculer la masse d'un ingrédient actif dans un produit de consommation ou dans un polluant (p. ex., remède).
- Inviter l'élève à résoudre des problèmes de concentration plus difficiles (p. ex., calculer la masse de l'ion Na⁺ présent dans un volume donné de solution NaCl à 0,25 M).
- Présenter des problèmes concernant des rapports stoechiométriques d'une équation dont les quantités des réactifs sont exprimées en volume et en concentration.
- Demander à l'élève de rechercher la concentration maximale permise d'alcool dans le sang ou dans l'haleine pour conserver son permis de conduire en Ontario et de l'exprimer en d'autres unités de concentration.

Annexes

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

ACTIVITÉ 4.5 (SCH4C)

Dilution

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur l'analyse quantitative et la préparation des solutions étalons par séries de dilution. L'élève prépare des solutions standards, mesure leur capacité d'absorption en utilisant un spectrophotomètre, trace la courbe de calibrage et détermine la concentration inconnue d'une solution par interpolation graphique. De plus, elle ou il décrit des professions qui requièrent des connaissances en chimie analytique quantitative et en spectrophotométrie.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.2 - 3 - 5 - 7 - 8 - 10

Domaine : Calculs chimiques

Attentes : SCH4C-CC-A.2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-CC-Acq.1 - 2 - 5 - 8 - 9
SCH4C-CC-Rap.2

Notes de planification

- Rédiger une feuille de problèmes variés de dilution et la photocopier. Écrire les réponses sur la feuille.
- Préparer au moins 10 ml de solution de NiSO_4 de chacune des concentrations suivantes : 0,08 M, 0,16 M, 0,24 M, 0,28 M, 0,32 M et 0,40 M.
- Préparer 1 L de la solution de NiSO_4 à 0,70 M.
- S'assurer de la disponibilité des spectrophotomètres, des cylindres gradués de 10 ml (ou des pipettes graduées de 10 ml).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

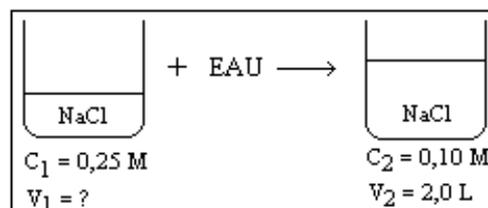
- Demander à l'élève d'énumérer des situations dans lesquels il est important de mesurer avec exactitude la concentration de substances et animer une discussion sur les suggestions données (p. ex., concentration de polluants tels que le phosphate, le mercure, le plomb, les BPC, les dioxines et le DDT dans l'eau des Grands Lacs et l'eau potable; concentration des métabolites ou de drogues dans le sang des patients; alcootest). **(ED)**
- Expliquer que les processus d'analyse quantitative concernent souvent des dilutions et qu'il est important de maîtriser ce concept.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Dilution de solutions

- Présenter un problème se rapportant à la dilution d'un certain volume de solution concentrée : calculer le volume d'une solution concentrée de NaCl à 0,25 M que l'on doit diluer pour former 2 L de solution NaCl à 0,10 M..
- Demander à l'élève d'essayer de résoudre le problème et la ou le guider dans sa démarche en lui demandant :
 - de schématiser le problème et d'y noter toutes les données (voir **Schéma 4.5a**).
 - d'écrire la relation entre C , V et n .
 - de déterminer la variable qu'il lui manque pour trouver V_1 .
 - de réfléchir sur ce qu'il advient de n lorsqu'on ajoute de l'eau et de l'amener à constater qu'à l'intérieur d'une dilution n ne change pas.
 - de trouver n (en utilisant C_2 et V_2), puis de trouver V_1 . **(ED)**
- Amener l'élève à faire une inférence en lui demandant de réfléchir à une formule appropriée pour résoudre les problèmes de dilution (p. ex., puisque $n_1 = n_2$; que $n_1 = C_1 \times V_1$ et que $n_2 = C_2 \times V_2$, on peut déduire qu'à l'intérieur d'une dilution, $C_1 V_1 = C_2 V_2$). **(AM)**
- Demander à l'élève de résoudre le problème en utilisant cette fois la relation $C_1 V_1 = C_2 V_2$ et de montrer la simplification des unités. Corriger le problème au tableau. **(EF)**
- Assigner des problèmes variés portant sur la dilution et circuler en offrant de l'aide individuelle. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire un survol de tous les types de problèmes concernant la mole, la masse molaire, la masse, la concentration et de déterminer les critères qui lui permettent de reconnaître un problème de dilution. Lui demander d'écrire un problème de chaque type avec sa solution et de le faire résoudre par un ou une partenaire. **(O)**
- Demander à l'élève d'écrire les questions qu'elle ou il trouve utiles de se poser et les indices qu'elle ou il recherche lorsqu'elle ou il doit résoudre un problème difficile. **(O)**

Schéma 4.5a

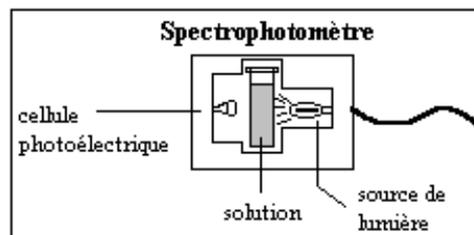


Capacité d'absorption de solutions standards et courbe de calibrage

- Présenter à l'élève une éprouvette contenant une solution de NiSO_4 de concentration inconnue (p. ex., 0,35 M) et énoncer le problème à résoudre : déterminer la concentration de cette solution.
- Présenter à l'élève cinq éprouvettes non étiquetées de solutions de NiSO_4 ayant des concentrations connues (p. ex., 0,08 M, 0,16 M, 0,24 M, 0,32 M et 0,40 M).
- Amener l'élève à constater par estimation par estimation que l'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration de la solution en lui demandant d'ordonner les éprouvettes par ordre croissant de concentration et de découvrir l'éprouvette qui contient, par exemple, la solution à 0,32 M.
- Demander à l'élève d'expliquer la manière dont elle ou il pourrait utiliser ces cinq solutions de NiSO_4 de concentrations connues pour estimer la concentration inconnue de la solution de NiSO_4 (on peut situer la concentration inconnue entre 0,32 M et 0,40 M en comparant les intensités de la coloration).
- Informer l'élève que ces solutions de concentration connues constituent des solutions standards qui sont utiles pour déterminer la concentration inconnue d'une solution de même type.

- Expliquer l'importance de l'exactitude de la concentration des solutions standards pour déterminer la concentration inconnue.
- Faire la démonstration de la préparation d'une solution standard de concentration connue (p. ex., 0,08 M) par la dilution de volume calculé de NiSO_4 à 0,40 M et montrer l'utilisation d'une pipette à l'occasion de la dilution.
- Demander à l'élève de commenter le degré de précision de cette façon de procéder (la concentration estimée n'est pas très précise).

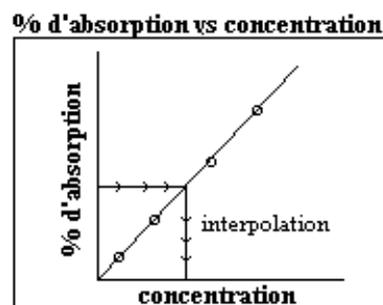
Schéma 4.5b



- Montrer à l'élève un spectrophotomètre et expliquer son utilité (mesurer précisément l'intensité de la couleur d'une solution en mesurant son pourcentage d'absorption de la lumière).
- Déterminer les composantes d'un spectrophotomètre et expliquer son fonctionnement (une lumière rouge est dirigée vers la solution colorée verte du NiSO_4 . La quantité de lumière qui parvient à traverser la solution est inversement proportionnelle à l'intensité de coloration de la solution. L'intensité de la lumière qui parvient à traverser est mesurée par la cellule photoélectrique et est ensuite convertie en pourcentage d'absorption). (Se reporter au site du cégep Saint-Laurent- Département de chimie et choisir le lien *Principe de photométrie* : <http://www.cegep-st-laurent.qc.ca/depar/chimie/default.htm>.)

- Demander à l'élève d'expliquer la façon dont on pourrait utiliser cet appareil pour résoudre le problème énoncé ci-dessus. (ED)

Schéma 4.5c



- Pour guider l'élève dans sa réflexion, lui présenter le problème suivant : supposons que le pourcentage d'absorption de chacune des solutions étalons est mesuré puis noté et en admettant que l'intensité de la coloration varie proportionnellement selon la concentration du soluté, quelle sera l'allure du graphique **Pourcentage d'absorption par rapport à la concentration?** Amener l'élève à réaliser que le graphique prendrait l'allure d'une droite (voir Schéma 4.5c). (AM)
- Demander à l'élève d'expliquer, en se basant sur ces nouvelles informations, la manière dont elle ou il pourrait s'y prendre pour mesurer précisément la concentration inconnue de la solution de NiSO_4 .
- Expliquer qu'il est possible de mesurer indirectement la concentration de la solution en mesurant tout d'abord son pourcentage d'absorption en utilisant le spectrophotomètre, puis de faire une interpolation graphique (voir Schéma 4.5c).

Courbe standard d'absorption

(référence : «Determining the Concentration of a Solution : Beer's Law», *Chemistry with CBL*.)

- Informer l'élève du problème à résoudre en laboratoire : préparer des solutions standards et utiliser le spectrophotomètre et ces solutions pour déterminer la concentration inconnue d'une solution de NiSO_4 .
- Regrouper les élèves en équipes de deux et leur demander de concevoir une marche à suivre. Discuter et commenter la marche à suivre suggérée. (EF)

- Fournir à chaque équipe un échantillon de la solution de NiSO_4 de concentration inconnue et un échantillon de la solution de NiSO_4 à 0,70 M.
- Demander à l'élève de préparer, en utilisant la solution de NiSO_4 à 0,70 M, 10 ml de chacune des solutions suivantes : 0,10 M, 0,20 M, 0,30 M, 0,40 M et 0,50 M (le volume de solution est déterminé en fonction du volume du récipient du spectrophotomètre).
- Expliquer à l'élève le protocole à suivre pour calibrer et utiliser le spectrophotomètre.
- Demander à l'élève de formuler une hypothèse avant de faire l'expérience, en se basant sur une comparaison objective des intensités de coloration et de noter cette hypothèse dans sa reliure à anneaux.
- Demander à l'élève de procéder à la mesure des pourcentages d'absorption, à la construction du graphique **Pourcentage d'absorption par rapport à la concentration** et à l'analyse des données obtenues.
- Demander à l'élève de remettre un rapport d'expérience. Corriger le rapport et le commenter. **(EF)**
- Inviter l'élève à trouver des professions qui requièrent des connaissances en spectrophotométrie (p. ex., technicien ou technicienne en laboratoire). Se reporter au site de l'Ordre des chimistes du Québec et à ses nombreux liens (<http://www.ocq.qc.ca/>). **(PE)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée d'une épreuve et l'expliquer.
- Évaluer les connaissances acquises sur la préparation des solutions aqueuses, la préparation de solutions standards par dilution, l'établissement d'un rapport entre la concentration, le nombre de particules et le volume de solution, l'utilisation des unités de concentration, l'utilisation du spectrophotomètre et des fioles jaugées, importance de l'exactitude de la concentration dans diverses solutions et utilisation du vocabulaire scientifique approprié.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer sa connaissance des étapes à suivre pour préparer des solutions de concentrations données en partant de la masse de soluté, du nombre de particules et du volume de solution;
 - démontrer sa compréhension de la préparation de solutions standards selon le processus de dilution;
 - Recherche
 - résoudre des problèmes de concentration et de dilution concernant le rapport entre la masse de soluté, le nombre de particules, la concentration et le volume de solution;
 - planifier une expérience pour déterminer la concentration d'une solution à l'aide d'un spectrophotomètre;
 - interpréter des données provenant d'un spectrophotomètre.
 - interpoler la concentration d'une solution à l'aide d'un graphique de pourcentage d'absorption.
 - Communication
 - utiliser la terminologie propre aux calculs chimiques et à l'analyse quantitative;
 - représenter graphiquement des résultats provenant d'un spectrophotomètre;
 - utiliser les unités SI, les symboles et les conventions scientifiques appropriés.
 - Rapprochement

- démontrer sa compréhension des rapprochements entre la connaissance de la concentration exacte de solutions, la technologie et l'environnement;
- décrire des professions qui requièrent des connaissances en chimie analytique et en spectrophotométrie.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Suggérer à l'élève de chercher dans Internet des applications de la spectroscopie visible dans la détermination de la concentration de diverses substances. **(T)**
- Inviter l'élève à étudier les effets de différentes doses d'un médicament ou d'un poison sur un individu à la suite d'une recherche documentaire (p. ex., effet de différentes concentrations d'alcool dans le sang).

Annexes

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

Annexe SCH4C 4.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Dilution

Grille d'évaluation adaptée - Dilution

Annexe SCH4C 4.5.1

<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 sa connaissance des étapes à suivre pour préparer des solutions de concentrations données en partant de la masse de soluté, du nombre de particules et du volume de solution. - démontre sa compréhension de la préparation de solutions standards par processus de dilution.	L'élève démontre une connaissance et une compréhension limitées des concepts.	L'élève démontre une connaissance et une compréhension partielles des concepts.	L'élève démontre une connaissance et une compréhension générales des concepts.	L'élève démontre une connaissance et une compréhension approfondies des concepts.
Recherche				
L'élève : - résout des problèmes de concentration et de dilution concernant le rapport entre la masse de soluté, le nombre de particules, la concentration et le volume de solution. - planifie une expérience pour déterminer la concentration d'une solution à l'aide d'un spectrophotomètre et interprète des données obtenues. - interpole la concentration d'une solution à l'aide d'un graphique de pourcentage d'absorption.	L'élève applique un nombre limité des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche.	L'élève applique certaines des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche.	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche.	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies requises propres à la recherche.

Communication				
L'élève : - utilise la terminologie propre aux calculs chimiques et à l'analyse quantitative. - représente graphiquement des données provenant d'un spectrophotomètre. - utilise les unités SI, les symboles et les conventions scientifiques appropriés.	L'élève utilise la terminologie avec peu d'exactitude et une efficacité limitée , et utilise diverses formes de communication avec une compétence limitée .	L'élève utilise la terminologie avec une certaine exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une certaine compétence .	L'élève utilise la terminologie avec une grande exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une grande compétence .	L'élève utilise la terminologie avec une très grande exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une très grande compétence .
Rapprochements				
L'élève : - démontre sa compréhension des rapprochements entre la connaissance de la concentration exacte de solutions, la technologie et l'environnement. - décrit des professions qui requièrent des connaissances en chimie analytique et en spectrophotométrie.	L'élève démontre une compréhension limitée des rapprochements dans des contextes familiaux.	L'élève démontre une certaine compréhension des rapprochements dans des contextes familiaux.	L'élève démontre une compréhension générale des rapprochements dans des contextes familiaux et certaines contextes peu familiaux .	L'élève démontre une compréhension approfondie des rapprochements dans des contextes familiaux et peu familiaux .
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 5 (SCH4C)

Chimie de l'environnement

Description

Durée : 20
heures

Cette unité porte sur la nature et le rôle des divers éléments et composés chimiques présents dans l'environnement et sur leurs conséquences environnementales, sociales et économiques. L'élève explique certaines propriétés physiques des gaz, fait la distinction entre la force et la concentration d'un acide ou d'une base, examine la chimie des pluies acides et détermine la concentration d'un acide et d'ions de calcium dans l'eau par titrage et analyse volumétrique. De plus, elle ou il décrit des professions qui requièrent des connaissances en chimie analytique quantitative.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 9 - 10

Domaine : Chimie de l'environnement

Attentes : SCH4C-CE-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-CE-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7
SCH4C-CE-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
SCH4C-CE-Rap.1 - 2 - 3

Titres des activités

Durée

Activité 5.1 : Gaz atmosphériques et combustion des métaux	150 minutes
Activité 5.2 : Polluants et conséquences environnementales	150 minutes
Activité 5.3 : Recherche - polluants	450 minutes
Activité 5.4 : Acide, base et neutralisation	300 minutes
Activité 5.5 : Analyse volumétrique des ions de calcium dans l'eau	150 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 de sciences.

(Consulter la section **Sécurité** de l'unité 1 de cette esquisse.)

Ressources

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

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

SHAKHASHIRI, Bassam Z., *Chemical Demonstrations - A Handbook for Teachers of Chemistry Volume 2*, Wisconsin, The University of Wisconsin Press, 1983, 312 p. ***

SHAKHASHIRI, Bassam Z., *Chemical Demonstrations - A Handbook for Teachers of Chemistry Volume 3*, Wisconsin, The University of Wisconsin Press, 1983, 400 p. ***

Médias électroniques

École secondaire des Patriotes-de-Beauharnois. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.csvt.qc.ca/patriotes/>

Environnement Canada. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.ec.gc.ca/fenvhome.html>

Environnement Canada - Inventaire national des rejets de polluants. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.npri-inrp.com/QueryFormf.cfm>

Environnement Canada - L'air pur. (consulté le 24 juillet 2001)

http://www.ec.gc.ca/air/introduction_f.cfm

La maison de la chimie Rhône-Alpes. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.chimie-rhonealpes.org/detfrset.htm>

L'Association des industries forestières du Québec. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.aifq.qc.ca>

Le ministère de l'Industrie et du Commerce - Secteurs industriels. (consulté le 24 juillet 2001)

<http://www.mic.gouv.qc.ca/>

Ozone. (consulté le 24 juillet 2001)

http://see.gsfc.nasa.gov/education/SEES/strat/class/S_class.htm

Université du Québec à Trois-Rivières. (consulté le 24 juillet 2001)

http://www.uqtr.quebec.ca/sppu/msds_f.htm

ACTIVITÉ 5.1 (SCH4C)

Gaz atmosphériques et combustion des métaux

Description

Durée : 150
minutes

Cette activité porte sur les composantes gazeuses de l'atmosphère, les propriétés physiques des gaz et les propriétés chimiques des produits de combustion des métaux. L'élève brûle des métaux, recueille et détermine les produits de combustion, observe leurs propriétés chimiques dans l'eau et décrit les processus chimiques en formulant des équations chimiques équilibrées.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 3 - 4 - 5 - 7

Domaine : Chimie de l'environnement

Attentes : SCH4C-CE-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-CE-Comp.1
SCH4C-CE-Acq.1 - 3

Notes de planification

- Se procurer le matériel énuméré pour faire la démonstration de la mise en situation : laine d'acier, 250 ml d'acide HCl à 6 M, deux bechers de 400 ml, pinces à creuset, cylindre gradué de 100 ml en pyrex, pinces universelles, support universel, joint universel, paille flexible.
- Préparer trois seringues hermétiquement fermées, une contenant 10 ml d'air, une autre, 10 ml d'eau et la troisième, 10 ml de sable.
- Se procurer un poids (p. ex., un manuel) et trois supports universels munis de pinces et de joints universels pour fixer les seringues.
- Se procurer une bouteille vide de boisson gazeuse de 2 L et son bouchon.
- Se procurer une seringue branchée à un manomètre.
- Se procurer le matériel énuméré à distribuer à chaque équipe : tournures de calcium, rubans de magnésium d'environ 5 cm de longueur, pinces à creuset, brûleur Bunsen, papier pH, trois lames de microscope, microscope, deux éprouvettes, gelée de pétrole (Vaseline).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Insérer, au fond d'un cylindre gradué de 100 ml, une laine d'acier préalablement nettoyée à l'acide HCl à 6 M.
- Inverser le cylindre gradué dans un contenant d'eau et ajuster le niveau d'eau du cylindre à l'aide d'une paille, jusqu'à la marque de 100 ml (volume d'air + laine d'acier = 100 ml).
- Vingt-quatre heures plus tard, observer le montage et demander à l'élève de décrire ses observations (le niveau d'eau a monté jusqu'à 80 ml).
- Discuter des observations avec les élèves et leur demander de les expliquer. **(ED)**
- Amener l'élève à déduire que l'oxygène de l'air s'est combiné avec le fer pour former la rouille et lui demander de formuler l'équation chimique équilibrée de cette réaction ($4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \div 2\text{Fe}_2\text{O}_3$). **(ED)**
- Demander à l'élève de déduire la proportion, en pourcentage, d'oxygène dans l'air, en tenant compte du volume de gaz restant. Corriger ses réponses. **(EF)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Constituants de l'atmosphère

- Demander à l'élève d'énumérer tous les gaz atmosphériques naturels qu'elle ou il connaît, ainsi que leurs proportions dans l'atmosphère. **(ED)**
- Ajouter des gaz dans la liste des élèves (azote (78 %), oxygène (21 %), gaz carbonique (0,03 %), argon (0,94 %), hélium (0,01 %), néon (0,01 %), xénon (0,01 %), krypton (0,01 %), vapeur d'eau (0,01 à 4,0 %), et les gaz dont on ne retrouve que des traces tels que le méthane, les oxydes d'azote, le sulfure d'hydrogène et le monoxyde de carbone).
- Situer l'élève en lui expliquant qu'il est utile et important d'étudier les propriétés physiques des gaz puisqu'ils sont omniprésents dans l'environnement (p. ex., la compressibilité d'un gaz, la relation entre la pression, le volume et la température d'un gaz).

Compressibilité et volume des gaz

- Demander à l'élève de définir *compressibilité* et de comparer la compressibilité des gaz, des liquides et des solides en se basant sur ses connaissances. **(ED)**
- Montrer la très grande compressibilité des gaz par rapport à celle des solides et des liquides en plaçant un poids tel qu'un livre sur les pistons de trois seringues, l'une contenant 10 ml d'air, une autre, 10 ml d'eau et la troisième, 10 ml de sable. Demander à l'élève de faire une induction (la compressibilité d'un gaz est très élevée, alors que la compressibilité des liquides et des solides est très petite).
- Demander à l'élève de décrire l'effet de l'augmentation et de la diminution de température sur le volume d'un gaz et de justifier ses hypothèses en s'appuyant sur le modèle moléculaire de la matière et des exemples tirés de la vie courante. **(ED)**
- Montrer en laboratoire l'effet de la variation de la température sur le volume d'un gaz :
 - remplir d'eau chaude une bouteille vide de 2 L de boisson gazeuse, la vider de son eau chaude et la fermer rapidement. Observer la bouteille pendant quelques minutes. Demander à l'élève d'expliquer ses observations (l'eau chaude, en étant versée, réchauffe l'air qui rentre; l'air chaud de la bouteille se refroidit, son volume diminue et les parois s'affaissent); **(ED)**

- placer, dans l'eau chaude, la bouteille de boisson gazeuse de la démonstration précédente et observer l'effet sur le volume. Demander à l'élève d'expliquer ses observations. **(ED)**
- À la suite des démonstrations, demander à l'élève de faire une induction quant à l'effet de la variation de la température sur le volume d'un gaz. Corriger et commenter (le volume d'un gaz augmente lorsqu'il est chauffé et diminue lorsqu'il est refroidi). **(EF)**
- Demander à l'élève de décrire l'effet de la variation de pression appliquée sur un gaz sur son volume et de justifier ses hypothèses en se basant sur des exemples tirés de la vie courante. **(ED)**
- Montrer en laboratoire l'effet de la variation de pression appliquée sur un gaz sur son volume à l'aide d'une seringue branchée à un manomètre.
- À la suite de la démonstration, demander à l'élève de faire une induction portant sur l'effet que la variation de pression appliquée sur un gaz a sur son volume. Corriger et commenter (le volume d'un gaz diminue lorsque la pression appliquée sur ce gaz augmente, et vice versa). **(EF)**

Combustion des métaux

- Situer l'élève en expliquant que les activités humaines telles que la combustion de métaux et de non-métaux augmente la quantité de produits dans l'environnement et que cette section a pour but d'étudier les propriétés chimiques des produits formés par la combustion de métaux. L'informer que la combustion des non-métaux est abordée à l'activité 5.2.
- Demander à l'élève de prédire les produits formés par la combustion d'un métal (la combustion d'un métal produit un oxyde de métal). **(ED)**.
- Faire valoir la pertinence d'étudier la combustion d'un métal en donnant des exemples de processus industriels ayant recours à la combustion de métaux (p. ex., on brûle les métaux dans les minerais de fer, de cuivre, de titane, de magnésium et d'aluminium pour les extraire ensuite sous forme d'oxyde de métal).
- Présenter l'expérience de la combustion des métaux en précisant l'objectif visé : observer les propriétés physiques et chimiques des produits de combustion de divers métaux alcalino-terreux.
- Distribuer la marche à suivre et demander à l'élève d'énoncer les marches à suivre d'urgence en laboratoire (voir ci-dessous). Corriger et commenter.

Suggestion de marche à suivre - Combustion de métaux

- Étendre une mince couche de gelée de pétrole sur trois lames de microscope.
- En utilisant des pinces à creuset, placer un échantillon de calcium dans la flamme d'un brûleur Bunsen.
- Positionner une lame de gelée de pétrole au-dessus de la flamme pour y faire adhérer les particules de fumée (la gelée de pétrole vers le bas).

- Étiqueter la lame (p. ex., «Ca»).
- Observer au microscope les particules collées sur la gelée et comparer la lame à une gelée non exposée. Estimer la dimension des particules (note : les diamètres du champ de vision des objectifs 4X, 10X et 40X sont 4 mm, 1,6 mm et 0,4 mm respectivement).
- Recueillir les restes de la combustion et les diluer dans quelques millilitres d'eau distillée. Mesurer le pH en utilisant un papier pH.
- Recommencer ces étapes en utilisant cette fois une autre lame de gelée et le magnésium. (Une lumière très vive et dangereuse pour les yeux se dégagera à l'occasion de la combustion de ce métal. Ne pas regarder la flamme directement.)
- Noter toutes les observations, les déductions et les inductions dans un tableau. Écrire les équations chimiques équilibrées des réactions observées.
- Rédiger un rapport d'expérience comprenant le but, l'hypothèse, le matériel, la méthode, le tableau des résultats, l'analyse des résultats et la conclusion.

- Circuler et offrir de l'aide à l'élève pour formuler une équation équilibrée de combustion (p. ex., $2 \text{Ca} + \text{O}_2 \div 2 \text{CaO}$).
- Guider l'élève dans ses déductions et ses inductions en lui donnant des pistes :
 - demander à l'élève d'expliquer ce qu'elle ou il peut déduire du pH observé. Corriger et commenter (p. ex., puisque le pH est supérieur à 7, on peut déduire que l'oxyde de ce métal forme la base $\text{Ca}(\text{OH})_2$ avec l'eau); **(EF)**
 - demander à l'élève de faire une induction en formulant un énoncé général concernant le type de substance formée par la réaction d'un oxyde de métal à l'eau.
- Aider l'élève à rédiger l'équation équilibrée de la réaction entre l'oxyde de métal et l'eau (p. ex., $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \div \text{Ca}(\text{OH})_2$).
- Montrer l'utilisation de ce type de réaction dans les processus chimiques industriels (p. ex., pour nettoyer des gaz rejetés dans l'atmosphère, les débourbeurs nettoient la fumée produite en faisant réagir les particules d'oxyde métalliques à l'eau).
- Demander à l'élève de remplir le tableau 5.1. **(O)**

Tableau 5.1 : Objectivation

	Cocher			Ce qu'il est possible de faire pour améliorer sa compréhension
	Sans difficulté	Avec un peu de difficulté	Avec beaucoup de difficulté	
Expliquer qualitativement l'effet de la température et de la pression sur le volume d'un gaz.				
Nommer les gaz atmosphériques naturels.				
Écrire l'équation chimique équilibrée de la combustion des métaux.				

Nommer la formule chimique du composé chimique formé par la réaction de l'eau et des oxydes de métaux, et la donner.				
Écrire l'équation chimique équilibrée de la réaction entre les oxydes de métaux et l'eau.				
Montrer, en laboratoire, la nature basique des solutions d'oxydes de métaux.				

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** de l'activité 5.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Faire d'autres démonstrations illustrant les propriétés physiques des gaz (p. ex., chauffer légèrement un erlenmeyer de 250 ml vide sur une plaque chauffante pendant quelques minutes, retirer le flacon de la plaque, puis placer rapidement un ballon autour du collet du flacon. Observer quelques minutes et demander à l'élève d'expliquer ses observations. Replacer le flacon coiffé du ballon sur la plaque chauffante et chauffer une seconde fois pendant quelques minutes. Demander à l'élève d'expliquer ses observations). **(ED)**
- Montrer l'effet de la variation de la température sur la pression d'un gaz ayant un volume fixe et donner des exemples tirés de la vie courante (p. ex., le chauffage d'une bombe aérosol cause une explosion).
- Suggérer à l'élève de rechercher d'autres méthodes utilisées pour éliminer les polluants des émissions industrielles ou domestiques tels que les particules, l'oxyde de soufre, le dioxyde d'azote et le monoxyde de carbone (p. ex., précipitateur électrostatique et convertisseur catalytique dans les voitures).
- Organiser une visite dans une entreprise d'analyses environnementales ou de décontamination. **(PE)**

Annexes

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

ACTIVITÉ 5.2 (SCH4C)

Polluants et conséquences environnementales

Description

Durée : 150
minutes

Cette activité porte sur les polluants de l'ère moderne. L'élève simule la formation des précipitations acides en préparant en laboratoire un oxyde non métallique et en observant ses propriétés chimiques en solution aqueuse. De plus, elle ou il énumère les principaux polluants et leur impact sur l'environnement et les humains.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 7

Domaine : Chimie de l'environnement

Attentes : SCH4C-CE-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-CE-Comp.4 - 7
SCH4C-CE-Acq.1 - 3

Notes de planification

- Dans chaque équipe, se procurer une bouteille de 1 L et sa capsule à vis, une cuillère à combustion avec un bouchon, une solution de bleu de bromothymol, du soufre en poudre et un becher de 250 ml.
- Se procurer un ballon en pyrex ou un erlenmeyer de 500 ml, un bouchon, quelques millilitres d'acide nitrique concentré à 16 M, quelques pépites de cuivre et un becher d'eau.
- Organiser une visite dans une usine de la région.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève d'énumérer les plus graves fléaux de la pollution de cette époque et de dresser une liste des polluants responsables. **(ED)**
- Commenter les exemples de polluants nommés par l'élève et l'informer que cette activité vise à examiner les principaux polluants et leurs retombées environnementales.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Nature acide des solutions d'oxydes de non-métaux

- Situer l'élève en expliquant que la combustion des non-métaux constitue une activité humaine considérable et que cette pratique introduit dans l'environnement des produits qui le détériorent. L'informer également qu'elle ou il examinera, dans cette activité, les propriétés chimiques des produits formés par la combustion de non-métaux.
- Demander à l'élève de prédire les produits formés par la combustion d'un non-métal et corriger, au besoin (la combustion d'un non-métal produit un oxyde de non-métal). **(ED)**
- Faire valoir la pertinence d'étudier la combustion d'un non-métal en donnant des exemples de processus chimiques courants qui se rapportent à ce type de réaction (p. ex., combustion de combustibles fossiles contenant des composés sulfureux, extraction du soufre des minerais par la combustion).
- Établir que la vapeur d'eau joue un rôle dans les conséquences atmosphériques.

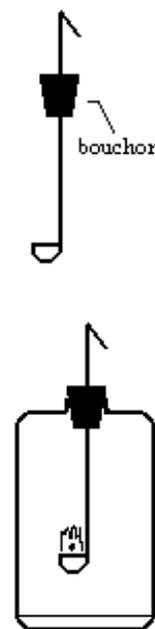
Combustion d'un non-métal : le soufre

- Présenter l'expérience : observer les propriétés physiques et chimiques du produit de combustion du soufre.
- Distribuer la marche à suivre et demander à l'élève d'énoncer les marches à suivre d'urgence en laboratoire (voir ci-dessous). Commenter et corriger.

Suggestion de marche à suivre

Combustion d'un non-métal : le soufre

- Verser quelques millilitres d'eau et quelques gouttes de bleu de bromothymol dans le fond d'une bouteille de 1 L.
- Se procurer une cuillère à combustion munie d'un bouchon (voir le schéma).
- Recouvrir l'intérieur de la cuillère d'un petit carré de papier aluminium afin d'en faciliter le nettoyage.
- Placer une petite quantité de soufre en poudre dans la cuillère.
- Allumer le soufre sous la hotte, puis insérer rapidement la cuillère et le soufre enflammé dans la bouteille. S'assurer que le bouchon bouche hermétiquement la bouteille (voir le schéma).
- Laisser le soufre brûler dans la bouteille jusqu'à la fin de la combustion.
- Lorsque la combustion est terminée, retirer la cuillère et la plonger dans un becher d'eau. Boucher aussitôt la bouteille à l'aide de sa capsule à vis, puis agiter pendant quelques minutes pour faire réagir l'eau et la fumée.
- Observer la couleur de la solution.
- Noter toutes les observations, les déductions et les inductions dans un tableau.
- Écrire les équations chimiques équilibrées des réactions observées.
- Rédiger un rapport d'expérience.



- Circuler et offrir de l'aide à l'élève pour formuler l'équation équilibrée de la combustion ($S_8 + 8 O_2 \div 8 SO_2$).
- Guider l'élève dans ses déductions et ses inductions en lui donnant des pistes :
 - demander à l'élève d'expliquer ce qu'elle ou il peut déduire de la couleur de BBT observée. Corriger et commenter (puisque le pH est inférieur à 7, on peut déduire que

- l'oxyde de ce non-métal forme un acide avec l'eau et qu'en théorie cet acide peut être du H_2SO_3 ou du H_2SO_4); **(EF)**
- demander à l'élève de faire une induction en formulant un énoncé général concernant le type de substance formée par la réaction d'un oxyde de non-métal à l'eau;
 - aider l'élève à formuler l'équation équilibrée de la réaction entre le dioxyde de soufre et l'eau ($\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \div \text{H}_2\text{SO}_3$).
- Demander à l'élève d'établir un lien entre cette expérience et les pluies acides. **(ED)**

Pluies acides

- Expliquer les étapes de la formation des précipitations acides en partant de la combustion de produits sulfureux (voir les étapes suggérées ci-dessous) :
Étapes de la formation des précipitations acides
- Étape n° 1 : Combustion de minerai et d'hydrocarbures contenant le soufre qui produisent le gaz SO_2 libéré dans l'atmosphère ($\text{S}_8 + 8 \text{O}_2 \div 8 \text{SO}_2$);
- Étape n° 2 : Le gaz SO_2 réagit à l'eau dans les nuages pour former l'acide sulfureux ($\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \div \text{H}_2\text{SO}_3$);
- Étape n° 3 : L'oxydation de l'acide sulfureux (H_2SO_3) en acide sulfurique (H_2SO_4) a lieu par la réaction à l'oxygène ($2 \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \div 2 \text{H}_2\text{SO}_4$);
- Étape n° 4 : Précipitations acides
- Donner un exemple de ce type de réaction utilisé dans les procédés industriels (p. ex., les débourbeurs des usines retirent le SO_2 des gaz rejetés en le faisant réagir avec l'eau). **(PE)**

Oxydes d'azote

- Verser quelques millilitres d'acide nitrique concentré dans un erlenmeyer ou un ballon en pyrex de 500 ml.
- Sous la hotte, ajouter quelques pépites de cuivre et laisser réagir. Demander à l'élève de décrire ses observations.
- Expliquer que le gaz incolore NO est formé par une réaction (équation 1) et qu'il réagit aussitôt à l'oxygène de l'air pour former le gaz rougeâtre NO_2 (équation 2). Écrire les équations de ces réactions et les expliquer :
 - $3 \text{Cu} (\text{s}) + 2 \text{NO}_3^- (\text{aq}) + 8 \text{H}^+ (\text{aq}) \dot{\rightarrow} 3 \text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 2 \text{NO} (\text{g})$
 - $2 \text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \dot{\rightarrow} 2 \text{NO}_2 (\text{g})$
- Après quelques minutes, verser rapidement l'acide et le reste des pépites de cuivre dans un becher rempli d'eau.
- Fermer rapidement la bouteille et discuter des propriétés physiques et chimiques du gaz (p. ex., couleur rouge, masse volumique plus élevée que l'air, toxicité, formule chimique - NO_2).
- Expliquer que le gaz NO_2 est produit par des processus naturels (p. ex., éclairs), mais que les principales sources de ce polluant sont des activités humaines (p. ex., moteurs à essence qui produisent le gaz NO_2 par l'action des étincelles dans leurs cylindres en faisant réagir le N_2 à l' O_2 de l'air).
- Expliquer que le NO_2 contribue à la formation des précipitations acides et du smog dans les grands centres urbains.

Conséquences environnementales et polluants responsables

- Présenter le problème de la formation du smog dans les grands centres urbains et les principaux responsables tels que les moteurs à combustion des voitures et des tondeuses à gazon. Déterminer quelques gaz responsables (p. ex., NO_2 , hydrocarbures partiellement brûlés (essence), ozone troposphérique, monoxyde de carbone).

- Discuter des effets du smog sur la santé des personnes vulnérables telles que les nouveau-nés et les personnes âgées (http://www.ec.gc.ca/air/introduction_f.cfm).
- Animer une discussion sur les effets des précipitations acides (p. ex., corrosion des édifices, ornements et objets métalliques, acidification des lacs et destruction de la flore et de la faune aquatique, affaiblissement des arbres, lessivage du sol et changement de sa composante biotique). **(AM)**
- Demander à l'élève d'expliquer des façons de diminuer l'acidité dans l'environnement. Discuter et commenter ses suggestions (p. ex., en ajoutant divers produits chimiques neutralisants aux cours d'eau tels que le carbonate de sodium, le bicarbonate de sodium, le carbonate de calcium et l'hydroxyde de calcium). **(EF)**
- Demander à l'élève d'expliquer ce qu'elle ou il connaît du phénomène d'effet de serre, d'expliquer ses conséquences environnementales et de nommer quelques-uns des gaz responsables (p. ex., CO₂, méthane). **(ED)**
- Demander à l'élève d'expliquer ce qu'elle ou il connaît du problème de l'amincissement de la couche d'ozone stratosphérique, de ses effets sur l'environnement et des gaz responsables (p. ex., les chlorofluorocarbures (CFC), les bromofluorocarbures, le tétrachlorométhane, le trichloroéthane). Discuter et commenter. **(EF)**
- Demander à l'élève de remplir un tableau d'objectivation tel que le tableau 5.1, mais en utilisant les énoncés suivants :
 - je peux écrire l'équation chimique équilibrée de la combustion des non-métaux;
 - je peux nommer et donner la formule chimique du composé chimique formé par la réaction de l'eau à des oxydes de non-métaux;
 - je peux écrire l'équation chimique équilibrée de la réaction entre les oxydes de non-métaux et l'eau;
 - je peux montrer en laboratoire la nature acide des solutions d'oxydes de non-métaux;
 - je peux nommer les gaz atmosphériques qui influencent la qualité de l'air;
 - je peux expliquer les principaux fléaux de la pollution et les polluants responsables.**(O)**
- Visiter une usine de la région (p. ex., pâte et papier, scierie, usine d'extraction ou d'enrichissement) et demander à l'élève de prendre note de l'effet des activités industrielles sur la qualité de l'environnement et des mesures de protection de l'environnement prises. **(PE)**

Évaluation sommative

- Voir **Évaluation sommative** de l'activité 5.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- En démonstration, vérifier le pH des produits formés par la dissolution de divers oxydes de non-métaux dont l'oxyde de phosphore (V) et la glace sèche («Acidic and Basic Properties of Oxides», p. 109 dans *Chemical Demonstrations, A Handbook for Teachers of Chemistry, Volume 3*) ainsi que du dioxyde d'azote.
- Demander à l'élève de vérifier en laboratoire l'effet de la présence ou de l'absence de gaz carbonique sur le pH du club soda («Reactions of Carbon Dioxide in Aqueous Solution» p. 114-120, *Chemical Demonstrations, A Handbook for Teachers of Chemistry, Volume 2*).

- En démonstration, préparer le monoxyde d'azote et vérifier ses propriétés physiques et chimiques («Preparation and Properties of Nitrogen (II) Oxide», p. 163-166 dans *Chemical Demonstrations, A Handbook for Teachers of Chemistry, Volume 2*).
- Inviter un représentant ou une représentante des coopératives ou un ou une gestionnaire de ferme à venir faire une présentation portant sur l'utilisation des produits chimiques en agriculture. **(PE)**

Annexes

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

ACTIVITÉ 5.3 (SCH4C)

Recherche - polluants

Description

Durée : 450
minutes

Cette activité porte sur une recherche documentaire d'un polluant et les répercussions sociales, environnementales et économiques de son rejet dans l'environnement. L'élève analyse les initiatives gouvernementales de protection de l'environnement à l'égard de ce polluant et propose des actions pour préserver la qualité de l'air et de l'eau. Elle ou il communique ses résultats par une bande vidéo, une présentation multimédia ou une page Web.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.5 - 6 - 10

Domaine : Chimie de l'environnement

Attente : SCH4C-CE-A.3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-CE-Rap.1 - 2 - 3

Notes de planification

- Réserver le centre de ressources ou la salle d'ordinateurs pendant une ou deux périodes.
- Si ce n'est pas déjà fait, se procurer par téléchargement gratuit le logiciel de modélisation moléculaire *ChemSketch* (<http://www.acdlabs.com>) et le plugiciel VRML *Chimie26SP2* (<http://mdlchime.com>). Voir d'autres exemples de logiciels de modélisation moléculaire à la section **Médias électroniques** dans l'aperçu global de l'unité 2.
- Au besoin, se familiariser avec le logiciel de modélisation moléculaire *ChemSketch* à l'aide de la fiche d'aide pour utiliser le logiciel *ChemSketch* dans la section **Notes de planification** de l'activité 2.2.
- Se procurer des projets de qualités variées des années passées.
- Au besoin, s'assurer de la disponibilité d'un projecteur multimédia, de caméras vidéo et de logiciels nécessaires pour rédiger la page Web.
- Préparer une méthode de recherche et un protocole de présentation et les photocopier.
- Préparer une grille d'évaluation adaptée et la photocopier.
- Préparer une liste de sites susceptibles d'aider l'élève tels que :
 - Environnement Canada (<http://www.ec.gc.ca/fenvhome.html>);
 - La maison de la chimie Rhône-Alpes (<http://www.chimie-rhonealpes.org/detfrset.htm>);
 - Université du Québec à Trois-Rivières (http://www.uqtr.quebec.ca/sppu/msds_f.htm).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de faire un rappel de tous les fléaux de pollution discutés dans l'activité 5.2. **(ED)**
- Informer l'élève qu'au cours de cette activité elle ou il effectuera une recherche sur un polluant de son choix.
- Si possible, montrer à l'élève des exemples de projets de qualités variées (niveaux 1, 2, 3 et 4) des années précédentes. Fournir une grille d'évaluation et demander à l'élève d'utiliser cette grille pour évaluer ces projets ainsi que de décrire leurs points forts et les points à améliorer. **(EF)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

- Décrire la tâche à l'élève : Effectuer une recherche documentaire sur un polluant (préférentiellement régional) et présenter les résultats dans une bande vidéo, dans une présentation multimédia ou dans une page Web. **(T) (ES)**
- Demander à l'élève de présenter les informations ci-dessous se rapportant au polluant :
 - nom commun, nom chimique et formule chimique du polluant;
 - dessin tridimensionnel annoté de la molécule, tracé à l'aide d'un logiciel de modélisation moléculaire; **(T)**
 - propriétés chimiques et physiques du polluant;
 - installations, industries ou entreprises responsables de la production de ce polluant (consulter le site Web Environnement Canada - Inventaire national des rejets de polluants à l'adresse : <http://www.npri-inrp.com/QueryFormf.cfm> pour obtenir la liste des polluants et des installations responsables de leur production dans sa municipalité);
 - processus chimique et équation chimique de la ou des réactions utilisées par les industries pour produire ce composé; **(T) (PE)**
 - concentration du polluant dans l'environnement et explication de la principale méthode quantitative pour la mesurer;
 - retombées économiques et effets du polluant sur la santé et l'environnement;
 - importance de l'analyse quantitative de ce polluant;
 - analyse des mesures de protection et des initiatives gouvernementales relatives au polluant;
 - proposition d'initiatives pour diminuer la présence de ce polluant dans l'environnement compte tenu des avantages socioéconomiques de sa production et de ses effets néfastes sur la santé ou l'environnement (p. ex., utilisation de substituts, récupération, réduction de sa consommation personnelle, sensibilisation);
 - description d'une profession liée au contrôle de ce polluant;
 - bibliographie.
- Avertir l'élève qu'il ou elle devra présenter son projet au groupe-classe (cinq à dix minutes allouées à chaque projet).
- Donner à l'élève des suggestions de polluants :
 - radon, méthane, halons, chlorofluorocarbures (CFC), smog, ozone, oxydes d'azote, dioxyde de soufre, dioxyde de carbone, monoxyde de carbone, polychlorobiphényle (PCB), engrais (NO_3^- , NH_4^+ et PO_4^{3-}), métaux (Hg, Pb, Cd, Cu, Al), chlore, pesticides, herbicides (p. ex., Round up), fongicides et autres polluants régionaux (se

reporter au site <http://www.npri-inrp.com/QueryFormf.cfm> pour obtenir la liste de polluants dans sa région).

- Demander à l'élève de tenir à jour un journal de bord dans lequel elle ou il décrit sa démarche pour résoudre les problèmes qui surviennent au cours de sa tâche. **(O)**
- Fournir à l'élève quelques pistes de réflexions pour l'aider dans le processus d'objectivation :
 - Quel problème est survenu pendant la période de travail?
 - Qu'as-tu fait pour régler ce problème?
 - Dorénavant, que pourrais-tu faire pour régler ce problème plus efficacement? et pour le prévenir?
 - Es-tu satisfait ou satisfaite de la progression de ton travail? Sinon, que pourrais-tu faire?
 - Crois-tu être capable de rencontrer la prochaine échéance? Sinon, que feras-tu pour la rencontrer?
 - Es-tu satisfait ou satisfaite de la qualité de ton travail? Sinon, que pourrais-tu faire pour l'améliorer?
 - Quelles sont les difficultés personnelles que tu as rencontrées durant tout ce projet?**(O)**
- Présenter à l'élève une méthode de recherche et un protocole de présentation pour la ou le guider dans sa recherche et l'élaboration de sa présentation.
- Revoir les habiletés liées à l'utilisation des ressources spécialisées pour trouver l'information (p. ex., fiche signalétique, dictionnaire chimique, logiciel spécialisé).
- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour réaliser l'activité.
- Offrir un soutien à l'élève pendant sa recherche; s'assurer de l'utilisation des logiciels spécialisés et de l'élaboration du produit final. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire la présentation de son projet devant la classe, corriger en se basant sur les descripteurs de la grille d'évaluation et accorder un niveau de rendement. **(ES)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée du projet de recherche et l'expliquer.
- Évaluer les connaissances acquises sur la nature d'un composé chimique présent dans l'environnement, les conséquences environnementales d'un polluant, les mesures gouvernementales de protection de l'environnement, la terminologie liée à la chimie qualitative et quantitative d'un polluant et les professions se rapportant au contrôle d'un polluant.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension de la nature chimique, de la source et de l'effet du polluant sur l'environnement et la santé;
 - démontrer une compréhension des processus chimiques liés à la production ou au rejet d'un polluant dans l'environnement;
 - démontrer une connaissance des mesures de protection et des initiatives gouvernementales relatives au polluant.
- Recherche

- planifier les étapes du processus de recherche;
- ramasser, compiler et organiser des données provenant de diverses sources d'information.
- Communication
 - utiliser les formules moléculaire et structurale pour représenter un composé organique commun;
 - utiliser diverses formes de communication;
 - utiliser les logiciels de traitement de texte et les logiciels spécialisés à des fins scientifiques.
- Rapprochement
 - analyser les initiatives gouvernementales liées au polluant;
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre certaines activités humaines et l'effet sur la santé et l'environnement des polluants issus de ces activités;
 - proposer des solutions concrètes à l'égard du problème lié au rejet du polluant dans l'environnement.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à écrire un article à paraître dans le journal de l'école qui décrit les initiatives personnelles entreprises pour préserver la qualité de l'air et de l'eau. **(AM)**
- Dès le début de l'unité, demander à l'élève de préparer un album de coupures regroupant des articles traitant de la pollution de l'air et de l'eau pour susciter un intérêt quant à la recherche qui suivra.

Annexes

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

ACTIVITÉ 5.4 (SCH4C)

Acide, base et neutralisation

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur la nature chimique des acides et des bases et les réactions de neutralisation. L'élève définit un acide et une base selon Arrhenius, distingue la force et la concentration d'un acide en fonction du degré de dissociation et rédige des équations chimiques équilibrées de neutralisation. De plus, elle ou il effectue des titrages acide-base et utilise les données pour calculer la concentration d'un produit de consommation acide.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 7

Domaine : Chimie de l'environnement

Attentes : SCH4C-CE-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SCH4C-CE-Comp.2 - 3 - 5
SCH4C-CE-Acq.1 - 2 - 4 - 5

Notes de planification

- Se procurer, pour réaliser la démonstration de la mise en situation, trois bechers de 250 ml, un pH-mètre ou papier pH, ainsi que 40 ml des acides énumérés à 0,1 M : acide chlorhydrique, acide sulfurique et acide acétique.
- Pour réaliser la démonstration sur la conductivité d'une solution de HCl à 0,1 M, se procurer 40 ml d'acide chlorhydrique à 0,1 M, 40 ml de base NaOH à 0,1 M, deux bechers de 100 ml et un conductivimètre.
- Préparer, pour réaliser la démonstration sur la conductivité d'un acide, 100 ml des solutions acides à 0,1 M énumérées dans des bechers étiquetés de 250 ml : acide acétique, acide benzoïque, acide ascorbique, acide citrique, acide phosphorique, acide oxalique et acide chlorhydrique, et se procurer l'indicateur universel en solution ainsi qu'un conductivimètre.
- Pour réaliser la démonstration sur la dilution, se procurer de l'acide HCl à 12,0 M, des gants, un écran facial, un sarrau, des lunettes de sécurité, une pipette et une poire à pipette, ainsi qu'un erlenmeyer de 250 ml.
- Se procurer deux bechers de 250 ml et une solution d'indicateur universel et préparer 40 ml d'acide chlorhydrique à 0,1 M et 40 ml de base NaOH à 0,1 M pour faire la neutralisation acide-base.
- Rédiger une feuille d'exercices de rédaction d'équations de neutralisation acide-base et la photocopier.

- S'assurer de la disponibilité du matériel énuméré pour réaliser le titrage acide-base dans chaque équipe : burette, pipette de 25 ml, support universel avec pinces, trois erlenmeyers de 125 ml, entonnoir, becher étiqueté *déchets*, bouteille d'indicateur de phénolphthaléine munie d'un compte-gouttes.
- Se procurer ou préparer 1 L de base NaOH à 0,1 M (ou à 0,5 M pour réaliser le titrage du jus de citron ou du vinaigre).
- Rédiger une feuille d'exercices de calculs de la concentration d'un acide ou d'une base en partant des données d'un titrage et la photocopier.

Acide	Masse molaire (g/mol)	Molarité de l'acide concentré (M)	Quantité de soluté nécessaire pour préparer 1 L de solution à 0,1 M
Acide acétique	60,1	17,4	5,8 ml
Acide chlorhydrique	37,2	12,1	8,3 ml
Acide nitrique	63	15,9	6,3 ml
Acide phosphorique	98	14,8	6,8 ml
Acide sulfurique	98,1	18	5,6 ml
Acide citrique	192	NA	19,2 g
Acide benzoïque	122	NA	12,2 g
Acide oxalique	90	NA	9,0 g
Acide ascorbique	176	NA	17,6 g

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de donner des exemples d'acides et de bases, et de décrire leurs propriétés physiques et chimiques. Commenter et corriger. **(ED)**
- Demander à l'élève d'expliquer l'échelle de pH. Commenter et corriger. **(ED)**
- Effectuer une démonstration en suivant les étapes ci-dessous («Differences Between Acid Strength and Concentration», *Chemical Demonstration - A Handbook for Teachers of Chemistry, Volume 3*, p. 136-139) :
 - dans trois bechers de 250 ml étiquetés, verser environ 40 ml des acides suivants : acide chlorhydrique à 0,1 M dans un, acide sulfurique à 0,1 M dans un autre et acide acétique à 0,1 M dans le troisième. Informer l'élève que tous ces acides ont une concentration à 0,1 M;
 - en utilisant un papier pH ou un pH-mètre, mesurer le pH de l'acide chlorhydrique (pH est environ 1); demander à l'élève de se baser sur cette observation pour estimer le pH des deux autres acides et de justifier sa réponse. **(ED)**

- Mesurer le pH des acides sulfurique à 0,1 M et acétique à 0,1 M (pH de l'acide sulfurique est environ 1, alors que celui de l'acide acétique est environ 3); demander à l'élève d'essayer d'expliquer ces résultats. **(ED)**
- Expliquer à l'élève que le but de cette activité consiste à revoir la nature chimique d'un acide et d'une base. Expliquer le terme *force*, faire le lien avec le terme *concentration* et la distinction avec le terme *force* en physique. **(AM)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Nature chimique d'un acide et d'une base selon Arrhenius

Démonstration 1 : Conductivité d'une solution de HCl à 0,1 M

- Verser 40 ml d'une solution de HCl à 0,1 M dans un becher de 100 ml. Vérifier la conductivité de la solution à l'aide d'un conductivimètre.
- Demander à l'élève d'expliquer ses observations en se basant sur les connaissances acquises à l'unité 1 et l'amener à déduire la formation d'ions (p. ex., le soluté de NaCl se sépare en ses ions Na^+ et Cl^- lorsqu'il se dissout dans l'eau, ce qui en explique la très grande conductivité électrique de la solution formée. Puisque l'acide dans l'eau forme une solution conductrice, on peut déduire qu'il y a formation d'ions (p. ex., H^+ et Cl^-). **(ED)**
- Demander à l'élève d'écrire l'équation de dissociation de l'acide lorsqu'il se dissout dans l'eau (p. ex., $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$). Corriger.
- Définir *acide* selon la définition d'Arrhenius. Donner d'autres exemples d'acides et demander à l'élève d'écrire, pour chacun, l'équation de dissociation. Corriger et commenter. **(EF)**

Démonstration 2 : Conductivité d'une solution de NaOH à 0,1 M

- Verser 40 ml d'une solution de NaOH à 0,1 M dans un becher de 100 ml et vérifier la conductivité de la solution à l'aide d'un conductivimètre.
- Amener l'élève à déduire qu'il y a formation d'ions Na^+ et OH^- dans la solution basique et d'écrire l'équation de dissociation. Corriger les suggestions des élèves (p. ex., $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$). **(ED)**
- En se basant sur la définition de l'acide vue ci-dessus, demander à l'élève de définir *base* selon la définition d'Arrhenius.
- Écrire une liste de bases et demander à l'élève d'écrire les équations de dissociation à l'occasion de sa dissolution dans l'eau. Corriger les réponses. **(EF)**

Force d'un acide et d'une base et conductivité électrique

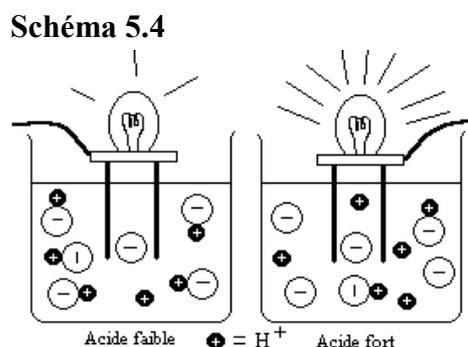
Démonstration 3 : Conductivité d'un acide et degré de dissociation

(«*Conductivity and Extent of Dissociation of Acids in Aqueous Solution*», *Chemical Demonstration, A Handbook of Teachers of Chemistry, Volume 3*, p. 140-145.)

- Verser 100 ml des solutions acides à 0,1 M énumérées dans des bechers étiquetés de 250 ml : acide acétique, acide benzoïque, acide ascorbique, acide citrique, acide phosphorique, acide oxalique et acide chlorhydrique.
- Ajouter quatre gouttes d'indicateur universel dans chacun des bechers et agiter.
- Ordonner les bechers selon l'ordre spectral des couleurs (de rouge à jaune-orange) et demander à l'élève d'estimer le pH de chaque acide (l'arrangement des acides par ordre croissant du pH sera : acide acétique ($1,8 \times 10^{-5}$), acide benzoïque ($6,6 \times 10^{-5}$), acide ascorbique ($7,9 \times 10^{-5}$), acide citrique ($8,7 \times 10^{-4}$), acide phosphorique ($7,0 \times 10^{-3}$), acide oxalique ($5,4 \times 10^{-2}$) et acide chlorhydrique).
- Mesurer la conductivité électrique de la dernière solution de la série d'acides (celui montrant le pH le plus élevé). Demander à l'élève de noter l'intensité de la lumière du

conductivimètre ou de noter la mesure du courant (l'intensité de lumière ou le courant est faible).

- Demander à l'élève de formuler une hypothèse à l'égard de la conductivité de l'avant-dernière solution de la série d'acides et de la justifier. Discuter des hypothèses suggérées. Mesurer la conductivité de cette solution et demander à l'élève de noter ses observations et de tenter de les expliquer.
- Demander à l'élève de prédire ses observations quant à chacune des autres solutions acides.
- Mesurer la conductivité des autres solutions en suivant l'ordre établi. Demander à l'élève de tenter d'expliquer ses observations et l'amener à déduire le lien entre la force d'un acide et son degré de dissociation dans l'eau (puisque la conductivité varie proportionnellement avec la concentration d'ions en solution et puisqu'on observe que la conductivité varie proportionnellement avec l'acidité, on peut déduire que l'acidité est directement proportionnelle à son degré de dissociation en ions).
- Demander à l'élève de schématiser la relation entre la force d'un acide et son degré de dissociation (voir **Schéma 5.4**).
- En se basant sur ses déductions, demander à l'élève de définir *acide fort*, *acide faible*, *base forte* et *base faible*. Corriger et commenter les définitions suggérées par l'élève. **(EF)**
- Donner des exemples d'acides forts, d'acides faibles, de bases fortes et de bases faibles.



Dilution d'un acide concentré

- Présenter un problème de dilution d'un acide : calculer le volume d'acide chlorhydrique à 12,0 M nécessaire pour préparer 100 ml d'acide chlorhydrique à 1,0 M et demander à l'élève de le résoudre. Circuler et offrir des indices à l'élève en lui rappelant qu'elle ou il a déjà résolu des problèmes de dilution dans l'unité précédente. Corriger le problème au tableau. **(EF)**
- Effectuer, en démonstration, la dilution de l'acide en montrant l'utilisation d'une pipette et d'une poire à pipette.
- Souligner l'importance d'ajouter toujours l'acide à l'eau et non le contraire et de procéder lentement. Décrire les dangers d'ajouter l'eau à l'acide (peut causer des éclaboussures d'acide concentré et provoquer de graves brûlures aux mains et au visage) et expliquer ce phénomène à l'élève. (La réaction entre l'eau et l'acide est exothermique. L'eau, étant moins dense que l'acide, a tendance à demeurer à la surface lorsqu'on l'ajoute à l'acide. La chaleur étant concentrée à la surface, la solution se met à bouillir et à éclabousser. Si, au contraire, on ajoute lentement l'acide à l'eau, l'acide plus dense se répartit dans l'eau. La chaleur est donc distribuée et le risque d'éclaboussure est diminué.)
- En se basant sur les dangers possibles liés à la dilution d'acides forts concentrés, demander à l'élève d'énoncer les mesures de sécurité à suivre à l'occasion de telles dilutions (p. ex., lunettes de sécurité, écran facial, sarrau et gants). Commenter et corriger les mesures suggérées par l'élève. **(EF)**

Neutralisation acide-base

- Verser 40 ml d'acide chlorhydrique à 0,1 M dans un becher de 250 ml. Ajouter dix gouttes d'indicateur universel. Demander à l'élève d'estimer le pH de l'acide.
- Demander à l'élève d'estimer les changements si on ajoutait 40 ml de la base NaOH à 0,1 M. **(ED)**

- En agitant continuellement la solution dans le becher, ajouter lentement 40 ml de la solution de NaOH à 0,1 M aux 40 ml d'acide HCl à 0,1 M. Demander à l'élève de noter et d'expliquer ses observations. Commenter et corriger, au besoin.
- Demander à l'élève d'écrire l'équation de neutralisation entre l'acide HCl et la base NaOH.
- Distribuer une feuille d'exercices de rédaction d'équations de neutralisation acide-base. Corriger les exercices. **(EF)**

Titration d'un acide avec une base

- Souligner que la réaction de neutralisation d'un acide par une base peut être utilisée en analyse quantitative. Définir *titration* (processus qui permet de mesurer le volume de réactif nécessaire pour faire réagir complètement un deuxième réactif).
- Informer l'élève du but de la démonstration : déterminer la concentration inconnue d'un acide.
- Expliquer et montrer l'utilisation de la pipette et de la burette.
- Effectuer un titrage d'un acide de concentration inconnue (p. ex., HCl à 0,15 M) avec une base de concentration connue (p. ex., NaOH à 0,10 M) en utilisant l'indicateur de phénolphthaléine.
- Calculer, au tableau, la concentration de l'acide en montrant et en expliquant tous les calculs. Souligner qu'il faut exprimer le résultat des calculs de données expérimentales en utilisant le nombre approprié de chiffres significatifs ou de chiffres décimaux.
- Assigner des exercices de calculs de concentration en partant des données de titrage. Corriger les exercices au tableau. **(EF)**

Titration d'un produit de consommation acide

- Informer l'élève du but de l'expérience : déterminer la concentration d'acide dans un jus ou une boisson gazeuse.
- Distribuer une feuille résumant la marche à suivre (voir ci-dessous).

Suggestion de marche à suivre

- Rincer une burette trois fois avec quelques millilitres de base NaOH à 0,1 M. Remplir la burette de cette solution et la fixer au support (pour faire le titrage du vinaigre ou du jus de citron, utiliser une solution de NaOH à 0,5 M).
- En utilisant une pipette rincée à l'eau distillée, mesurer précisément 25 ml de jus ou de boisson gazeuse dans un erlenmeyer de 125 ml. Ajouter quelques gouttes d'indicateur de phénolphthaléine.
- Placer le flacon sous la burette. Remuer continuellement le flacon d'un mouvement circulaire tout en ajoutant lentement la base jusqu'à ce qu'il y ait un changement de couleur permanent. Noter le volume de base ajoutée.
- Recommencer le titrage une autre fois. Si les deux premiers essais sont très différents, recommencer une troisième fois, puis éliminer la donnée qui diffère le plus. Prendre la moyenne des deux essais pour réaliser les calculs.

- Discuter des résultats obtenus avec l'élève et vérifier ses calculs. **(EF)**
- Demander à l'élève de rédiger un rapport d'expérience et de le remettre. Corriger et commenter. **(EF)**
- Demander à l'élève de remplir un tableau d'objectivation tel que le tableau 5.1, mais en utilisant les énoncés suivants : **(O)**
 - je peux énoncer et expliquer la définition d'Arrhenius d'un acide et d'une base;

- je peux expliquer le lien entre la force d'un acide et d'une base et le degré de dissociation;
- je peux expliquer la différence entre la force et la concentration d'un acide et d'une base;
- je peux expliquer la marche à suivre pour effectuer un titrage acide-base;
- je peux effectuer un titrage acide-base en laboratoire pour déterminer la concentration d'une base ou d'un acide;
- je suis capable de calculer la concentration d'un acide ou d'une base en utilisant les données d'un titrage.

Évaluation sommative

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

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève d'effectuer un titrage d'une base commerciale telle que le savon à lessive Ivory (note : ne pas utiliser l'indicateur de phénolphtaléine mais le rouge de méthyle ou les autres indicateurs dont la couleur change à un pH faiblement acide).
- Demander à l'élève d'effectuer un titrage en mesurant la variation du pH à l'aide d'un pH-mètre et de tracer la courbe de variation du pH en fonction du volume de base ajouté.

Annexes

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

ACTIVITÉ 5.5 (SCH4C)

Analyse volumétrique des ions de calcium dans l'eau

Description

Durée : 150
minutes

Cette activité porte sur la détermination et l'analyse quantitative des ions responsables du phénomène de la dureté de l'eau. L'élève détermine la concentration d'ions de calcium dissous dans une variété de solutions de concentrations inconnues en partant de données d'analyse volumétrique représentées par une courbe de calibrage qu'elle ou il a tracée. De plus, elle ou il explique l'importance de l'analyse quantitative en ce qui a trait au contrôle de la qualité de l'eau potable.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SCH4C-Ag.1 - 2 - 3 - 5 - 7 - 9

Domaine : Chimie de l'environnement

Attentes : SCH4C-CE-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SCH4C-CE-Comp.6
SCH4C-CE-Acq.1 - 2 - 6
SCH4C-CE-Rap.3

Notes de planification

- En utilisant de l'eau distillée, préparer 1 L de la solution de chlorure de calcium à 0,10 M.
- Préparer la liqueur de savon en ajoutant 98,7 ml d'éthanol à 95 % à 1,3 ml de savon à vaisselle liquide (p. ex., Sunlight). (Tester la liqueur de savon avec une solution de chlorure de calcium à 0,01 M et s'assurer que le nombre de gouttes requis pour obtenir une mousse de 2 cm est d'environ quatre ou cinq. Si le nombre de gouttes est inférieur à trois, la liqueur de savon est trop concentrée et doit être diluée avec de l'éthanol. Si le nombre de gouttes est supérieur à 6, la solution est trop diluée et on doit y dissoudre davantage de savon.)
- Préparer des solutions de chlorure de calcium de concentrations inconnues et variées se situant entre 0,01 M et 0,1 M. Étiqueter les récipients de ces solutions (p. ex., solution A ou solution B).
- Se procurer le matériel énuméré à distribuer à chaque équipe : eau distillée, 10 éprouvettes, 10 bechers de 100 ml ou 10 bouteilles de jus, pipette graduée de 25 ml, poire à pipette, cylindre gradué de 25 ml, cylindre gradué de 10 ml; becher de 250 ml, support à éprouvette, agitateur, 100 ml de solution de chlorure de calcium à 0,10 M, bouteille de liqueur de savon munie d'un compte-gouttes et étiquettes.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Questionner l'élève pour faire ressortir ce qu'elle ou il connaît de la dureté de l'eau (p. ex., déterminer les ions responsables, énumérer les avantages et les inconvénients de l'eau dure, les incidences économiques, l'effet sur la santé, expliquer la manière dont l'eau devient dure.). **(ED)**
- Définir *eau dure*, déterminer les ions responsables, énumérer les conséquences économiques et les effets sur la santé.
- Expliquer que, aux fins de contrôle de la qualité de l'eau potable, il est important de mesurer la concentration des ions responsables de la dureté de l'eau.
- Expliquer qu'il existe un procédé chimique simple qui permet d'estimer la concentration des ions responsables de la dureté et que cette activité consiste à se familiariser avec ce procédé.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Démonstration

- Comparer la facilité de former une mousse avec des échantillons d'eau contenant des concentrations variées d'ions de calcium (p. ex., ajouter deux gouttes de liqueur de savon à trois éprouvettes contenant séparément 5 ml d'eau distillée, 5 ml de CaCl_2 à 0,01 M et 5 ml de CaCl_2 à 0,1 M. Boucher les éprouvettes et les agiter vigoureusement pendant quelques secondes. Observer et comparer la formation de mousse. En comptant le nombre de gouttes, continuer à ajouter des gouttes de liqueur de savon aux éprouvettes de solution de CaCl_2 jusqu'à ce qu'il y ait formation d'au moins deux centimètres de mousse. Demander à l'élève de noter ses observations et de les comparer. Discuter et commenter. **(EF)**
- Expliquer que les ions de calcium et les ions de magnésium responsables de la dureté de l'eau rendent le lavage du linge difficile. Ceux-ci réagissent aux acides gras du savon pour former des sels de magnésium et de calcium insolubles dans l'eau. L'action nettoyante du savon nécessite la formation de mousse qui est possible seulement lorsque tous les ions de calcium et de magnésium ont été précipités.
- Questionner l'élève pour l'amener à déduire la proportion directe entre le nombre de gouttes de liqueur de savon nécessaire pour obtenir une mousse et la concentration en ions Ca^{2+} de la solution (p. ex., Un échantillon d'eau dont la concentration en ions Ca^{2+} est de 0,02 M nécessite dix gouttes de liqueur de savon pour obtenir une mousse, quel sera le nombre de gouttes nécessaire pour former une mousse en partant d'une solution dont la concentration en ions Ca^{2+} est 0,04 M?). Corriger les réponses de l'élève. **(EF)**

Détermination de la concentration en ions Ca^{2+} par analyse volumétrique

- Présenter à l'élève une éprouvette contenant une solution de Ca^{2+} de concentration inconnue (p. ex., 0,025 M) et énoncer le problème à résoudre : mesurer la concentration de Ca^{2+} de cette solution par analyse volumétrique.
- Définir *analyse volumétrique*.
- Présenter à l'élève neuf éprouvettes étiquetées de solutions de Ca^{2+} de concentrations variées et connues (p. ex., 0,01 M, 0,02 M, 0,03 M).
- Demander à l'élève de proposer une démarche pour résoudre le problème énoncé en utilisant la capacité de ces solutions à former de la mousse. Rappeler à l'élève qu'elle ou il a effectué une tâche semblable à l'activité 4.5 en utilisant le spectrophotomètre.
- Discuter des démarches proposées par l'élève et lui en proposer une, telle que :

- en utilisant chacune des solutions de concentration connue en ions Ca^{2+} , déterminer le nombre de gouttes de liqueur de savon nécessaire pour former une mousse permanente d'une hauteur d'au moins deux centimètres;
- représenter graphiquement la relation entre le nombre de gouttes utilisées et la concentration en ions Ca^{2+} ;
- déterminer, dans la solution à tester, le nombre de gouttes de savon nécessaire pour obtenir une mousse permanente de deux centimètres;
- en utilisant l'interpolation graphique, estimer la concentration en ion Ca^{2+} dans cette solution.
- Demander à l'élève de déterminer ce que représentent les solutions de concentration connue en ions Ca^{2+} (elles représentent des solutions standards comme celles de l'activité 4.5). **(ED)**
- Demander à l'élève d'expliquer l'importance de l'exactitude de la concentration des solutions standards pour déterminer la concentration inconnue en ions Ca^{2+} .
- Faire un rappel de la préparation d'une solution par dilution en demandant à l'élève de décrire la méthode pour préparer une solution standard de concentration connue (p. ex., 0,01 M) en partant d'une solution concentrée (p. ex., 0,1 M).

Détermination de la concentration en ions Ca^{2+} par analyse volumétrique

- Expliquer le problème à résoudre : déterminer la concentration d'ions Ca^{2+} dans une variété de solutions aqueuses de concentrations inconnues.
- Demander à l'élève de préparer neuf solutions standards de nitrate de calcium de concentrations connues (p. ex., 0,010 M, 0,020 M, 0,030 M jusqu'à 0,090 M) en partant d'une solution de nitrate de calcium à 0,10 M. Souligner l'importance d'utiliser de l'eau distillée plutôt que de l'eau du robinet.
- Présenter à l'élève diverses solutions de chlorure de calcium étiquetées de concentrations variées et inconnues (p. ex., Solution A, Solution B).
- Demander à l'élève de suivre la démarche donnée pour déterminer la concentration en ions de calcium dans chacun des échantillons.
- Demander à l'élève de présenter ses résultats dans un rapport d'expérience. Souligner la nécessité de montrer tous les calculs et d'utiliser le nombre approprié de chiffres significatifs. Corriger le rapport d'expérience et le commenter. **(EF)**
- Demander à l'élève de remplir un tableau d'objectivation tel que le tableau 5.1, mais en utilisant les énoncés suivants : **(O)**
 - je peux déterminer les substances responsables de la dureté de l'eau;
 - je peux calculer les volumes de la solution concentrée nécessaire pour préparer les solutions étalons;
 - je peux expliquer la démarche expérimentale pour mesurer la concentration d'ions de calcium par analyse volumétrique;
 - je peux tracer une courbe de calibrage en partant des données d'analyse volumétrique et effectuer une interpolation pour estimer la concentration recherchée;
 - je peux expliquer l'importance de l'analyse quantitative en ce qui a trait au contrôle de la qualité de l'eau potable.

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée d'une épreuve et l'expliquer.
- Évaluer les connaissances acquises sur la définition d'Arrhenius d'un acide et d'une base, la distinction entre la force et la concentration d'un acide et d'une base, le lien entre la force d'un acide et d'une base et leur degré de dissociation mesuré par conductivité, la

méthode prudente de dilution d'un acide concentré, la détermination et le dosage par analyse volumétrique de l'ion de calcium en partie responsable de la dureté de l'eau, la terminologie propre au domaine de la chimie de l'environnement, la rédaction d'équations chimiques équilibrées d'une neutralisation acide-base et le procédé de titrage.

- Utiliser une grille d'évaluation adaptée basée sur des critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance de la démarche à suivre pour effectuer une analyse quantitative telle que le titrage et l'analyse volumétrique;
 - démontrer une connaissance de la définition d'Arrhenius d'un acide et d'une base;
 - démontrer une compréhension du lien entre la force d'un acide ou d'une base et le degré de dissociation.
 - Recherche
 - résoudre des problèmes de neutralisation acide-base en partant des données de titrage;
 - planifier une expérience pour déterminer la concentration d'ions de calcium par analyse volumétrique;
 - interpoler la concentration en ions de calcium dans un échantillon d'eau à l'aide d'une courbe de calibrage.
 - Communication
 - utiliser la terminologie propre aux domaines des calculs chimiques et de l'analyse quantitative;
 - représenter graphiquement des données volumétriques;
 - utiliser les unités SI, les symboles et les conventions scientifiques.
 - Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre l'analyse quantitative et le contrôle de la qualité de l'eau potable.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de rechercher les effets de la dureté de l'eau sur les industries et les divers types d'adoucisseurs utilisés.
- Demander à l'élève d'expliquer le fonctionnement d'un adoucisseur d'eau.
- Organiser une visite à l'usine de filtration et de traitement des eaux usées et des eaux potables de sa ville pour assister à une présentation sur le processus suivi, les types d'analyses effectuées et les emplois exercés. (PE)

Annexes

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

Annexe SCH4C 5.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Analyse volumétrique des ions calcium dans l'eau

Annexe SCH4C 5.5.1

Grille d'évaluation adaptée - Analyse volumétrique des ions calcium dans l'eau

<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>
<i>Connaissance et compréhension</i>				

<p>L'élève :</p> <ul style="list-style-type: none"> - démontre une connaissance de la démarche pour effectuer une analyse quantitative (titrage et analyse volumétrique). - démontre une connaissance de la définition d'Arrhenius d'un acide et d'une base. - démontre une compréhension du lien entre la force d'un acide ou d'une base et le degré de dissociation. 	<p>L'élève démontre une connaissance et une compréhension limitées des concepts et de leurs rapports.</p>	<p>L'élève démontre une connaissance et une compréhension partielles des concepts et de leurs rapports.</p>	<p>L'élève démontre une connaissance et une compréhension générales des concepts et de leurs rapports.</p>	<p>L'élève démontre une connaissance et une compréhension approfondies des concepts et de leurs rapports.</p>
Recherche				
<p>L'élève :</p> <ul style="list-style-type: none"> - résout des problèmes de neutralisation acide-base en se basant sur les données de titrage. - planifie une expérience pour déterminer la concentration d'ions calcium par analyse volumétrique et l'interpole à l'aide d'une courbe de calibrage. 	<p>L'élève applique un nombre limité des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche.</p>	<p>L'élève applique certaines des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche.</p>	<p>L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies requises propres à la recherche.</p>	<p>L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies requises propres à la recherche.</p>

Communication				
L'élève : - utilise la terminologie propre au domaine des calculs chimiques et d'analyse quantitative. - représente graphiquement des données volumétriques. - utilise les unités SI, les symboles et les conventions scientifiques.	L'élève utilise la terminologie, les conventions scientifiques et les unités SI avec peu d'exactitude et une efficacité limitée , et utilise diverses formes de communication avec une compétence limitée .	L'élève utilise la terminologie, les conventions scientifiques et les unités SI avec une certaine exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une certaine compétence .	L'élève utilise la terminologie, les conventions scientifiques et les unités SI avec une grande exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une grande compétence .	L'élève utilise la terminologie, les conventions scientifiques et les unités SI avec une très grande exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une très grande compétence .
Rapprochements				
L'élève : - démontre une compréhension des rapprochements entre l'analyse quantitative et le contrôle de la qualité de l'eau potable.	L'élève démontre une compréhension limitée des rapprochements dans des contextes familiaux.	L'élève démontre une certaine compréhension des rapprochements dans des contextes familiaux.	L'élève démontre une compréhension générale des rapprochements dans des contextes familiaux.	L'élève démontre une compréhension approfondie des rapprochements dans des contextes familiaux.
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						
SCH4C-Ag.1	utiliser des méthodes sans risque de manutention, d'entreposage et d'élimination des substances de laboratoire [p. ex., entreposage de composés organiques et d'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).	1.1 1.2 1.4 1.5 1.6	2.2 2.4 2.5	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	4.1 4.2 4.3 4.4	5.1 5.2 5.4 5.5
SCH4C-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).	1.2 1.4 1.5 1.6	2.2	3.1 3.3	4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	5.4 5.5
SCH4C-Ag.3	concevoir et effectuer rigoureusement des expériences pour démontrer ou déduire les concepts à l'étude.	1.2 1.4 1.5 1.6	2.2 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 5.5
SCH4C-Ag.4	énoncer les procédures d'urgence en laboratoire.	1.1	2.2 2.4 2.5		4.2 4.4	5.1
SCH4C-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.	1.3 1.6	2.1 2.3	3.1 3.2 3.3 3.5	4.1 4.2 4.3 4.5	5.1 5.3 5.5
SCH4C-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.	1.1 1.2 1.3 1.6	2.3	3.5	4.2 4.3	5.3
SCH4C-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.		2.2 2.5	3.1 3.2 3.3 3.5	4.2 4.3 4.5	5.1 5.2 5.4 5.5
SCH4C-Ag.8	choisir et utiliser les unités SI appropriées, et appliquer les techniques de conversion appropriées.			3.3	4.1 4.2 4.3 4.5	
SCH4C-Ag.9	exprimer le résultat des calculs de données expérimentales en utilisant le nombre approprié de chiffres significatifs ou de chiffres décimaux.				4.1 4.2 4.3	5.5

CHIMIE		Unités				
		1	2	3	4	5
SCH4C-Ag.10	recenser et décrire des professions qui requièrent des connaissances en chimie (p. ex., nutritionniste, technicienne dans l'industrie pétrochimique, technicienne de laboratoire, bijoutier, ingénieur).	1.5 1.6		3.5	4.5	5.3

CHIMIE		Unités				
Domaine : Matière et analyse qualitative		1	2	3	4	5
Attentes						
SCH4C-M-A.1	démontrer sa compréhension des principes de base de l'analyse qualitative et des théories sous-jacentes.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6	2. 1 2. 2 2. 5	3. 1		
SCH4C-M-A.2	effectuer des analyses qualitatives à partir de schémas de procédé et en utilisant les instruments de laboratoire de façon appropriée.	1.2 1.4 1.5 1.6				
SCH4C-M-A.3	expliquer le rôle et l'importance des analyses qualitatives dans la vie quotidienne.	1.2 1.5 1.6				
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SCH4C-M-Comp.1	distinguer une observation d'une déduction.	1.2 1.4 1.5 1.6	2. 2 2. 5	3. 1		
SCH4C-M-Comp.2	décrire et expliquer les processus fondamentaux de l'analyse qualitative, y compris les essais à la flamme, les réactions de précipitation et le spectre d'absorption.	1.2 1.4 1.5 1.6				
SCH4C-M-Comp.3	expliquer le lien entre les essais à la flamme, le spectre d'absorption et le concept de quanta d'énergie proposé par Bohr	1.2 1.5				
SCH4C-M-Comp.4	expliquer la formation de réactions covalentes dans les molécules simples à partir des structures de Lewis (p. ex., H ₂ , Cl ₂ , O ₂ , H ₂ O, CH ₄).		2. 1			
SCH4C-M-Comp.5	expliquer la formation de liaisons ioniques résultant de la réaction entre un métal et un non-métal et relier la charge ionique au nombre d'électrons perdus ou gagnés.	1.3				
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SCH4C-M-Acq.1	utiliser le vocabulaire scientifique approprié pour définir et communiquer ses idées sur des sujets propres au domaine (p. ex., analyse qualitative, déplacement double, précipité, niveau d'énergie).	1.1 1.2 1.4 1.5 1.6				
SCH4C-M-Acq.2	manipuler et utiliser, en employant les techniques de laboratoire appropriées, divers instruments tels qu'un tube à décharge, une source de courant à haute tension, un spectroscope, une centrifugeuse.	1.2 1.4 1.5				
SCH4C-M-Acq.3	prédire la formation d'un précipité lors d'une réaction chimique en écrivant l'équation de déplacement double et l'équation ionique nette correspondante à l'aide d'un tableau de solubilité.	1.4 1.5 1.6				

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Matière et analyse qualitative</i>		1	2	3	4	5
SCH4C-M-Acq.4	utiliser un schéma de procédé pour déterminer expérimentalement (notamment par des essais à la flamme, des réactions de précipitation) la présence d'ions dans des échantillons inconnus (p. ex., analyse de produits chimiques utilisés au travail ou à domicile).	1.5 1.6				
SCH4C-M-Acq.5	identifier un échantillon de gaz inconnu (p. ex., hydrogène, hélium, néon) en observant expérimentalement son spectre d'absorption et en le comparant au spectre d'un échantillon de gaz connu.	1.2				
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SCH4C-M-Rap.1	décrire divers usages de la spectroscopie (p. ex., en astronomie, pour identifier les composantes des étoiles).	1.2				
SCH4C-M-Rap.2	repérer et décrire des applications de l'analyse qualitative dans divers domaines (p. ex., dépistage de drogues, analyse de l'encre pour déceler la fausse monnaie).	1.5 1.6				

CHIMIE		Unités				
Domaine : Chimie organique		1	2	3	4	5
Attentes						
SCH4C-C-A.1	démontrer sa compréhension des propriétés des composés organiques et de certaines de leurs réactions chimiques ainsi que de la terminologie utilisée pour les décrire.		2.1 2.2 2.3 2.4 2.5			
SCH4C-C-A.2	effectuer en laboratoire divers essais et diverses réactions chimiques avec des composés organiques.		2.1 2.2 2.4 2.5			
SCH4C-C-A.3	expliquer l'importance des composés organiques par rapport aux produits d'usage courant, aux dispositifs technologiques et à la biochimie tout en présentant certaines des questions que soulève leur incidence sur la société et l'environnement.		2.2 2.3			
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SCH4C-C-Comp.1	décrire les caractéristiques particulières de l'atome de carbone en fonction du type de liaison et de sa capacité de former de longues chaînes.		2.1			
SCH4C-C-Comp.2	expliquer les propriétés particulières des molécules à base d'oxygène ou d'azote (p. ex., polarité, solubilité en milieu aqueux)		2.4 2.5			
SCH4C-C-Comp.3	reconnaître que les molécules organiques peuvent être classées en fonction de leur groupement fonctionnel (p. ex., alcènes, alcynes, alcools, aldéhydes, cétones, acides carboxyliques, esters, amines).		2.2 2.4 2.5			
SCH4C-C-Comp.4	illustrer, à partir des formules structurales appropriées, des réactions organiques typiques telles que la combustion, l'addition ainsi que les polymérisations d'addition.		2.2 2.3 2.4 2.5			
SCH4C-C-Comp.5	expliquer le principe de la distillation utilisée dans la séparation d'un mélange de composés organiques.		2.2			
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SCH4C-C-Acq.1	utiliser le vocabulaire scientifique approprié pour définir et communiquer ses idées sur les sujets propres au domaine (p. ex., électronégativité, liaison covalente, groupement fonctionnel, polymère).		2.1 2.2 2.3 2.4 2.5			
SCH4C-C-Acq.2	utiliser correctement un condensateur pour séparer un mélange de liquides par distillation.		2.2			
SCH4C-C-Acq.3	illustrer la formation de liaisons covalentes dans des molécules organiques en utilisant les structures de Lewis (p. ex., éthanol, méthane, acétylène, butène).		2.1			

CHIMIE		Unités				
Domaine : Chimie organique		1	2	3	4	5
SCH4C-C-Acq.4	déterminer expérimentalement les propriétés physiques et chimiques de certains composés organiques communs (p. ex., odeur, conductibilité électrique, combustibilité, solubilité en milieu aqueux ou non aqueux) et identifier des modèles et des tendances à partir de ces observations.		2.2 2.4			
SCH4C-C-Acq.5	déterminer expérimentalement quelques produits de la combustion d'un hydrocarbure et d'un alcool et écrire l'équation chimique équilibrée de la réaction.		2.2 2.4			
SCH4C-C-Acq.6	synthétiser un produit de condensation (p. ex., ester, aspirine), un composé organique commun (p. ex., savon) et un polymère synthétique (p. ex., nylon).		2.2 2.5			
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SCH4C-C-Rap.1	effectuer des recherches documentaires afin de repérer des composés organiques d'usage courant (p. ex., revêtement antiadhésif Teflon ^{MC}) et illustrer leur structure moléculaire et leur utilité à l'aide de représentations faites manuellement ou à l'ordinateur.		2.3			
SCH4C-C-Rap.2	décrire les procédés de la distillation et du craquage du pétrole brut pour obtenir des combustibles utiles.		2.2			
SCH4C-C-Rap.3	expliquer les dangers associés à l'utilisation de solvants organiques (p. ex., combustibilité et toxicité) et déterminer les mesures de sécurité à suivre.		2.2 2.3			
SCH4C-C-Rap.4	reconnaître les conséquences de la consommation accrue de matières plastiques (p. ex., la non-biodégradabilité) et proposer des solutions aux problèmes environnementaux.		2.3			
SCH4C-C-Rap.5	décrire les améliorations à la qualité de la vie qui découlent de la recherche en chimie organique (p. ex., textiles synthétiques, carrosseries d'automobiles, cœur artificiel).		2.3			

CHIMIE		Unités				
Domaine : Électrochimie		1	2	3	4	5
Attentes						
SCH4C-E-A.1	démontrer sa compréhension des processus chimiques qui s'opèrent dans les piles galvaniques et électrolytiques.			3.1 3.3 3.4 3.5		
SCH4C-E-A.2	vérifier en laboratoire la facilité avec laquelle la plupart des métaux s'oxydent et construire des piles électrochimiques pour en illustrer le fonctionnement.			3.1 3.2 3.3 3.4		
SCH4C-E-A.3	expliquer l'importance des processus électrochimiques industriels et en souligner les retombées environnementales.			3.4 3.5		
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SCH4C-E-Comp.1	nommer les composantes d'une pile galvanique et d'une pile électrolytique, expliquer leur fonctionnement en fonction de l'oxydation et de la réduction et préciser leur usage.			3.1 3.3 3.5		
SCH4C-E-Comp.2	expliquer le processus de corrosion et reconnaître la similarité avec les réactions chimiques d'une pile électrochimique.			3.4		
SCH4C-E-Comp.3	repérer et décrire divers procédés anticorrosion (p. ex., peinture de la surface métallique, galvanoplastie et protection cathodique).			3.4 3.5		
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SCH4C-E-Acq.1	utiliser le vocabulaire scientifique approprié pour définir et communiquer ses idées sur les sujets propres au domaine (p. ex., liaison ionique, électrolyte, anode, oxydation).			3.1 3.2 3.3 3.4		
SCH4C-E-Acq.2	utiliser correctement les instruments et l'équipement suivants : voltmètre, sources d'énergie électrique, câbles de connexion.			3.1 3.3		
SCH4C-E-Acq.3	déterminer expérimentalement la conductivité ou la non-conductivité des métaux, des solutions de sels, des acides, des bases et des composés moléculaires.			3.1		
SCH4C-E-Acq.4	établir expérimentalement une échelle de réactivité de certains métaux.			3.1 3.2		
SCH4C-E-Acq.5	prédire la spontanéité d'une réaction de déplacement entre un métal et un sel métallique à partir de la série d'activité des métaux et la vérifier expérimentalement.			3.2		
SCH4C-E-Acq.6	construire une pile galvanique et déterminer ses avantages et ses inconvénients (p. ex., source d'énergie, transportable, rechargeable; déversement de produits chimiques, tension limitée).			3.3		

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Électrochimie</i>		1	2	3	4	5
SCH4C-E-Acq.7	mesurer la tension d'une pile électro- chimique et décrire celle-ci en fonction des facteurs suivants : réactions de demi-pile, direction du flux d'électrons, emplacement de l'anode et de la cathode, direction de la migration des ions dans le pont salin.			3.3		
SCH4C-E-Acq.8	concevoir et effectuer une expérience pour déterminer les facteurs qui influent sur la vitesse de corrosion (p. ex., contraintes, surface de contact entre deux métaux, nature de l'électrolyte, nature des métaux).			3.4		
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SCH4C-E-Rap.1	décrire des applications de l'électrochimie (p. ex., batteries d'accumulateurs).			3.5		
SCH4C-E-Rap.2	expliquer l'utilisation de l'électrolyse dans l'affinage des métaux (p. ex., cuivre, aluminium, nickel) et évaluer les retombées environnementales de ce processus (p. ex., pluies acides).			3.5		
SCH4C-E-Rap.3	relever des procédés électrochimiques utilisés dans l'industrie (p. ex., chromage des pare-chocs).			3.4 3.5		
SCH4C-E-Rap.4	décrire les effets du sel à déglacer et des pluies acides sur les métaux et proposer des solutions à ces problèmes.			3.4		

CHIMIE		Unités				
Domaine : Calculs chimiques		1	2	3	4	5
Attentes						
SCH4C-CC-A.1	démontrer sa compréhension du concept de la mole ainsi que des rapports quantitatifs dans les réactions chimiques.				4.1 4.2 4.3 4.4	
SCH4C-CC-A.2	utiliser l'analyse quantitative pour préparer des solutions étanches et résoudre des problèmes quantitatifs impliquant des réactions chimiques à partir de données expérimentales et théoriques.				4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	
SCH4C-CC-A.3	expliquer l'importance des rapports quantitatifs en chimie dans la vie quotidienne et dans l'industrie.				4.3 4.5	
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SCH4C-CC-Comp.1	définir le concept de la mole et reconnaître ses applications dans l'analyse quantitative de réactions chimiques (p. ex., le calcul du nombre d'atomes, d'ions ou de molécules).				4.1 4.2 4.3 4.4	
SCH4C-CC-Comp.2	expliquer la relation entre les variables suivantes : coefficients stœchiométriques d'une équation chimique équilibrée, quantité molaire, masse et nombre de particules.				4.2	
SCH4C-CC-Comp.3	énumérer des sources d'erreur expérimentales qui entraînent un rendement inférieur à 100 %.				4.2	
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SCH4C-CC-Acq.1	utiliser le vocabulaire scientifique approprié pour définir et communiquer ses idées sur les sujets propres au domaine (p. ex., pourcentage de rendement, molarité, masse molaire, nombre d'Avogadro).				4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	
SCH4C-CC-Acq.2	utiliser correctement, lors de l'analyse quantitative, les instruments suivants : burette, pipettes, fioles de jaugée, spectrophotomètre, balance électronique.				4.2 4.3 4.4 4.5	
SCH4C-CC-Acq.3	calculer la masse moléculaire et la masse molaire d'un composé à l'aide du tableau périodique des éléments.				4.1 4.2 4.3 4.4	
SCH4C-CC-Acq.4	déterminer la composition centésimale d'un composé à partir de données expérimentales ou de sa formule chimique.				4.1	
SCH4C-CC-Acq.5	résoudre des problèmes qui démontrent le rapport entre des quantités de moles, de masses, de nombre de particules, de concentrations et de volumes de solution.				4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	
SCH4C-CC-Acq.6	résoudre des problèmes sur les rapports stœchiométriques d'équations chimiques équilibrées.				4.2 4.3	

CHIMIE		Unités				
<i>Domaine : Calculs chimiques</i>		1	2	3	4	5
SCH4C-CC-Acq.7	déterminer le pourcentage de rendement d'une réaction chimique à partir de données expérimentales, et identifier les sources d'erreur.				4.3	
SCH4C-CC-Acq.8	préparer des solutions aqueuses en utilisant les unités de concentrations appropriées (p. ex., grammes par litre, moles par litre) et effectuer une série de dilutions dans le but d'atteindre une concentration donnée.				4.4 4.5	
SCH4C-CC-Acq.9	préparer des solutions standard, en mesurer l'absorbance et en tracer la courbe de calibrage.				4.5	
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SCH4C-CC-Rap.1	présenter des exemples de la vie courante qui démontrent l'importance de l'analyse des rapports quantitatifs (p. ex., rapport entre la quantité d'ingrédients dans une recette de cuisine en fonction de la quantité finale désirée; posologie d'un médicament).				4.3	
SCH4C-CC-Rap.2	expliquer l'importance de l'exactitude de la concentration dans diverses solutions (p. ex., sirops contre la toux, sérum artificiel).				4.5	
SCH4C-CC-Rap.3	reconnaître en quoi le succès d'une industrie (p. ex., industrie pharmaceutique) est étroitement lié à sa capacité de maximiser le pourcentage de rendement de ses produits.				4.3	

CHIMIE		Unités				
Domaine : Chimie de l'environnement		1	2	3	4	5
Attentes						
SCH4C-CE-A.1	démontrer sa compréhension de la nature et du rôle de divers éléments et composés chimiques présents dans l'environnement, y compris les acides, les bases et les gaz atmosphériques.					5.1 5.2 5.4 5.5
SCH4C-CE-A.2	effectuer en laboratoire diverses analyses quantitatives de solutions avec précision et exactitude.					5.1 5.2 5.4 5.5
SCH4C-CE-A.3	évaluer les retombées environnementales de diverses substances chimiques et rendre compte des mesures de protection de l'environnement que prennent les gouvernements ainsi que les gens à titre individuel.					5.3 5.5
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SCH4C-CE-Comp.1	expliquer qualitativement l'effet de la température et de la pression sur le volume d'un gaz.					5.1
SCH4C-CE-Comp.2	énoncer et expliquer la définition d'Arrhenius d'un acide et d'une base.					5.4
SCH4C-CE-Comp.3	expliquer la différence entre une base forte et une base faible et entre un acide fort et un acide faible en fonction du degré de dissociation (p. ex., tel que mesuré par la conductivité de la solution).					5.4
SCH4C-CE-Comp.4	identifier les gaz à l'origine des pluies acides et leurs sources d'émission, et décrire les étapes de leur formation ainsi que les processus chimiques utilisés pour diminuer l'acidité (p. ex., neutralisation).					5.2
SCH4C-CE-Comp.5	distinguer entre la force et la concentration d'un acide et d'une base (p. ex., l'acide acétique est un acide faible qui existe sous forme concentrée) et expliquer la méthode sécuritaire de dilution d'un acide concentré.					5.4
SCH4C-CE-Comp.6	identifier les diverses substances dissoutes dans l'eau (y compris les ions qui causent le durcissement) dont il faut mesurer et contrôler les niveaux afin de rendre l'eau potable.					5.5
SCH4C-CE-Comp.7	identifier les gaz atmosphériques qui influent sur la qualité de l'air [p. ex., gaz à effet de serre, ozone troposphérique et stratosphérique, monoxyde de carbone, chlorofluorocarbures (CFC)].					5.2

CHIMIE		Unités				
Domaine : Chimie de l'environnement		1	2	3	4	5
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SCH4C-CE-Acq.1	utiliser le vocabulaire scientifique approprié pour définir et communiquer ses idées sur les sujets propres au domaine (p. ex., ozone, eau dure, titrage).					5.1 5.2 5.4 5.5
SCH4C-CE-Acq.2	manipuler et utiliser correctement les instruments suivants : balance électronique, burette, pH-mètre.					5.4 5.5
SCH4C-CE-Acq.3	démontrer expérimentalement la nature acido-basique des solutions des oxydes de métaux et de non-métaux et reconnaître les similarités avec la formation des pluies acides.					5.1 5.2
SCH4C-CE-Acq.4	écrire des équations chimiques équilibrées d'une neutralisation acide-base.					5.4
SCH4C-CE-Acq.5	effectuer un titrage acide-base pour déterminer la concentration d'une base ou d'un acide (p. ex., mesurer la concentration d'acide acétique dans le vinaigre).					5.4
SCH4C-CE-Acq.6	déterminer la concentration d'ions dissous dans un volume donné de solution, par analyse volumétrique et colorimétrique (p. ex., ions de calcium dans un échantillon d'eau).					5.5
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SCH4C-CE-Rap.1	justifier les initiatives gouvernementales de protection de l'environnement (p. ex., Plan d'action des Grands Lacs) et préciser ce que chacun peut faire pour préserver la qualité de l'air et de l'eau (p. ex., utiliser les transports en commun pour se rendre au travail).					5.3
SCH4C-CE-Rap.2	évaluer les répercussions environnementales, sociales et économiques de l'utilisation de produits d'entretien, et de divers autres produits analogues, et de leur mise au rebut (p. ex., phosphates des détergents, acides dans les batteries d'accumulateurs des automobiles, bases dans les produits d'entretien).					5.3
SCH4C-CE-Rap.3	expliquer l'importance de l'analyse quantitative en ce qui a trait au contrôle de la qualité de l'air et de l'eau (p. ex., taux d'oxygène dissous dans les échantillons d'eau de lacs et de rivières).					5.3 5.5