



CHIMIE 11 ET 12



BRITISH
COLUMBIA

Ministry of Education,
Skills and Training
Bureau des programmes d'études
Bureau des programmes de langue française

Ensemble de ressources intégrées 1996

IRP 053

PRÉFACE : COMMENT UTILISER CET ENSEMBLE DE RESSOURCES INTÉGRÉES

Préface	III
---------------	-----

INTRODUCTION À LA CHIMIE 11 ET 12

Raison d'être	1
Programme de Chimie 11 et 12	2
Comment aborder l'apprentissage des sciences	3
Compétences et démarches associées aux sciences	4
Mesures de sécurité en sciences	6
Exigences du cours et croyances	6
Stratégies d'enseignement proposées	7
Intégration des considérations communes à tous les programmes	7
Stratégies d'évaluation proposées	10
Ressources d'apprentissage	11

PROGRAMME DE CHIMIE 11 ET 12

Chimie 11	14
Chimie 12	52

ANNEXES

Annexe A : Résultats d'apprentissage	
Chimie 11	A-3
Chimie 12	A-13
Annexe B : Ressources d'apprentissage	B-3
Annexe C : Considérations communes à tous les programmes	C-3
Annexe D : Mesure et évaluation	D-3
Modèles d'évaluation	D-7
Annexe E : Remerciements	E-3

Afin d'éviter la lourdeur qu'entraînerait la répétition systématique des termes masculins et féminins, le présent document utilise le masculin pour désigner ou qualifier des personnes. Les lectrices et les lecteurs sont invités à tenir compte de ce fait lors de la lecture du document.

La mise en oeuvre des cours de Chimie 11 et 12 commencera en septembre 1996. Cet Ensemble de ressources intégrées (ERI) contient l'information de base dont les enseignants auront besoin afin de mettre le programme en oeuvre. Les renseignements qui s'y trouvent sont également disponibles sur Internet et peuvent être obtenus en communiquant avec le ministère de l'Éducation et de la Formation professionnelle, à l'adresse électronique suivante : <http://www.bced.gov.bc.ca/irp/firp.htm>

INTRODUCTION

L'introduction fait état de renseignements généraux sur les cours de Chimie 11 et 12, y compris les exigences et les aspects particuliers s'y rapportant. Elle expose également la raison d'être de l'enseignement de la chimie — ce pourquoi la chimie est enseignée dans les écoles de la Colombie-Britannique — et les composantes du programme.

PROGRAMME DE CHIMIE 11 ET 12

Le programme officiel du Ministère pour les cours de Chimie 11 et 12 s'articule autour des *composantes du programme*. La section principale de cet ERI comporte quatre colonnes contenant les renseignements pertinents pour chaque composante. Ces colonnes comprennent les aspects suivants :

- les résultats d'apprentissage prescrits par le Ministère pour le programme de Chimie 11 et 12
- les stratégies d'enseignement proposées pour atteindre les résultats d'apprentissage
- les stratégies d'évaluation proposées pour déterminer dans quelle mesure les élèves atteignent les résultats d'apprentissage
- les ressources d'apprentissage recommandées par le Ministère

Résultats d'apprentissage prescrits

Les résultats d'apprentissage prescrits constituent les normes de contenu du programme d'études provincial. Ils exposent les connaissances, les idées établies, les questions, les concepts, les compétences et les attitudes requises pour chaque discipline. Les résultats d'apprentissage indiquent ce que les élèves doivent savoir et accomplir à une étape précise de leur scolarité. Clairement énoncés et exprimés de telle sorte qu'ils soient mesurables, ils commencent tous par l'expression : «L'élève pourra...». Les énoncés ont été rédigés de manière à faire appel à l'expérience et au jugement professionnel de l'enseignant au moment de la préparation de cours et de l'évaluation. Les résultats d'apprentissage sont des points de repère qui permettront l'utilisation de normes critérielles de performance. Le rendement des élèves variera vraisemblablement selon les résultats d'apprentissage. L'évaluation, la transmission des résultats et le classement des élèves en fonction de ces résultats d'apprentissage dépendent du jugement professionnel de l'enseignant, qui se fonde sur les directives provinciales.

Stratégies d'enseignement proposées

L'enseignement fait appel à la sélection de techniques, d'activités et de méthodes qui peuvent être utilisées pour répondre aux divers besoins des élèves et pour présenter le programme d'études officiel. L'enseignant est libre d'adapter les stratégies d'enseignement proposées ou de les remplacer par d'autres qui, à son avis, permettront à ses élèves d'atteindre les résultats prescrits. Ces stratégies ont été élaborées par des enseignants spécialistes et généralistes en vue d'aider leurs collègues; elles ne constituent que des suggestions.

Stratégies d'évaluation proposées

Les stratégies d'évaluation proposent diverses méthodes permettant de documenter le rendement de l'élève. Certaines stratégies d'évaluation se rapportent à des activités précises; d'autres sont d'ordre général. Ces stratégies ont également été élaborées par des enseignants spécialistes et généralistes en vue d'aider leurs collègues; elles ne constituent que des suggestions.

Ressources d'apprentissage recommandées par le Ministère

Les ressources d'apprentissage recommandées par le Ministère sont révisées et évaluées par des enseignants de la Colombie-Britannique, en collaboration avec le ministère de l'Éducation et de la Formation professionnelle, à partir d'un ensemble de critères rigoureux. Il s'agit normalement de documents qui peuvent être utilisés par les élèves, quoiqu'ils contiennent parfois des informations destinées essentiellement à l'enseignant. Le Ministère encourage les enseignants et les districts scolaires à choisir les ressources qu'ils jugent les plus pertinentes et utiles pour leurs élèves, et à les compléter à l'aide de ressources approuvées localement (par exemple des artistes du milieu ou des studios locaux ou encore des spectacles présentés localement). Les ressources recommandées dans la section principale du présent ERI traitent en profondeur d'une portion considérable du programme d'études ou appuient de façon précise une section particulière du programme. L'Annexe B présente une liste complète des ressources recommandées par le Ministère pour ce programme d'études.

LES ANNEXES

Les annexes contiennent des renseignements supplémentaires sur le programme d'études ainsi que d'autres informations utiles pour les enseignants :

- L'Annexe A contient une énumération des résultats d'apprentissage prescrits pour le programme, organisée par composante et par classe.
- L'Annexe B comprend une liste complète des ressources d'apprentissage recommandées par le Ministère pour ce programme d'études. Elle sera mise à jour à mesure que de nouvelles ressources seront évaluées.
- L'Annexe C décrit les grilles appliquées à l'ensemble du programme d'études pour garantir que tous les éléments de l'ERI tiennent compte de questions telles que l'équité, l'accès à l'éducation et l'intégration de certains thèmes.
- L'Annexe D contient des renseignements utiles pour les enseignants au sujet de la politique provinciale en matière d'évaluation et de transmission des résultats. On a utilisé les résultats d'apprentissage du programme d'études comme sources d'exemples d'évaluation critérielle.
- L'Annexe E contient les remerciements adressés aux nombreuses personnes et organisations qui ont participé à l'élaboration de cet ERI.

Classe | 11^e ANNÉE • Introduction à la chimie (Mesures de sécurité au laboratoire) | **Composante**

Résultats d'apprentissage prescrits

La colonne de l'ERI consacrée aux résultats d'apprentissage prescrits énumère les résultats qui se rapportent particulièrement à chaque composante ou domaine du programme. Ces résultats visent à aider les enseignants à préparer leurs activités quotidiennes.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS	STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES
<p>L'élève doit savoir où se trouve le matériel de sécurité et en comprendre le mode d'opération; il doit être conscient des dangers présents au laboratoire et connaître les règles de sécurité qui y sont en vigueur.</p> <p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • établir la liste du matériel de sécurité et de protection disponibles dans le laboratoire • décrire comment et en quelles circonstances utiliser le matériel de sécurité • identifier, sur un plan de l'école, l'emplacement des avertisseurs d'incendie les plus proches ainsi que les sorties de secours pertinentes • dresser une liste de personnes, autres que l'enseignant, ayant une formation en premiers soins • décrire les dangers les plus courants au laboratoire • décrire la marche à suivre ou la technique pertinentes à employer en cas de dangers particuliers • dresser une liste des règles générales de sécurité à suivre au cours d'une séance de laboratoire • faire preuve d'un comportement responsable relativement à la sécurité au laboratoire 	<p>Lorsque les élèves comprennent l'importance de la sécurité dans les expériences de laboratoire relatives à ce cours, les risques d'accidents diminuent. L'attitude positive qu'ils acquièrent à l'égard de la sécurité, au laboratoire, pourra ensuite être mise en pratique à la maison et dans leur futur milieu de travail.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En utilisant le plan de l'école et avec l'aide du personnel affecté à la sécurité ou aux soins de santé (et si possible, avec l'aide de membres de la communauté), indiquer les endroits où se trouve le matériel de sécurité, en faire une démonstration ou en décrire l'utilisation; discuter également de la marche à suivre advenant un accident au laboratoire. • Réunir les élèves en groupes afin qu'ils dressent une liste des règles de sécurité que tous doivent suivre au laboratoire. Chaque groupe désigne un porte-parole et un secrétaire. Le porte-parole de chaque groupe soumet sa liste de règles de sécurité à la classe. L'enseignant les écrit au tableau en ajoutant ou en retranchant des règles, s'il y a lieu. La liste définitive est ensuite érigée en un contrat de sécurité que l'enseignant et les élèves doivent signer. • Au début de toute séance de laboratoire, décrire la nature des dangers possibles liés à cette activité; faire une démonstration devant la classe ou discuter de la marche à suivre appropriée à chaque situation dangereuse. • Demander aux élèves de préparer des affiches, des comptes rendus ou des vidéos illustrant les mesures de sécurité à respecter, à la maison ou en milieu de travail. • Présenter une vidéo pertinente portant sur la sécurité. • Demander aux élèves de travailler par deux ou en petits groupes afin d'effectuer une simulation de leurs réactions en cas d'accident, en prenant soin d'y inclure le mode d'utilisation du matériel de sécurité. Il serait bon d'assigner une situation d'urgence particulière à chaque groupe. • Exposer, dans la salle de classe, des affiches relatives à la sécurité au laboratoire.

Stratégies d'enseignement proposées

La colonne de l'ERI consacrée aux stratégies d'enseignement propose diverses démarches pédagogiques dont le travail collectif, la résolution de problèmes réels et l'utilisation de la technologie. Les enseignants devraient y voir des exemples qu'ils peuvent modifier en fonction du niveau de développement de leurs élèves.

Classe | 11^e ANNÉE • Introduction à la chimie (Mesures de sécurité au laboratoire) | **Composante**

Stratégies d'évaluation proposées

Les stratégies d'évaluation proposées font appel à un large éventail de méthodes qui seront utiles au moment de déterminer dans quelle mesure l'élève a atteint les résultats d'apprentissage prescrits. L'enseignant doit considérer ces stratégies comme des exemples qu'il peut modifier afin de répondre à ses besoins particuliers ainsi qu'aux objectifs pédagogiques.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES	RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES
<p>Les élèves montrent leurs connaissances et leurs attitudes en matière de sécurité au laboratoire par le comportement qu'ils manifestent au cours des expériences qu'ils y effectuent. Cette situation doit prévaloir tout au long de l'année.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier si les élèves ont indiqué avec précision, sur leur plan, les endroits où se trouvent le matériel de sécurité et les sorties de secours dans l'école. • Lorsque les élèves simulent des situations d'urgence, chercher les indications prouvant qu'ils : <ul style="list-style-type: none"> - connaissent la façon pertinente de procéder dans une situation donnée - peuvent repérer l'emplacement du matériel de sécurité et utiliser ce dernier comme il se doit - observer la marche à suivre adéquate pour trouver de l'aide • Avant que les élèves ne commencent à travailler au laboratoire, leur donner une interrogation rapide sur la sécurité afin de vérifier leurs connaissances en la matière. • Lors des activités de laboratoire, observer les élèves et leur transmettre de l'information en retour leur indiquant s'ils : <ul style="list-style-type: none"> - se sont préparés adéquatement à l'activité (p. ex. lecture préalable de la marche à suivre) - ont organisé leur poste de travail comme il se doit (s'ils ont placé leur sac et leurs livres dans un endroit sécuritaire) - portent suffisamment leurs lunettes de protection - se conforment à la règle voulant qu'ils portent des vêtements qui ne sont pas trop amples et les cheveux remontés - se concentrent suffisamment sur la tâche assignée et la mènent à bien - utilisent adéquatement l'espace physique (p. ex. s'ils évitent de travailler dos à dos avec les autres élèves) - essuient assez rapidement tout produit répandu sur leur table de laboratoire - se débarrassent des déchets de la façon requise - prennent suffisamment soin de lire les étiquettes sur les contenants de réactifs avant de les utiliser 	<p>RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES</p> <p> Vidéo</p> <ul style="list-style-type: none"> • série La structure de l'atome • série Structures atomiques et liaisons chimiques

Ressources d'apprentissage recommandées

La section des ressources d'apprentissage recommandées de cet ERI est une compilation des ressources recommandées par le Ministère pour appuyer les résultats d'apprentissage prescrits. Une liste complète incluant une brève description de la ressource, le format médiatique et le distributeur est donnée à l'Annexe B de cet ERI.

Cet Ensemble de ressources intégrées (ERI) constitue le programme officiel du Ministère pour les cours de Chimie 11 et 12. Il s'inspire essentiellement des principes d'apprentissage suivants :

- L'apprentissage nécessite la participation active de l'élève.
- Chacun apprend à sa façon et à son rythme.
- L'apprentissage est un processus à la fois individuel et collectif.

RAISON D'ÊTRE

Le programme de Sciences de la Colombie-Britannique jette les fondements de la culture scientifique des citoyens, de la formation d'une main-d'œuvre hautement qualifiée et apte à s'adapter aux exigences du monde du travail, et de la mise au point de nouvelles technologies. Ces fondements permettent aux enseignants d'élaborer un programme qui réunit un ensemble détaillé de connaissances, d'habiletés et d'expériences liées à la science.

Dans les écoles, les programmes de sciences visent à transmettre une culture scientifique aux élèves en prévoyant des expériences qui :

- les aident à accroître leur souplesse intellectuelle et leurs facultés d'adaptation, plutôt qu'à acquérir uniquement des connaissances techniques spécialisées
- améliorent leur habileté à penser de façon critique
- font appel à une vaste gamme de connaissances, de méthodes et de démarches qui leur permettent d'analyser d'un oeil critique des questions d'ordre personnel et sociétal
- les encouragent à évaluer la portée des connaissances scientifiques sur leur vie, sur la société et sur l'environnement

- les aident à acquérir une attitude positive à l'égard des sciences
- cultivent chez eux le respect du travail scientifique et leur permettent d'atteindre leur pleine mesure afin de pouvoir contribuer à l'avancement des sciences

Le programme de Sciences de la Colombie-Britannique offre un cadre qui permet aux élèves de s'initier aux sciences :

- en examinant les concepts, les principes, les lois et les théories de base grâce à des activités de recherche
- en acquérant de façon active des connaissances, des compétences et des attitudes qui leur permettront de résoudre des problèmes et de prendre des décisions d'une façon judicieuse et conforme à l'éthique
- en acquérant une compréhension de l'histoire de la science, de son rôle dans la société et de ses liens avec d'autres disciplines
- en prenant des décisions éclairées et responsables concernant leur vie, de même que leur foyer, leur lieu de travail et la communauté mondiale

Le programme de Chimie 11 et 12 porte principalement sur les applications de la science dans la vie de tous les jours et sur les compétences que requiert le monde du travail. Afin de préparer les élèves à une éducation postsecondaire et à leur vie adulte, le programme officiel de Sciences les incite à examiner des questions relatives à cette discipline et à proposer des solutions plausibles. L'enseignement des sciences cultive et exploite chez les élèves un sentiment d'émerveillement devant le monde qui les entoure et favorise le sens des responsabilités face à la conservation de ce monde. Il encourage les élèves à relever des défis, à prendre des risques et à tirer des leçons de leurs erreurs. Il éveille en eux une curiosité face à un monde en évolution et leur permet de com-

prendre que les compétences et les connaissances qu'ils acquièrent maintenant se préciseront et s'accroîtront plus tard au regard des progrès de la science et de la technologie.

Les stratégies et les techniques d'enseignement doivent promouvoir une attitude positive à l'égard des sciences chez tous les élèves, y compris ceux ou celles qui sont habituellement sous-représentés dans les programmes et les carrières scientifiques. Il importe que tous et toutes aient des chances égales d'acquérir une telle attitude qui favorise l'acquisition d'une culture scientifique.

PROGRAMME DE CHIMIE 11 ET 12

La chimie est la science qui traite des propriétés et des réactions de la matière. Elle s'intéresse à l'identification, à la caractérisation et aux transformations de la matière, ainsi qu'aux transferts d'énergie qui accompagnent ces dernières. De cette façon, la chimie nous aide d'une manière importante :

- *à comprendre notre environnement naturel*
La prise de conscience des propriétés des diverses formes que peut prendre la matière et de leurs interactions permet de mieux comprendre de nombreux processus naturels, y compris ceux qui ont trait à l'existence et au maintien de toutes les formes de vie.
- *à utiliser différents processus technologiques et à prendre conscience des conséquences qu'ils peuvent engendrer*
Les techniques employées en chimie et les produits de l'industrie chimique sont utilisés sur une vaste échelle dans de nombreux secteurs, notamment : la préparation et la transformation des aliments, la santé, l'électronique, l'impression, ainsi que la fabrication de nombreux produits dans l'industrie des textiles, des pâtes et papier, de la peinture, des plastiques, de la céramique et de la métallurgie. De plus, l'ana-

lyse chimique nous permet de reconnaître et d'évaluer les coûts que comporte l'utilisation de technologies particulières, sur les plans humain et écologique.

- *à mieux comprendre d'autres disciplines scientifiques, tant pures qu'appliquées, et à se familiariser avec la recherche scientifique*

De solides connaissances fondamentales en chimie sont essentielles à la compréhension d'autres disciplines scientifiques et des sciences appliquées (la biologie, la géologie, la physique, les sciences de la santé, la pharmacologie, le génie chimique, l'agriculture, etc.). De bonnes connaissances en chimie permettent également de comprendre les forces et les limites de la science et les rapports qui existent entre la science, la technologie et la société.

Grâce à cet apprentissage, les élèves des classes avancées du secondaire peuvent reconnaître et comprendre le rôle que tient la chimie dans le monde qui les entoure et son effet sur leur quotidien. Les séances de laboratoire axées sur la coopération, les recherches individuelles et indépendantes et les expériences conduites en classe aident les élèves à acquérir les connaissances, les compétences et les attitudes (p. ex. manipulation du matériel et des produits selon des normes de sécurité, observations et mesures, résolution efficace de problèmes, communications précises, carrières en sciences et en technologie) qui leur permettront de poursuivre des études supérieures et de réussir dans le monde du travail à titre de participants actifs et de décideurs informés.

Chimie 11

Les composantes du programme de Chimie 11 reflètent les principaux aspects de la matière que les élèves sont tenus de couvrir. Ces composantes ne sont pas nécessairement équivalentes en ce qui a trait au nombre de

résultats d'apprentissage prescrits ou au temps d'apprentissage requis pour les atteindre.

Ces résultats sont regroupés en sept composantes de programme, qui sont :

- Introduction à la chimie
- Les atomes, les molécules et les ions
- Le concept de mole
- Les réactions chimiques
- La théorie atomique
- La chimie des solutions
- La chimie organique

L'ordre dans lequel les composantes et les résultats d'apprentissage sont présentés dans cet ERI n'est pas nécessairement l'ordre dans lequel leur enseignement doit s'effectuer, ce dernier étant laissé à la discrétion de l'enseignant.

Chimie 12

Les composantes du programme de Chimie 12 reflètent les principaux aspects de la matière que les élèves sont tenus de couvrir. Ces composantes ne sont pas nécessairement équivalentes en ce qui a trait au nombre de résultats d'apprentissage prescrits ou au temps d'apprentissage requis pour les atteindre.

Pour le cours de Chimie 12, ces résultats sont regroupés en cinq composantes, qui sont :

- La cinétique chimique
- L'équilibre dynamique
- L'équilibre des solutions
- Les acides, les bases et les sels
- L'oxydoréduction

COMMENT ABORDER

L'APPRENTISSAGE DES SCIENCES

Dans les cours de Chimie 11 et 12, les élèves acquièrent les connaissances, les compétences et les attitudes nécessaires pour se doter

d'une culture scientifique, grâce à ces quatre cheminements importants : travailler de manière scientifique, communiquer de manière scientifique, suivre des démarches associées aux sciences et agir de manière responsable.

Travailler de manière scientifique

Les élèves effectuent leurs recherches en posant des questions, en se servant de données concrètes, en faisant des observations, en traitant l'information et en évaluant leurs résultats. Le programme officiel d'études en sciences encourage une progression basée sur des activités au cours desquelles les élèves acquièrent des connaissances scientifiques en mettant la main — et l'esprit — à la pâte. Ces activités devraient donner aux élèves des occasions de donner des explications, de résoudre des problèmes, de poser des hypothèses, de concevoir des expériences, de contrôler des variables, d'interpréter des données et de créer des modèles.

Communiquer de manière scientifique

Les élèves tirent des conclusions, défendent leurs points de vue et discutent des limites de leur travail. Le programme d'études officiel préconise l'emploi d'activités d'apprentissage et d'évaluation qui poussent les élèves à étendre, renforcer et consolider leurs connaissances scientifiques en communiquant aux autres leurs idées et leurs découvertes. Ces activités devraient donner aux élèves des occasions de travailler de manière coopérative, de partager leurs perceptions et leurs interprétations, de poser des questions, de discuter, de consigner des événements et des observations, de noter des idées et d'en rendre compte grâce à divers moyens de communication.

Suivre des démarches associées aux sciences

Les élèves parviennent à comprendre la science et ses applications technologiques en suivant des démarches scientifiques pour faire des liens, expliquer des idées et les mettre en application, ainsi que pour résoudre des problèmes. Les élèves devraient avoir l'occasion de prendre conscience des applications de la science et de la technologie à la vie réelle en examinant des questions d'actualité sous plusieurs angles. Une telle perception les aidera à découvrir quelles sont les carrières reliées au domaine de la science.

Agir de manière responsable

Il importe que les élèves commencent à comprendre qu'ils peuvent jouer un rôle dans l'évolution de la société en général. Les élèves doivent agir de manière responsable en utilisant l'information et les compétences scientifiques qu'ils ont acquises. De cette façon, les élèves en arriveront à considérer la science comme une activité inhérente à la diversité sociale et culturelle. Ils devraient également participer à la définition des problèmes et des démarches à suivre pour les résoudre.

ACQUISITION DE COMPÉTENCES ET DE DÉMARCHES ASSOCIÉES AUX SCIENCES

Dans leurs cours de sciences, les élèves acquièrent des compétences et emploient des démarches de recherche scientifiques identiques à celles qu'utilisent les chercheurs dans leur travail. Ces compétences et ces démarches constituent des outils dont les élèves ont besoin pour comprendre le fonctionnement du monde qui les entoure. L'acquisition de celles-ci permet aux élèves de résoudre des problèmes, de penser de manière critique, de prendre des décisions, de trouver des réponses et de satisfaire leur curiosité. La présentation du programme, l'enseignement et les

activités d'évaluation en classe sont axés sur les compétences et les démarches suivantes :

- l'observation
- la mesure
- le classement
- l'inférence
- la prévision
- la communication
- la formulation d'hypothèses
- la préparation d'expériences
- le contrôle de variables
- l'interprétation de données
- la création de modèles

Ces compétences et ces démarches ne s'acquièrent pas indépendamment les unes des autres : leur acquisition optimale s'effectue dans un cadre pédagogique favorisant l'expansion des connaissances.

Compétences et démarches associées aux sciences

Observer	▶ L'observation implique l'obtention d'informations relatives à des objets, à des situations ou à des événements en utilisant le plus possible de nos cinq sens. Les observations peuvent être de nature qualitative ou quantitative. L'observation procure à la fois une base pour émettre de nouvelles hypothèses ou tirer des déductions et un outil nécessaire à la vérification des déductions ou des hypothèses déjà émises.
Mesurer	▶ Les observations sont évaluées quantitativement à l'aide d'unités non standardisées d'abord, et d'unités standard ensuite. La longueur, l'aire, le volume, la masse, les intervalles de temps et les forces figurent parmi les mesures employées le plus couramment. Des instruments de mesure et des unités du système métrique sont choisis de façon pertinente.
Classer	▶ L'action de classer implique le regroupement d'objets, de concepts ou d'événements à partir de propriétés observables en vue d'en faire ressortir les similitudes, les différences et les interdépendances.
Inférer	▶ Inférer signifie franchir un pas supplémentaire vers une conclusion à partir d'un ensemble de conditions qui ont déjà été observées. Une inférence s'appuie sur un ensemble de données et de résultats observés et sur les expériences antérieures. Elle peut évoluer à partir de preuves directes ou indirectes et peut être modifiée suite à de nouvelles données.
Prédire	▶ L'action de prédire se rapporte à l'évolution d'un événement et elle peut être effectuée à partir d'une suite ordonnée d'éléments concernant ce dernier. Il peut s'agir d'une prédiction fondée sur une suite ordonnée d'éléments, d'une extrapolation à partir de régularités observées parmi une suite d'événements, ou d'une vérification de prédictions.
Communiquer	▶ Communiquer est la démarche qui consiste à organiser et à traiter des données et des résultats et qui se produit entre le stade de l'observation et celui de l'interprétation ou de la généralisation. La communication implique généralement l'organisation des données à l'état brut sous une forme plus condensée et significative (ordonner, réarranger, comparer), la représentation des données sous forme visuelle ou graphique, ainsi que le traitement mathématique (trouver la pente, la tangente) en vue de faciliter l'interprétation.
Formuler des hypothèses	▶ L'action de formuler des hypothèses consiste à effectuer une «supposition éclairée» concernant une relation anticipée entre deux variables, ceci en vue d'expliquer une relation de cause à effet. Les hypothèses sont fondées sur des observations ou des inférences relatives à un ensemble d'événements. Une hypothèse doit toujours être vérifiable.
Concevoir des expériences	▶ L'expérimentation est une vérification d'une relation de cause à effet entre deux variables. Elle peut comporter toutes les démarches suivantes. Il peut s'agir, tout d'abord, d'établir de façon claire le problème à résoudre, d'identifier ensuite les variables à contrôler, de définir les opérations, de concevoir les tests qui doivent être effectués et enfin, de suivre le processus ainsi élaboré.
Contrôler les variables	▶ Le contrôle des variables est une démarche consistant à décider quels sont les variables ou les facteurs qui peuvent influencer sur les résultats d'une expérience, d'une situation ou d'un événement et de contrôler de façon systématique toutes les variables identifiées.
Interpréter les données	▶ L'interprétation est un processus qui consiste à donner un sens logique à une série d'observations sous la forme d'une inférence, d'une généralisation ou d'une explication. Elle constitue généralement une réponse directe au problème à l'étude et implique un jugement relatif qui permet de justifier les hypothèses émises ainsi que d'établir les limites des nouvelles connaissances qui en découlent.
Créer des modèles	▶ Cette démarche consiste à utiliser des modèles matériels ou abstraits permettant de décrire le comportement peu familier d'une chose. Une vigilance constante s'impose de manière à assurer la validité du modèle employé ou son adéquation avec le phénomène qu'il est censé représenter. Il est souvent nécessaire de corriger les modèles pour tenir compte de faits nouveaux.

MESURES DE SÉCURITÉ EN SCIENCES

L'enseignement des sciences est une démarche active qui permet d'employer des méthodes passionnantes d'enseignement et d'apprentissage. Cependant, l'utilisation de démonstrations et d'expériences inhérentes à ces méthodes engendre des risques tant pour l'enseignant que pour les élèves.

Dans le contexte actuel, les enseignants du domaine des sciences font face au double défi de s'assurer que les élèves puissent exécuter des activités scientifiques importantes tout en veillant à ce que le milieu d'apprentissage soit sécuritaire. Dès lors, pour chaque cours de sciences, l'établissement scolaire doit s'efforcer de créer et de maintenir un milieu positif où les risques peuvent être évalués et réduits à un niveau acceptable de sécurité.

Toute activité humaine comporte des risques; l'apprentissage des sciences en comprend également, qui lui sont propres. Les enseignants et les élèves manipulent des produits et de l'équipement potentiellement dangereux. Il importe donc de discuter avec les élèves de lignes de conduite auxquelles chacun doit se conformer. Celles-ci doivent encourager et appuyer une démarche éducative fondée sur la recherche en général et, plus particulièrement, sur un apprentissage en laboratoire, tout en favorisant la sécurité en classe et au laboratoire.

Une vigilance particulière est de mise durant les activités se déroulant hors de la classe, surtout en ce qui a trait à la sécurité routière et, dans les endroits visités, à la prise d'échantillons et aux conditions météorologiques. Les enseignants doivent également être conscients des risques potentiels que comportent des activités impliquant l'extraction et l'analyse de tissus et de fluides provenant d'humains.

Un autre aspect important de la sécurité à l'école est le Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT). Ce système est conçu afin d'assurer que toute personne utilisant des produits potentiellement dangereux ait accès à l'information nécessaire concernant leur manipulation sécuritaire et ce, grâce à l'étiquetage des produits, à l'éducation et à la formation adéquates du personnel, ainsi qu'à des documents d'information sur la sécurité. Chaque district scolaire doit compter, parmi son effectif, un(e) spécialiste de ce système, qui peut travailler avec les enseignants en vue d'établir un milieu de travail sécuritaire et des conditions de ventilation adéquate au laboratoire et en salle de classe.

Dans chaque district scolaire, l'incitation à adopter une attitude positive relativement à la sécurité doit être une action commune partagée par le conseil et les autorités scolaires, les enseignants et les élèves. La collaboration de tous ces groupes permet d'instaurer une reconnaissance réelle des questions relatives à la sécurité tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'école.

Afin d'aider les enseignants à établir et à maintenir un milieu sécuritaire pour l'apprentissage des sciences, le ministère de l'Éducation a publié un manuel de ressources sur la sécurité dans l'apprentissage des sciences (*Science Safety Resource Manual*), qui est disponible dans chaque école. Pour s'en procurer des exemplaires, il suffit de s'adresser à la direction chargée du Catalogue de ressources d'apprentissage (*Learning Resources Catalogue*).

EXIGENCES DU COURS ET CROYANCES

Pour de nombreux enseignants et élèves, l'étude des concepts relatifs à la chimie peut soulever des problèmes et des questions qui dépassent le cadre immédiat du programme

(p. ex. la chimie peut être utilisée pour satisfaire à de nombreuses exigences de l'industrie, mais les décideurs du monde industriel se doivent de tenir compte de facteurs autres que la faisabilité scientifique avant d'adopter un processus particulier de production). Les applications technologiques de la chimie dans des domaines tels que le génie génétique, la reproduction humaine et les technologies médicales soulèvent manifestement des questions liées à l'éthique et aux valeurs. Ces questions d'ordre social doivent être examinées. Il importe que les élèves comprennent clairement que la chimie fournit uniquement la toile de fond sur laquelle des décisions personnelles et sociétales sont prises et ce, il faut l'espérer, de manière éclairée. Les enseignants doivent aborder ces questions avec tact.

La réconciliation des découvertes scientifiques (p. ex. en ce qui touche la chimie de l'ADN) avec la foi religieuse peut poser un défi particulier à certains élèves. Tout en respectant les croyances personnelles des élèves, les enseignants doivent s'assurer d'établir la distinction entre la connaissance fondée sur l'application de méthodes scientifiques et les enseignements religieux et les croyances connexes (notamment, le créationnisme, la théorie de la création divine ou la théorie de l'intelligence artificielle).

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Cet ERI propose des stratégies d'enseignement pour chaque composante du programme, et pour chaque classe. Ces stratégies ne sont que des suggestions visant à aider l'enseignant généraliste ou spécialiste à préparer son programme de manière à répondre aux résultats d'apprentissage prescrits. Elles s'adressent soit à l'enseignant, soit à l'élève ou aux deux. Il est à noter qu'il n'existe pas

nécessairement de rapport d'unicité entre les résultats d'apprentissage et les stratégies d'enseignement. De plus, cette organisation n'est pas présentée de sorte à imposer une méthode rigide d'enseignement; il est entendu que les enseignants se devront d'adapter, de modifier, de combiner et d'organiser les stratégies d'enseignement afin de répondre aux besoins précis des élèves et aux exigences locales.

INTÉGRATION DES CONSIDÉRATIONS COMMUNES À TOUS LES PROGRAMMES

Pour s'assurer que les questions relatives à la pertinence, à l'égalité des sexes et à l'égalité d'accès étaient traitées dans tous les Ensembles de ressources intégrées, on a consulté des experts tout au long du processus d'élaboration et de révision des ERI.

Les recommandations des experts ont été incorporées dans les résultats d'apprentissage prescrits, les stratégies d'enseignement proposées et les stratégies d'évaluation de tous les programmes d'études; elles avaient trait aux considérations suivantes :

- l'orientation pratique du programme
- l'introduction au choix de carrière
- le multiculturalisme et l'antiracisme
- l'anglais langue seconde (ESL)
- les élèves ayant des besoins particuliers
- les études autochtones
- l'égalité des sexes
- la technologie de l'information
- la sensibilisation aux médias
- les relations entre les sciences, la technologie et la société
- l'environnement et la durabilité

Pour plus de détails, se référer à l'annexe C : Considérations communes à tous les programmes.

Les sciences et les élèves ayant des besoins particuliers

Par *besoins particuliers en éducation*, on entend les caractères particuliers qui font qu'un élève suivant un programme d'études déterminé a besoin de moyens différents de ceux qui suffisent en général à la plupart des élèves.

Dans le passé, bien des élèves ayant des besoins particuliers ne s'inscrivaient pas aux cours de sciences dans les classes supérieures. Maintenant que nos écoles secondaires deviennent de plus en plus intégrées, il est très possible qu'un plus grand nombre d'entre eux le fassent. Comme les installations prévues pour l'éducation spéciale ne disposent généralement ni des instruments, ni de l'équipement, ni du personnel qualifié requis pour l'enseignement de programmes scientifiques de qualité, la classe secondaire intégrée constitue, dans la plupart des cas, le meilleur cadre que l'on puisse offrir aux élèves ayant des besoins particuliers pour l'apprentissage des sciences.

- Pour se servir de l'équipement scientifique, bien des élèves ayant des besoins particuliers pourraient avoir besoin d'exercices supplémentaires, d'instructions spéciales et de temps pour s'exercer, peut-être avec l'aide d'un camarade.
- Avant que certains de ces élèves ne puissent véritablement participer aux activités, il faut régler certaines questions comme la sécurité dans le laboratoire, le degré de difficulté de lecture des manuels de travaux pratiques et les dispositions spéciales qui peuvent s'avérer nécessaires pour l'équipement.
- Il pourrait être nécessaire d'apporter des *ajustements* pour permettre à certains élèves ayant des besoins particuliers de réussir à atteindre les résultats d'apprentissage

prescrits. Les exemples ci-après proposent des ajustements susceptibles d'aider ces élèves à réussir dans leurs études :

Présentation :

- fournir les composantes du programme aux élèves avec une certaine avance
- leur faire des démonstrations ou leur fournir des modèles
- ajuster le rythme des activités
- employer des technologies particulières si besoin est

Assistance :

- faire appel à des camarades, à des élèves-tuteurs ou à des bénévoles, pour fournir de l'aide
- avoir recours à des aides-enseignants pour encadrer de petits groupes d'élèves ou pour aider un élève reconnu comme ayant des besoins particuliers
- faire appel à des consultants ou à d'autres enseignants pour résoudre des problèmes et pour aider à élaborer des stratégies pour l'enseignement des sciences

Milieu d'apprentissage :

- changer les places des élèves dans la classe
- avoir recours à des activités coopératives

Matériel didactique :

- utiliser des feuilles d'activités écrites en gros caractères
- surligner les points principaux sur tout le matériel imprimé
- employer des textes plus faciles à lire

Évaluation :

- permettre aux élèves de montrer de différentes manières qu'ils ont compris des concepts scientifiques, par exemple en faisant des expériences, en faisant des présentations visuelles, en construisant des modèles ou en enregistrant

leurs observations sur bande magnétique

- modifier les outils d'évaluation (p. ex. les épreuves écrites), en y introduisant des possibilités de répondre oralement, en permettant de travailler à livre ouvert ou en éliminant les limites de temps
- conserver des exemples de travaux effectués, pour s'y référer ultérieurement
- utiliser des logiciels permettant de faire des exercices scientifiques et d'en enregistrer les résultats
- permettre d'exécuter une tâche ou de subir un épreuve dans un cadre différent de la norme
- si nécessaire, permettre de paraphraser les questions et les instructions proposées pour les épreuves

Transmission des résultats :

- Il est tout à fait correct de noter les élèves ayant des besoins particuliers selon les cotes utilisées pour tous.
- Il faudra peut-être faire des *modifications* à titre personnel pour certains élèves qui ne semblent pas en mesure d'atteindre les résultats d'apprentissage prescrits. Il vaut mieux alors utiliser des commentaires écrits structurés que des cotes pour des élèves travaillant à des objectifs individualisés nettement différents des résultats d'apprentissage prescrits
- Les ajustements et les modifications qui peuvent être nécessaires pour un élève ayant des besoins particuliers devraient être mentionnés sur son Plan d'apprentissage individualisé et pris en considération pour l'élaboration du Plan d'apprentissage de l'élève. Cette information peut aussi être importante s'il est question de demander des considérations spéciales relatives aux examens provinciaux.

Promotion de l'égalité des sexes et de l'égalité sociale

Des recherches ont prouvé l'existence de préjugés relatifs au sexe et à la situation sociale dans les ressources d'apprentissage et dans l'enseignement lui-même. Voici des moyens que les enseignants peuvent utiliser pour éliminer ces préjugés et promouvoir l'égalité.

- Explorer non seulement les applications pratiques de la science, mais aussi ses aspects humains tels que l'évolution des idées au cours de l'histoire et les répercussions sociales et morales de la science
- Reconnaître qu'à une diversité dans les styles d'apprentissage correspond une diversité dans les styles d'enseignement. Les compétences et processus mentaux propres à la science apportent leur appui à ces stratégies, car ils encouragent les étudiants à comprendre des questions allant de l'impact environnemental à la morale et à la responsabilité sociale.
- Donner des conseils individuels aux élèves de manière équitable et maintenir l'équilibre dans les discussions et dans les activités avec les étudiants.
- Mettre en évidence, de manière plaisante pour les élèves, le fait que la science est en rapport direct avec les emplois ultérieurs et avec la vie quotidienne. Parmi les thèmes de mise en contexte susceptibles de les intéresser, on peut citer des questions environnementales, sociales et politiques, et des sujets d'actualité dans les médias.
- Chercher des occasions supplémentaires d'activités visuelles et pratiques, ainsi que des projets de groupe. La plupart des élèves aiment ces méthodes d'enseignement et un bon nombre d'entre eux réussissent bien quand ils travaillent en coopérant les uns avec les autres au sein de petits groupes.

- Susciter ou prendre part à des activités de communication par courrier électronique avec des individus ou des groupes de personnes. La communication électronique permet de surmonter facilement les obstacles relatifs au sexe, à la situation sociale et à la géographie.
- Construire des liens solides avec des organisations, des organismes et des écoles qui ont élaboré des programmes de science et technologie efficaces et pratiques pour les filles et les ont mis en oeuvre.
- Susciter ou prendre part à des activités conçues spécialement pour les filles, ce qui les aidera à prendre confiance en elles, à découvrir les domaines qui les intéressent et à développer leurs connaissances dans ces domaines.
- Inviter à venir parler devant la classe des personnes dont le métier ou les recherches font appel à la science dans de grandes proportions, et qui fournissent des modèles de comportement non traditionnels dans la société.
- Souligner le fait que la science est l'affaire de personnes d'intérêts et de responsabilités très diverses.

Pour plus de détails, communiquer avec le Bureau de l'égalité des sexes (Gender Equity Branch) ou le Bureau de l'égalité sociale (Social Equity Branch) du ministère de l'Éducation et de la Formation professionnelle.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les enseignants déterminent eux-mêmes les méthodes d'évaluation qui conviennent le mieux à leurs élèves. Les stratégies d'évaluation proposées dans ce document illustrent différentes idées et méthodes pour rassembler des informations sur le rendement des élèves. Pour chaque composante du programme d'études, la colonne des stratégies d'évaluation donne des exemples particuliers de stratégies d'évaluation. Certaines de

ces stratégies portent sur des activités particulières; d'autres sont générales et pourraient s'appliquer à n'importe quelle activité. On peut placer, en tête de la présentation de ces stratégies d'évaluation, un *énoncé de contexte* qui explique comment des élèves d'un âge donné peuvent montrer ce qu'ils ont appris, ce à quoi les enseignants peuvent s'attendre de leur part et comment cette information peut aider à ajuster l'enseignement ultérieur.

Le Programme provincial d'évaluation de l'apprentissage

Le Programme provincial d'évaluation de l'apprentissage contient de l'information sur le rendement des élèves dans toute la province. Les résultats de ces évaluations servent à élaborer et à réviser les programmes d'études et fournissent des renseignements sur l'enseignement et sur l'apprentissage en Colombie-Britannique. Lorsque cela s'est avéré utile, l'expérience acquise au cours de ces évaluations a été utilisée pour formuler les stratégies d'évaluation proposées dans cet ERI.

L'évaluation – généralités

L'évaluation est le processus systématique utilisé pour obtenir de l'information sur ce que les élèves ont appris, dans le but de décrire ce qu'ils savent, ce qu'ils peuvent faire et ce vers quoi tendent leurs efforts. Sur la base des résultats constatés et d'autres informations qu'ils obtiennent lors des évaluations, les enseignants déterminent les niveaux de connaissance et le rendement de chaque élève. Ils s'en servent aussi pour rendre compte aux élèves de leur progrès, pour préparer de nouvelles activités d'enseignement et d'apprentissage, pour établir les objectifs d'apprentissage ultérieurs, et pour déterminer les secteurs dans lesquels il serait nécessaire d'avoir recours à des interven-

tions diagnostiques. Les enseignants basent leur appréciation du rendement d'un élève sur les données qu'ils recueillent lors de l'évaluation. Pour juger du rendement des élèves, ils font appel à leur intuition, à leur connaissance des processus d'apprentissage et à leur expérience des élèves, ainsi qu'à des critères qu'ils établissent eux-mêmes.

Les enseignants déterminent l'objectif et les divers aspects et traits caractéristiques de l'apprentissage sur lesquels ils veulent faire porter l'évaluation. Ils choisissent le moment qu'ils jugent opportun pour recueillir les données, ainsi que les méthodes, instruments et techniques d'évaluation qui conviennent le mieux. L'évaluation se concentre sur les aspects critiques ou significatifs de l'apprentissage dont l'élève doit faire preuve. Il est tout à l'avantage des élèves de comprendre clairement les objectifs d'apprentissage et les résultats que l'on attend d'eux.

L'évaluation du rendement des élèves se fonde sur de nombreuses méthodes et sur l'emploi d'instruments divers, allant de l'évaluation d'un portfolio aux épreuves écrites. Pour plus de détails, consulter l'Annexe D.

Cadres de référence provinciaux

Les cadres de référence provinciaux peuvent aussi servir aux enseignants pour évaluer les compétences que les élèves acquièrent dans divers programmes d'études. Les cadres disponibles sont les suivants :

- *Evaluating Writing Across Curriculum* (RB 0020 et 0021) pour l'évaluation de l'écriture
- *Evaluating Reading Across Curriculum* (RB 0034) pour l'évaluation de la lecture

- *Evaluating Group Communication Skills Across Curriculum* (RB 0051) pour l'évaluation de la communication
- *Evaluating Mathematical Development Across Curriculum* (RB 0052) pour l'évaluation de la compétence mathématique
- *Evaluating Problem Solving Across Curriculum* (RB 0053) pour l'évaluation de la résolution de problèmes

On peut aussi se procurer une série de manuels d'évaluation élaborés pour guider les enseignants dans leur recherche et le perfectionnement de leur répertoire de moyens d'évaluation :

- *Évaluation du rendement* (XX 0293)
- *Évaluation de portfolios* (XX 0294)
- *Rencontres centrées sur l'élève* (XX 0292)
- *Autoévaluation de l'élève* (XX 0295)

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE

Le ministère de l'Éducation et de la Formation professionnelle a entrepris d'établir un cadre d'apprentissage doté de ressources abondantes. Pour cela, il procède à l'évaluation d'un grand nombre d'instruments d'enseignement très divers destinés aux enseignants et aux élèves. Les supports médiatiques proposés comprennent notamment : des documents sur papier, des vidéos et des logiciels, à utiliser séparément ou de manière combinée. On choisit les ressources proposées à l'appui des programmes d'études provinciaux au moyen d'un processus d'évaluation confié à des enseignants en activité. On s'attend à ce que des enseignants choisissent parmi des ressources qui satisfont aux critères provinciaux celles qui conviennent particulièrement bien à leurs besoins pédagogiques et à leur auditoire. Les enseignants qui désirent employer des ressources non recommandées par la province

pour répondre à des besoins locaux doivent les faire évaluer au moyen d'un processus d'évaluation par leur district local.

L'emploi de ressources d'apprentissage demande que l'enseignant agisse en tant qu'appui à l'apprentissage. Cependant, les élèves devraient pouvoir choisir certaines ressources dans des buts particuliers, comme la lecture ou la recherche indépendantes. On compte que les enseignants feront appel à de nombreuses ressources pour aider les élèves à atteindre les résultats d'apprentissage à chaque niveau. On encourage une approche multimédia.

Un certain nombre de ressources ont été identifiées pour servir d'appui à l'intégration des considérations communes à tous les programmes. Le Ministère prend aussi en considération les élèves ayant des besoins particuliers au cours de l'évaluation et de l'annotation des ressources d'apprentissage. De plus, il existe, pour certaines ressources choisies, des versions adaptées (livres en braille ou livres-cassettes).

Les ressources d'apprentissage destinées aux écoles de la Colombie-Britannique appartiennent à l'une des deux catégories suivantes : *ressources recommandées pour l'ensemble de la province* et *ressources évaluées localement*.

Toutes les ressources utilisées dans les écoles doivent avoir été *recommandées* ou être approuvées selon la politique d'évaluation ou d'approbation du district.

Ressources recommandées pour la province

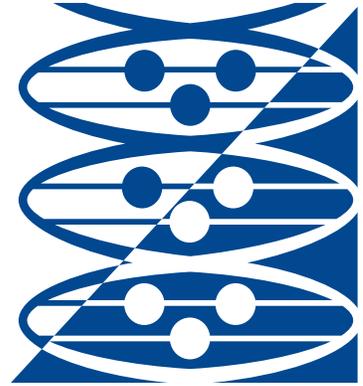
Les ressources d'apprentissage évaluées par le processus d'évaluation provincial et approuvées par arrêté ministériel sont classées *ressources recommandées*. Ces ressources sont énumérées dans le *Catalogue des ressources d'apprentissage*.

Ressources évaluées localement

Certaines ressources d'apprentissage peuvent être approuvées pour emploi dans le cadre de politiques des districts scolaires, lesquelles comportent des procédures locales d'évaluation et de sélection.

Remarque sur les ressources autorisées

La catégorie *ressources autorisées* est appelée à disparaître à mesure que les nouvelles ressources d'apprentissage sont évaluées et sélectionnées pour tous les nouveaux cours et programmes d'études. Les ressources autorisées existantes qui répondent aux besoins des nouveaux cours et programmes d'études sont classées *recommandées*.



PROGRAMME D'ÉTUDES

Chimie 11

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève doit savoir où se trouve le matériel de sécurité et en comprendre le mode d'opération; il doit être conscient des dangers présents au laboratoire et connaître les règles de sécurité qui y sont en vigueur.

L'élève pourra :

- établir la liste du matériel de sécurité et de protection disponibles dans le laboratoire
- décrire comment et en quelles circonstances utiliser le matériel de sécurité
- identifier, sur un plan de l'école, l'emplacement des avertisseurs d'incendie les plus proches ainsi que les sorties de secours pertinentes
- dresser une liste de personnes, autres que l'enseignant, ayant une formation en premiers soins
- décrire les dangers les plus courants au laboratoire
- décrire la marche à suivre ou la technique pertinentes à employer en cas de dangers particuliers
- dresser une liste des règles générales de sécurité à suivre au cours d'une séance de laboratoire
- faire preuve d'un comportement responsable relativement à la sécurité au laboratoire

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Lorsque les élèves comprennent l'importance de la sécurité dans les expériences de laboratoire relatives à ce cours, les risques d'accidents diminuent. L'attitude positive qu'ils acquièrent à l'égard de la sécurité, au laboratoire, pourra ensuite être mise en pratique à la maison et dans leur futur milieu de travail.

- En utilisant le plan de l'école et avec l'aide du personnel affecté à la sécurité ou aux soins de santé (et si possible, avec l'aide de membres de la communauté), indiquer les endroits où se trouve le matériel de sécurité, en faire une démonstration ou en décrire l'utilisation; discuter également de la marche à suivre advenant un accident au laboratoire.
- Réunir les élèves en groupes afin qu'ils dressent une liste des règles de sécurité que tous doivent suivre au laboratoire. Chaque groupe désigne un porte-parole et un secrétaire. Le porte-parole de chaque groupe soumet sa liste de règles de sécurité à la classe. L'enseignant les écrit au tableau en ajoutant ou en retranchant des règles, s'il y a lieu. La liste définitive est ensuite érigée en un contrat de sécurité que l'enseignant et les élèves doivent signer.
- Au début de toute séance de laboratoire, décrire la nature des dangers possibles liés à cette activité; faire une démonstration devant la classe ou discuter de la marche à suivre appropriée à chaque situation dangereuse.
- Demander aux élèves de préparer des affiches, des comptes rendus ou des vidéos illustrant les mesures de sécurité à respecter, à la maison ou en milieu de travail.
- Présenter une vidéo pertinente portant sur la sécurité.
- Demander aux élèves de travailler par deux ou en petits groupes afin d'effectuer une simulation de leurs réactions en cas d'accident, en prenant soin d'y inclure le mode d'utilisation du matériel de sécurité. Il serait bon d'assigner une situation d'urgence particulière à chaque groupe.
- Exposer, dans la salle de classe, des affiches relatives à la sécurité au laboratoire.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent leurs connaissances et leurs attitudes en matière de sécurité au laboratoire par le comportement qu'ils manifestent au cours des expériences qu'ils y effectuent. Cette situation doit prévaloir tout au long de l'année.

- Vérifier si les élèves ont indiqué avec précision, sur leur plan, les endroits où se trouvent le matériel de sécurité et les sorties de secours dans l'école.
- Lorsque les élèves simulent des situations d'urgence, chercher les indications prouvant qu'ils :
 - connaissent la façon pertinente de procéder dans une situation donnée
 - peuvent repérer l'emplacement du matériel de sécurité et utiliser ce dernier comme il se doit
 - observer la marche à suivre adéquate pour trouver de l'aide
- Avant que les élèves ne commencent à travailler au laboratoire, leur donner une interrogation rapide sur la sécurité afin de vérifier leurs connaissances en la matière.
- Lors des activités de laboratoire, observer les élèves et leur transmettre de l'information en retour leur indiquant s'ils :
 - se sont préparés adéquatement à l'activité (p. ex. lecture préalable de la marche à suivre)
 - ont organisé leur poste de travail comme il se doit (s'ils ont placé leur sac et leurs livres dans un endroit sécuritaire)
 - portent suffisamment leurs lunettes de protection
 - se conforment à la règle voulant qu'ils portent des vêtements qui ne sont pas trop amples et les cheveux remontés
 - se concentrent suffisamment sur la tâche assignée et la mènent à bien
 - utilisent adéquatement l'espace physique (p. ex. s'ils évitent de travailler dos à dos avec les autres élèves)
 - essuient assez rapidement tout produit répandu sur leur table de laboratoire
 - se débarrassent des déchets de la façon requise
 - prennent suffisamment soin de lire les étiquettes sur les contenants de réactifs avant de les utiliser

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES



Vidéo

- série La structure de l'atome
- série Structures atomiques et liaisons chimiques

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève doit être capable d'utiliser correctement le système international d'unités (SI) et de faire bon usage des chiffres significatifs dans les mesures ainsi que dans les calculs de quantités dérivées.

L'élève pourra :

- utiliser les unités de base du système international d'unités (SI) et les unités dérivées couramment employées en chimie
- se montrer capable d'effectuer des mesures de masse, de volume (de liquide) et de température
- décrire la nature imprécise de toute mesure
- déterminer le nombre de chiffres significatifs dans une quantité mesurée et établir le lien avec l'incertitude inhérente à la mesure
- arrondir les résultats calculés au nombre pertinent de chiffres significatifs
- déterminer correctement l'unité d'une quantité dérivée
- établir si les résultats numériques découlant d'une expérience scientifique sont acceptables en tenant compte de l'incertitude liée à ces résultats
- communiquer les données et les résultats sous une forme claire et compréhensible

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

L'habileté à effectuer des mesures, à les enregistrer et à les communiquer est un élément fondamental dans un cours comportant des séances de laboratoire. Une bonne compréhension des techniques de mesure et de l'incertitude qui s'y rattache, ainsi que l'habileté à communiquer les résultats de manière efficace sont des aptitudes pouvant servir à long terme dans la vie quotidienne et en milieu de travail.

- Animer une discussion où les élèves peuvent identifier les unités du système international (SI) les plus fréquemment utilisées en chimie. Proposer d'autres unités dérivées acceptables.
- Réunir les élèves en groupes afin qu'ils mesurent un volume de 8 mL d'eau en utilisant trois cylindres gradués différents (10 mL, 25 mL et 100 mL). Chaque groupe détermine la mesure qu'il estime être la plus proche de 8 mL et pèse l'échantillon sur une balance électronique. Le groupe dont la pesée se rapproche le plus de 8,00 g peut être cité comme exemple. Cette activité permet aux élèves de mieux comprendre les concepts liés à l'incertitude et à la précision et leur permet de se familiariser avec les méthodes utilisées pour consigner l'incertitude inhérente à la mesure d'une quantité.
- Demander aux élèves de s'exercer à prendre des mesures de volume d'eau en utilisant une pipette graduée et une pipette à bulbe.
- Demander aux élèves de prendre des mesures (de masse, de volume et de température), de consigner leurs résultats, et d'indiquer, pour chaque mesure, le nombre de chiffres significatifs. S'assurer que les mesures sont consignées correctement.
- Confier aux élèves la tâche de recueillir des données en vue de déterminer la densité d'un liquide (p. ex. eau, solution saline ou alcool isopropylique). Au cours d'une discussion en classe, travailler sur la marge d'incertitude qui est inhérente aux calculs comportant des additions et des soustractions, ainsi que des multiplications et des divisions. Les élèves peuvent alors comparer leurs résultats avec le résultat moyen de la classe et avec la valeur généralement acceptée dans la documentation afin de vérifier s'ils sont à l'intérieur de la marge d'erreur expérimentale.
- À partir de données relatives à la densité, demander aux élèves de déterminer l'épaisseur d'une feuille d'aluminium en mesurant la masse, la longueur et la largeur de cette dernière.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves se montrent à même d'effectuer des mesures précises, dans les activités de laboratoire, lorsqu'ils utilisent les unités pertinentes de même que le nombre adéquat de chiffres significatifs dans leurs calculs. L'évaluation de leur habileté à effectuer des mesures, à utiliser correctement les unités, à arrondir, et à faire un bon usage des chiffres significatifs, se poursuit durant tout le programme de sciences.

- Lorsque les élèves effectuent des mesures de volume, circuler parmi eux pour vérifier leur travail et leur donner de l'information en retour sur :
 - la façon dont ils estiment l'emplacement de la partie inférieure du ménisque à hauteur de l'oeil pour garantir une meilleure précision de la mesure
 - la précision avec laquelle ils recueillent et consignent les données (p. ex. le nombre adéquat de chiffres significatifs)
 - la consignation, à l'encre, des résultats de leurs mesures (soit, conserver leurs notes se rapportant à leurs résultats, y compris celles qui ont été raturées ou modifiées)
 - leur façon d'organiser leurs résultats
- Pour chacun des travaux écrits comportant des calculs relatifs à des mesures, il est important de mentionner aux élèves qu'une partie de l'évaluation sera effectuée en fonction de critères tels que :
 - l'utilisation correcte des unités pertinentes
 - l'utilisation adéquate des chiffres significatifs
 - la façon d'arrondir les résultats
 - l'organisation du travail pour ce qui a trait à la clarté (identification, en-têtes, etc.)

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie générale

*Vidéo*

- série La structure de l'atome
- série Structures atomiques et liaisons chimiques

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra décrire les différentes formes que peut prendre la matière, et les changements qui peuvent se produire sous diverses conditions.

L'élève pourra :

- donner une définition de la *matière*
- décrire la chimie comme étant la science qui étudie la composition, les propriétés et les comportements de la matière
- décrire, avec exemples à l'appui, différentes formes et propriétés de la matière
- établir la distinction entre une observation et une interprétation
- décrire les types de changements qui peuvent être observés lorsque la matière est chauffée, combinée ou séparée
- établir la distinction entre un changement physique et un changement chimique
- classer une substance comme étant soit un solide, soit un liquide ou un gaz et en décrire les différentes propriétés
- définir le *point d'ébullition*, le *point de congélation* et le *point de fusion*
- décrire les mouvements moléculaires élémentaires et les arrangements moléculaires propres aux solides, aux liquides et aux gaz
- établir le lien entre les changements de température qui se produisent lors de changements de phase d'une part, et les mouvements et les arrangements moléculaires d'autre part

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

L'acquisition des aptitudes nécessaires à l'observation méticuleuse et à l'interprétation de propriétés, de la composition et du comportement de la matière est essentielle à l'étude de la chimie. Les aptitudes liées à l'observation et à l'interprétation peuvent également servir dans d'autres disciplines.

- Réunir les élèves en petits groupes et les faire circuler d'un centre d'apprentissage à l'autre, à raison de dix minutes par centre. Chaque centre contient les directives et le matériel nécessaires pour effectuer une expérience particulière :
 - Centre 1* : un ensemble de substances de couleurs différentes, de phases distinctes (les élèves observent et consignent leurs observations sur les diverses propriétés physiques de chaque substance)
 - Centre 2* : un ensemble de substances réagissant différemment avec les acides (les élèves ajoutent de l'acide à chaque substance et étudient les différentes propriétés chimiques de chacune d'entre elles)
 - Centre 3* : un ensemble de substances réagissant différemment avec des bases (les élèves ajoutent une base à chaque substance et observent les différentes propriétés chimiques de chacune d'entre elles)
 - Centre 4* : un ensemble de substances avec des points de fusion différents (les élèves placent les substances dans un bain d'eau en ébullition et observent les différents points de fusion de chacune d'entre elles)
 Les résultats de ces expériences servent à alimenter des discussions sur la nature de la matière, notamment sur ses propriétés physiques et chimiques, de même que sur les états physiques, et sur les points de fusion, d'ébullition et de congélation de cette dernière.
- Demander aux élèves d'apporter en classe des produits d'usage domestique ou courant (produits culinaires ou pharmaceutiques, produits de nettoyage, remèdes traditionnels aborigènes, etc.) et d'expliquer leurs propriétés chimiques utiles.
- En équipes de deux, les élèves observent et consignent les propriétés chimiques et physiques de divers produits employés couramment (bicarbonate de soude, alun, sucre, acide citrique, glutamate de sodium, etc.). Leur demander d'étudier les propriétés suivantes : la couleur, l'état physique, la texture, la solubilité dans l'eau, la réactivité avec le sulfate de cuivre et la réactivité avec le vert de bromocrésol. Donner ensuite un de ces produits comme inconnue aux élèves afin qu'ils l'identifient.
- Réunir les élèves en équipes de deux afin qu'ils étudient le comportement du paradichlorobenzène lors de sa fusion et de sa solidification.
- Proposer un projet de recherche (affiche, compte rendu écrit ou montage vidéo) traitant des propriétés chimiques des détergents ou des agents de blanchiment ordinaires et des solutions de rechange moins nocives.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension de la composition de la matière et de ses transformations; ils sont aussi en mesure d'identifier des échantillons inconnus en combinant leurs connaissances avec l'observation et les mesures de propriétés chimiques et physiques.

- Lorsque les élèves ont pour tâche d'identifier un échantillon d'une substance inconnue en comparant ses propriétés à une série de propriétés connues, circuler parmi eux en posant des questions, en observant et en vérifiant leur travail afin de déterminer l'efficacité avec laquelle ils peuvent :
 - utiliser les propriétés chimiques et physiques pour identifier et classer une substance inconnue
 - observer les lignes de conduite recommandées (p. ex. ne pas entreprendre d'expérience, ni de procédé, sans autorisation préalable)
 - suivre systématiquement les étapes d'une stratégie et les consigner (sous forme de notes abrégées ou d'un organigramme)
 - observer et mesurer avec précision
 - consigner des détails (p. ex. en essayant de décrire la forme des cristaux de différentes substances)
 - utiliser correctement les termes relatifs aux propriétés, à la texture, à l'état physique et à la solubilité
 - expliquer leurs conclusions de façon logique
- Demander aux élèves de formuler correctement les définitions et de répondre aux questions relatives aux propriétés des solides, des liquides et des gaz, ainsi qu'aux conditions et aux transferts d'énergie requis pour changer l'état physique de substances données. Vérifier si leurs réponses sont complètes et exactes. Ces tâches pourraient porter sur les points suivants :
 - établir une classification de la matière à partir de résultats expérimentaux (utiliser à cette fin une liste de propriétés)
 - élaborer un plan en vue d'identifier les propriétés d'une substance donnée et de pouvoir la classer
 - indiquer quelles sont les phases et les changements de phase, ainsi que les points de fusion et d'ébullition d'une substance à partir de sa courbe de refroidissement ou de réchauffement

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie générale

*Vidéo*

- série La structure de l'atome
- série Structures atomiques et liaisons chimiques

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra établir une classification de la matière en fonction des propriétés observables et expliquer les concepts d'atomes, de molécules et d'ions.

L'élève pourra :

- décrire une substance à partir de l'ensemble unique de ses propriétés observables
- classer une substance donnée comme étant un élément, un corps composé ou un mélange en utilisant les propriétés de cette substance
- décrire différentes manières de séparer une substance d'autres substances
- établir le lien entre les caractéristiques et les propriétés observables des éléments, des corps composés et des mélanges, et les concepts d'atome et de molécule
- définir l'atome, la molécule et l'ion

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

En observant différents produits d'usage courant, les élèves peuvent les classer selon qu'il s'agit d'éléments, de composés ou de mélanges. Ce faisant, ils acquièrent une habileté à reconnaître des tendances générales qui leur permettent de regrouper leurs idées; cette méthode les exempte de l'obligation d'apprendre de nombreux faits individuels.

- Demander aux élèves de discuter ou de faire une démonstration des diverses manières de séparer des mélanges à l'aide de procédés physiques.
- Faire une démonstration visant à illustrer les différences entre un mélange et un composé. Ainsi, dans un mélange de limaille de fer noir et de poudre de soufre jaune, la limaille peut être séparée à l'aide d'un aimant. Après avoir chauffé le mélange, le composé formé (sulfure de fer) est gris et ne peut plus être attiré par l'aimant.
- Faire une démonstration illustrant le fait que les éléments constituant un composé chimique ne peuvent être séparés qu'en détruisant le composé [p. ex. en ajoutant de l'acide sulfurique concentré à du sucre (utiliser une hotte de ventilation) ou en effectuant l'électrolyse de l'eau ou du chlorure de cuivre (II)].
- Demander aux élèves de comparer la conductivité de diverses substances en solution. Cette activité peut donner lieu à une discussion sur l'existence des ions.
- Demander aux élèves d'établir une classification (éléments, composés ou mélanges) de diverses substances communes telles que l'eau, un morceau de cuivre, du lait, des minerais, du sel, du sucre, des biscuits aux brisures de chocolat, du café, du thé, et du thé glacé.
- Construire et présenter des modèles moléculaires représentant différents éléments, composés et mélanges et demander aux élèves de les identifier et de les classer. Les élèves doivent être en mesure de reconnaître que les molécules ne possèdent pas de charge électrique. Dès qu'ils se seront familiarisés avec les modèles fournis, leur demander de travailler en petits groupes pour construire leurs propres modèles et les faire évaluer par leurs pairs. Les élèves doivent indiquer dans leurs notes s'ils ont réussi à établir une classification des substances.
- Organiser un exercice de remue-méninges concernant les applications pratiques des méthodes de séparation, telles que :
 - la purification de l'eau potable
 - l'extraction de métaux à partir de minerais
 - la fabrication de silicone pour les puces d'ordinateur
 Discuter de la méthode utilisée dans chaque cas particulier.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension des termes *mélange*, *composé* et *élément* en les utilisant dans leurs communications écrites et orales et en les illustrant à l'aide d'exemples.

- Pendant que les élèves construisent des modèles avec des boules de polystyrène et des tiges de bois, circuler parmi eux en leur donnant des indices et des suggestions et en leur posant des questions afin de vérifier s'ils comprennent bien. Évaluer les modèles en fonction de leur caractère complet et exact.
- Demander aux élèves de classer les modèles de diverses substances selon qu'ils représentent un mélange, un composé ou un élément, et d'en prédire ensuite certaines caractéristiques comme les changements de phase.
- Demander aux élèves d'identifier des échantillons particuliers comme étant un élément, un composé ou un mélange en s'appuyant sur l'observation de leurs propriétés. Vérifier si leurs classifications sont exactes.
- Les élèves conçoivent un procédé expérimental permettant de séparer les composantes d'un mélange donné. Vérifier leur compréhension des termes et des définitions connexes et le caractère logique de leurs procédés.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série Structures atomiques et liaisons chimiques

*Logiciel*

- Nomenclature inorganique (version réseau)

*Jeux / Matériel concret*

- The Allyn and Bacon Molecular Model Set for Organic Chemistry

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra écrire le nom et la formule de composés ioniques et covalents et associer le nom à la formule correspondante.

L'élève pourra :

- écrire les symboles chimiques représentant des éléments et les formules représentant des ions à partir de tableaux pertinents
- donner le nom de composés ioniques à partir de leur formule et écrire la formule à partir de leur nom
- nommer des composés covalents à partir de leur formule en utilisant le système de nomenclature avec préfixes, et écrire la formule à partir de son nom
- prédire la formule de composés covalents en connaissant la formule d'un autre composé contenant un ou plusieurs éléments de la (des) même(s) famille(s)
- donner le nom et la formule de certains acides communs

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Grâce à l'étude de la nomenclature chimique (méthode systématique permettant de donner un nom à tous les composés chimiques) les élèves ne sont pas obligés de mémoriser des centaines de milliers de noms de composés.

- Donner aux élèves une liste de noms communs de composés (alcool de bois, bicarbonate de soude, aspirine, etc.) et leur demander d'en trouver le nom scientifique et la formule chimique.
- Avant d'expliquer la nomenclature des composés chimiques, distribuer aux élèves une liste de formules chimiques ainsi que les noms correspondants et leur donner l'occasion d'effectuer leur propre classification (en s'appuyant sur des connaissances antérieures, sur l'analyse des propriétés communes des composés, etc.). Après quelques minutes, les élèves doivent être en mesure d'expliquer et de défendre les principes qui les ont guidés dans leur classification. Montrer ensuite une méthode permettant de donner un nom aux composés ioniques et aux composés binaires covalents.
- Utiliser des jeux semblables à ceux-ci pour que les élèves apprennent à mieux connaître la correspondance existant entre les formules chimiques et la nomenclature :
 - *Le bingo des formules* : distribuer aux élèves des cartes de bingo qui comportent la formule chimique de douze composés ioniques ou de composés moléculaires binaires covalents. Appeler les noms des composés et demander aux élèves de trouver les formules correspondantes sur leur carte de bingo (ou inversement, donner les formules et demander aux élèves de trouver les noms correspondants sur la carte de bingo).
 - *Le rami des formules* : distribuer aux élèves des cartes à jouer sur lesquelles figurent des ions; ils doivent alors combiner les cartes deux par deux pour obtenir une formule correcte avant de pouvoir se défausser de cette paire.
 - *Sur la sellette* : un élève est désigné comme étant le spécialiste d'un composé bien particulier (p. ex. composés binaires, composés polyatomiques, acides). Les autres élèves lui posent ensuite des questions concernant sa spécialité.
- Encourager les élèves qui éprouvent des difficultés avec la nomenclature à utiliser des logiciels spécialisés en vue d'améliorer leurs aptitudes à écrire des formules chimiques et à donner le nom de composés chimiques.
- Demander aux élèves de trouver le nom et la formule des acides communs. Insister sur le fait que la nomenclature utilisée pour les acides ne suit pas les règles de la nomenclature des composés binaires.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent leur connaissance des règles de la nomenclature chimique en donnant, par écrit, les noms des substances et leurs formules.

- Demander aux élèves de travailler en équipes de deux, de se consulter et de vérifier réciproquement leur travail en vue de trouver une formule comportant deux ions donnés. Leur transmettre de l'information en retour concernant l'utilisation correcte :
 - des symboles
 - des indices
 - des parenthèses autour des ions polyatomiques
 - de la nomenclature acceptée par l'UICPA (Union internationale de chimie pure et appliquée)
- S'assurer que les élèves peuvent utiliser correctement la nomenclature chimique en leur confiant des tâches comme celles-ci :
 - se servir de logiciels pour s'exercer et obtenir de l'information en retour
 - à partir d'une formule, donner le nom des deux éléments
 - à partir de deux éléments, donner la formule
- Vérifier les travaux des élèves (ou leur demander d'effectuer une évaluation réciproque de leurs travaux) en ce qui a trait à l'utilisation correcte :
 - des préfixes et des suffixes
 - des symboles
 - des règles de l'ordre

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série Structures atomiques et liaisons chimiques

*Logiciel*

- Nomenclature inorganique (version réseau)

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra montrer la relation qui existe entre le nombre de moles, la masse et le nombre de particules.

L'élève pourra :

- expliquer comment la masse atomique est une quantité relative
- identifier la mole comme étant l'unité utilisée pour compter le nombre d'atomes, de molécules ou d'ions
- définir le concept de *mole*
- déterminer la masse molaire d'un élément ou d'un composé
- effectuer des calculs montrant la relation qui existe entre le nombre de particules, le nombre de moles et la masse

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Le concept de mole est fondamental en chimie. Les élèves apprennent que la mole est une unité utilisée pour compter et pour établir un lien entre les échelles macroscopiques et atomiques. Les calculs relatifs au concept de mole sont importants dans des domaines tels que la recherche biomédicale.

- Illustrer l'ordre de grandeur du nombre d'Avogadro avec des exemples que les élèves peuvent facilement relier à des situations concrètes. Ainsi :
 - en répandant $6,02 \times 10^{23}$ billes sur la surface de la terre, on aurait une couche de billes de 5 km d'épaisseur
 - en voyageant à la vitesse de la lumière, il faudrait 64 millions d'années pour parcourir $6,02 \times 10^{23}$ m
- Demander aux élèves d'effectuer, conformément aux exemples ci-dessus, des calculs comportant :
 - la masse en grammes et le nombre de moles
 - le nombre de moles et le nombre de particules
 - le nombre de particules et la masse en grammes
- Procurer aux élèves un logiciel leur permettant d'effectuer des calculs comportant le nombre de moles (p. ex. des logiciels où des questions sont posées et les réponses peuvent être vérifiées).
- Fournir aux élèves des moyens d'élaborer une méthode systématique pouvant les aider à résoudre des problèmes comportant des calculs sur le nombre de moles (p. ex. organigramme, facteur de conversion, modèle d'échelon et représentation graphique).
- Demander aux élèves de déterminer une échelle de la masse relative d'un ensemble de clous en guise d'analogie avec l'échelle des masses atomiques. La masse relative des plus longs clous par rapport aux plus petits peut être déterminée en pesant des ensembles de 100 clous. Demander aux élèves de considérer la masse d'un ensemble de clous comme représentant douze unités sur une échelle arbitraire et de déterminer la masse relative des autres ensembles de clous.
- Distribuer aux élèves du matériel tel que du papier d'aluminium, des bouts de tuyau de cuivre, des clous et du sel de cuisine de sorte qu'ils puissent se représenter le volume associé à la masse molaire d'un élément ou d'un composé chimique.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension du concept de mole en utilisant correctement le terme *mole* dans leurs discussions et dans leurs comptes rendus de laboratoire, ainsi que dans les calculs nécessitant la conversion des quantités suivantes : masse, nombre de moles et nombre de particules.

- Lorsque les élèves travaillent sur la masse relative de clous ou d'autres objets, vérifier si leurs mesures sont précises et sont exprimées sous forme de rapports exacts relativement à la mesure standard. Leur demander d'expliquer brièvement et par écrit de quelle manière leur activité illustre bien l'utilisation de l'échelle des masses atomiques. Ils peuvent vérifier leurs explications entre eux pour s'assurer qu'ils ne s'éloignent pas du concept de masse relative; et ils peuvent y inclure une définition de la mole comme étant une mesure quantitative normalisée.
- Vérifier les calculs effectués par les élèves du point de vue :
 - de la clarté des opérations, de la disposition et de l'organisation
 - de la précision
 - de l'utilisation des chiffres significatifs
 - de l'utilisation pertinente des unités
- Lorsque les élèves auront conçu une façon systématique de résoudre des problèmes relatifs au calcul du nombre de moles, vérifier :
 - si l'ordre des opérations est clair
 - s'ils ont employé les facteurs de conversion requis et comment ils les ont utilisés pour simplifier les unités
- Donner aux élèves divers problèmes relatifs à la conversion du nombre de moles et évaluer leurs travaux en fonction de la méthode utilisée, des calculs, du nombre de chiffres significatifs et du choix des unités.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série Le concept de la mole

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra expliquer la relation qui existe entre le nombre de moles et le volume d'un gaz sous des conditions normales de température et de pression (température et pression normales : 0 °C et 101,3 kPa).

L'élève pourra :

- énoncer l'hypothèse d'Avogadro
- déterminer expérimentalement le volume molaire d'un gaz sous des conditions ambiantes de température et de pression
- établir le volume molaire d'un gaz sous des conditions normales de température et de pression (CNTP)
- calculer le nombre de moles ou la masse d'un gaz à partir de son volume, sous des conditions normales de température et de pression, et vice versa

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Quoique les gaz diffèrent grandement entre eux de par leurs propriétés chimiques, ils ont en commun certaines propriétés physiques. Les élèves se familiarisent avec le concept de volume molaire des gaz en vue de pouvoir effectuer des calculs relatifs aux réactions comportant des gaz.

- Confier aux élèves la tâche d'effectuer une expérience de laboratoire en vue de déterminer le volume molaire d'un gaz sous des conditions expérimentales prévalant dans la pièce (p. ex. en produisant de l'hydrogène à partir de $\text{Mg} + \text{HCl}$). Expliquer la différence entre les conditions expérimentales de la pièce (conditions ambiantes de température et de pression) et les conditions normales de température et de pression (CNTP), et insister sur le fait que le volume molaire d'un gaz dans des conditions NTP est de 22,4 L. Afin d'aider les élèves à se représenter le volume de 22,4 L, utiliser un cube dont les côtés ont 28,2 cm de longueur.
- Soumettre aux élèves des problèmes dans lesquels ils doivent calculer l'une des quantités suivantes pour un gaz, à partir des données concernant les deux autres quantités :
 - le volume molaire d'un gaz
 - la densité du gaz
 - la masse molaire
- Demander aux élèves de vérifier la validité de l'hypothèse d'Avogadro à partir de données concernant la masse de différents gaz (oxygène, dioxyde de carbone, méthane, etc.) ayant des volumes égaux et sous des conditions identiques. Encourager les élèves à analyser et à manipuler les données pour tirer la conclusion voulant que des volumes égaux de différents gaz sous les mêmes conditions de température et de pression contiennent le même nombre de particules.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension du volume molaire en calculant des masses et des volumes de gaz.

- Lorsque les élèves effectuent des calculs en vue de déterminer expérimentalement le volume molaire d'un gaz, vérifier :
 - l'exactitude des calculs
 - la précision des résultats expérimentaux en comparaison des résultats théoriques
 - l'habileté à identifier les sources d'erreur
- Lorsque les élèves mettent en application l'hypothèse d'Avogadro dans des calculs, rechercher des preuves de leur compréhension pour ce qui touche :
 - la clarté dans la disposition de leurs calculs
 - l'exactitude de leurs réponses
 - la comparaison entre les valeurs expérimentales et théoriques
- Vérifier si les élèves ont bien compris en leur demandant :
 - de définir des conditions normales de température et de pression (CNTP)
 - d'énoncer l'hypothèse d'Avogadro
 - de définir le volume molaire d'un gaz sous des conditions NTP
 - de résoudre des problèmes nécessitant le calcul du volume molaire, de la densité ou de la masse molaire en s'appuyant sur les données relatives aux deux autres quantités
 - de prédire le volume occupé par une substance gazeuse sous des conditions NTP à partir de sa masse

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne
- Collisions
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série Le concept de la mole

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra expliquer la relation qui existe entre la composition en pourcentage et la formule chimique d'un composé.

L'élève pourra :

- comparer la formule empirique à la formule moléculaire d'un composé chimique et établir la différence entre les deux
- déterminer la composition pondérale en pourcentage d'un composé à partir de sa formule
- déterminer la formule empirique d'un composé à partir de sa composition pondérale en pourcentage
- déterminer la formule moléculaire d'un composé à partir de sa masse moléculaire et de sa formule empirique

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Il est possible de déterminer la formule d'un composé en effectuant une expérience d'analyse qualitative. Une telle expérience révèle le pourcentage pondéral de chaque élément constituant le composé. Avec ces pourcentages, les chimistes peuvent prédire la formule empirique de ce dernier.

- Demander aux élèves de travailler en équipes de deux. Chaque partenaire choisit une formule et détermine la composition en pourcentage. Il échange ensuite ses résultats avec son coéquipier. Celui-ci doit les aborder comme s'il s'agissait d'un problème de formule empirique qu'il doit résoudre afin d'obtenir la formule initiale. Insister sur le fait qu'on ne peut identifier le composé à partir de sa formule empirique seulement [p. ex. l'acétylène (C_2H_2) et le benzène (C_6H_6) ont la même formule empirique, soit (CH)]. Des renseignements supplémentaires sur la masse molaire sont nécessaires pour déterminer la formule moléculaire. Ceci doit être rattaché aux calculs effectués par les élèves sur la masse molaire des gaz.
- À l'aide d'exemples de la vie courante, amener les élèves à reconnaître la nécessité d'apprendre à effectuer des calculs relatifs aux compositions. Ils peuvent utiliser des sources d'information telles que le *Handbook of Chemistry and Physics* ou le *Merck Index* pour trouver les formules de substances qui leur sont familières, notamment :
 - les vitamines
 - les stéroïdes
 - les drogues
 - les produits chimiques ménagers
 - les supraconducteurs
 À titre d'exemple, les composés azotés sont à la base d'engrais très importants : le nitrate d'ammonium (NH_4NO_3), le sulfate d'ammonium $(NH_4)_2SO_4$, le nitrate de potassium (KNO_3) et l'urée (CH_4N_2O) sont tous utilisés comme source d'azote dans les engrais. Demander aux élèves de déterminer mathématiquement la quantité d'azote contenue dans chacun de ces engrais et d'établir un rapport entre la quantité obtenue et le prix de l'engrais.
- Confier aux élèves la tâche d'exécuter des expériences pour déterminer la formule empirique d'un hydrate (p. ex. $CuSO_4 \cdot 7H_2O$) ou d'un oxyde (p. ex. MgO).

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent qu'ils ont compris la notion de composition en pourcentage lorsqu'ils effectuent correctement des calculs se rapportant à la composition en pourcentage et à la masse molaire en vue de déterminer des formules empiriques et moléculaires de composés.

- Lorsque les élèves effectuent des calculs sur la composition en pourcentage et sur la formule empirique d'un hydrate ou d'un oxyde, vérifier les aspects suivants de leur travail :
 - une disposition claire des calculs
 - l'utilisation des masses molaires correctes
 - le juste choix des composés
 - le choix d'unités exactes
 - le nombre adéquat de chiffres significatifs
 - des valeurs expérimentales pertinentes
- Afin d'évaluer la compréhension des élèves, leur demander d'effectuer, par écrit, des calculs comme ceux-ci :
 - déterminer la composition en pourcentage à partir de la formule empirique
 - déterminer la formule empirique à partir de la composition en pourcentage
 - déterminer la formule moléculaire à partir de la masse molaire (ou en utilisant des données à partir desquelles la masse molaire peut être calculée)
- Vérifier en particulier les aspects suivants :
 - des réponses exactes
 - des masses molaires correctes
 - l'habileté à trouver les renseignements nécessaires dans les manuels de référence

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra utiliser le concept de molarité en vue de préparer des solutions standardisées.

L'élève pourra :

- décrire la molarité (mol/L ou M) comme étant une mesure de la concentration molaire
- préparer une solution standard
- effectuer des calculs relatifs à la masse (ou au nombre de moles) de soluté, au volume de solution et à la molarité
- calculer la concentration obtenue lorsqu'un volume donné d'une solution standard est dilué avec de l'eau et amené à un volume donné

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Les élèves doivent comprendre que même si les termes *concentré* et *dilué* désignent des degrés de concentration, ils ne sont que qualitatifs. Les chimistes utilisent le concept de molarité pour exprimer quantitativement la concentration d'une solution. Lorsqu'ils se familiarisent avec les techniques de laboratoire et les calculs pertinents, relatifs à la préparation de solutions, les élèves font le lien entre les aptitudes théoriques acquises en classe et les techniques expérimentales requises au laboratoire. Les deux aspects sont essentiels au travail d'analyse quantitative.

- Demander aux élèves d'utiliser deux techniques afin de préparer des solutions standardisées (p. ex. de CoCl_2 , de $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ et de vinaigre, pour lesquelles la concentration a été déterminée) :
 - en pesant le soluté
 - en diluant une solution concentrée (et en analysant le résultat)

Les élèves auront besoin de flacons volumétriques au cours de cette activité. Il est à noter que, souvent, les élèves se trompent au sujet du volume sur lequel la molarité est calculée. Insister sur le fait que le volume utilisé dans le calcul de la molarité est le volume total de la solution et non pas le volume du soluté ajouté.

- Demander aux élèves d'effectuer des calculs reliant la masse (ou le nombre de moles) de soluté, le volume de la solution et la molarité. Au lieu de mémoriser les formules mathématiques, les élèves peuvent utiliser une méthode fondée sur l'analyse dimensionnelle pour relier le nombre de moles ou la masse, le volume de la solution et la molarité.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension du concept de molarité lorsqu'ils peuvent préparer des solutions standardisées et effectuer des calculs relatifs à la molarité, au nombre de moles et au volume d'une solution.

- Lorsque les élèves préparent un volume donné d'une solution de concentration précise à partir d'un soluté solide, vérifier l'exactitude de leurs calculs relatifs à la masse et au nombre de moles avant de leur permettre de peser le soluté. Utiliser une liste de contrôle ou une liste de critères élaborée avec les élèves pour recueillir des renseignements concernant certaines techniques de laboratoire, notamment :
 - effectuer la correction pour la masse du papier lors de la pesée du soluté
 - ajouter le soluté en premier dans le flacon volumétrique
 - dissoudre le soluté complètement avant d'ajouter le complément d'eau
 - utiliser la partie inférieure du ménisque dans la lecture du volume
 - effectuer la lecture sur le flacon volumétrique à hauteur des yeux
 - s'assurer de l'homogénéité de la solution*Note :* Dans le cas d'une solution colorée (p. ex. du chlorure de cobalt ou du chlorure de cuivre), et lorsqu'un spectrophotomètre est disponible, la précision de la concentration de la solution peut être vérifiée en mesurant le spectre d'absorption des solutions de chaque élève. Dans le cas d'un acide ou d'une base, la précision peut être vérifiée par un dosage.
- Lorsque les élèves effectuent des calculs, vérifier la clarté et l'organisation du travail, de même que l'exactitude des réponses, les unités et le nombre de chiffres significatifs.
- Demander aux élèves de décrire comment ils pourraient préparer une solution de concentration connue. Évaluer leurs réponses à l'aide de critères semblables à ceux-ci :
 - choix pertinent de l'équipement
 - choix approprié des procédés
 - précision des calculs

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra décrire et classer les réactions chimiques, et équilibrer les équations chimiques les représentant.

L'élève pourra :

- définir le concept de *réactif* et de *produit de réaction*
- observer et consigner les changements qui se produisent au cours d'une réaction chimique
- décrire les réactions chimiques comme étant un processus comportant des réarrangements d'atomes suite à la dissociation d'anciennes liaisons et à la formation de nouvelles
- recueillir des données expérimentales conduisant à la loi de la conservation de la masse
- appliquer la loi de la conservation de la masse à l'équation d'une réaction chimique en vue de prouver que le nombre d'atomes est conservé au cours de la réaction
- équilibrer les équations représentant diverses réactions chimiques
- utiliser une notation avec indices pour représenter les solides, les liquides, les gaz et les solutions aqueuses
- établir une classification, prédire les produits de réaction et équilibrer les équations représentant les réactions chimiques suivantes :
 - synthèse
 - décomposition
 - remplacement simple
 - remplacement double
 - combustion
 - neutralisation acide-base
- définir une réaction *endothermique* et une réaction *exothermique*
- classer des réactions comme étant soit endothermique, soit exothermique en s'appuyant sur des observations expérimentales
- établir le lien entre les transferts d'énergie et la rupture ou la formation de liaisons chimiques
- écrire les équations représentant des réactions chimiques en y incluant le terme décrivant le transfert d'énergie

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Il est important de pouvoir établir une classification des réactions chimiques, tant en ce qui a trait au type de réaction qu'au niveau énergétique (réactions endothermiques ou exothermiques). Les équations représentant les réactions peuvent être équilibrées en vertu de la loi de la conservation de la masse.

- Faire la démonstration devant la classe d'un grand nombre de réactions diverses. Les élèves doivent observer et s'efforcer :
 - d'identifier le(s) produit(s) de réaction
 - de prédire les formules et de donner les équations équilibrées qui représentent la réaction
 Ces démonstrations peuvent porter sur des réactions qui sont trop difficiles ou trop dangereuses pour que les élèves puissent les effectuer eux-mêmes. Il est également possible d'utiliser des ressources d'apprentissage pour illustrer ces types de réactions.
- Demander aux élèves d'équilibrer un grand nombre d'équations diverses (p. ex. à l'aide de fiches d'activité, de questions tirées du manuel) jusqu'à ce qu'ils deviennent suffisamment compétents en la matière.
- Confier aux élèves la tâche d'effectuer une expérience de laboratoire visant à illustrer le fait que la masse est conservée au cours d'une réaction chimique, ou en faire la démonstration. Ainsi, au cours d'une réaction de précipitation, verser une solution dans un bécher ou un flacon et l'autre solution dans une éprouvette placée dans le bécher. Peser ensuite le système complet et mélanger les solutions. Peser de nouveau tout le système, une fois la réaction complète. Vérifier le montage des élèves avant qu'ils n'effectuent leur expérience et signaler les sources d'erreurs possibles.
- Installer quatre ou cinq centres d'apprentissage dans la classe (carrousel d'activités) et demander aux élèves d'effectuer un éventail de réactions chimiques afin d'en observer différents aspects (p. ex. la production de gaz, la formation de précipités et la chaleur dégagée ou absorbée). Leur demander ensuite d'élaborer ensemble une classification sommaire des réactions d'après leur type et d'en équilibrer les équations à partir de leurs observations. Il y aurait lieu, à ce stade-ci, d'initier les élèves au système de notation avec indices (g, s, l, aq) pour indiquer les phases des réactions. Bien que les indices ne soient pas nécessaires dans toutes les équations, ils sont importants lors de la formation d'un précipité ou d'un gaz, ou lorsqu'un changement de phase se produit dans la réaction.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension des concepts liés aux réactions chimiques lorsqu'ils peuvent équilibrer des équations chimiques (en incluant le terme énergétique) et en effectuer la classification.

- Pendant que les élèves effectuent leur expérience sur la conservation de la matière, leur transmettre des commentaires concernant la manière dont ils ont organisé le procédé et le degré de précision de leurs mesures. Évaluer leur travail écrit en fonction de critères tels que les suivants :
 - observer et consigner des données avec précision
 - établir la distinction entre les réactifs et les produits de réaction au cours de la réaction chimique
 - rédiger une équation en mots, qui identifie bien les réactifs et les produits
- À l'aide de fiches d'activités ou au cours d'une discussion en classe, poser aux élèves des questions qui les obligeront à montrer leur connaissance des concepts liés aux réactions chimiques. Vérifier s'ils peuvent donner des réponses exactes et détaillées. Ces questions peuvent ressembler à celles-ci :
 - Quels sont les types de changements observables ou mesurables qui se produisent lors d'une réaction chimique?
 - Que se passe-t-il au niveau atomique et moléculaire au cours d'une réaction chimique?
- Lorsque les élèves auront étudié un large éventail de réactions chimiques, vérifier leurs travaux collectifs afin de savoir s'ils ont équilibré et classifié les réactions avec exactitude. Dans les cas où une différence importante de température a pu être observée, vérifier si l'élève a utilisé correctement les termes *exothermique* ou *endothermique* et si le terme énergétique se trouve au bon endroit dans l'équation.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie, atomes et molécules
- Chimie : chimie des solutions
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série Structures atomiques et liaisons chimiques

*Jeux / Matériel concret*

- The Allyn and Bacon Molecular Model Set for Organic Chemistry

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra effectuer des calculs à partir d'une équation chimique équilibrée.

L'élève pourra :

- établir le lien entre les coefficients stoechiométriques d'une équation équilibrée et le nombre relatif d'atomes ou de molécules (le rapport molaire) des réactifs et des produits de réaction intervenant dans la réaction chimique
- effectuer des calculs relatifs aux réactions chimiques en utilisant n'importe laquelle des variables suivantes :
 - le nombre de molécules
 - le nombre de moles
 - la masse
 - le volume gazeux sous des conditions normales de température et de pression
 - la concentration et le volume de la solution
- effectuer des calculs faisant intervenir des réactifs limitants

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

La stoechiométrie permet de relier le concept de mole et les techniques utilisées pour équilibrer les équations. Le fait de combiner ces deux types de problèmes permet aux chimistes, soit dans le cadre de leurs recherches ou en industrie, d'établir les rapports qui existent entre les différentes quantités de substances intervenant dans une réaction.

- Pour initier les élèves à la stoechiométrie, utiliser un ensemble de modèles moléculaires afin de simuler une réaction au niveau moléculaire. Établir le lien entre le niveau moléculaire et les calculs du nombre de moles.
- Demander aux élèves d'effectuer une expérience de laboratoire au cours de laquelle ils doivent mesurer la masse du produit de réaction, identifier le réactif limitant et calculer le rendement de la réaction en pourcentage. Souligner de quelle façon ce rendement peut avoir un effet sur la rentabilité économique de la réaction chimique dans l'industrie.
- Demander aux élèves d'effectuer une simple expérience de laboratoire portant sur le dosage (p. ex. dosage acide-base) afin qu'ils acquièrent une compétence dans ce domaine et dans les calculs qui s'y rapportent.
- Donner une brève explication concernant un calcul typique. Réunir ensuite les élèves en petits groupes (p. ex. par deux afin d'échanger des renseignements) et leur demander de montrer ce qu'ils ont compris en soulignant systématiquement les grandes lignes de la méthode devant être utilisée pour résoudre des problèmes comportant des calculs sur le nombre de moles (organigramme, facteur de conversion, mode d'échelon, représentation graphique, etc.).
- Demander aux élèves de résoudre un vaste éventail de problèmes permettant de connaître toutes les manières de déterminer le nombre de moles (à partir de la masse d'une substance, du nombre de molécules, du volume d'un gaz sous des conditions NTP et à partir du volume d'une solution de molarité connue). La méthode de résolution de problèmes s'impose d'elle-même à mesure que les élèves travaillent sur de nombreux exemples. Les problèmes doivent se rapporter, autant que possible, à des situations réelles (p. ex. calculer la masse de dioxyde de carbone produite par la combustion de 30 L d'essence en supposant que la densité de l'octane C_8H_{18} est de $0,70 \text{ g/cm}^3$).
- Utiliser des logiciels permettant d'effectuer des calculs relatifs au nombre de moles pour renforcer les aptitudes relatives au concept de mole.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension des principes relatifs à la stoechiométrie lorsqu'ils peuvent résoudre mathématiquement divers problèmes portant sur les rapports molaires et incluant la masse, le nombre de moles, le volume et la concentration de solutions, ainsi que le volume des gaz sous des conditions NTP.

- Au cours d'une expérience où les élèves doivent mesurer la masse d'un produit de réaction en vue de déterminer le rendement en pourcentage, évaluer leur travail en fonction de critères portant sur :
 - l'équilibre de l'équation
 - la détermination du réactif limitant
 - l'usage d'unités pertinentes et de chiffres significatifs
 - le calcul du rendement en pourcentage
 - la clarté du travail en général
- L'évaluation des solutions obtenues dans les problèmes relatifs à la stoechiométrie doit porter sur les aspects suivants :
 - la précision
 - la clarté du travail
 - le juste choix des unités
 - les chiffres significatifs
- L'évaluation des résultats du dosage acide-base doit tenir compte de l'habileté des élèves à se servir correctement d'une pipette et d'une burette et à faire des lectures précises.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série Structures atomiques et liaisons chimiques

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra décrire la structure de l'atome et établir un rapport entre elle et le nombre atomique, le nombre de masse, la masse atomique et la charge ionique.

L'élève pourra :

- décrire les premiers modèles représentant la structure atomique
- décrire la position relative, au sein de l'atome, d'un proton, d'un neutron et d'un électron ainsi que leur masse et leur charge
- identifier le nombre atomique d'un élément à partir du tableau périodique
- calculer le nombre de protons et d'électrons d'un atome ou d'un ion
- donner la définition d'un *isotope* et expliquer ce concept en fonction de la structure atomique
- calculer le nombre de neutrons, de protons et d'électrons d'un isotope particulier d'un atome ou d'un ion donné à partir du nombre de masse de l'isotope et de la charge de l'ion
- calculer la masse atomique moyenne d'un élément à partir de données concernant ses isotopes
- décrire un arrangement électronique simplifié pour les vingt premiers éléments

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Les chimistes construisent des modèles atomiques pour représenter les propriétés chimiques de la matière. La théorie atomique permet d'expliquer comment des types d'atomes diffèrent les uns des autres et, en définitive, pourquoi diverses substances possèdent des propriétés différentes.

- Demander aux élèves d'effectuer une recherche et de présenter un compte rendu sur l'évolution de différents modèles atomiques afin de montrer comment ces premiers modèles :
 - ont permis d'expliquer les questions importantes de l'époque
 - ont un lien avec des modèles plus récents (p. ex. le modèle de Bohr)

De nombreux élèves se reportent encore au modèle planétaire pour représenter un atome. Au cours de discussions sur les modèles atomiques, mentionner la nature ondulatoire des électrons, ainsi que le concept de nuage électronique utilisés dans des modèles plus avancés.

- Fournir aux élèves un tableau comportant des colonnes avec les en-têtes suivants : nom, nombre atomique, nombre de masse, symbole, nombre de protons, nombre de neutrons, nombre d'électrons, etc. Donner les noms ainsi que certains renseignements correspondant à une ou à deux cases de chaque rangée. Demander ensuite aux élèves de remplir les cases vides du tableau.
- Demander aux élèves d'élaborer un exemple concret de mélange isotopique en utilisant une vingtaine de sphères de taille identique, en polystyrène, qui ont été lestées différemment (en y insérant de petits clous) de manière à avoir trois ou quatre masses différentes. Demander aux élèves :
 - de peser chaque sphère séparément afin d'en déterminer la masse et de porter leurs résultats sur un graphique (p. ex. un graphique en pointes de tarte)
 - de calculer la masse moyenne à partir du graphique (au lieu d'additionner les masses et de diviser par 20).
 Tirer des analogies avec l'échelle atomique. Fournir des renseignements concernant les proportions d'isotopes d'un élément et leur masse; à partir de ces données, demander aux élèves de déterminer la masse atomique de l'élément.
- En guise d'exercice plus poussé, utiliser un spectroscope et des tubes spectroscopiques ou des solutions de sodium, de baryum, de potassium et de strontium pour illustrer les propriétés atomiques à partir du spectre de flamme de ces solutions.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension de la théorie atomique en construisant des modèles atomiques comportant des arrangements électroniques simples et en effectuant des calculs de masse isotopique.

- Évaluer les comptes rendus de recherche des élèves en ce qui a trait :
 - à la description précise et détaillée du (des) modèle(s)
 - à l'ordre historique exact
 - à l'explication logique et précise du rapport qui existe entre le modèle et les questions auxquelles il est censé apporter la solution
 - à la reconnaissance du fait que la science est une discipline qui évolue constamment
 - à la clarté de la présentation
- Demander aux élèves de déterminer la masse atomique d'un élément donné à partir de la masse et du pourcentage de ses isotopes. Vérifier s'ils ont utilisé la méthode pertinente pour obtenir leurs réponses et s'ils ont déterminé la masse exacte.
- Demander aux élèves de donner le nombre de particules subatomiques pour un isotope donné et vice versa. Vérifier la précision des résultats.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie des solutions
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série La structure de l'atome
- série Structures atomiques et liaisons chimiques

*Logiciel*

- Nomenclature inorganique (version réseau)

*Jeux / Matériel concret*

- The Allyn and Bacon Molecular Model Set for Organic Chemistry

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra utiliser le tableau périodique pour déterminer les propriétés de différents éléments.

L'élève pourra :

- classer les éléments comme étant des métaux, des non-métaux, ou des métaux de transition et les situer dans le tableau périodique
- décrire les similitudes et les tendances parmi les éléments en utilisant des propriétés telles que : le point de fusion, l'énergie d'ionisation, le rayon atomique, la réactivité chimique, la charge ionique et la conductivité
- établir la distinction entre la classification des éléments dans les premiers tableaux périodiques (fondés sur la masse atomique) et la classification moderne (fondée sur le nombre atomique)
- identifier les familles suivantes d'éléments : métaux alcalins, métaux alcalino-terreux, halogènes et gaz rares
- décrire quelques propriétés des métaux alcalins, des métaux alcalino-terreux, des halogènes et des gaz rares
- établir le lien entre la stabilité des gaz rares et l'arrangement électronique des atomes dans les gaz rares
- prédire la probabilité des gains ou des pertes d'électrons pour les éléments des colonnes 1, 2, 13, 15, 16 et 17 afin d'atteindre la stabilité
- établir le lien entre la charge électrique observée sur les ions monoatomiques des éléments métalliques et des éléments non métalliques d'une part, et le nombre d'électrons perdus ou gagnés d'autre part
- prédire les caractéristiques des éléments à partir des caractéristiques d'un élément appartenant à la même famille
- prédire le caractère métallique d'un élément en se fondant sur son emplacement dans le tableau périodique

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Le tableau périodique des éléments résume une grande quantité de faits et de données et décrit de nombreuses tendances concernant les propriétés chimiques et physiques des éléments. Il permet aux élèves de prédire de nombreuses propriétés chimiques.

- Illustrer, à l'aide de plusieurs moyens, les grandes variations qui caractérisent les propriétés des éléments telles que l'état physique, la conductivité, la malléabilité et la couleur, pour ce qui est d'éléments comme :
 - *les métaux alcalins* : placer une petite quantité de sodium métallique dans l'eau pour montrer sa réactivité. Effectuer des observations relatives à la densité, à la couleur, au point de fusion et à la réactivité pour tous les éléments représentant cette famille de métaux
 - *les métaux alcalino-terreux* : placer un ruban de magnésium et un morceau de calcium dans de l'eau pour illustrer que la réactivité augmente à mesure que l'on descend dans le tableau des familles d'éléments
 - *les halogènes* : produire de petites quantités de chlore (Cl_2) et de brome gazeux (Br_2) ou s'en procurer des échantillons. L'eau de chlore ou l'eau de brome sont de bons substituts. Montrer que la réactivité décroît à mesure que l'on descend dans le tableau des familles d'éléments
 - *les gaz rares* : utiliser des tubes à décharge pour montrer les différentes couleurs des gaz ionisés
- Encourager les élèves à se familiariser avec les symboles et la position des éléments dans les trois premières périodes et les quatre groupes précités.
- Former de petites équipes afin que les élèves puissent regrouper des éléments sans nom selon une ou plusieurs de leurs propriétés (comme le fit Mendeleïev). Relier les résultats à la loi périodique.
- Demander aux élèves de porter, sur un graphique, l'énergie de première ionisation des éléments de nombre atomique 1 à 20. À partir du graphique, les élèves peuvent identifier les trois premières périodes, noter la position des gaz rares et des métaux alcalins, et établir le rapport entre leur réactivité et leur énergie d'ionisation.
- Demander aux élèves de préparer un jeu de rôle en vue de décrire une famille atomique particulière en se plaçant du point de vue de l'un de ses membres (p. ex. l'atome de potassium).

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent qu'ils comprennent le caractère périodique et les tendances générales dans le tableau périodique lorsqu'ils peuvent établir le lien entre la structure de l'atome et les propriétés des éléments.

- Évaluer la compréhension des élèves relativement aux familles d'éléments en vérifiant de quelle manière ils en montrent les propriétés comme :
 - l'état physique
 - la conductivité
 - la malléabilité
 - la couleur
 - la réactivité
- Au cours d'une activité de groupe en vue d'organiser les éléments sous forme de tableau, évaluer le travail des élèves en fonction de critères tels que la logique sous-jacente aux schémas d'organisation, le bien-fondé des choix, et la manière selon laquelle les schémas sont reliés à la loi périodique.
- Recueillir les graphiques des énergies de première ionisation pour les vingt premiers éléments. Évaluer certains aspects, notamment, la précision dans les noms de groupes et les détails pertinents dans l'explication de la forme générale du graphique.
- Discuter des critères d'évaluation avec les élèves, avant qu'ils ne rédigent le scénario du rôle qu'ils veulent jouer comme membre d'une famille atomique. Ces critères peuvent ensuite servir à l'autoévaluation et à l'évaluation par les pairs. Ils peuvent porter sur :
 - la précision des termes scientifiques
 - le caractère complet de la description
 - l'utilisation de détails pertinents et dignes d'intérêt
 - l'utilisation correcte de termes et de concepts particuliers
 - la clarté

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie, atomes et molécules
- Chimie : chimie générale
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série La structure de l'atome
- série Structures atomiques et liaisons chimiques

*Logiciel*

- Nomenclature inorganique (version réseau)

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra expliquer le rôle que jouent les électrons dans la liaison chimique.

L'élève pourra :

- définir la *liaison covalente* et la *liaison ionique*
- définir la notion d'*électron de valence*
- expliquer pourquoi une liaison chimique met en oeuvre des électrons de valence
- dessiner un diagramme électronique de Lewis pour un atome
- déterminer le type le plus probable de liaison chimique (ionique ou covalente) à partir d'une formule chimique
- dessiner un diagramme électronique de Lewis et une formule structurale représentant des molécules et des ions simples et en déduire la formule moléculaire

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Le type de liaison chimique dans un composé est une caractéristique qui détermine de nombreuses propriétés de la substance. Lorsqu'ils connaissent la formule moléculaire d'un composé, les chimistes sont en mesure de prédire l'arrangement atomique au sein de la molécule ainsi que sa forme géométrique de base.

- Démontrer la différence fondamentale qui caractérise la manière selon laquelle un morceau de cire et un morceau de chlorure de sodium se brisent. Noter que la cire s'effrite tandis que le morceau de chlorure de sodium se clive le long de plans bien polis. Établir le lien entre le phénomène précité et les deux types distincts de liaisons chimiques.
- Donner aux élèves un certain nombre de formules de composés covalents et leur demander de construire des modèles pour représenter la liaison chimique. Les élèves peuvent aborder ce concept en déduisant le nombre de liaisons possibles qu'un élément peut former à partir de son emplacement dans le tableau périodique.
- Une fois qu'ils connaîtront les capacités d'un élément à former des liaisons, demander aux élèves de déterminer les structures que peuvent prendre un ensemble d'atomes (p. ex. à partir de deux atomes de carbone, d'un atome d'oxygène et de six atomes d'hydrogène, combien de structures différentes peut-on identifier?). En guise de variante, encourager les élèves à utiliser des diagrammes électroniques de Lewis.
- Organiser des centres d'activités et demander aux élèves de circuler de l'un à l'autre (carrousel) pour observer les propriétés de composés représentatifs (p. ex. le bromure de potassium, le paradichlorobenzène, l'acide benzoïque, le chlorure de sodium, le sucre et le chlorure de magnésium) dans le but :
 - de déterminer les solubilités relatives dans l'eau froide, dans l'eau chaude et dans le méthanol
 - de comparer les points de fusion et la conductivité des solides et de leurs solutions aqueuses
 - de former des catégories de composés selon leurs propriétés particulières
 À ce stade, discuter des groupes de composés covalents et ioniques. La théorie de la liaison chimique permet d'expliquer l'existence de certaines propriétés et de prédire les propriétés de nouvelles substances.
- Comparer entre elles les propriétés de composés covalents et ioniques et illustrer la force de cohésion existant au sein de différents types de réseaux cristallins. Demander aux élèves d'utiliser des balles de polystyrène pour construire deux réseaux cristallins différents (p. ex. pour le chlorure de sodium et pour le chlorure d'hydrogène). Ils peuvent utiliser des cure-dents pour les liaisons covalentes ainsi que pour les liaisons ioniques.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent leur compréhension des concepts relatifs aux liaisons chimiques lorsqu'ils peuvent identifier le type de liaison entre les atomes d'un composé, dessiner un diagramme électronique de Lewis et discuter du rôle que jouent les électrons dans le processus de liaison.

- Évaluer les diagrammes de Lewis et les formules structurales représentant des molécules et des ions polyatomiques simples en vérifiant si :
 - la formule est correcte
 - le nombre d'électrons de valence est exact
 - le nombre de liaisons est juste
 - la règle de l'octet est bien comprise
 De plus, vérifier si la charge des ions polyatomiques est correcte.
- Lorsque les élèves observent les propriétés de diverses substances et effectuent des mesures s'y rapportant, évaluer leur travail en fonction de critères concernant :
 - la justesse et le caractère détaillé des observations
 - la précision des mesures
 - l'établissement de catégories pertinentes de composés
 - le bien-fondé et le caractère détaillé des conclusions.
- Soumettre aux élèves une série de questions qui les obligera à prédire le type de liaison se trouvant dans un composé. Distribuer ensuite un modèle afin qu'ils puissent vérifier si leurs réponses sont exactes. Pendant que les élèves travaillent sur leurs questions, circuler parmi eux et leur demander d'indiquer ce qu'ils font, de définir le terme *électron de valence* et de décrire le rôle que jouent les électrons dans une liaison ionique et dans une liaison covalente.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie, atomes et molécules
- Chimie : chimie des solutions
- Chimie : chimie générale
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série Structures atomiques et liaisons chimiques

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra expliquer les propriétés de diverses solutions.

L'élève pourra :

- définir une *solution* comme étant un mélange homogène
- classer une solution comme étant un système qui n'est ni un solide pur ni un liquide et ni un gaz
- identifier le soluté et le solvant comme étant les composantes d'une solution
- décrire les causes de la polarité d'une molécule
- décrire différents solvants communs comme étant soit un solvant polaire, ou un solvant non polaire
- à partir d'observations, établir des déductions relatives à la solubilité de solutés polaires et non polaires dans des solvants polaires et non polaires
- utiliser les observations effectuées au laboratoire pour décrire la conductivité relative de divers solutés en solution aqueuse
- résumer les résultats d'une expérience relative à la conductivité en ce qui a trait aux types de solutés qui peuvent conduire l'électricité en solution aqueuse
- proposer un mécanisme permettant d'expliquer la conductivité de sels solubles dans l'eau
- écrire les équations de dissociation ou d'ionisation représentant la dissolution de plusieurs substances et donnant des solutions conductrices
- calculer la molarité de chacun des ions d'un sel en solution à partir de la molarité de la solution
- calculer la concentration de chacun des ions lorsque deux solutions de concentration et de volume connus sont mélangées (en supposant qu'il n'y a aucune réaction entre les produits)

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

La majorité des réactions chimiques comportent des composés chimiques dissous dans un liquide tel que l'eau. En étudiant la nature des solutés, des solvants et des solutions et en apprenant à exprimer la concentration des solutions comme une molarité, les élèves peuvent mieux comprendre la majorité de ces réactions chimiques.

- Demander aux élèves d'effectuer des expériences de laboratoire pour déterminer la solubilité de solutés polaires et non polaires dans des solvants polaires et non polaires.
- Demander aux élèves de préparer une solution standardisée ainsi que différentes dilutions de cette solution. Un spectrophotomètre peut être utilisé pour construire une courbe de calibrage à partir des données.
- Permettre aux élèves d'effectuer des expériences de laboratoire pour déterminer les conductivités relatives de plusieurs solutés en solution aqueuse; leur demander d'écrire les équations de dissociation ou d'ionisation pertinentes pour les substances qui forment les solutions électrolytiques.
- Confier aux élèves la tâche d'effectuer des expériences de laboratoire afin d'établir le lien entre les propriétés acides et la présence de l'ion $H^+_{(aq)}$, de même qu'entre les propriétés basiques et la présence de l'ion $OH^-_{(aq)}$ (en utilisant la définition d'Arrhénius).
- À l'aide d'un jeu de rôle, aider les élèves à consolider leurs connaissances de la chimie des solutions (p. ex. vous êtes une paire d'ions dissoute dans l'eau, que vous arrive-t-il?).
- En guise d'exercice plus poussé, initier les élèves au concept d'équations-bilan ioniques (voir la composante de la solubilité en Chimie 12 dans cet ERI). Afin de les aider à se familiariser avec ce concept, utiliser les réactions acido-basiques et les réactions de précipitation (démonstration par l'enseignant ou expérience de laboratoire par les élèves).

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent leur compétence dans le domaine des solutions lorsqu'ils utilisent correctement la terminologie dans leurs discussions et dans leurs comptes rendus de laboratoire et qu'ils écrivent correctement des équations de dissociation.

- Lorsque les élèves testent des solutions pour leur conductivité électrique, rechercher des indications prouvant qu'ils comprennent les principes sous-jacents au procédé utilisé pour ces tests. Évaluer leur compte rendu en tenant compte particulièrement des aspects suivants :
 - la précision des mesures
 - la clarté dans la présentation des résultats
 - l'utilisation pertinente de termes tels que *soluté*, *solvant*, *dissociation* et *solution*
 - le bien-fondé des conclusions
 - le caractère logique et détaillé de la description du mécanisme proposé pour la conductivité dans les solutions électrolytiques
 - l'exactitude des équations de dissociation
- Évaluer les comptes rendus des expériences de laboratoire portant sur la dissolution de solutés polaires ou non polaires dans des solvants polaires ou non polaires. Prêter une attention particulière aux aspects suivants :
 - la classification des substances (tant les solutés que les solvants) selon qu'elles sont polaires ou non polaires
 - l'utilisation pertinente de termes tels que *solution*
 - les conclusions relatives à la solubilité de solutés polaires et non polaires dans des solvants polaires et non polaires
- Lorsque les élèves effectuent des calculs sur la concentration d'ions individuels à partir de données pertinentes, évaluer :
 - l'exactitude de l'équation de dissociation
 - la représentation correcte des concentrations
 - la logique dans la succession des étapes (soit par la méthode des moles ou par le facteur de dilution)
- Les critères suivants, relatifs au jeu de rôle, peuvent servir à l'autoévaluation, à l'évaluation par les pairs, ou à l'évaluation par l'enseignant. Vérifier en particulier :
 - la précision des concepts scientifiques
 - le caractère complet et détaillé de la description
 - l'utilisation pertinente de la terminologie et des concepts
 - l'ordre exact des changements
 - la clarté et la facilité à suivre le déroulement du jeu

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra décrire l'importance du carbone en chimie organique et le rôle tenu par les composés organiques dans la vie quotidienne.

L'élève pourra :

- reconnaître le caractère spécial de l'atome de carbone en ce qui a trait aux liaisons multiples qu'il peut générer
- reconnaître l'atome de carbone comme étant l'«épine dorsale» des molécules de la chimie organique
- établir le lien entre la chimie organique et les plastiques, les combustibles, les produits pharmaceutiques, les pesticides, les insecticides, les solvants et les produits synthétiques
- identifier les sources principales de produits organiques
- décrire une application industrielle précise de la chimie organique

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

La chimie organique est l'outil permettant d'étudier la biochimie, la chimie des synthèses, le génie biologique et la médecine. Notre société a mis sur pied un vaste système industriel qui permet de convertir les ressources naturelles riches en carbone en molécules organiques de base, qui sont ensuite transformées en plastique, en carburants et en produits pharmaceutiques.

- Utiliser l'expérience de Wöhler comme point de départ de la discussion sur la chimie organique moderne.
- Initier les élèves aux propriétés spéciales du carbone à l'aide d'explications directes. Insister sur le fait que les liaisons chimiques formées par le carbone ont des propriétés uniques, notamment :
 - elles sont solides
 - elles peuvent être simples, doubles ou triples
 - elles peuvent former de longues chaînes ramifiées ou non ramifiées ou des structures fermées en forme d'anneaux
- Organiser un exercice de remue-méninges au sujet des sources de composés organiques.
- Montrer des échantillons de polyéthylène, d'hexane, d'aspirine, d'herbicide et d'acétone comme exemples concrets des principales classes de produits organiques.
- Demander aux élèves d'effectuer une recherche sur une application précise, concrète de la chimie organique et de présenter un compte rendu pertinent. Voici d'autres sujets pouvant faire l'objet de projets de recherche :
 - les vitamines (structure chimique)
 - la structure des protéines
 - l'ADN
 - la photosynthèse
- Confier aux élèves la tâche de trouver, dans les médias, des exemples des termes *organique*, *naturel* et *chimique* et animer une discussion critique sur la pertinence de leur usage.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Il est possible d'évaluer dans quelle mesure les élèves comprennent les concepts de base de la chimie organique à partir de leurs notes, de leurs discussions et de leurs comptes rendus de laboratoire.

- Avant que les élèves ne commencent à rédiger leur compte rendu de recherche sur les applications industrielles de la chimie organique, discuter avec eux des critères d'évaluation. Ceux-ci peuvent comprendre notamment :
 - le caractère complet et exact de l'information
 - l'importance primordiale accordée au contenu chimique
 - l'emploi de détails pertinents et dignes d'intérêt
 - l'utilisation pertinente des équations, des concepts chimiques et des termes
 - l'emploi efficace de graphiques et de tableaux
 - la conformité au modèle de présentation d'un compte rendu, qui a été établi en classe

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie, atomes et molécules
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne

*Vidéo*

- série Chimie organique 1
- série Chimie organique 2

*Jeux / Matériel concret*

- The Allyn and Bacon Molecular Model Set for Organic Chemistry
- The Prentice Hall Molecular Model Set for General Chemistry

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra dessiner et nommer la structure de différents hydrocarbures et établir un rapport entre ceux-ci et des substances communes.

L'élève pourra :

- définir un *hydrocarbure*, un *alcane*, un *alcène*, un *alcyne*, un *composé cyclique* et un *composé aromatique* comme étant des composés organiques
- identifier un hydrocarbure comme étant saturé ou non saturé
- comparer la géométrie d'une liaison simple, double et triple prenant place entre deux atomes de carbone
- comparer la faculté avec laquelle des liaisons simple, double et triple peuvent effectuer une rotation
- donner le nom d'alcane, d'alcène et d'alcyne jusqu'à dix carbones et en dessiner la structure
- reconnaître et identifier les groupes fonctionnels suivants : méthyl-, éthyl-, fluoro-, chloro-, bromo- et iodo-
- donner le nom d'alcane simple substitué jusqu'à C₁₀ et en dessiner la structure
- identifier les isomères cis et trans des alcènes
- dessiner la structure d'un anneau benzénique

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

On ne peut commencer à saisir la signification des millions de composés organiques qu'avec l'étude des hydrocarbures. Les composés du carbone et de l'hydrogène varient aussi bien en fonction de leur structure qu'en fonction de leur géométrie et ce, du plus simple hydrocarbure (le méthane) aux molécules géantes des polymères. Les groupements alkyles et halogénés ajoutent une diversité supplémentaire à la forme et à la réactivité des composés organiques.

- Soumettre aux élèves une série d'hydrocarbures saturés (alcane) dont la masse moléculaire est croissante. Utiliser du matériel tel que : un ballon rempli de gaz naturel, un cylindre de propane, un briquet au butane, de l'essence (chaîne en C₈), de la paraffine (chaîne en C₂₅) et un morceau de polyéthylène (chaîne en C₅₀₀₀). Noter l'effet de la longueur de la chaîne sur le point de fusion.
 - Illustrer, à l'aide de dessins et de modèles, l'isomérisation structurale du propane (C₃H₈, un seul isomère) et du butane (C₄H₁₀, deux isomères structuraux). Soumettre aux élèves le C₅H₁₂ (trois isomères) et le C₆H₁₄ (cinq isomères) comme casse-tête à résoudre en classe. De nombreuses distinctions importantes concernant la structure ne sont pas apparentes avec des modèles à deux dimensions. Encourager les élèves à penser en trois dimensions. Insister sur le fait que le nombre d'isomères structuraux augmente très rapidement avec le nombre d'atomes de carbone de la chaîne. C₂₀H₄₂ possède plus d'un million d'isomères structuraux.
 - Demander aux élèves de construire, de dessiner et de nommer les modèles de différentes molécules d'hydrocarbures saturés :
 - tous les isomères structuraux de C₆H₁₄ et de C₅H₁₁Br
 - les isomères cis et trans du 2-butène et du 1, 2-dichloroéthylène
 - le propyne
 - l'acétylène (éthyne) et le benzène (noter les angles de liaison et les restrictions quant aux rotations)
- Avant d'entreprendre une activité relative à la construction de modèles moléculaires, transmettre aux élèves le nom de plusieurs alcanes simples substitués par des groupes alkyles et halogénés. La nomenclature ne doit pas être enseignée comme une fin en soi, mais plutôt comme un outil servant à illustrer les différences de structure entre les composés.
- Demander aux élèves d'effectuer une recherche et de présenter un compte rendu concernant les effets que peuvent avoir certains composés particuliers sur l'environnement (les CFC, le DDT, le 2,4-D, les furanes, les dioxines, etc.).

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent leurs connaissances relatives aux hydrocarbures lorsqu'ils peuvent les identifier et les classer, ainsi que donner le nom et faire le dessin de la formule structurale d'hydrocarbures et de leurs isomères.

- Lorsque les élèves construisent des modèles, poser des questions et évaluer leur travail pour vérifier s'ils peuvent :
 - donner correctement le nom des molécules à partir de la formule structurale
 - se représenter une image claire à trois dimensions, à partir de la formule structurale
 - reconnaître si une isomérisation est présente ou non à partir de la formule structurale
- Donner aux élèves une série de questions écrites afin de vérifier leurs connaissances relativement aux aspects suivants :
 - comment écrire le nom d'un composé à partir d'une formule structurale et vice versa, conformément aux règles de l'UICPA
 - les hydrocarbures saturés et non saturés
 - les types d'isomères et leur nom
 - comment identifier des liaisons carbone-carbone simples, doubles et triples à partir d'un diagramme structural
- Discuter des critères d'évaluation avec les élèves, avant qu'ils ne commencent la rédaction de leur compte rendu. Ces critères peuvent comprendre notamment :
 - la nature complète et précise de l'information
 - l'importance primordiale accordée au contenu chimique
 - l'utilisation de détails pertinents et dignes d'intérêt
 - le caractère logique des conclusions avec, à l'appui, des renseignements découlant de la recherche
 - l'utilisation pertinente des équations, des concepts chimiques et de la terminologie
 - l'emploi efficace de graphiques et de tableaux
 - le respect de la marche à suivre relative à la présentation du compte rendu, y compris l'utilisation d'un modèle établi en classe

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie, atomes et molécules
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne

*Vidéo*

- série Chimie organique 1
- série Chimie organique 2

*Jeux / Matériel concret*

- The Allyn and Bacon Molecular Model Set for Organic Chemistry
- The Prentice Hall Molecular Model Set for General Chemistry

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra classer divers composés organiques à partir de leurs groupes fonctionnels et reconnaître la diversité des composés organiques qui nous entourent.

L'élève pourra :

- décrire le terme *groupe fonctionnel* et établir un lien entre la présence de groupes fonctionnels et la méthode de classification des composés organiques
- identifier un composé organique comme étant un alcool, un aldéhyde, une cétone, un éther, un acide organique, un ester, une amine ou un amide, à partir du schéma de sa structure
- donner le nom d'alcools simples et en dessiner la structure
- décrire comment un ester peut être préparé par la réaction d'un alcool avec un acide organique et comment il peut être identifié (par son odeur)

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Les propriétés chimiques des composés organiques sont habituellement liées à la présence de groupes fonctionnels. Il est donc naturel que la classification des composés s'effectue en fonction de ces groupes.

- Demander aux élèves de se familiariser avec la construction de modèles représentant des groupes fonctionnels contenant un ou deux atomes d'oxygène placés dans toutes les positions possibles. Ils peuvent ainsi prédire l'existence de sept groupes fonctionnels, dont six sont étudiés dans ce cours (les peroxydes ne sont pas abordés).
- Demander aux élèves, réunis en équipes, de choisir un groupe fonctionnel à partir d'une liste qui leur a été soumise et d'effectuer une recherche sur leur structure, les principaux composés dans lesquels ils se trouvent, leurs propriétés et leurs usages. Leur demander ensuite de présenter, devant la classe, un compte rendu oral ou encore une affiche instructive.
- Discuter de la corrélation des différents groupes fonctionnels en se fondant sur leurs réactions :
 - dans l'organisme, l'éthanol est converti d'abord en éthanal (acétaldéhyde) et ensuite en acide acétique (acide éthanoïque) que l'organisme peut utiliser en toute sécurité
 - le méthanol (alcool méthylique) est d'abord converti en formaldéhyde (méthanal) et ensuite en acide formique (acide méthanoïque). Ce dernier est responsable de la destruction de la gaine de myéline qui entoure les nerfs, causant la cécité et même la mort.
- Confier aux élèves la tâche de préparer différents esters et de les identifier par leur parfum fruité; leur demander ensuite de formuler plusieurs équations d'estérification.
- En guise d'exercice plus poussé, demander aux élèves de préparer du savon à partir de gras animal. Les encourager à reconnaître ce processus comme étant l'inverse de la réaction de préparation des esters.
- Comme autre activité avancée, étudier diverses réactions d'addition et de condensation, en particulier les réactions de préparation des amides, des polyesters, des polyamides, des polyéthylènes, des alcools et des hydrocarbures halogénés.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent leurs connaissances en matière de groupes fonctionnels lorsqu'ils peuvent effectuer des expériences relatives aux réactions, construire des modèles, ainsi que reconnaître et nommer des composés.

- Demander aux élèves de construire des modèles d'alcools simples, d'en donner le nom et d'en dessiner les formules structurales. Prêter particulièrement attention aux aspects suivants :
 - l'utilisation pertinente de la nomenclature UICPA
 - le soin et la précision dans la construction des modèles
 - l'exactitude des formules
- Donner aux élèves une liste de composés chimiques à classer en fonction de leur groupe fonctionnel : aldéhydes, cétones, éthers, acides organiques, esters, amines et amides. Vérifier l'exactitude des réponses.
- Demander aux élèves d'effectuer la synthèse de différents esters et évaluer leur travail en utilisant des critères tels que :
 - la précision avec laquelle sont décrits les arômes émanant des esters
 - l'exactitude des équations d'estérification
 - la formulation correcte des équations équilibrées

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie, atomes et molécules
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne

*Vidéo*

- série Chimie organique 1
- série Chimie organique 2

*Jeux / Matériel concret*

- The Allyn and Bacon Molecular Model Set for Organic Chemistry
- The Prentice Hall Molecular Model Set for General Chemistry



PROGRAMME D'ÉTUDES

Chimie 12

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra mesurer et modifier la vitesse d'une réaction chimique.

L'élève pourra :

- donner des exemples de réactions se produisant à des vitesses différentes
- décrire la vitesse de réaction en fonction de certaines quantités (substances produites ou consommées) par unité de temps
- déterminer expérimentalement la vitesse d'une réaction chimique
- identifier les propriétés qui peuvent être contrôlées afin de déterminer la vitesse de réaction
- reconnaître certains facteurs qui contrôlent les vitesses de réaction
- comparer entre eux des facteurs ayant un effet sur les vitesses de réactions homogènes et hétérogènes, et en faire ressortir les différences
- décrire des situations où la vitesse de réaction doit être contrôlée

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Il est fondamental, pour les applications de la chimie, de reconnaître que les réactions chimiques se produisent souvent à des vitesses différentes et qu'elles peuvent être contrôlées. Les élèves examinent diverses réactions et explorent les propriétés pouvant servir à en déterminer la vitesse.

- Confier aux élèves la tâche d'effectuer des expériences de laboratoire pour étudier certaines réactions chimiques. Leur demander de se concentrer sur les points suivants :
 - La réaction est-elle homogène ou hétérogène?
 - Quelle est la réaction la plus rapide?
 - Quelles sont les propriétés pouvant servir à déterminer la vitesse de réaction?
 - Quelles unités peut-on employer pour exprimer la vitesse?
 - Comment peut-on augmenter ou diminuer la vitesse?
 Les résultats peuvent permettre d'identifier :
 - les propriétés pouvant être utilisées pour contrôler la vitesse
 - les unités employées couramment
 - les facteurs qui permettent de contrôler les vitesses de réactions homogènes et hétérogènes
- Demander aux élèves, réunis en petits groupes, de se livrer à un exercice de remue-méninges ou d'effectuer une recherche afin de trouver un certain nombre de réactions chimiques courantes dont on peut contrôler la vitesse, et d'identifier les processus pouvant servir à cette fin (p. ex. les réactions biochimiques entraînant la détérioration des aliments, qui peuvent être retardées grâce au séchage, au fumage, à la mise en conserve ou à la congélation). Chaque groupe doit présenter ses résultats à la classe et ceux-ci sont inscrits au tableau et complétés, s'il y a lieu.
- Réunir les élèves en équipes de deux afin qu'ils conçoivent et réalisent une expérience de laboratoire leur permettant de recueillir des données sur la vitesse d'une réaction simple. Leur demander ensuite de porter leurs résultats sur un graphique et de les interpréter. Voici quelques réactions proposées :
 - la combustion d'une chandelle
 - la réaction du bicarbonate de soude avec du vinaigre
 - la dissolution d'une tablette d'Alka Seltzer dans de l'eau
 - un acide avec un métal
- L'enseignant peut effectuer les démonstrations suivantes :
 - la réaction du gaz naturel avec l'oxygène
 - la réaction entre l'hydrogène et l'oxygène
 - la réaction du carbonate de calcium avec l'acide chlorhydrique en utilisant une balance digitale
 - l'explosion spontanée de la poussière

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Afin de montrer leurs connaissances concernant la vitesse des réactions chimiques, les élèves effectuent des expériences de laboratoire où ils mesurent les changements d'une propriété pertinente au cours d'un intervalle de temps donné et calculent ensuite la vitesse de la réaction chimique.

- Pendant que les élèves effectuent leurs expériences de laboratoire, circuler dans la classe et transmettre continuellement de l'information en retour en ce qui a trait aux techniques expérimentales, et en particulier, aux consignes de sécurité et à l'utilisation sécuritaire de l'équipement. Discuter également avec les élèves des critères d'évaluation des comptes rendus écrits de laboratoire avant qu'ils n'en commencent la rédaction.
- L'évaluation des comptes rendus écrits ou des résumés d'expériences de laboratoire concernant le concept de vitesse d'une réaction simple doit porter sur :
 - le choix d'une propriété devant être mesurée
 - la pertinence des unités de mesure
 - la précision des mesures
 - la disposition efficace des données et des résultats
 - l'analyse graphique et mathématique des résultats
- Lorsque les élèves préparent un compte rendu de leurs discussions de groupe, vérifier leur habileté :
 - à reconnaître les facteurs ayant un effet sur la vitesse de réaction (nature des réactifs, concentration, température, catalyseurs, surface de contact) et comment ceux-ci peuvent être contrôlés
 - à faire appel à leurs connaissances en vue d'expliquer ce qui se passe lors d'une réaction chimique dans diverses situations (p. ex. à la maison, au laboratoire et dans l'industrie) et pourquoi certaines réactions doivent être contrôlées

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie : chimie générale
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- Collisions
- L'enjeu de la chimie

*Logiciel*

- L'équilibre chimique

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra utiliser les concepts liés à la théorie des collisions et à l'énergie pour expliquer les vitesses des réactions chimiques.

L'élève pourra :

- montrer qu'il connaît les faits suivants :
 - les réactions résultent de collisions entre particules qui réagissent entre elles
 - toutes les collisions ne résultent pas en une réaction entre les particules présentes
 - une quantité d'énergie cinétique suffisante et une géométrie favorable sont nécessaires à la réaction entre les particules
 - afin d'augmenter le taux de réaction entre des particules, la fréquence du nombre de collisions efficaces doit être augmentée
 - des transferts d'énergie se produisent au cours des réactions en raison de la dissociation et de la formation de liaisons
- décrire le complexe activé en fonction de son énergie potentielle (EP), de sa stabilité et de sa structure
- définir l'énergie d'activation
- décrire la relation qui existe entre l'énergie d'activation et la vitesse de réaction
- décrire les transformations de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle lorsque les molécules réagissantes s'approchent l'une de l'autre
- dessiner un graphique de l'énergie potentielle et identifier les étapes de la réaction pour des réactions exothermiques et endothermiques, en incluant la différence d'enthalpie (ΔH), l'énergie d'activation et l'énergie du complexe activé
- relier le signe du changement d'enthalpie (ΔH) au fait que la réaction est endothermique ou exothermique
- écrire une équation chimique en y incluant le terme énergétique (pour une valeur donnée de la différence d'enthalpie ΔH) et vice versa
- décrire le rôle des facteurs suivants relativement à la vitesse d'une réaction
 - la nature des réactifs
 - les concentrations des réactifs
 - la température
 - la surface de contact

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Grâce à des discussions, à des démonstrations et à des expériences de laboratoire, les élèves s'initient à la théorie des collisions et au rôle qu'elle joue sur les facteurs qui interviennent dans le contrôle des réactions chimiques. Le contrôle des vitesses de réaction chimique fait partie intégrante de nombreux processus industriels, commerciaux et ménagers.

- Placer une chandelle sur la table de démonstration et poser les questions suivantes aux élèves :
 - Pourquoi la chandelle ne réagit-elle pas, même en présence d'oxygène?
 - Quelle est la fonction de l'allumette dans l'obtention d'une réaction?

Répartir les élèves en petits groupes afin qu'ils répondent aux questions et présentent ensuite leurs résultats devant la classe. Discuter des principes fondamentaux de la théorie des collisions en présentant des considérations d'ordre énergétique et des diagrammes d'énergie potentielle.

- Soumettre aux élèves les deux équations suivantes :
 1. la première représentant la réaction de l'ion oxalate avec une solution acidifiée de permanganate de potassium
 2. la seconde représentant la réaction de l'ion fer (II) avec une solution acidifiée de permanganate de potassium

Indiquer les similitudes et les différences entre chacune de ces réactions et signaler des propriétés qui peuvent être utilisées pour observer et mesurer la vitesse de chaque réaction. Demander aux élèves de prédire quelle réaction sera la plus rapide, selon eux. Faire la démonstration de chaque cas, devant la classe. Discuter, à l'aide de termes de cinétique chimique, du rôle joué par les réactifs dans les vitesses de réaction.

- Demander aux élèves d'effectuer des expériences de laboratoire en vue d'étudier le rôle des concentrations, de la température et de la surface de contact sur la vitesse de réaction. Les réactions suivantes sont suggérées :
 - la réaction « horloge » de l'iode
 - la dissolution de comprimés d'Alka Seltzer dans l'eau
 - la réaction entre le zinc et l'acide chlorhydrique
 - la réaction de la levure dans une solution sucrée
 Discuter des résultats de ces expériences de laboratoire à l'aide de termes liés à la cinétique chimique.
- Demander aux élèves de dessiner et d'interpréter des diagrammes d'énergie potentielle à partir de données pertinentes relatives à diverses réactions.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent leurs connaissances relatives à la théorie des collisions lorsqu'ils peuvent expliquer les concepts de ΔH , d'énergie d'activation, et de *complexe activé* et qu'ils sont en mesure de les identifier sur un diagramme d'énergie potentielle.

- Lorsque les élèves effectuent des expériences de laboratoire en vue de déterminer des vitesses de réaction, évaluer leur compte rendu en prêtant attention à certains points tels que :
 - l'utilisation de moyens de contrôle adéquats
 - la précision dans les mesures
 - la validité des conclusions
 - l'aspect général des graphiques de résultats
 - l'identification adéquate des axes
 - l'utilisation des unités pertinentes pour les mesures
 - le bon usage des chiffres significatifs dans les calculs
- L'évaluation des diagrammes d'énergie potentielle doit porter sur :
 - la forme générale de la courbe
 - l'identification adéquate des axes
 - l'identification adéquate de l'énergie d'activation et du ΔH
 - l'identification adéquate de l'énergie des réactifs, des produits et du complexe activé
- Évaluer les interprétations des diagrammes d'énergie potentielle présentées par les élèves en fonction de l'exactitude et de l'usage pertinent de termes tels que : *exothermique*, *endothermique*, *complexe activé*, *enthalpie* et *énergie d'activation*.
- Demander aux élèves de se servir de la théorie des collisions pour expliquer les vitesses de réactions lentes et rapides. Vérifier si leurs explications sont :
 - précises
 - complètes et détaillées
 - énoncées dans des termes exacts

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Logiciel*

- L'équilibre chimique

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra comprendre le rôle que jouent les mécanismes de réaction sur la vitesse de réaction.

L'élève pourra :

- utiliser des exemples pour illustrer le fait que la plupart des réactions chimiques s'effectuent en plusieurs étapes
- décrire un mécanisme de réaction comme étant constitué d'une série d'étapes (collisions) et résultant en une réaction globale
- définir un *catalyseur*
- comparer les diagrammes d'énergie potentielle pour une réaction s'effectuant en présence d'un catalyseur et pour une réaction s'effectuant en l'absence de catalyseur, et établir la distinction entre eux, en fonction :
 - du mécanisme réactionnel
 - de la différence d'enthalpie
 - de l'énergie d'activation
- identifier les réactifs, les produits de réaction, les produits intermédiaires et les catalyseurs dans un mécanisme de réaction donné
- décrire l'utilisation de catalyseurs particuliers dans diverses situations

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

La plupart des réactions sont caractérisées par un mécanisme de réaction. La présence d'un catalyseur a pour effet d'augmenter la vitesse de réaction en modifiant ce mécanisme et en générant une énergie d'activation qui est plus basse. Les recherches concernant les mécanismes de réaction entraînent des progrès scientifiques dans les domaines médicaux, commerciaux et industriels, qui influent sur notre vie de tous les jours.

- Demander aux élèves d'étudier les équations équilibrées représentant des réactions se produisant en plusieurs étapes (p. ex. la décomposition du peroxyde d'hydrogène dans une solution acidifiée de dichromate) et de prédire si la réaction sera rapide ou lente en s'appuyant sur la théorie des collisions. Insister sur le nombre de particules qui doivent entrer en collision, compte tenu de l'équation équilibrée, et revoir la probabilité de collisions comportant plus de trois particules. Discuter, faire la démonstration en classe de la réaction, et demander aux élèves d'expliquer pourquoi celle-ci est possible. Discuter des principes de base des mécanismes de réaction.
- Demander aux élèves, réunis en petits groupes, de proposer un mécanisme de réaction en plusieurs étapes pour expliquer une réaction chimique donnée (p. ex. la réaction entre l'hydrogène et le brome formant le bromure d'hydrogène dans un mécanisme en trois étapes) et de présenter un compte rendu de leurs résultats. Examiner les exigences nécessaires pour prédire un mécanisme de réaction. La détermination réelle d'un mécanisme de réaction est une tâche difficile et qui exige du temps. Discuter de ces mécanismes pour un certain nombre de réactions (p. ex. le cycle de Krebs).
- Devant la classe, faire une démonstration illustrant l'effet produit par un catalyseur dans un certain nombre de réactions comme :
 - la décomposition du peroxyde d'hydrogène (catalyseurs : oxyde de manganèse (IV), foie cru, pomme de terre crue)
 - la réaction de l'ion oxalate avec une solution acidifiée de permanganate de potassium (catalyseur : Mn^{2+})
 - la décomposition de l'eau de Javel [catalyseur : chlorure de cobalt (II)]
- Demander aux élèves d'effectuer une recherche et de préparer un compte rendu sur les catalyseurs (p. ex. une description de leurs usages commerciaux ou industriels).

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Afin de montrer leurs connaissances relativement aux mécanismes de réactions et aux catalyseurs, les élèves examinent, analysent et exécutent une série d'étapes.

- Pour évaluer la compréhension des élèves au cours des démonstrations relatives aux mécanismes réactionnels, poser des questions comme celles-ci :
 - Quel est l'effet d'un catalyseur sur la vitesse d'une réaction?
 - Si la vitesse de réaction est rapide, quelles hypothèses pouvez-vous formuler au sujet du mécanisme réactionnel, du complexe activé et des étapes intermédiaires?
 - Quelles déductions pouvez-vous faire au sujet de l'énergie d'activation?
- Avant que les élèves ne commencent à rédiger leur compte rendu des expériences relatives aux catalyseurs, établir avec eux les critères qui serviront à évaluer leurs travaux. Ces critères peuvent comprendre notamment : le caractère complet et précis des définitions requises et des diagrammes, et la nature détaillée de l'information transmise. Recueillir et évaluer les comptes rendus.
- Donner aux élèves une série d'étapes intermédiaires et leur demander d'écrire l'équation de la réaction globale. Ils doivent être capables d'identifier le catalyseur, les produits intermédiaires, les réactifs et les produits de réaction. Comme activité supplémentaire, demander aux élèves :
 - de proposer un mécanisme réactionnel à partir de l'équation globale d'une réaction
 - de déterminer quelle est l'étape manquante dans une série donnée d'étapes intermédiaires
- Demander aux élèves d'interpréter des diagrammes d'énergie potentielle illustrant les chemins suivis par une réaction se passant avec et sans catalyseur. Vérifier s'ils peuvent :
 - identifier les réactifs, les produits, le ΔH et l'énergie d'activation pour les deux types de mécanisme réactionnel
 - reconnaître que le ΔH est le même dans les deux cas
 - reconnaître que l'énergie d'activation est plus basse pour la réaction se produisant en présence d'un catalyseur
- En vue d'aider les élèves dans leur révision, poser des questions semblables à celles-ci :
 - Quelles sont les idées les plus importantes que vous avez retenues dans cette étude?
 - Quel est le rapport entre ces idées, et quel lien ont-elles avec ce que vous avez appris auparavant?

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Logiciel*

- L'équilibre chimique

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra décrire sous quelles conditions un système peut atteindre un équilibre chimique.

L'élève pourra :

- décrire la nature réversible de la plupart des réactions chimiques
- désigner les chemins réversibles suivis par une réaction chimique sur un diagramme de l'énergie potentielle
- établir le lien entre les changements dans les vitesses de réactions directes et inverses et les changements de concentration des réactifs et des produits de réaction au fur et à mesure qu'un équilibre est atteint
- décrire l'équilibre chimique comme étant un système fermé à température constante :
 - dont les propriétés macroscopiques sont constantes
 - où les vitesses des réactions directes et inverses sont égales
 - qui peut être atteint en direction directe ou inverse
 - où les concentrations des réactifs et des produits de réaction sont constantes
- décrire la nature dynamique de l'équilibre chimique
- déduire qu'un système qui n'est pas en équilibre a tendance à se déplacer vers un état d'équilibre
- déterminer qualitativement les changements d'entropie et d'enthalpie à partir d'une équation chimique
- établir que les systèmes ont tendance à se déplacer vers un état d'enthalpie minimum et d'entropie maximum (désordre maximum)
- prédire le résultat d'une réaction chimique lorsque les facteurs enthalpique et entropique :
 - favorisent ensemble la formation des produits de réaction
 - favorisent ensemble les réactifs
 - s'opposent l'un à l'autre

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

La plupart des systèmes chimiques ont tendance à vouloir atteindre un état d'équilibre. Les réactions chimiques se produisant dans l'environnement, dans l'industrie ou en biologie n'échappent pas à cette règle. Les expériences portant sur l'équilibre chimique fournissent des renseignements concernant les facteurs qui le déterminent.

- Présenter une vidéo illustrant la nature dynamique de l'équilibre chimique.
- Permettre aux élèves d'effectuer des expériences de laboratoire au cours desquelles ils pourront observer le caractère réversible des réactions chimiques. Parmi les exemples suggérés, on retrouve les indicateurs acide-base et la réaction $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$.
- Au cours d'exercices de remue-méninges, demander aux élèves de discuter de réactions réversibles telles que la réaction entre l'hémoglobine et l'oxygène.
- Demander aux élèves de mettre au point un modèle d'équilibre dynamique en utilisant deux réservoirs d'eau. Ils doivent transférer simultanément de l'eau d'un réservoir à l'autre, d'abord à des vitesses différentes, puis à la même vitesse. Souligner le fait que, dans un équilibre dynamique, la réaction directe et la réaction inverse se produisent simultanément et à la même vitesse.
- Faire la démonstration d'une réaction exothermique telle que :
 - la combustion d'une chandelle
 - la dissolution de l'hydroxyde de sodium dans l'eau
 Discuter des changements d'enthalpie et faire ensuite la démonstration d'une réaction endothermique spontanée telle que :

1. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{SCN}$
2. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{NaCH}_3\text{COO} + \text{H}_2\text{O}$

Demander aux élèves d'expliquer pourquoi la réaction se produit spontanément. Lors de la discussion, insister sur le concept d'entropie. Cette activité peut être modifiée et prendre la forme d'une expérience de laboratoire.

- Demander aux élèves d'effectuer une recherche sur les rôles joués par l'entropie et l'enthalpie dans les réactions chimiques et de présenter un compte rendu sur ce sujet.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension lorsqu'ils peuvent donner des explications concernant l'équilibre chimique et interpréter des équations en fonction des changements d'enthalpie et d'entropie.

- Lorsque les élèves écrivent des équations représentant des systèmes en équilibre chimique, vérifier s'ils peuvent écrire les équations des réactions directes et inverses en utilisant les symboles pertinents et les flèches doubles.
- Poser une série de questions pour lesquelles les élèves devront effectuer l'analyse des équations chimiques en fonction de l'enthalpie et de l'entropie. Recueillir leurs travaux et vérifier dans quelle mesure ils peuvent :
 - reconnaître une réaction exothermique et endothermique
 - reconnaître, dans une réaction, si l'entropie a augmenté ou diminué
 - identifier la direction (directe ou inverse) favorisée par l'enthalpie et l'entropie
 - prédire si une réaction chimique donnée se passant en milieu clos peut atteindre l'équilibre chimique
- Demander aux élèves d'interpréter des diagrammes d'énergie potentielle en suivant le chemin direct et inverse. Vérifier si les élèves se rendent compte du fait que :
 - le ΔH est le même en valeur absolue pour les deux chemins
 - les énergies d'activation sont différentes pour les deux chemins

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie générale
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- Collisions
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série Équilibre chimique

*Logiciel*

- L'équilibre chimique

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra décrire le déplacement de l'équilibre et énoncer le principe de Le Chatelier.

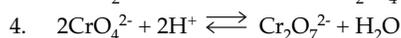
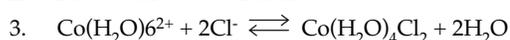
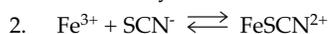
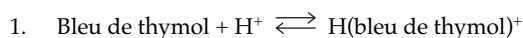
L'élève pourra :

- décrire le terme *déplacement* lorsque celui-ci s'applique à l'équilibre chimique
- appliquer le principe de Le Chatelier au déplacement de l'équilibre en tenant compte des facteurs suivants :
 - changement de température
 - changement de concentration
 - changement de volume dans des systèmes gazeux
- expliquer les déplacements décrits ci-dessus à l'aide des concepts liés à la cinétique chimique
- décrire l'effet d'un catalyseur sur l'équilibre dynamique
- appliquer le concept d'équilibre à des processus utilisés dans le commerce ou l'industrie

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Une modification apportée à un équilibre chimique provoque un déplacement de ce dernier. Cette propriété a des conséquences importantes sur les réactions chimiques, en biologie et dans l'industrie. Les activités décrites ci-dessous permettent aux élèves d'observer, de comprendre et d'appliquer le principe de Le Chatelier.

- Lors d'expériences de laboratoire, demander aux élèves d'observer les changements de concentration à l'équilibre chimique lorsque des modifications sont apportées. Les réactions suivantes peuvent être considérées :



- Demander aux élèves de représenter les déplacements d'équilibre sur un graphique.
- Répartir les élèves en petits groupes afin qu'ils discutent du procédé Haber et du procédé de contact. Leur demander d'appliquer le principe de Le Chatelier et les concepts de cinétique chimique pour déterminer les conditions de température et de pression sous lesquelles une usine de fabrication d'ammoniaque devrait opérer. Leur demander d'effectuer une recherche sur les conditions réelles de température et de pression, ainsi que sur les types de catalyseurs utilisés couramment dans le procédé Haber et dans le procédé de contact. Discuter des conditions optimales d'opération et des facteurs d'ordre économique qui entrent en jeu dans l'application de ces principes au sein de l'industrie.
- Organiser des visites dans des industries où le principe de Le Chatelier est appliqué.
- Demander aux élèves de préparer un jeu de rôle comme celui-ci :

Faites semblant que vous êtes l'une des molécules intervenant dans l'équilibre chimique $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$. Décrivez ce qui vous arrive lorsqu'une quantité de chaleur est ajoutée au système. Assurez-vous d'inclure dans votre scénario des expressions telles que *déplacement de l'équilibre vers les réactifs ou vers les produits de réaction* et *réaction endothermique ou exothermique*. Donnez également les raisons expliquant le déplacement de l'équilibre.

Donner aux élèves l'occasion de pouvoir évaluer le travail de leurs pairs pour améliorer leur compréhension du concept d'équilibre dynamique.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves font la preuve de leur apprentissage lorsqu'ils sont en mesure de reconnaître que les déplacements de l'équilibre chimique d'un système peuvent être causés par des changements de température, de concentration ou de volume. Ils doivent être capables d'interpréter les déplacements d'équilibre en fonction du principe de Le Chatelier.

- Lorsque les élèves effectuent des expériences de laboratoire sur les déplacements des concentrations à l'équilibre, noter s'ils utilisent correctement des termes comme : *équilibre*, *déplacement d'équilibre* et *concentration*. Poser des questions semblables à celles-ci :
 - Quelles conditions avez-vous changées?
 - Quelle est la direction du déplacement observé (vers la gauche ou vers la droite)?
 - L'équilibre a-t-il été atteint? Expliquez.
- Donner aux élèves une série d'équations de réactions en équilibre ainsi que des changements aux conditions. Évaluer dans quelle mesure ils peuvent :
 - prédire la direction du changement de l'équilibre
 - prédire les changements qui devraient se produire
 - expliquer le déplacement à l'aide des principes relatifs à la cinétique chimique
 - reconnaître les effets produits par un catalyseur
 - expliquer pourquoi les vitesses des réactions directe et inverse sont toutes deux affectées de manière égale par la présence du catalyseur
- Lorsque les élèves effectuent une recherche sur les applications industrielles du procédé Haber et du procédé de contact, évaluer leur compte rendu et vérifier dans quelle mesure ils peuvent :
 - déterminer des conditions procurant un rendement maximum
 - identifier correctement des conditions de température et de pression utilisées couramment dans l'industrie
 - expliquer pourquoi les conditions d'opération dans l'industrie sont différentes des conditions optimales
- Discuter des critères d'évaluation avec les élèves, avant qu'ils ne rédigent leurs travaux et ne s'échangent des observations. L'évaluation doit porter plus particulièrement sur le niveau de compréhension scientifique. Examiner, notamment, dans quelle mesure l'information transmise est :
 - précise et complète (y compris toute l'information clé)
 - présentée clairement

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie : chimie générale
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série Équilibre chimique

*Logiciel*

- L'équilibre chimique

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra mettre en application la relation qui existe entre les concentrations des réactifs et des produits de réaction à l'équilibre.

L'élève pourra :

- recueillir et interpréter des données sur la concentration des réactifs et des produits de réaction d'un système à l'équilibre
- écrire l'expression de la constante d'équilibre à partir de l'équation d'un système homogène ou hétérogène à l'équilibre
- établir le rapport entre la position d'équilibre et la valeur de la constante d'équilibre et vice versa
- prédire les effets (ou l'absence d'effet) qu'entraînent, sur la constante d'équilibre, des changements dans les quantités suivantes : température, pression, concentrations, surface de contact et catalyseur
- calculer la valeur de la constante d'équilibre à partir des concentrations à l'équilibre des réactifs et des produits
- calculer la valeur de la constante d'équilibre à partir des concentrations initiales des réactifs et des produits ainsi que d'une concentration à l'équilibre
- calculer les concentrations à l'équilibre des réactifs et des produits à partir de la valeur de la constante d'équilibre et des concentrations initiales
- déterminer si un système est à l'équilibre; sinon, déterminer dans quel sens il évoluera pour atteindre un équilibre à partir des concentrations des réactifs et des produits

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

On peut décrire un système en équilibre à l'aide d'une relation mathématique. Lors d'expériences de laboratoire, les élèves déterminent la nature quantitative de l'équilibre chimique et utilisent l'expression de la constante d'équilibre K_{eq} pour résoudre des problèmes.

- Lors d'expériences de laboratoire, demander aux élèves de déterminer une relation mathématique exprimant la constante du rapport des concentrations des produits de réaction et des réactifs. Des systèmes à l'équilibre tels que $Fe^{3+} + SCN^- \rightleftharpoons FeSCN^{2+}$ peuvent être étudiés à l'aide d'un spectrophotomètre pour déterminer la concentration à l'équilibre de l'ion $FeSCN^{2+}$. La constante d'équilibre peut être déterminée à partir des concentrations initiales en Fe^{3+} et SCN^- . Souligner le fait que la valeur de la constante d'équilibre K_{eq} ne peut changer que si, et seulement si, la température est modifiée.
- Demander aux élèves de formuler les expressions de la constante d'équilibre pour diverses réactions à l'équilibre.
- Encourager les élèves à travailler en collaboration les uns avec les autres pour résoudre des problèmes faisant appel au concept d'équilibre chimique, en utilisant l'expression pertinente pour représenter ce dernier. Il est à noter que les élèves ne sont pas tenus d'utiliser l'équation quadratique pour les problèmes posés aux examens provinciaux ou aux examens de bourse. Cependant, ceci peut servir d'exercice de renforcement relativement aux calculs portant sur l'équilibre chimique. Encourager une disposition logique, organisée et claire des calculs. Les élèves peuvent utiliser une présentation sous forme de tableau pour définir les variables.
- Demander aux élèves d'utiliser une feuille de calculs pour illustrer la nature quantitative de l'équilibre.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension lorsqu'ils peuvent notamment : déterminer expérimentalement la constante d'équilibre K_{eq} , utiliser la relation d'équilibre pour déterminer comment des changements de température peuvent influencer sur la constante K_{eq} d'un système, et résoudre quantitativement divers problèmes relatifs à des systèmes en équilibre. L'évaluation porte à la fois sur l'exactitude des solutions et sur l'habileté des élèves à organiser leur travail en vue de communiquer leur compréhension des principes chimiques conduisant à la solution du problème.

- Circuler parmi les élèves, et leur transmettre des observations et de l'information en retour sur la manière dont ils mènent leurs expériences.
 - Sont-ils capables d'effectuer correctement une dilution?
 - Sont-ils capables d'utiliser correctement le spectrophotomètre et de déterminer les mesures d'absorption?
- Évaluer les comptes rendus de laboratoire et vérifier principalement :
 - la précision des calculs et l'utilisation des chiffres significatifs
 - la détermination de diverses valeurs possibles du K_{eq} et la déduction de l'expression correcte du K_{eq}
 - la précision dans les mesures menant à l'expression correcte du K_{eq}
- Donner aux élèves une série de problèmes comportant des expressions relatives au K_{eq} . Vérifier l'utilisation correcte et pertinente :
 - des unités de concentration
 - de la formule du nombre de moles
 - des expressions des constantes K_{eq}
 - des substitutions
 - de l'arithmétique
 - des unités et des chiffres significatifs
 - des règles relatives à l'organisation et à la clarté du travail (p. ex. l'utilisation de tableaux)
- Encourager les élèves à s'entraider lors de la résolution de problèmes comportant des expressions du K_{eq} et à s'évaluer entre eux pour ce qui est de la compréhension. Les élèves peuvent concevoir eux-mêmes des problèmes et les échanger avec leurs pairs.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série Équilibre chimique

*Logiciel*

- L'équilibre chimique

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra expliquer la nature des solutions aqueuses formées lors de la dissolution de diverses substances.

L'élève pourra :

- classer des solutions comme étant ioniques ou moléculaires à partir de la formule du soluté
- décrire les conditions nécessaires pour former une solution saturée
- décrire la solubilité comme étant la concentration d'une substance dans une solution saturée
- utiliser des unités pertinentes pour représenter la solubilité de substances en solution aqueuse
- mesurer la solubilité d'un composé en solution aqueuse
- décrire l'équilibre qui existe dans une solution aqueuse saturée
- écrire l'équation-bilan ionique qui décrit une solution saturée
- calculer la concentration des ions positifs et négatifs à partir de la concentration d'un soluté en solution aqueuse

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

De nombreuses réactions chimiques que les élèves seront appelés à observer se produisent en solution aqueuse. En chimie, il est essentiel de comprendre à quel type appartiennent les solutions qui se forment lors de la dissolution de différentes substances et quelles en sont les propriétés.

- Demander aux élèves de concevoir et de mener une expérience de laboratoire en vue de déterminer la solubilité d'un sel (p. ex. le chlorure de sodium) dans l'eau. Ils peuvent laisser évaporer un volume connu d'une solution saturée. Dans ce contexte, insister sur le fait que la solubilité ne signifie pas uniquement *habileté à se dissoudre* : elle se rapporte plutôt à la mesure de la quantité maximale de soluté que la solution peut contenir (la concentration de la solution saturée). La valeur numérique réelle varie avec la température.
- Demander aux élèves de trouver un certain nombre de produits commerciaux pour lesquels la concentration est exprimée de différentes manières. Faire comprendre aux élèves que, même s'ils utilisent le plus souvent des unités telles que g/L ou mol/L pour exprimer la concentration d'une solution, la concentration indiquée sur les produits commerciaux peut être exprimée en % p/v (masse de soluté en grammes dans 100 mL de solution) ou en % v/v (ppm - volume de soluté liquide, en mL, dans 100 mL de solution). Cette dernière unité est souvent appelée «% en volume».
- Demander aux élèves de s'exercer à écrire des équations-bilan ioniques pour des réactions qui se produisent en solution à partir de l'équation non équilibrée, en passant par l'équation ionique et finalement l'équation-bilan.
- Permettre aux élèves de mener des expériences de laboratoire portant sur le concept de solubilité, en utilisant différents types de solutions (électrolytiques et non électrolytiques).
- Demander aux élèves de revoir des calculs liés :
 - au facteur de dilution
 - aux concentrations des ions individuels
 - aux concentrations des ions lorsque les solutions sont mélangées

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension des concepts relatifs à la solubilité lorsqu'ils peuvent déterminer expérimentalement la solubilité d'une substance et en écrire les équations représentant l'équilibre de la solution saturée.

- Pendant les expériences de laboratoire visant à déterminer la solubilité, faire des observations aux élèves et leur transmettre de l'information en retour concernant leurs techniques expérimentales et la pertinence des procédés qu'ils ont choisis. Observer notamment :
 - l'utilisation correcte d'une pipette pour prendre un volume précis d'une solution et transférer ce volume dans un flacon à évaporer (en particulier, lisent-ils le niveau du liquide à hauteur de l'oeil et à partir du niveau inférieur du ménisque?)
 - l'habileté à lire une mesure sur une balance
 - l'utilisation des mesures de sécurité pertinentes
- Vérifier la compréhension en proposant ce qui suit :
 - Comment pouvez-vous affirmer que la solution est saturée?
 - Comment pouvez-vous savoir que le soluté est sec?
 - Décrivez l'équilibre chimique qui existe dans la solution.
 - Écrivez l'équation d'équilibre qui représente la solution saturée.
 - Donnez une définition du terme *solubilité* (la définition doit mettre en relation la solubilité et la concentration d'une solution saturée).
 - Évaluez vos résultats en fonction de la valeur de la solubilité trouvée dans une table de constantes (*Handbook of Chemistry and Physics*).
- Lors de la correction des comptes rendus écrits ou des résumés, vérifier si les élèves ont :
 - bien décrit les conditions de l'expérience
 - écrit les équations correctement
 - utilisé le rapport molaire dans l'équation de dissociation
 - calculé exactement les concentrations des ions individuels
 - utilisé les unités pertinentes et fait bon usage des chiffres significatifs
- Distribuer une série de questions nécessitant de la part des élèves l'utilisation de la formule d'un composé afin de déterminer si celui-ci est ionique ou moléculaire. Demander aux élèves d'expliquer les critères qu'ils utilisent pour classer le composé.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie des solutions
- Chimie : chimie générale
- La chimie : une approche moderne
- Collisions

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra utiliser une table des solubilités pour interpréter des résultats expérimentaux et concevoir des procédés permettant d'obtenir une précipitation sélective.

L'élève pourra :

- déterminer si un composé possède une solubilité élevée ou faible par rapport à 0,1 M en utilisant une table des solubilités
- utiliser une table des solubilités pour prédire la formation d'un précipité lorsque deux solutions sont mélangées et pouvoir identifier le précipité
- écrire une équation, une équation ionique complète et une équation-bilan ionique représentant une réaction de précipitation
- utiliser une table des solubilités pour prédire si les ions peuvent être séparés de la solution par précipitation et en esquisser le processus
- prédire les changements qualitatifs de l'équilibre de solubilité lors de l'addition d'un ion commun
- identifier un ion inconnu à l'aide d'expériences comportant un schéma d'analyse qualitative
- concevoir un procédé permettant l'élimination des ions contaminants présents dans de l'eau dure ou polluée

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Les chimistes doivent être en mesure de prévoir quelles sont les substances dont la solubilité est faible dans l'eau. Ceci est très important en analyse qualitative et dans les procédés industriels comportant une précipitation.

- Demander aux élèves de mener des expériences de laboratoire au cours desquelles ils peuvent observer plusieurs réactions de précipitation, et d'utiliser ensuite leurs résultats pour établir une table des solubilités.
- Permettre aux élèves d'effectuer des expériences d'analyse qualitative (p. ex. l'analyse des métaux alcalins du groupe 2 ou des anions simples tels que les sulfates, les carbonates, les chlorures et les iodures) en vue d'identifier des ions inconnus à partir des résultats qu'ils obtiendront.
- Demander aux élèves de préparer un compte rendu de recherche sur l'eau dure.
- Demander aux élèves d'effectuer des expériences de laboratoire permettant de séparer les ions causant la dureté de l'eau.
- À partir de diverses combinaisons données, de deux ou trois ions, demander aux élèves de concevoir des méthodes permettant de les séparer les uns des autres en utilisant la table des solubilités.
- Présenter aux élèves un problème de simulation comme celui-ci :
On a observé récemment que le taux de mortalité des poissons du lac Chu était très élevé. Le lac est en aval d'un site d'extraction de minerais de plomb et de cuivre. Les ions Cu^{2+} et Pb^{2+} sont mortels pour les poissons. Un échantillon des eaux usées de la mine a été envoyé à votre laboratoire à des fins d'analyse. Imaginez un schéma d'analyse qualitative permettant de déterminer, s'il y a lieu, lequel ou lesquels des cations ci-dessus sont présents dans l'eau. Présentez votre schéma sous la forme d'un organigramme illustrant les réactifs que vous utiliseriez, ainsi que les conclusions que vous pourriez tirer à chaque étape. Lorsqu'une réaction est possible, formulez une équation-bilan ionique (incluant le symbole représentant l'état physique) pour la représenter. Dressez ensuite un plan de développement.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension des concepts de solubilité et de précipitation lorsqu'ils peuvent utiliser une table des solubilités en vue de concevoir les procédés nécessaires pour identifier des ions inconnus et séparer sélectivement des ions dans une solution.

- Lorsque les élèves effectuent des expériences de laboratoire relatives aux réactions de précipitation en vue d'élaborer une table des solubilités, corriger leur compte rendu en fonction de critères d'évaluation semblables à ceux-ci :
 - les résultats sont présentés d'une manière systématique (sous forme de tableaux) permettant une analyse facile
 - les observations sont précises
 - les tendances de solubilité sont reconnues
 - un raisonnement logique permet de déterminer les combinaisons d'ions qui sont insolubles (produisant un précipité)
- Avant que les élèves ne rédigent leur compte rendu sur un problème de simulation, discuter avec eux des critères d'évaluation. Pour la plupart des comptes rendus, l'évaluation doit porter sur des critères tels que la pertinence et l'exactitude du procédé d'analyse utilisé, les conclusions, et le plan d'action. En ce qui a trait au problème du taux élevé de mortalité des poissons du lac Chu, utiliser des critères précis tels que :
 - l'identification des ions contaminants
 - la clarté et la concision du schéma d'analyse qualitative
 - le choix des réactifs
 - le bien-fondé des conclusions soulignées dans le schéma
 - l'exactitude des équations décrivant les réactions de précipitation (y compris les symboles liés à l'état physique des substances)
 - la description et l'utilisation de techniques de laboratoire pertinentes pour la manipulation des échantillons et des poissons de manière à prévenir toute contamination
- Demander aux élèves, s'il y a lieu, de soumettre une autoévaluation de leurs travaux en même temps que leur compte rendu. Ils peuvent, notamment, indiquer la note qu'ils estiment pouvoir obtenir et la justifier en fonction des critères qui ont été discutés en classe.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra effectuer des calculs faisant intervenir la relation entre la solubilité et le K_s pour des composés de types AB et AB₂.

L'élève pourra :

- décrire la constante K_s comme étant un cas particulier de la constante d'équilibre K_{eq}
- écrire une expression du K_s pour un équilibre de solubilité
- calculer le K_s pour des composés de types AB et AB₂ à partir de la solubilité du composé
- calculer la solubilité de composés de types AB et AB₂ à partir du K_s
- prédire la formation d'un précipité en comparant le produit ionique d'essai à la valeur du K_s et en utilisant des données précises
- calculer la concentration maximale d'un ion à partir du K_s et de la concentration d'un autre ion
- indiquer et décrire une méthode permettant de déterminer la concentration d'un ion particulier

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

L'équilibre de solubilité peut être décrit quantitativement. Les expressions représentant les constantes d'équilibre K_s permettent aux chimistes de mesurer la solubilité et les concentrations des ions dans de nombreuses situations.

- Confier aux élèves la tâche d'effectuer un grand nombre de calculs relatifs au concept du K_s . Inclure des calculs au cours desquels la solubilité est donnée (en g/L, en mol/L ou autres unités). Insister auprès des élèves sur le fait que le K_s est un cas particulier de la constante K_{eq} .
- Demander aux élèves de déterminer la valeur approximative du K_s d'une substance au cours d'expériences de laboratoire. Ils peuvent, notamment, déterminer le K_s de l'iodure de plomb PbI₂ en mélangeant des volumes appropriés de concentration connue et en observant à quel moment la présence d'un précipité peut être décelée.
- Demander aux élèves de déterminer la concentration d'une substance au moyen d'un dosage comportant une réaction de précipitation. De telles expériences peuvent inclure :
 - la détermination de la concentration en ions chlorure avec du nitrate d'argent, en se servant d'un chromate comme indicateur
 - la détermination de la concentration en ions argent avec le thiocyanate de potassium en utilisant des ions de fer (III) pour indiquer le point d'équivalence
 Le choix de l'indicateur pertinent peut servir de point de départ à une discussion concernant l'ordre des précipitations et leur rapport avec les valeurs du K_s lorsque deux ions pouvant précipiter sont présents dans la solution.
- Afin d'aider les élèves à faire la synthèse de leurs idées et à décider sur quoi ils doivent concentrer leurs efforts, leur proposer d'élaborer un schéma ou un arbre conceptuel comportant les définitions des concepts suivants et une indication de leurs corrélations : *théorie des collisions, catalyse, enthalpie, entropie, ΔH , équilibre chimique, principe de Le Chatelier, constante d'équilibre K_{eq} , solubilité, constante de solubilité K_s et précipitation.*

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves doivent être en mesure de mener des expériences de laboratoire et d'effectuer des calculs relatifs au K_s et à la solubilité.

- Pendant que les élèves effectuent des expériences de dosage, leur transmettre des observations et de l'information en retour au sujet de leurs techniques de laboratoire. Évaluer leur compte rendu et noter particulièrement :
 - les réactions obtenues
 - l'exactitude des équations pour le K_s
 - la précision des résultats
 - l'organisation et la clarté des résultats et des calculs
 - l'utilisation des unités pertinentes et des chiffres significatifs
- Donner aux élèves une série de questions pour lesquelles ils devront calculer le K_s à partir de la solubilité et la solubilité à partir de la valeur du K_s . Évaluer les travaux et vérifier si les élèves :
 - ont écrit l'équation d'équilibre exacte pour la substance dissoute et l'expression du produit de solubilité avant de commencer les calculs
 - ont utilisé correctement l'expression du K_s
 - ont organisé leur travail clairement
 - ont utilisé adéquatement les unités pour la molarité
 - ont obtenu des résultats précis
- Donner aux élèves une série de questions pour lesquelles ils devront calculer la concentration maximale d'un ion à partir du K_s et de la concentration de l'autre ion. Évaluer ces travaux en fonction de critères semblables aux critères précités. Prêter une attention particulière à l'utilisation du rapport molaire dans les calculs.
- Afin de vérifier le niveau de compréhension des élèves, examiner leurs schémas conceptuels et leur transmettre de l'information en retour concernant l'organisation logique des concepts ainsi que la pertinence et l'étendue des liens entre ces derniers.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES



Imprimé

- Chimie : chimie des solutions

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra définir un acide et une base et dresser la liste de leurs propriétés.

L'élève pourra :

- identifier des acides et des bases à partir d'expériences
- dresser la liste des propriétés générales des acides et des bases
- formuler l'équation équilibrée représentant la neutralisation d'un acide par une base en solution
- définir les *acides* et les *bases d'Arrhénius*
- donner les noms et les formules de quelques bases et acides communs et en décrire brièvement certaines propriétés communes, les usages et les noms commerciaux
- définir les *acides* et les *bases de Brønsted-Lowry*
- identifier les acides et les bases de Brønsted-Lowry dans une équation
- formuler des équations équilibrées représentant la réaction d'un acide ou d'une base avec l'eau
- identifier l'ion H_3O^+ comme étant une molécule d'eau protonée qui peut se représenter sous forme simplifiée par $\text{H}^+_{(\text{aq})}$
- définir une *paire conjuguée acide-base*
- identifier l'acide ou la base conjugué(e) d'un acide ou d'une base donné(e)
- montrer que toute équation acido-basique de Brønsted-Lowry compte deux paires conjuguées

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

La plupart des substances que l'on connaît sont soit des acides, soit des bases ou des sels. Les élèves étudient ces substances à l'aide d'expériences et peuvent en expliquer les propriétés et les réactions sur le plan théorique.

- Demander aux élèves d'identifier des acides et des bases au cours d'expériences de laboratoire (y compris des expériences relatives à des produits ménagers) en servant, notamment :
 - d'indicateurs acide-base
 - de métaux actifs
 - de carbonates ou de bicarbonates
 Ils doivent se servir de leurs résultats pour élaborer des définitions de travail des acides et des bases.
- Demander aux élèves d'effectuer une recherche et de présenter un compte rendu sur l'historique de la théorie des acides et des bases, en y incluant les anciennes théories, ainsi que celles d'Arrhénius et de Brønsted-Lowry.
- Faire la démonstration en classe de la conductivité électrique de quelques solutions typiques acides et basiques (électrolytiques) et de certaines solutions typiques non électrolytiques. À partir des résultats de l'expérience et d'une discussion sur les ions, énoncer la définition d'Arrhénius.
- Durant les explications consacrées à la théorie de Brønsted-Lowry, faire la démonstration devant la classe d'une réaction acide-base qui ne fait pas intervenir les ions H^+ et OH^- (p. ex. $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$).
- Demander aux élèves de formuler et d'analyser un certain nombre d'équations chimiques en tenant compte de la théorie de Brønsted-Lowry et en identifiant les acides, les bases et les paires conjuguées.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Évaluer les connaissances des élèves relativement aux propriétés des acides et des bases, ainsi que leur habileté à équilibrer des équations de neutralisation et à identifier des paires conjuguées acide-base de Brønsted-Lowry. Ces habiletés serviront de fondement aux apprentissages ultérieurs.

- Lorsque les élèves font des expériences de laboratoire en vue d'identifier des acides et des bases, vérifier les points suivants :
 - le caractère précis et détaillé des observations
 - le bien-fondé des décisions et des classifications
 - le nombre juste de propriétés identifiées
 - le caractère logique et détaillé des définitions de travail
- Discuter des critères devant servir à l'évaluation des comptes rendus de recherche sur l'historique de la théorie des acides et des bases. Ces critères peuvent comporter notamment :
 - des notions précises de chimie (y compris la bonne terminologie)
 - la nature complète, pertinente et détaillée de l'information, y compris les propriétés générales, les utilisations et les noms commerciaux de bases et d'acides communs
 - une présentation claire et organisée de façon efficace
- Donner aux élèves une série de questions pour lesquelles ils devront équilibrer les équations représentant la neutralisation d'acides et de bases en solution, ainsi que la réaction des acides et des bases avec l'eau. Vérifier, en particulier, si :
 - les élèves comprennent que l'ion hydronium est une molécule d'eau protonée et peut être représenté par la formule H_3O^+
 - les équations sont équilibrées correctement
 - les formules sont exactes
 - les charges des ions sont correctes

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie : chimie générale
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- Collisions
- L'enjeu de la chimie

*Logiciel*

- L'équilibre chimique

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra établir le rapport entre la force d'un acide ou d'une base et sa conductivité, ou sa position dans un tableau des acidités.

L'élève pourra :

- établir un lien entre la conductivité électrique d'une solution et la concentration des ions
- classer un acide ou une base en solution comme étant soit fort(e), soit faible, en comparant sa conductivité à d'autres
- définir un *acide fort* et une *base forte*
- définir un *acide faible* et une *base faible*
- formuler les équations représentant la réaction de dissolution dans l'eau d'un acide fort ou faible et d'une base forte ou faible (dissociation, ionisation)
- comparer la force relative d'un acide ou d'une base en utilisant une échelle d'acidité relative
- reconnaître et expliquer pourquoi l'acide le plus fort en solution aqueuse est H_3O^+ et la base la plus forte en solution aqueuse est OH^-
- prédire, dans un équilibre acide-base, si c'est la formation des produits ou des réactifs qui est favorisée en comparant la force des deux acides (ou des deux bases)
- comparer les concentrations relatives des ions H_3O^+ (ou OH^-) entre deux acides (ou deux bases) en utilisant leur position relative dans un tableau des acidités
- définir le terme *amphotère*
- identifier des composés chimiques amphotères
- décrire des situations dans lesquelles l'eau agit comme une base ou comme un acide

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Les élèves se servent des concepts relatifs à l'équilibre pour définir et expliquer les propriétés de bases et d'acides forts et faibles.

- Faire des démonstrations relatives à la conductivité électrique de solutions 0,10 M de bases et d'acides forts et faibles. Donner ensuite aux élèves l'occasion d'observer des démonstrations portant sur la réactivité de solutions 1,0 M (ou plus concentrées) de bases et d'acides forts et faibles avec des substances telles que des métaux ou des carbonates. À partir des résultats obtenus lors de ces expériences, les élèves peuvent énoncer les concepts se rapportant aux bases et aux acides forts et faibles.
- Demander aux élèves d'élaborer une table des acidités relatives pour des bases et des acides forts et faibles en combinant divers indicateurs acido-basiques et en utilisant des mélanges. Afin de préparer les élèves à des travaux ultérieurs sur les acides et les bases, distribuer une table d'acidité standard et s'assurer qu'ils en comprennent bien les différentes sections.

Acides forts	$\xrightarrow{100\%}$	Bases très faibles *
Acides faibles	\rightleftharpoons	Bases faibles
Acides très faibles *	$\xleftarrow{100\%}$	Bases fortes

* La base conjuguée d'un acide fort ne se comporte pas comme une base en solution aqueuse et vice versa

Souligner le fait que l'eau est la base commune pour les acides dans la table des K_a .

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent et expliquent comment la conductivité d'une solution acide ou basique est liée à sa force et au degré d'ionisation.

- Une fois que les élèves auront observé les démonstrations relatives à la conductivité électrique, vérifier leur compte rendu afin d'évaluer dans quelle mesure ils peuvent :
 - observer et consigner leurs observations
 - écrire des équations représentant ce qui se passe lorsque des bases et des acides forts et faibles sont dissous dans l'eau soit par dissociation, soit par ionisation
 - reconnaître la relation qui existe entre la conductivité et la force d'un acide ou d'une base
- Donner aux élèves une série de questions pour lesquelles ils devront écrire les équations de Brønsted-Lowry pour les acides et les bases, comparer les forces relatives des acides et des bases en utilisant une table des K_a , et prédire la position d'équilibre. Vérifier l'exactitude des réponses et déterminer si les élèves peuvent reconnaître le fait que le membre de l'équation contenant l'acide le plus faible sera favorisé étant donné que l'acide le plus fort impose que ses protons soient acceptés.
- Demander aux élèves d'expliquer le terme *amphiprotique*. Leur confier ensuite la tâche de donner des exemples de substances qui sont amphiprotiques et d'écrire les équations représentant l'équilibre d'un acide faible dans l'eau et, séparément, d'une base faible dans l'eau. Vérifier la clarté, la précision et le nombre de détails.
- Demander aux élèves de travailler avec une table des K_a . À partir d'une liste d'acides, peuvent-ils faire la distinction entre un acide fort et un acide faible?
- Encourager les élèves à employer leurs connaissances concernant la force relative des acides, afin de déterminer si ce sont les réactifs ou les produits de réaction qui sont favorisés dans un équilibre acide-base.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Logiciel*

- L'équilibre chimique

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra établir le rapport entre les concentrations $[H_3O^+]$ et $[OH^-]$ en utilisant le K_e , et les convertir en pH et pOH.

L'élève pourra :

- écrire les équations représentant l'ionisation de l'eau en utilisant soit le formalisme $[H_3O^+]$ et $[OH^-]$, ou $[H^+]$ et $[OH^-]$
- écrire l'expression représentant l'équilibre associé à la constante d'équilibre K_e
- prédire l'effet produit par l'addition d'un acide ou d'une base au système en équilibre :

$$2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$
- donner les concentrations relatives en H_3O^+ et OH^- d'un acide, d'une base et d'une solution neutre
- donner la valeur de K_e à 25 °C
- décrire le changement de la valeur du K_e avec la température
- déterminer la concentration en ions H_3O^+ à partir de la concentration en OH^- , et vice versa, en utilisant la valeur du K_e
- décrire l'échelle de pH en ce qui concerne des solutions utilisées dans la vie courante
- définir les expressions pH et pOH
- définir le pK_e , donner sa valeur à 25 °C et son rapport avec le pH et le pOH
- effectuer des calculs relatifs au pH, au pOH, à la $[H_3O^+]$ et à la $[OH^-]$
- calculer $[H_3O^+]$ et $[OH^-]$ à partir du pH et du pOH

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Le symbole pH est largement utilisé pour décrire l'acidité. Les élèves se servent des symboles pH, $[H_3O^+]$, $[OH^-]$, K_e , pOH et pK_e pour effectuer des calculs.

- Donner aux élèves l'occasion d'observer la conductivité électrique de l'eau distillée (en utilisant une source de 110 V et une ampoule électrique). Utiliser les observations des élèves comme point de départ à une discussion sur l'ionisation de l'eau.
- Demander aux élèves de choisir plusieurs substances et mélanges communs et d'effectuer une recherche pour élaborer un tableau indiquant leur pH, leur pOH et les concentrations H_3O^+ et OH^- .
- Donner aux élèves plusieurs problèmes relatifs aux acides forts et faibles. Insister particulièrement sur le rapport existant entre le pH et la concentration H_3O^+ .
- Demander aux élèves de déterminer le pH de bases et d'acides forts dont les concentrations sont supérieures à 1 M afin d'illustrer la nature arbitraire des limites 0 et 14 sur l'échelle des pH.
- Demander aux élèves d'effectuer une recherche et de présenter un compte rendu sur les utilisations de l'échelle des pH à la maison et en milieu de travail.
- Faire appel à un jeu (comme «Sur la sellette») pour permettre aux élèves de se familiariser davantage avec les notions suivantes : pH, K_e , pOH, pK_e , $[H_3O^+]$ et $[OH^-]$. Durant ce jeu, confier à un groupe d'élèves la tâche de répondre à des questions se rapportant à ces concepts, chacun s'étant documenté sur un sujet particulier.
- En guise de révision, organiser des centres d'activités où les élèves pourront suivre des instructions comme celles-ci :
 - Décrivez l'effet de la température sur le K_e
 - Comparez le pH au pOH et montrez leurs différences
 Les élèves peuvent élaborer un schéma ou un arbre conceptuel illustrant leurs connaissances ou les idées recueillies à chaque centre. Utiliser l'évaluation par les pairs pour permettre aux élèves d'approfondir leurs connaissances.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension en résolvant des problèmes relatifs aux solutions acides et basiques, à l'aide des relations entre la constante d'autoprotolyse de l'eau (K_e), le pH et le pOH.

- Lorsque les élèves élaborent des tables pour les valeurs du pH, du pOH, des concentrations en H_3O^+ et OH^- de substances et de mélanges communs, vérifier les points suivants :
 - la précision
 - le caractère complet des tables
 - la clarté de l'organisation
 - l'utilisation pertinente des relations
 - le nombre exact de chiffres significatifs, compte tenu de la mantisse des valeurs logarithmiques
 - la compréhension de l'échelle logarithmique
- Afin d'évaluer le niveau de compréhension des élèves, poser des questions comme celles-ci :
 - Les valeurs 0 et 14 sont-elles les limites absolues de l'échelle des pH? Expliquez votre réponse.
 - Donnez la concentration de l'ion hydronium pour des valeurs de pH de -1 et de 15.
 - Pourquoi utilise-t-on une échelle logarithmique pour les pH?
- Afin d'évaluer dans quelle mesure ils comprennent les concepts de K_e , de pH et de $[H_3O^+]$, donner aux élèves l'équation d'ionisation de l'eau en précisant que cette réaction est endothermique. Leur demander ensuite de déterminer si les valeurs du K_e et du pH augmenteront ou diminueront avec une augmentation de la température de l'eau, et noter s'ils sont capables de déterminer les faits suivants :
 - la valeur du K_e augmente pendant que les valeurs du pH et du pOH diminuent
 - l'eau reste neutre bien que le pH diminue ou augmente suite aux changements de la température
- Pendant que les élèves élaborent, puis évaluent réciproquement leurs schémas conceptuels, leur faire remarquer que ceux-ci doivent comporter une organisation logique (il se peut qu'ils soient obligés de s'aider l'un l'autre pour expliquer la disposition), montrer les relations et les liens importants et contenir les renseignements et les concepts clés.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra effectuer des calculs relatifs à des acides et à des bases faibles.

L'élève pourra :

- formuler les expressions des constantes d'équilibre K_a et K_b
- établir le lien entre la valeur du K_a et du K_b et la force d'un acide et d'une base
- à partir du K_a et du K_b et de la concentration initiale, calculer les grandeurs suivantes :
 - $[H_3O^+]$
 - $[OH^-]$
 - pH
 - pOH
- calculer la valeur du K_b d'une base à partir de la valeur du K_a de son acide conjugué et vice versa
- calculer la valeur du K_a ou du K_b à partir du pH et de la concentration initiale

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Les élèves utilisent, de façon quantitative, les concepts liés à l'équilibre dans des problèmes se rapportant aux bases et aux acides faibles. Ce faisant, ils utilisent les constantes K_e , K_a et K_b ainsi que les valeurs du pH et du pOH. La capacité de résoudre des problèmes de ce type permet aux chimistes d'obtenir des renseignements supplémentaires sur les bases et les acides faibles.

- Réunir les élèves en équipes afin qu'ils améliorent ensemble leurs habiletés à résoudre des problèmes comportant les constantes K_e , K_a , K_b et les valeurs pH et pOH. Les élèves ne sont pas tenus d'utiliser l'équation quadratique.
- Demander aux élèves d'effectuer des calculs leur permettant de prédire le pH d'un acide faible (p. ex. l'acide éthanoïque) dont la molarité est connue, et de vérifier expérimentalement leurs résultats en utilisant un pH-mètre.
- Confier aux élèves la tâche d'élaborer un tableau où sont résumées les différentes constantes d'équilibre telles que K_{eq} , K_s , K_e , K_a et K_b .

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves témoignent de leur compréhension lorsqu'ils résolvent des problèmes portant sur des bases et des acides forts et faibles, à l'aide des relations entre le K_a et le K_b .

- Pendant que les élèves travaillent sur des questions données se rapportant au K_a , au K_b , au pH, au pOH, à $[\text{OH}^-]$ et à $[\text{H}_3\text{O}^+]$, circuler parmi eux en posant des questions à quelques-uns; leur transmettre ensuite de l'information en retour au sujet de la manière dont ils utilisent des termes comme *acide faible*, *base faible*, *acide conjugué* et *base conjuguée*, et de la façon dont ils organisent leur travail. S'assurer qu'ils comprennent comment éviter d'utiliser la formule quadratique en reconnaissant et en prenant avantage des carrés parfaits ou en effectuant les simplifications appropriées en ce qui touche les changements négligeables dans la concentration d'un acide lorsque le K_a est suffisamment petit. Évaluer leurs travaux écrits en fonction des aspects suivants :
 - organisation et plan d'action clairs et concis (p. ex. en utilisant un tableau — début, changement et équilibre)
 - utilisation pertinente du nombre de chiffres significatifs, compte tenu de la mantisse des valeurs logarithmiques
 - utilisation adéquate de l'expression d'équilibre
- En ce qui a trait aux questions pour lesquelles les élèves doivent calculer la valeur du K_b , vérifier leurs calculs afin de s'assurer qu'ils utilisent le K_a du bon acide conjugué.
- Vérifier les graphiques et les tables des élèves afin de s'assurer que ces derniers comprennent les concepts fondamentaux ainsi que les relations existant entre les différentes constantes d'équilibre.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Logiciel*

- L'équilibre chimique

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra interpréter le pH de solutions comportant la dissolution de sels.

L'élève pourra :

- écrire l'équation de dissociation d'un sel dans l'eau
- écrire des équations-bilan ioniques représentant l'hydrolyse des sels
- prédire, de manière qualitative, si un sel en solution est acide, basique ou neutre
- déterminer si un ion amphotère agit comme une base ou un acide en solution

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

La plupart des sels s'hydrolysent en solution aqueuse. Les élèves étudient les sels et l'hydrolyse de leurs ions comme étant un type particulier d'un système acido-basique. La connaissance du phénomène d'hydrolyse permet aux élèves d'améliorer leur habileté à analyser de nombreuses solutions communes en se servant de la théorie des acides et des bases.

- Demander aux élèves de compléter des équations de dissolution afin de revoir leurs notions de dissociation des sels dans l'eau et de se familiariser avec l'hydrolyse des ions.
- Donner aux élèves l'occasion d'effectuer des expériences de laboratoire sur plusieurs solutions salines en vue d'en déterminer le pH. Ces expériences devraient porter sur certains sels pour lesquels ni les anions ni les cations ne s'hydrolysent, ou encore pour lesquels seuls les cations s'hydrolysent, seuls les anions s'hydrolysent, les anions et les cations s'hydrolysent, et des ions amphotériques s'hydrolysent. L'analyse des résultats obtenus et des recherches supplémentaires permettront aux élèves de comprendre le phénomène d'hydrolyse.
- Encourager les élèves à mettre en pratique leurs connaissances relatives à l'hydrolyse en ce qui a trait plus particulièrement à des sujets tels que les engrais chimiques, le pH du sol, le bicarbonate de soude, les sels volatils, la carie dentaire, les sels utilisés en médecine et la pollution de l'eau.
- Demander aux élèves de préparer un jeu de rôle dans lequel ils présenteront le point de vue d'un sel particulier et décriront ce qui leur arrive lorsqu'ils sont dissous dans l'eau.
- Demander aux élèves d'élaborer un schéma conceptuel montrant la nature acide ou basique de différents sels en solution aqueuse.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension relative aux sels lorsqu'ils résolvent des problèmes se rapportant au pH de solutions salines et qu'ils expliquent pourquoi des solutions salines peuvent se comporter comme une solution acide ou comme une solution basique.

- Pendant que les élèves effectuent des expériences de laboratoire relatives à la dissociation de différents sels et à la mesure du pH des solutions qui en résultent, leur transmettre de l'information en retour concernant leurs techniques expérimentales et la précision des mesures qu'ils effectuent en ce qui a trait à leur capacité :
 - de déterminer quels sont les sels qui donnent des solutions acides, basiques ou neutres
 - d'établir quels sont les ions qui sont responsables de la formation d'une solution acide ou neutre
- Demander aux élèves d'écrire les équations ioniques globales pour les réactions d'hydrolyse et d'expliquer la cause de l'hydrolyse des ions. Lors de leurs explications, vérifier tout particulièrement s'ils comprennent que les anions qui s'hydrolysent proviennent d'acides faibles et que les cations qui sont hydrolysés proviennent de bases faibles. Dans des situations où les anions et les cations sont hydrolysés ou lorsque des ions amphiprotiques sont hydrolysés, demander aux élèves d'expliquer la valeur du pH de la solution résultante en calculant et en comparant les valeurs du K_a et du K_b pour les ions.
- Évaluer les comptes rendus ou les résumés écrits des élèves en utilisant des critères tels que :
 - l'exactitude des équations représentant la dissociation et l'hydrolyse, et incluant les formules et les charges ioniques correctes
 - l'organisation claire et concise du travail
 - le nombre de chiffres significatifs
 - l'utilisation adéquate des expressions du K_a et du K_b
- Réunir les élèves en équipes de deux ou en petits groupes afin qu'ils préparent des questions relatives à l'hydrolyse des sels. Ils pourront ensuite échanger leurs questions (et leurs solutions) avec d'autres groupes.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra comprendre la composition et l'utilité des indicateurs colorés en déterminant le pH de solutions que l'on retrouve dans la vie quotidienne.

L'élève pourra :

- décrire la composition chimique d'un indicateur coloré comme étant le mélange d'un acide faible et de sa base conjuguée, tous deux étant de couleurs différentes
- expliquer l'expression *point d'équivalence* d'un indicateur, en montrant les conditions existant dans le système en équilibre
- décrire le déplacement de l'équilibre et les changements de couleur qui en résultent lorsqu'un acide ou une base est ajouté(e) à la solution
- prédire la valeur approximative du pH au point d'équivalence en utilisant la valeur du K_a de l'indicateur
- prédire la valeur approximative du K_a d'un indicateur à partir de la zone de pH où s'effectue le changement de couleur

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Les indicateurs colorés sont utilisés pour déterminer l'acidité d'une solution. Ils constituent un groupe particulier de systèmes acide-base faibles. Les formes acide et basique de l'indicateur ont des couleurs différentes, ce qui permet de déterminer la position d'équilibre de la solution. Les élèves apprennent à connaître la composition, l'utilité, ainsi que les limites des indicateurs colorés.

- Donner l'occasion aux élèves d'observer des changements appréciables de la couleur des indicateurs colorés.
- Demander aux élèves de combiner divers indicateurs colorés en vue d'établir une échelle de leurs limites relatives.
- Demander aux élèves de préparer des solutions tampons de pH connu (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, etc.). Ces solutions peuvent être utilisées pour déterminer les points d'équivalence de divers indicateurs et, par conséquent, la valeur de leur K_a (voir l'exemple de tableau ci-dessous). Des solutions de pH inconnu peuvent dès lors être analysées à l'aide de tests effectués avec ces indicateurs. On peut essayer des pigments alimentaires (p. ex. le jus de chou rouge) en guise d'indicateur.

pH	1	3	5	7	9	11	13	inconnue
Ind 1								
Ind 2								
Ind 3								
Ind 4								
Ind 5								
Ind 6								

- Confier aux élèves la tâche d'effectuer une recherche sur un indicateur universel, de le concevoir, de le préparer et de le tester.
- Demander aux élèves d'effectuer une recherche (chez des fabricants, sur Internet, à la bibliothèque, lors d'entrevues personnelles, etc.) et de présenter un compte rendu sur la composition d'un indicateur universel, sur les indicateurs utilisés dans les piscines ou sur les indicateurs employés en chimie des sols.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension relativement aux indicateurs colorés lorsqu'ils les emploient pour déterminer le pH de solutions inconnues et pour calculer le pH du point d'équivalence d'un indicateur donné à partir de la valeur de son K_a .

- Lorsque les élèves préparent et analysent des solutions tampons, vérifier leur travail pour vous assurer qu'ils peuvent :
 - décrire correctement les déplacements d'équilibre des indicateurs lorsqu'ils sont ajoutés à une solution acide ou basique
 - déterminer les points d'équivalence des indicateurs et calculer les valeurs approximatives de leur K_a
 - utiliser les indicateurs colorés pour déterminer le pH d'une solution inconnue
 - identifier les couleurs prises par chacun des indicateurs
- Afin de vérifier l'habileté des élèves à mettre en pratique ce qu'ils ont appris, leur demander :
 - d'écrire l'équation d'équilibre d'un indicateur en utilisant les symboles HInd et Ind⁻ pour représenter la paire conjuguée acide-base
 - d'expliquer les conditions existant à l'équilibre du système au point d'équivalence et qui conduisent à l'expression $K_a = [\text{H}_3\text{O}^+]$. (Vérifier s'ils comprennent que cette relation est vraie uniquement dans les cas où l'indicateur est au point d'équivalence.)
- Lorsque les élèves calculent la valeur du K_a pour un indicateur coloré à partir de son pH au point d'équivalence ou vice versa, vérifier si leurs calculs sont précis et exacts et s'ils font bon usage des chiffres significatifs.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra concevoir et effectuer un dosage acide-base.

L'élève pourra :

- montrer qu'il est capable de concevoir et d'effectuer une expérience de neutralisation en se servant des concepts suivants :
 - les solutions standardisées primaires
 - les solutions standardisées
 - les courbes de dosage
 - le choix d'un indicateur pertinent de sorte que le point d'équivalence coïncide avec le point final
- calculer la concentration d'un acide ou d'une base à partir des données provenant de la courbe de dosage au point d'équivalence (point stoechiométrique)
- calculer le volume d'un acide ou d'une base de molarité connue nécessaire pour neutraliser un volume connu d'une base ou d'un acide de molarité inconnue
- écrire les équations, les équations ioniques complètes et les équations-bilan de neutralisation sous forme ionique pour la neutralisation :
 - d'un acide fort par une base forte
 - d'un acide faible par une base forte
 - d'un acide fort par une base faible
- calculer le pH d'une solution formée lorsqu'un acide fort est mélangé à une base forte
- comparer le point d'équivalence (point stoechiométrique) d'un dosage d'un acide fort par une base forte avec le point d'équivalence d'un dosage d'un acide faible par une base forte ou d'un acide fort par une base faible et en faire ressortir les différences

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Le dosage est un processus très important en chimie analytique. Les élèves effectuent des dosages acide-base pour déterminer la concentration et la composition des solutions.

- Demander aux élèves de préparer des solutions standardisées en utilisant une solution standard primaire. Il est préférable de décourager l'emploi de la relation $M_1V_1 = M_2V_2$ dans les calculs de dosage.
- Confier aux élèves la tâche d'effectuer des dosages se rapportant :
 - à l'analyse de solutions de produits courants tels que le vinaigre et l'ammoniaque domestique
 - à la détermination de la masse molaire d'acides inconnus
 - à la détermination du K_a d'un acide faible inconnu
- En guise d'exercice plus poussé, demander aux élèves d'effectuer un dosage en retour pour analyser une tablette d'antiacide ou la pureté d'un carbonate solide.
- Demander aux élèves de dresser des graphiques du pH en fonction du volume pour un dosage acide fort – base forte. Les résultats peuvent être recueillis à l'aide d'un pH-mètre relié à un ordinateur capable de tracer la courbe de dosage.
- Confier aux élèves la tâche de tracer les graphiques des courbes de pH représentant les dosages suivants :
 - acide fort – base forte
 - acide faible – base forte
 - acide fort – base faible

Insister sur le fait que les acides faibles et forts de même concentration ont besoin de la même quantité de base pour être neutralisés (fort ne signifie pas plus concentré).
- Demander aux élèves de concevoir des expériences relatives aux dosages en incluant les acides ou les bases appropriés, les indicateurs colorés, une table des résultats et les calculs qui s'y rapportent.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension concernant la neutralisation des acides et des bases lorsqu'ils peuvent concevoir et effectuer des dosages en vue de déterminer la concentration d'une base ou d'un acide inconnu en faisant appel à leurs connaissances relatives aux courbes de dosage et aux indicateurs colorés.

- Évaluer les graphiques conçus par les élèves et représentant les courbes de dosage acide-base. S'assurer qu'ils connaissent les critères relatifs aux courbes de dosage, en particulier :
 - l'identification exacte des axes et des courbes
 - la précision des points représentant les données sur le graphique
 - l'aspect général exact de la courbe
 - la clarté et la lisibilité du graphique
 - la pertinence des titres
- Lorsque les élèves conçoivent et effectuent une expérience de dosage, évaluer leur travail et examiner particulièrement :
 - le choix de la solution standardisée primaire
 - le choix des indicateurs
 - l'habileté à arrêter le dosage au point d'équivalence
 - la précision des résultats
 - l'exactitude des calculs
 - la présentation des résultats et des calculs
- Afin d'évaluer leur niveau de compréhension, demander aux élèves d'expliquer pourquoi le point stoechiométrique d'un dosage d'un acide fort avec une base faible est acide, tandis que le point stoechiométrique d'un dosage d'une base forte avec un acide faible est basique. Noter si les élèves se réfèrent à l'hydrolyse de l'anion ou du cation pour l'acide faible ou la base faible respectivement.
- Distribuer aux élèves une liste de bases et d'acides forts et faibles et leur demander d'écrire les équations équilibrées et les équations-bilan ioniques pour les réactions de neutralisation comportant : un acide fort par une base forte, un acide faible par une base forte et un acide fort par une base faible. Vérifier si les élèves ont utilisé les formules exactes.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra décrire en quoi consistent les solutions tampons et leur utilisation dans la vie quotidienne.

L'élève pourra :

- décrire la résistance des solutions tampons face aux changements de pH
- décrire la composition d'une solution tampon acide et d'une solution tampon basique
- décrire, en substance, un procédé de préparation d'une solution tampon
- identifier les limites de l'action d'une solution tampon
- décrire qualitativement comment se déplace l'équilibre d'une solution tampon lorsque de petites quantités d'acide ou de base sont ajoutées au tampon
- décrire des solutions tampons courantes dans les systèmes biologiques, environnementaux et industriels

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

De nombreuses réactions importantes (particulièrement en biochimie) ne peuvent avoir lieu qu'à l'intérieur d'une zone de pH très restreinte. Les solutions tampons sont utilisées pour contrôler le pH. Les élèves étudient la composition et les propriétés des solutions tampons et mettent leurs connaissances en pratique dans des situations de la vie courante.

- Confier aux élèves la tâche de préparer des solutions tampons typiques (p. ex. l'acide éthanoïque avec l'ion éthanoate, l'ammoniaque avec l'ion ammonium) et d'observer leurs caractéristiques lorsque de faibles quantités d'acide ou de base sont ajoutées à ces solutions tampons et à l'eau.
- Demander aux élèves d'établir le lien entre le principe de Le Chatelier et les solutions tampons.
- Demander aux élèves d'effectuer, individuellement ou en petits groupes, une recherche sur l'importance des solutions tampons dans des domaines variés (dans le sang, l'estomac, le sol, le traitement des déchets industriels, le traitement de l'eau, la préparation des aliments et des médicaments, etc.), et de présenter ensuite un compte rendu à ce sujet.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent leur niveau d'apprentissage lorsqu'ils mettent en pratique leurs connaissances relatives aux systèmes en équilibre et aux paires conjuguées acide-base en vue de préparer des solutions tampons et d'en expliquer le comportement.

- Lorsque les élèves préparent des solutions tampons typiques, leur demander :
 - d'écrire la relation représentant l'équilibre de la solution tampon (vérifier en particulier si les formules et les flèches sont exactes)
 - d'appliquer le principe de Le Chatelier pour expliquer les déplacements d'équilibre lorsque de petites quantités d'acide ou de base sont ajoutées à chaque solution et de mettre en relief la différence entre les résultats du pH de la solution tampon et de l'eau
- Lorsque les élèves doivent effectuer une recherche sur les solutions tampons, discuter avec eux, avant qu'ils ne commencent, des critères qui serviront à l'évaluation de leur compte rendu. Ces critères peuvent comprendre, notamment :
 - le caractère complet et précis de l'information
 - l'importance accordée au contenu chimique
 - l'utilisation de détails pertinents et dignes d'intérêt
 - l'utilisation correcte des équations, des concepts chimiques et de la terminologie
 - l'utilisation efficace de graphiques et de tableaux
 - le respect des lignes directrices définies en classe concernant la présentation, y compris le modèle établi
- Encourager les élèves à préparer une révision ou un guide d'étude, selon la formule de leur choix, afin de résumer tous les sujets étudiés relativement aux acides, aux bases et aux sels et de faire le lien entre eux.

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES



Imprimé

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra décrire ce qu'est la pluie acide, ses origines et ses effets à l'échelle du globe.

L'élève pourra :

- écrire les équations représentant la formation de solutions acides ou basiques à partir d'oxydes de métaux ou d'oxydes de non-métaux
- décrire sous quelles conditions de pH la pluie peut être considérée comme pluie acide
- établir le rapport entre le pH de l'eau de pluie normale et la présence de dioxyde de carbone dissous
- décrire les sources de NO_2 et de SO_2
- discuter des problèmes écologiques généraux associés aux pluies acides

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Les pluies acides ont des effets désastreux sur l'environnement, sans compter leurs effets néfastes sur les métaux et les matériaux utilisés dans la construction. Les élèves peuvent aborder ces questions en se livrant à des enquêtes qui leur permettront de découvrir les causes et les effets des pluies acides.

- Demander aux élèves de préparer des oxydes de métaux et de non-métaux et d'analyser ensuite leurs solutions aqueuses pour en déterminer le caractère acide ou basique.
- Donner aux élèves l'occasion d'observer les effets d'un acide sur des métaux et des non-métaux employés dans les matériaux de construction (p. ex. sur l'aluminium, le magnésium et le carbonate de calcium).
- Confier aux élèves la tâche d'effectuer une recherche et de présenter un compte rendu sur les effets des pluies acides dans l'environnement, en se concentrant sur la situation qui prévaut dans différentes parties du globe.
- Après avoir terminé une recherche sur les différents points de vue relatifs aux problèmes posés par les pluies acides, les élèves discutent des politiques gouvernementales, ainsi que des actions individuelles liées à l'émission de gaz polluants qui causent les pluies acides.

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent leur niveau d'apprentissage lorsqu'ils effectuent une recherche et rédigent un compte rendu sur les causes des pluies acides et leurs effets sur l'environnement, et lorsqu'ils effectuent des tests chimiques sur des substances en vue de déterminer l'effet de solutions acides sur divers matériaux employés en construction.

- Pendant que les élèves préparent des solutions d'oxydes de métaux et d'oxydes de non-métaux et qu'ils les analysent en vue d'en déterminer le caractère acide ou basique, ils peuvent consigner leurs résultats dans un tableau périodique en blanc et écrire les équations représentant la réaction acide-base avec l'eau. Vérifier s'ils peuvent :
 - identifier et décrire les caractéristiques des solutions d'oxydes de métaux et de non-métaux
 - écrire les équations représentant la réaction acide-base avec l'eau
- Pendant que les élèves analysent les effets de solutions acides sur des matériaux de construction (aluminium, marbre, pierre calcaire, etc.), noter le niveau de précision de leurs observations et les détails qu'elles contiennent. Afin de vérifier leur compréhension, demander aux élèves de décrire comment les immeubles construits avec ces matériaux peuvent être affectés par les pluies acides.
- Lorsque les élèves préparent leur compte rendu de recherche sur les pluies acides, discuter avec eux des critères d'évaluation et utiliser un ensemble de critères uniformes (Note : les débats et les présentations peuvent être évalués en fonction de nombreux critères qui sont semblables). Ceux-ci peuvent comprendre notamment :
 - la nature complète et précise de l'information (p. ex. les sources majeures de pluies acides sont les automobiles et les industries utilisant le charbon comme principale source d'énergie; les élèves en décrivent les effets sur le sol, les arbres et les lacs)
 - l'importance primordiale accordée au contenu chimique (p. ex. les élèves identifient le pH normal de la pluie et expliquent pourquoi il n'est pas neutre)
 - l'utilisation de détails pertinents et dignes d'intérêt
 - la formulation de conclusions logiques fondées sur l'information recueillie lors de la recherche
 - l'utilisation pertinente des équations, des concepts chimiques et de la terminologie
 - l'utilisation efficace de graphiques et de tableaux
 - le respect des lignes directrices définies en classe concernant la présentation et la conformité au modèle établi à cette fin

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra expliquer la nature d'une oxydation et d'une réduction.

L'élève pourra :

- définir et appliquer les concepts suivants :
 - oxydation
 - réduction
 - agent d'oxydation
 - agent de réduction
 - demi-réaction
 - réaction redox
- déterminer ce qui suit :
 - le nombre d'oxydation d'un atome dans un composé chimique
 - le changement du nombre d'oxydation d'un atome lorsqu'il est oxydé ou réduit
 - si un atome a été oxydé ou réduit à partir du changement de son nombre d'oxydation
- établir le rapport entre le changement du nombre d'oxydation et le gain ou la perte d'électrons
- à partir de données provenant de réactions redox simples, dresser une table de simples demi-réactions de réduction
- identifier la force relative d'agents d'oxydation ou de réduction à partir de leur emplacement dans la table des demi-réactions
- utiliser la table des demi-réactions de réduction pour prédire si une réaction redox spontanée peut se produire entre deux substances

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

De nombreuses réactions chimiques courantes comportent un transfert d'électrons d'un composé chimique à un autre. Les chimistes utilisent les concepts de nombre d'oxydation et de demi-réaction afin de mieux comprendre ces types de réactions.

- Débuter par une brève leçon sur le sujet. Demander ensuite aux élèves d'indiquer par écrit ce qu'ils ont compris relativement aux concepts. Former des équipes de deux afin que les élèves s'échangent les connaissances acquises et qu'ils les modifient et les améliorent, s'il y a lieu. Ils peuvent également obtenir de l'information en circulant parmi les centres d'apprentissage et confirmer celle-ci en se regroupant et en échangeant entre eux.
- Donner aux élèves l'occasion d'observer les caractéristiques d'une équation redox au cours d'expériences de laboratoire (p. ex. $\text{Al} + \text{CuCl}_2$ ou $\text{Cu} + \text{AgNO}_3$). Leur demander ensuite d'écrire les équations décrivant leurs observations, d'analyser les résultats et d'identifier les agents oxydants et réducteurs. À ce stade, il est bon que les élèves utilisent des moyens mnémotechniques tels que : **OPÈRE** et **REGAIN** pour **Oxydation** signifie **PERTE**, et **RÉduction** signifie **GAIN**. Établir le lien entre l'analyse des résultats obtenus et les demi-réactions.
- Demander aux élèves de déterminer le nombre d'oxydation des autres atomes dans des molécules ou des ions en s'inspirant d'un ensemble de règles servant à attribuer le nombre d'oxydation.
- Demander aux élèves d'effectuer et d'interpréter un certain nombre de réactions entre des métaux et des ions métalliques afin d'observer quelles combinaisons produisent des réactions spontanées.
- Donner aux élèves l'occasion d'étudier diverses combinaisons d'halogènes (chlore, brome et iode) avec les sels halogénés correspondants pour déterminer quelles sont les réactions qui se produisent spontanément.
- À partir de résultats expérimentaux, demander aux élèves d'écrire les équations de demi-réactions et d'établir une liste des demi-réactions de réduction ordonnée selon la force décroissante de l'agent oxydant. Ils doivent ensuite généraliser afin de produire une table standard de demi-réactions de réduction, prédire la spontanéité de la réaction entre deux agents particuliers, et écrire les équations équilibrées (moyen mnémotechnique : en haut à gauche réagit avec en bas à droite).

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent leurs connaissances lorsqu'ils utilisent correctement la terminologie relative aux réactions d'oxydo-réduction dans leurs travaux et qu'ils mettent en pratique les règles permettant de déterminer le nombre d'oxydation.

- Lorsque les élèves effectuent des expériences de laboratoire sur divers ions métalliques, évaluer leur travail relativement à l'organisation de leurs résultats, au caractère détaillé des observations et à la précision. Les élèves doivent être en mesure :
 - d'écrire correctement les équations de demi-réaction de réduction et d'oxydation pour des systèmes comportant une réaction redox
 - d'utiliser leurs résultats pour élaborer une table où sont ordonnés avec précision les agents oxydants du plus fort au plus faible
 - de prédire des réactions spontanées entre deux réactifs
- Vérifier si les élèves peuvent utiliser qualitativement la table des demi-réactions de réduction pour prédire :
 - si deux réactifs donnés vont réagir spontanément
 - si la réaction directe ou inverse sera celle qui est spontanée, à partir d'une équation redox globale
 - les produits des réactions redox
- Distribuer aux élèves une liste d'équations représentant des réactions redox. Leur demander de déterminer le nombre d'oxydation de chacun des atomes de chaque substance. S'assurer que les élèves utilisent systématiquement les règles permettant de déterminer le nombre d'oxydation. Demander aux élèves de comparer le nombre d'oxydation de chacun des atomes dans les réactifs et dans les produits, et d'identifier les changements comme étant soit une réduction, soit une oxydation, ou ni l'un ni l'autre. Noter s'ils peuvent :
 - identifier l'agent oxydant comme étant la substance contenant l'atome réduit et l'agent réducteur comme étant la substance contenant l'atome oxydé
 - décrire le transfert d'électrons qui se produit entre l'agent oxydant et l'agent réducteur

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie
- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- Collisions
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série Électrochimie

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra équilibrer des équations de demi-réactions redox et des réactions globales, effectuer des dosages redox et des calculs qui y sont reliés.

L'élève pourra :

- équilibrer l'équation d'une demi-réaction en solution (acide, basique et neutre)
- équilibrer une réaction redox nette sous forme ionique en solution acide ou basique
- écrire les équations pour des demi-réactions de réduction et d'oxydation à partir de l'équation de la réaction redox
- identifier les réactifs et les produits de réaction de plusieurs réactions redox menées au laboratoire et équilibrer les équations
- choisir un réactif approprié pour effectuer un dosage redox afin de déterminer la concentration d'une substance en solution
- déterminer la concentration d'une substance en solution en effectuant un dosage redox

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Les réactions redox sont couramment considérées comme étant la base des procédés employés en chimie analytique quantitative. L'analyse quantitative est une méthode servant à calculer les quantités de substances intervenant dans une réaction chimique; elle nécessite des équations équilibrées afin que l'on puisse déterminer les quantités stoechiométriques des réactifs et des produits de réaction. Les réactions redox sont souvent difficiles à équilibrer à partir d'un simple examen de l'équation. Des méthodes systématiques sont introduites pour équilibrer les équations des réactions redox.

- À partir des réactifs et des produits de réaction seulement, demander aux élèves d'écrire les demi-réactions équilibrées en solution acide, basique ou neutre. Se servir de moyens mnémotechniques pour décrire les étapes du procédé requis pour équilibrer les demi-réactions (équilibrer les atomes principaux d'abord, les atomes d'oxygène, ensuite, et enfin, les atomes d'hydrogène et les charges en utilisant les électrons).
- Donner aux élèves l'occasion d'équilibrer diverses équations redox.
- Demander aux élèves de préparer une solution standardisée en effectuant plusieurs dosages ou de déterminer la concentration d'une solution.
- Confier aux élèves la tâche de concevoir un dosage redox en prenant soin d'inclure une sélection des réactifs pertinents, à partir d'une table des demi-réactions de réduction.
- Demander aux élèves d'effectuer une recherche sur les réactions redox utilisées pour effectuer des analyses (analyse de l'haleine, analyse de sang, contamination de l'eau, analyse du contenu en minéraux, etc.), puis d'en faire une démonstration tout en les décrivant, ou de présenter un compte rendu pertinent.
- Demander aux élèves d'élaborer un organigramme montrant les étapes requises pour équilibrer une réaction redox (p. ex. le modèle d'échelon).

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leurs connaissances lorsqu'ils peuvent effectuer systématiquement un dosage redox afin de déterminer la concentration d'une substance inconnue en solution et d'équilibrer correctement une réaction redox.

- Pendant que les élèves effectuent un dosage redox, observer leur travail et leur transmettre de l'information en retour concernant les procédés dont ils se servent, et en particulier leur utilisation adéquate et précise de l'équipement. Leur demander d'expliquer pourquoi un réactif particulier a été choisi pour réagir avec l'ion Fe^{2+} . Évaluer leur compte rendu en fonction :
 - de l'utilisation pertinente des techniques de laboratoire
 - de la disposition claire et logique des données et des résultats
 - de la précision caractérisant les résultats du dosage
 - du caractère détaillé des observations
 - de l'exactitude des équations représentant les réactions (y compris les demi-réactions, ainsi que l'équation globale correctement équilibrée de la réaction redox)
 - de l'explication se rapportant au choix des réactifs pertinents
- Lorsque les élèves équilibrent les équations de réactions redox, vérifier leur travail pour vous assurer s'ils peuvent :
 - écrire correctement les équations
 - suivre une démarche systématique pour équilibrer les équations redox
 - disposer leur travail de façon claire et logique
- Examiner jusqu'à quel point les renseignements contenus dans les comptes rendus ou dans les démonstrations :
 - sont complets et précis
 - portent essentiellement sur un contenu chimique pertinent
 - sont présentés avec clarté (y compris des moyens visuels, des graphiques et des tableaux, lorsqu'il y a lieu)

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

*Vidéo*

- série Électrochimie

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra décrire les principes gouvernant le fonctionnement de diverses piles électrochimiques.

L'élève pourra :

- définir, construire et nommer les différentes composantes d'une pile électrochimique
- identifier les demi-réactions qui ont lieu à chacune des électrodes
- prédire la direction du mouvement de chaque type d'ions de la pile
- prédire la direction du flux d'électrons dans un circuit extérieur
- prédire quelle électrode subira une augmentation de sa masse et laquelle subira une diminution lorsque la pile est en opération
- prédire le potentiel de pile lorsque l'équilibre est atteint
- déterminer le voltage des demi-réactions de réduction par des agents oxydants en comparant plusieurs piles
- décrire la signification de la quantité E° d'une pile électrochimique
- prédire le potentiel standard de pile (E°) d'une pile électrochimique en utilisant la table des demi-réactions
- prédire la spontanéité de la réaction directe ou inverse à partir de la valeur de E° de la réaction redox
- décrire comment les concepts d'électrochimie peuvent être utilisés dans diverses applications pratiques

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

La production d'électricité dans les piles électrochimiques d'usage courant s'effectue à partir d'une réaction redox spontanée. Les élèves conçoivent deux demi-piles de manière telle que le transfert d'électrons se produise par un circuit extérieur. Ils utilisent une table des potentiels de réduction standard pour les demi-piles afin de prédire la réaction et la spontanéité et de calculer le potentiel de la pile.

- Demander aux élèves de construire plusieurs piles électrochimiques, d'observer les demi-réactions à chacune des électrodes, de mesurer le voltage et d'examiner quelques facteurs pouvant avoir un effet sur le voltage de la pile. Leur demander ensuite de dessiner un diagramme indiquant l'anode, la cathode, le pont salin, l'électrolyte, le flux d'électrons et la migration des ions pour chacune des piles conçues. Encourager les élèves à utiliser des moyens mnémotechniques pour déterminer la direction du flux des électrons, et notamment :
 - AVEC (Anode VErS Cathode)
 - «oxydation à l'anode et réduction à la cathode»
 - «Anion à l'Anode et Cation à la Cathode»
 - ANO (Anion, ion Négatif, Oxydation) et CPR (Cathode, ion Positif, Réduction)
- Montrer une vidéo illustrant les aspects théoriques ainsi que les applications des piles électrochimiques, et demander aux élèves de remplir une fiche d'activité sommaire.
- Demander aux élèves d'effectuer une recherche et de présenter un compte rendu sur la conception et le mode d'opération de certaines piles spéciales (p. ex. sur les piles au plomb, les piles alcalines, les piles à combustible, les piles au mercure et les piles rechargeables).
- Demander aux élèves de construire des piles non courantes en utilisant des matériaux tels que des citrons, des pommes de terre et des cornichons.
- Confier aux élèves la tâche de préparer un jeu de rôle pour illustrer le comportement d'une particule, ou encore de rédiger un dialogue en se plaçant du point de vue d'une particule (p. ex. un électron, un anion ou un cation) évoluant dans une pile électrochimique : «Montrez ou décrivez ce qui vous arrive lorsque la cellule est connectée.»

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves manifestent leur compréhension relative aux piles électrochimiques lorsqu'ils conçoivent et construisent de telles piles et qu'ils en expliquent le fonctionnement.

- Lorsque les élèves construisent des piles électrochimiques et qu'ils en expliquent le fonctionnement, vérifier s'ils peuvent :
 - observer, mesurer, et consigner leurs résultats avec précision
 - organiser leur travail d'une façon claire
 - identifier correctement les données de leurs diagrammes
 - inclure toute l'information requise
- Les comptes rendus des élèves concernant la construction de piles électrochimiques doivent montrer clairement qu'ils peuvent :
 - expliquer l'utilité du pont salin
 - déterminer la direction du flux d'électrons dans le circuit extérieur
 - écrire les équations des demi-réactions ainsi que l'équation globale, équilibrée de la réaction redox
 - utiliser l'équation permettant de déterminer comment les électrodes, le potentiel de pile et les concentrations des solutions changeront lorsque la pile sera en opération
- Donner aux élèves une série de questions pour lesquelles ils devront calculer le E° afin de déterminer la spontanéité de la réaction. Évaluer leur travail en fonction de la précision et de l'organisation.
- Avant qu'ils ne commencent à rédiger leur compte rendu, transmettre aux élèves la liste des critères qui serviront à l'évaluation. Encourager les élèves à tenir compte de cette liste au moment de réviser leurs travaux, soit avant de les présenter. Ils peuvent aussi indiquer la cote ou la note qu'ils estiment mériter et en donner les raisons. Les critères établis peuvent porter essentiellement sur les aspects suivants :
 - l'application des principes de chimie
 - la communication de renseignements complets et précis
 - l'identification pertinente des éléments constituant les diagrammes
 - la présentation claire du travail et la conformité au modèle établi

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne
- L'enjeu de la chimie

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra expliquer pourquoi les métaux subissent la corrosion et comment celle-ci peut être évitée.

L'élève pourra :

- décrire les conditions nécessaires pour que le phénomène de corrosion puisse se produire
- analyser le processus de corrosion à l'aide de la terminologie de l'électrochimie
- suggérer diverses méthodes de prévention ou d'inhibition de la corrosion des métaux
- décrire et expliquer le principe de la protection cathodique

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Le fer est le matériau de construction le plus couramment utilisé. La corrosion du fer est une réaction redox qui s'effectue en présence d'oxygène et d'eau. Cette réaction entraîne la formation d'un produit d'oxydation (la rouille) qui s'écaille facilement, et ceci a pour effet d'exposer aux agents oxydants le métal non encore touché. Il est possible d'empêcher ou de retarder la corrosion à l'aide de différentes techniques ou substances anticorrosion.

- Demander aux élèves d'effectuer et d'interpréter une série de réactions entre des clous en fer et diverses solutions et substances qui provoquent la corrosion. Leur demander ensuite d'élaborer une liste de facteurs pouvant retarder la corrosion et de formuler les équations de demi-réactions et les équations globales comprises dans ce processus.
- Distribuer aux élèves deux clous chacun (non galvanisés) en leur donnant pour tâche de les protéger contre la corrosion lorsqu'ils sont plongés dans un tube à essai rempli d'eau salée. Pour ce qui concerne le premier clou, les élèves peuvent utiliser n'importe quelle forme de protection qu'ils désirent pour la surface entière du clou à condition que celui-ci puisse entrer dans le tube à essai. Pour ce qui est du second clou, au moins la moitié du clou doit rester exposée. Pour accélérer le test, on peut placer les tubes à essai dans une étuve pendant quarante-huit heures. Seuls les élèves qui ont utilisé le concept de protection cathodique (suite à la lecture de leurs notes de cours) seront en mesure de protéger entièrement les deux clous de la corrosion.
- Encourager les élèves à se livrer à un exercice de remue-méninges à partir de leurs propres expériences; leur demander ensuite d'établir une liste de méthodes permettant de prévenir la corrosion et d'expliquer pourquoi ces méthodes sont efficaces.
- Proposer aux élèves d'effectuer une recherche et de présenter un compte rendu sur les facteurs environnementaux pouvant provoquer la corrosion (le sel, l'humidité, la température, la pollution, etc.).

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent leurs connaissances relatives au processus de corrosion lorsqu'ils effectuent des expériences de laboratoire et présentent des comptes rendus s'y rapportant.

- Lorsque les élèves effectuent des expériences de laboratoire sur la corrosion, vérifier dans leur compte rendu s'ils peuvent :
 - observer, analyser et consigner les changements avec précision
 - identifier les conditions qui peuvent avoir un effet sur la corrosion
 - écrire correctement les équations (en utilisant les formules et les charges électriques pertinentes)
- Lorsque les élèves exécutent l'activité au cours de laquelle ils doivent protéger deux clous non galvanisés contre la corrosion par l'eau salée, évaluer leur travail en analysant la quantité de rouille. (Cette expérience peut faire l'objet d'une autoévaluation ou d'une évaluation par les pairs.)
Accorder les notes à l'aide d'une grille semblable à celle-ci :
 - 2 points : aucun clou ne présente de signe de corrosion
 - 1 point : il est manifeste que l'élève a tenté quelque peu de protéger le clou
 - 0 : présence de corrosion
- Lorsque les élèves effectuent une recherche et présentent un compte rendu sur la corrosion, évaluer leur projet en fonction de critères qui ont fait l'objet de discussions avec eux auparavant, et notamment :
 - un contenu chimique complet et précis (p. ex. les élèves peuvent décrire les conditions requises pour que la corrosion se produise; ils peuvent décrire le processus de corrosion à l'aide de termes électrochimiques; et examiner plusieurs méthodes, y compris la protection cathodique, pour empêcher la corrosion)
 - des conclusions logiques fondées sur l'information découlant de la recherche
 - l'utilisation pertinente des équations, des concepts de chimie et de la terminologie
 - l'utilisation efficace de graphiques et de tableaux
 - le respect des lignes directrices définies en classe au sujet de la présentation, y compris le modèle établi

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne

*Vidéo*

- série Électrochimie

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE PRESCRITS

L'élève pourra décrire les principes gouvernant le fonctionnement des piles électrolytiques (ou cellules à électrolyse).

L'élève pourra :

- définir l'électrolyse et le concept de *pile électrolytique*
- construire et nommer les parties d'une pile électrolytique pouvant électrolyser un sel en solution aqueuse (l'utilisation d'une surtension n'est pas nécessaire)
- prédire la direction du flux de tous les ions dans la pile
- écrire l'équation de la demi-réaction se produisant à chaque électrode
- indiquer les principes gouvernant le processus de galvanoplastie simple
- construire une pile électrolytique pouvant galvaniser un objet par électrolyse
- décrire les aspects électrolytiques des processus de raffinement des métaux
- dessiner et nommer les parties d'une pile électrolytique utilisée pour l'électrolyse d'un sel binaire fondu

STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT PROPOSÉES

Les cellules d'électrolyse ont besoin d'une source extérieure de courant électrique direct en raison du caractère non spontané de la réaction redox qui s'y produit. L'électrolyse est utilisée pour décomposer l'eau et recharger les batteries, et elle sert à la fabrication de nombreux produits chimiques, de métaux et de produits utilisés dans l'industrie. Une cellule d'électrolyse n'a qu'un seul électrolyte (soit une solution ou une substance fondue) et les électrodes peuvent être inertes ou réactives.

- Demander aux élèves de construire plusieurs cellules d'électrolyse et d'électrolyser différentes solutions. Leur demander d'observer les demi-réactions à chacune des électrodes et d'interpréter les résultats en fonction des potentiels de réduction.
- Demander aux élèves de construire des cellules à électrolyse pouvant servir à plaquer un objet avec du cuivre.
- Faire la démonstration devant la classe de l'électrolyse d'une substance fondue (p. ex. le chlorure de zinc).
- Présenter aux élèves une vidéo illustrant des concepts tels que l'électrolyse de substances fondues, ainsi que les applications industrielles de l'électrolyse. Demander aux élèves de remplir une fiche d'activité sommaire.
- Demander aux élèves d'effectuer une recherche et de présenter un compte rendu sur les procédés industriels liés à l'électrolyse tels que la production de l'aluminium, l'électroraffinage des métaux, la galvanoplastie, le procédé chloro-alcalin et le procédé Downs. La visite d'une industrie locale pourrait faire partie de la recherche.
- Demander aux élèves de rédiger un scénario présentant le point de vue d'une particule (un électron, un cation, un anion, etc.) intervenant dans une cellule à électrolyse : «Décrivez ce qui vous arrive lorsque la cellule est connectée.».

STRATÉGIES D'ÉVALUATION PROPOSÉES

Les élèves montrent leur niveau d'apprentissage lorsqu'ils construisent diverses cellules à électrolyse et qu'ils se servent de leurs connaissances pour en expliquer le fonctionnement.

- Lorsque les élèves dessinent et identifient les diverses composantes de différents types de cellules à électrolyse (y compris celles qu'ils ont eux-mêmes construites), vérifier s'ils peuvent :
 - identifier correctement toutes les composantes de la cellule
 - prédire et écrire les équations des demi-réactions aux deux électrodes
 - écrire les équations des réactions redox globales, équilibrées
 - discuter de l'utilisation pratique et des applications
 - calculer le voltage minimum pour que la cellule fonctionne
- Élaborer avec les élèves les critères devant servir à l'évaluation de leur compte rendu ou de leur présentation orale. Vérifier si leurs travaux comportent notamment :
 - des renseignements complets, clairs et précis
 - un contenu chimique précis
 - des détails pertinents et dignes d'intérêt
 - l'utilisation pertinente des équations, des concepts chimiques et de la terminologie (lorsqu'il y a lieu)
 - l'utilisation efficace de graphiques et de tableaux (lorsqu'il y a lieu)
 - le respect des lignes directrices établies en classe en ce qui a trait à la présentation

RESSOURCES D'APPRENTISSAGE RECOMMANDÉES

*Imprimé*

- Chimie : chimie des solutions
- Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée
- La chimie : une approche moderne



ANNEXES

Chimie 11 et 12



ANNEXE A

Résultats d'apprentissage

Chimie 11

<p>► INTRODUCTION À LA CHIMIE (Mesures de sécurité au laboratoire)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • établir la liste du matériel de sécurité et de protection disponibles dans le laboratoire • décrire comment et en quelles circonstances utiliser le matériel de sécurité • identifier, sur un plan de l'école, l'emplacement des avertisseurs d'incendie les plus proches ainsi que les sorties de secours pertinentes • dresser une liste de personnes, autres que l'enseignant, ayant une formation en premiers soins • décrire les dangers les plus courants au laboratoire • décrire la marche à suivre ou la technique pertinentes à employer en cas de dangers particuliers • dresser une liste des règles générales de sécurité à suivre au cours d'une séance de laboratoire • faire preuve d'un comportement responsable relativement à la sécurité au laboratoire
<p>► INTRODUCTION À LA CHIMIE (Les mesures et la communication des résultats)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • utiliser les unités de base du système international d'unités (SI) et les unités dérivées couramment employées en chimie • se montrer capable d'effectuer des mesures de masse, de volume (de liquide) et de température • décrire la nature imprécise de toute mesure • déterminer le nombre de chiffres significatifs dans une quantité mesurée et établir le lien avec l'incertitude inhérente à la mesure • arrondir les résultats calculés au nombre pertinent de chiffres significatifs • déterminer correctement l'unité d'une quantité dérivée • établir si les résultats numériques découlant d'une expérience scientifique sont acceptables en tenant compte de l'incertitude liée à ces résultats • communiquer les données et les résultats sous une forme claire et compréhensible

<p>▶ INTRODUCTION À LA CHIMIE (<i>La matière et les changements de la matière</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • donner une définition de la <i>matière</i> • décrire la chimie comme étant la science qui étudie la composition, les propriétés et les comportements de la matière • décrire, avec exemples à l'appui, différentes formes et propriétés de la matière • établir la distinction entre une observation et une interprétation • décrire les types de changements qui peuvent être observés lorsque la matière est chauffée, combinée ou séparée • établir la distinction entre un changement physique et un changement chimique • classer une substance comme étant soit un solide, soit un liquide ou un gaz et en décrire les différentes propriétés • définir le <i>point d'ébullition</i>, le <i>point de congélation</i> et le <i>point de fusion</i> • décrire les mouvements moléculaires élémentaires et les arrangements moléculaires propres aux solides, aux liquides et aux gaz • établir le lien entre les changements de température qui se produisent lors de changements de phase d'une part, et les mouvements et les arrangements moléculaires d'autre part
<p>▶ LES ATOMES, LES MOLÉCULES ET LES IONS (<i>Classification</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • décrire une substance à partir de l'ensemble unique de ses propriétés observables • classer une substance donnée comme étant un élément, un corps composé ou un mélange en utilisant les propriétés de cette substance • décrire différentes manières de séparer une substance d'autres substances • établir le lien entre les caractéristiques et les propriétés observables des éléments, des corps composés et des mélanges, et les concepts d'atome et de molécule • définir l'<i>atome</i>, la <i>molécule</i> et l'<i>ion</i>

<p>► LES ATOMES, LES MOLÉCULES ET LES IONS (<i>Nomenclature</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • écrire les symboles chimiques représentant des éléments et les formules représentant des ions à partir de tableaux pertinents • donner le nom de composés ioniques à partir de leur formule et écrire la formule à partir de leur nom • nommer des composés covalents à partir de leur formule en utilisant le système de nomenclature avec préfixes, et écrire la formule à partir de son nom • prédire la formule de composés covalents en connaissant la formule d'un autre composé contenant un ou plusieurs éléments de la (des) même(s) famille(s) • donner le nom et la formule de certains acides communs
<p>► LE CONCEPT DE MOLE (<i>Introduction</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • expliquer comment la masse atomique est une quantité relative • identifier la mole comme étant l'unité utilisée pour compter le nombre d'atomes, de molécules ou d'ions • définir le concept de <i>mole</i> • déterminer la masse molaire d'un élément ou d'un composé • effectuer des calculs montrant la relation qui existe entre le nombre de particules, le nombre de moles et la masse
<p>► LE CONCEPT DE MOLE (<i>Le volume molaire des gaz</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • énoncer l'hypothèse d'Avogadro • déterminer expérimentalement le volume molaire d'un gaz sous des conditions ambiantes de température et de pression • établir le volume molaire d'un gaz sous des conditions normales de température et de pression (CNTP) • calculer le nombre de moles ou la masse d'un gaz à partir de son volume, sous des conditions normales de température et de pression, et vice versa
<p>► LE CONCEPT DE MOLE (<i>La composition en pourcentage</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • comparer la formule empirique à la formule moléculaire d'un composé chimique et établir la différence entre les deux • déterminer la composition pondérale en pourcentage d'un composé à partir de sa formule • déterminer la formule empirique d'un composé à partir de sa composition pondérale en pourcentage • déterminer la formule moléculaire d'un composé à partir de sa masse moléculaire et de sa formule empirique

<p>► LE CONCEPT DE MOLE (La molarité)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • décrire la molarité (mol/L ou M) comme étant une mesure de la concentration molaire • préparer une solution standard • effectuer des calculs relatifs à la masse (ou au nombre de moles) de soluté, au volume de solution et à la molarité • calculer la concentration obtenue lorsqu'un volume donné d'une solution standard est dilué avec de l'eau et amené à un volume donné
<p>► LES RÉACTIONS CHIMIQUES (Introduction)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • définir le concept de <i>réactif</i> et de <i>produit de réaction</i> • observer et consigner les changements qui se produisent au cours d'une réaction chimique • décrire les réactions chimiques comme étant un processus comportant des réarrangements d'atomes suite à la dissociation d'anciennes liaisons et à la formation de nouvelles • recueillir des données expérimentales conduisant à la loi de la conservation de la masse • appliquer la loi de la conservation de la masse à l'équation d'une réaction chimique en vue de prouver que le nombre d'atomes est conservé au cours de la réaction • équilibrer les équations représentant diverses réactions chimiques • utiliser une notation avec indices pour représenter les solides, les liquides, les gaz et les solutions aqueuses • établir une classification, prédire les produits de réaction et équilibrer les équations représentant les réactions chimiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - synthèse - décomposition - remplacement simple - remplacement double - combustion - neutralisation acide-base • définir une réaction <i>endothermique</i> et une réaction <i>exothermique</i> • classer des réactions comme étant soit endothermique, soit exothermique en s'appuyant sur des observations expérimentales • établir le lien entre les transferts d'énergie et la rupture ou la formation de liaisons chimiques • écrire les équations représentant des réactions chimiques en y incluant le terme décrivant le transfert d'énergie

<p>► LES RÉACTIONS CHIMIQUES (<i>La stoechiométrie</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • établir le lien entre les coefficients stoechiométriques d'une équation équilibrée et le nombre relatif d'atomes ou de molécules (le rapport molaire) des réactifs et des produits de réaction intervenant dans la réaction chimique • effectuer des calculs relatifs aux réactions chimiques en utilisant n'importe laquelle des variables suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - le nombre de molécules - le nombre de moles - la masse - le volume gazeux sous des conditions normales de température et de pression - la concentration et le volume de la solution • effectuer des calculs faisant intervenir des réactifs limitants
<p>► LA THÉORIE ATOMIQUE (<i>Introduction</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • décrire les premiers modèles représentant la structure atomique • décrire la position relative, au sein de l'atome, d'un proton, d'un neutron et d'un électron ainsi que leur masse et leur charge • identifier le nombre atomique d'un élément à partir du tableau périodique • calculer le nombre de protons et d'électrons d'un atome ou d'un ion • donner la définition d'un <i>isotope</i> et expliquer ce concept en fonction de la structure atomique • calculer le nombre de neutrons, de protons et d'électrons d'un isotope particulier d'un atome ou d'un ion donné à partir du nombre de masse de l'isotope et de la charge de l'ion • calculer la masse atomique moyenne d'un élément à partir de données concernant ses isotopes • décrire un arrangement électronique simplifié pour les vingt premiers éléments

<p>▶ LA THÉORIE ATOMIQUE (Le tableau périodique)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • classer les éléments comme étant des métaux, des non-métaux, ou des métaux de transition et les situer dans le tableau périodique • décrire les similitudes et les tendances parmi les éléments en utilisant des propriétés telles que : le point de fusion, l'énergie d'ionisation, le rayon atomique, la réactivité chimique, la charge ionique et la conductivité • établir la distinction entre la classification des éléments dans les premiers tableaux périodiques (fondés sur la masse atomique) et la classification moderne (fondée sur le nombre atomique) • identifier les familles suivantes d'éléments : métaux alcalins, métaux alcalino-terreux, halogènes et gaz rares • décrire quelques propriétés des métaux alcalins, des métaux alcalino-terreux, des halogènes et des gaz rares • établir le lien entre la stabilité des gaz rares et l'arrangement électronique des atomes dans les gaz rares • prédire la probabilité des gains ou des pertes d'électrons pour les éléments des colonnes 1, 2, 13, 15, 16 et 17 afin d'atteindre la stabilité • établir le lien entre la charge électrique observée sur les ions monoatomiques des éléments métalliques et des éléments non métalliques d'une part, et le nombre d'électrons perdus ou gagnés d'autre part • prédire les caractéristiques des éléments à partir des caractéristiques d'un élément appartenant à la même famille • prédire le caractère métallique d'un élément en se fondant sur son emplacement dans le tableau périodique
<p>▶ LA THÉORIE ATOMIQUE (La liaison chimique)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • définir la <i>liaison covalente</i> et la <i>liaison ionique</i> • définir la notion d'<i>electron de valence</i> • expliquer pourquoi une liaison chimique met en oeuvre des électrons de valence • dessiner un diagramme électronique de Lewis pour un atome • déterminer le type le plus probable de liaison chimique (ionique ou covalente) à partir d'une formule chimique • dessiner un diagramme électronique de Lewis et une formule structurale représentant des molécules et des ions simples et en déduire la formule moléculaire

<p>► LA CHIMIE DES SOLUTIONS (Introduction)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • définir une <i>solution</i> comme étant un mélange homogène • classer une solution comme étant un système qui n'est ni un solide pur ni un liquide et ni un gaz • identifier le soluté et le solvant comme étant les composantes d'une solution • décrire les causes de la polarité d'une molécule • décrire différents solvants communs comme étant soit un solvant polaire, ou un solvant non polaire • à partir d'observations, établir des déductions relatives à la solubilité de solutés polaires et non polaires dans des solvants polaires et non polaires • utiliser les observations effectuées au laboratoire pour décrire la conductivité relative de divers solutés en solution aqueuse • résumer les résultats d'une expérience relative à la conductivité en ce qui a trait aux types de solutés qui peuvent conduire l'électricité en solution aqueuse • proposer un mécanisme permettant d'expliquer la conductivité de sels solubles dans l'eau • écrire les équations de dissociation ou d'ionisation représentant la dissolution de plusieurs substances et donnant des solutions conductrices • calculer la molarité de chacun des ions d'un sel en solution à partir de la molarité de la solution • calculer la concentration de chacun des ions lorsque deux solutions de concentration et de volume connus sont mélangées (en supposant qu'il n'y a aucune réaction entre les produits)
<p>► LA CHIMIE ORGANIQUE (Introduction)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • reconnaître le caractère spécial de l'atome de carbone en ce qui a trait aux liaisons multiples qu'il peut générer • reconnaître l'atome de carbone comme étant l'«épine dorsale» des molécules de la chimie organique • établir le lien entre la chimie organique et les plastiques, les combustibles, les produits pharmaceutiques, les pesticides, les insecticides, les solvants et les produits synthétiques • identifier les sources principales de produits organiques • décrire une application industrielle précise de la chimie organique

<p>▶ LA CHIMIE ORGANIQUE (Les hydrocarbures)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none">• définir un <i>hydrocarbure</i>, un <i>alcane</i>, un <i>alcène</i>, un <i>alcyne</i>, un <i>composé cyclique</i> et un <i>composé aromatique</i> comme étant des composés organiques• identifier un hydrocarbure comme étant saturé ou non saturé• comparer la géométrie d'une liaison simple, double et triple prenant place entre deux atomes de carbone• comparer la faculté avec laquelle des liaisons simple, double et triple peuvent effectuer une rotation• donner le nom d'alcane, d'alcènes et d'alcynes jusqu'à dix carbones et en dessiner la structure• reconnaître et identifier les groupes fonctionnels suivants : méthyl-, éthyl-, fluoro-, chloro-, bromo- et iodo-• donner le nom d'alcane simple substitué jusqu'à C₁₀ et en dessiner la structure• identifier les isomères cis et trans des alcènes• dessiner la structure d'un anneau benzénique
<p>▶ LA CHIMIE ORGANIQUE (Les groupes fonctionnels)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none">• décrire le terme <i>groupe fonctionnel</i> et établir un lien entre la présence de groupes fonctionnels et la méthode de classification des composés organiques• identifier un composé organique comme étant un alcool, un aldéhyde, une cétone, un éther, un acide organique, un ester, une amine ou un amide, à partir du schéma de sa structure• donner le nom d'alcool simple et en dessiner la structure• décrire comment un ester peut être préparé par la réaction d'un alcool avec un acide organique et comment il peut être identifié (par son odeur)



ANNEXE A

Résultats d'apprentissage
Chimie 12

Les résultats d'apprentissage prescrits pour Chimie 12 ont été codés afin de faciliter la tâche des personnes qui font la compilation des examens provinciaux.

<p>► A : LA CINÉTIQUE CHIMIQUE (Introduction)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>A1. donner des exemples de réactions se produisant à des vitesses différentes</p> <p>A2. décrire la vitesse de réaction en fonction de certaines quantités (substances produites ou consommées) par unité de temps</p> <p>A3. déterminer expérimentalement la vitesse d'une réaction chimique</p> <p>A4. identifier les propriétés qui peuvent être contrôlées afin de déterminer la vitesse de réaction</p> <p>A5. reconnaître certains facteurs qui contrôlent les vitesses de réaction</p> <p>A6. comparer entre eux des facteurs ayant un effet sur les vitesses de réactions homogènes et hétérogènes, et en faire ressortir les différences</p> <p>A7. décrire des situations où la vitesse de réaction doit être contrôlée</p>
<p>► B : LA CINÉTIQUE CHIMIQUE (Théorie des collisions)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>B1. montrer qu'il connaît les faits suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les réactions résultent de collisions entre particules qui réagissent entre elles - toutes les collisions ne résultent pas en une réaction entre les particules présentes - une quantité d'énergie cinétique suffisante et une géométrie favorable sont nécessaires à la réaction entre les particules - afin d'augmenter le taux de réaction entre des particules, la fréquence du nombre de collisions efficaces doit être augmentée - des transferts d'énergie se produisent au cours des réactions en raison de la dissociation et de la formation de liaisons <p>B2. décrire le complexe activé en fonction de son énergie potentielle (EP), de sa stabilité et de sa structure</p> <p>B3. définir l'énergie d'activation</p> <p>B4. décrire la relation qui existe entre l'énergie d'activation et la vitesse de réaction</p> <p>B5. décrire les transformations de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle lorsque les molécules réagissantes s'approchent l'une de l'autre</p> <p>B6. dessiner un graphique de l'énergie potentielle et identifier les étapes de la réaction pour des réactions exothermiques et endothermiques, en incluant la différence d'enthalpie (ΔH), l'énergie d'activation et l'énergie du complexe activé</p> <p>B7. relier le signe du changement d'enthalpie (ΔH) au fait que la réaction est endothermique ou exothermique</p> <p>B8. écrire une équation chimique en y incluant le terme énergétique (pour une valeur donnée de la différence d'enthalpie ΔH) et vice versa</p> <p>B9. décrire le rôle des facteurs suivants relativement à la vitesse d'une réaction</p> <ul style="list-style-type: none"> - la nature des réactifs - les concentrations des réactifs - la température - la surface de contact

<p>► C : LA CINÉTIQUE CHIMIQUE (<i>Les mécanismes de réaction et les catalyseurs</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>C1. utiliser des exemples pour illustrer le fait que la plupart des réactions chimiques s'effectuent en plusieurs étapes</p> <p>C2. décrire un mécanisme de réaction comme étant constitué d'une série d'étapes (collisions) et résultant en une réaction globale</p> <p>C3. définir un <i>catalyseur</i></p> <p>C4. comparer les diagrammes d'énergie potentielle pour une réaction s'effectuant en présence d'un catalyseur et pour une réaction s'effectuant en l'absence de catalyseur, et établir la distinction entre eux, en fonction : - du mécanisme réactionnel - de la différence d'enthalpie - de l'énergie d'activation</p> <p>C5. identifier les réactifs, les produits de réaction, les produits intermédiaires et les catalyseurs dans un mécanisme de réaction donné</p> <p>C6. décrire l'utilisation de catalyseurs particuliers dans diverses situations</p>
<p>► D : L'ÉQUILIBRE DYNAMIQUE (<i>Introduction</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>D1. décrire la nature réversible de la plupart des réactions chimiques</p> <p>D2. désigner les chemins réversibles suivis par une réaction chimique sur un diagramme de l'énergie potentielle</p> <p>D3. établir le lien entre les changements dans les vitesses de réactions directes et inverses et les changements de concentration des réactifs et des produits de réaction au fur et à mesure qu'un équilibre est atteint</p> <p>D4. décrire l'équilibre chimique comme étant un système fermé à température constante : - dont les propriétés macroscopiques sont constantes - où les vitesses des réactions directes et inverses sont égales - qui peut être atteint en direction directe ou inverse - où les concentrations des réactifs et des produits de réaction sont constantes</p> <p>D5. décrire la nature dynamique de l'équilibre chimique</p> <p>D6. déduire qu'un système qui n'est pas en équilibre a tendance à se déplacer vers un état d'équilibre</p> <p>D7. déterminer qualitativement les changements d'entropie et d'enthalpie à partir d'une équation chimique</p> <p>D8. établir que les systèmes ont tendance à se déplacer vers un état d'enthalpie minimum et d'entropie maximum (désordre maximum)</p> <p>D9. prédire le résultat d'une réaction chimique lorsque les facteurs enthalpique et entropique : - favorisent ensemble la formation des produits de réaction - favorisent ensemble les réactifs - s'opposent l'un à l'autre</p>

<p>► E : L'ÉQUILIBRE DYNAMIQUE (<i>Le principe de Le Chatelier</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>E1. décrire le terme <i>déplacement</i> lorsque celui-ci s'applique à l'équilibre chimique</p> <p>E2. appliquer le principe de Le Chatelier au déplacement de l'équilibre en tenant compte des facteurs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - changement de température - changement de concentration - changement de volume dans des systèmes gazeux <p>E3. expliquer les déplacements décrits ci-dessus à l'aide des concepts liés à la cinétique chimique</p> <p>E4. décrire l'effet d'un catalyseur sur l'équilibre dynamique</p> <p>E5. appliquer le concept d'équilibre à des processus utilisés dans le commerce ou l'industrie</p>
<p>► F : L'ÉQUILIBRE DYNAMIQUE (<i>La constante d'équilibre</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>F1. recueillir et interpréter des données sur la concentration des réactifs et des produits de réaction d'un système à l'équilibre</p> <p>F2. écrire l'expression de la constante d'équilibre à partir de l'équation d'un système homogène ou hétérogène à l'équilibre</p> <p>F3. établir le rapport entre la position d'équilibre et la valeur de la constante d'équilibre et vice versa</p> <p>F4. prédire les effets (ou l'absence d'effet) qu'entraînent, sur la constante d'équilibre, des changements dans les quantités suivantes : température, pression, concentrations, surface de contact et catalyseur</p> <p>F5. calculer la valeur de la constante d'équilibre à partir des concentrations à l'équilibre des réactifs et des produits</p> <p>F6. calculer la valeur de la constante d'équilibre à partir des concentrations initiales des réactifs et des produits ainsi que d'une concentration à l'équilibre</p> <p>F7. calculer les concentrations à l'équilibre des réactifs et des produits à partir de la valeur de la constante d'équilibre et des concentrations initiales</p> <p>F8. déterminer si un système est à l'équilibre; sinon, déterminer dans quel sens il évoluera pour atteindre un équilibre à partir des concentrations des réactifs et des produits</p>

<p>▶ G : LES ÉQUILIBRES DE SOLUBILITÉ (<i>Le concept de solubilité</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> G1. classer des solutions comme étant ioniques ou moléculaires à partir de la formule du soluté G2. décrire les conditions nécessaires pour former une solution saturée G3. décrire la solubilité comme étant la concentration d'une substance dans une solution saturée G4. utiliser des unités pertinentes pour représenter la solubilité de substances en solution aqueuse G5. mesurer la solubilité d'un composé en solution aqueuse G6. décrire l'équilibre qui existe dans une solution aqueuse saturée G7. écrire l'équation-bilan ionique qui décrit une solution saturée G8. calculer la concentration des ions positifs et négatifs à partir de la concentration d'un soluté en solution aqueuse
<p>▶ H : LES ÉQUILIBRES DE SOLUBILITÉ (<i>Solubilité et précipitation</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> H1. déterminer si un composé possède une solubilité élevée ou faible par rapport à 0,1 M en utilisant une table des solubilités H2. utiliser une table des solubilités pour prédire la formation d'un précipité lorsque deux solutions sont mélangées et pouvoir identifier le précipité H3. écrire une équation, une équation ionique complète et une équation-bilan ionique représentant une réaction de précipitation H4. utiliser une table des solubilités pour prédire si les ions peuvent être séparés de la solution par précipitation et en esquisser le processus H5. prédire les changements qualitatifs de l'équilibre de solubilité lors de l'addition d'un ion commun H6. identifier un ion inconnu à l'aide d'expériences comportant un schéma d'analyse qualitative H7. concevoir un procédé permettant l'élimination des ions contaminants présents dans de l'eau dure ou polluée

<p>► I : LES ÉQUILIBRES DE SOLUBILITÉ (Aspects quantitatifs)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ol style="list-style-type: none"> I1. décrire la constante K_s comme étant un cas particulier de la constante d'équilibre $K_{\text{éq}}$ I2. écrire une expression du K_s pour un équilibre de solubilité I3. calculer le K_s pour des composés de types AB et AB_2 à partir de la solubilité du composé I4. calculer la solubilité de composés de types AB et AB_2 à partir du K_s I5. prédire la formation d'un précipité en comparant le produit ionique d'essai à la valeur du K_s et en utilisant des données précises I6. calculer la concentration maximale d'un ion à partir du K_s et de la concentration d'un autre ion I7. indiquer et décrire une méthode permettant de déterminer la concentration d'un ion particulier
<p>► J : LES ACIDES, LES BASES ET LES SELS (Définitions et propriétés)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <ol style="list-style-type: none"> J1. identifier des acides et des bases à partir d'expériences J2. dresser la liste des propriétés générales des acides et des bases J3. formuler l'équation équilibrée représentant la neutralisation d'un acide par une base en solution J4. définir les <i>acides</i> et les <i>bases d'Arrhénius</i> J5. donner les noms et les formules de quelques bases et acides communs et en décrire brièvement certaines propriétés communes, les usages et les noms commerciaux J6. définir les <i>acides</i> et les <i>bases de Brønsted-Lowry</i> J7. identifier les acides et les bases de Brønsted-Lowry dans une équation J8. formuler des équations équilibrées représentant la réaction d'un acide ou d'une base avec l'eau J9. identifier l'ion H_3O^+ comme étant une molécule d'eau protonée qui peut se représenter sous forme simplifiée par $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ J10. définir une <i>paire conjuguée acide-base</i> J11. identifier l'acide ou la base conjugué(e) d'un acide ou d'une base donné(e) J12. montrer que toute équation acido-basique de Brønsted-Lowry compte deux paires conjuguées

► **K : LES ACIDES, LES BASES ET LES SELS**
(Bases et acides forts et faibles)

L'élève pourra :

- K1. établir un lien entre la conductivité électrique d'une solution et la concentration des ions
- K2. classer un acide ou une base en solution comme étant soit fort(e), soit faible, en comparant sa conductivité à d'autres
- K3. définir un *acide fort* et une *base forte*
- K4. définir un *acide faible* et une *base faible*
- K5. formuler les équations représentant la réaction de dissolution dans l'eau d'un acide fort ou faible et d'une base forte ou faible (dissociation, ionisation)
- K6. comparer la force relative d'un acide ou d'une base en utilisant une échelle d'acidité relative
- K7. reconnaître et expliquer pourquoi l'acide le plus fort en solution aqueuse est H_3O^+ et la base la plus forte en solution aqueuse est OH^-
- K8. prédire, dans un équilibre acide-base, si c'est la formation des produits ou des réactifs qui est favorisée en comparant la force des deux acides (ou des deux bases)
- K9. comparer les concentrations relatives des ions H_3O^+ (ou OH^-) entre deux acides (ou deux bases) en utilisant leur position relative dans un tableau des acidités
- K10. définir le terme *amphotère*
- K11. identifier des composés chimiques amphotères
- K12. décrire des situations dans lesquelles l'eau agit comme une base ou comme un acide

<p>► L : LES ACIDES, LES BASES ET LES SELS (K_e, pH, et pOH)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>L1. écrire les équations représentant l'ionisation de l'eau en utilisant soit le formalisme $[H_3O^+]$ et $[OH^-]$, ou $[H^+]$ et $[OH^-]$</p> <p>L2. écrire l'expression représentant l'équilibre associé à la constante d'équilibre K_e</p> <p>L3. prédire l'effet produit par l'addition d'un acide ou d'une base au système en équilibre : $2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$</p> <p>L4. donner les concentrations relatives en H_3O^+ et OH^- d'un acide, d'une base et d'une solution neutre</p> <p>L5. donner la valeur de K_e à 25 °C</p> <p>L6. décrire le changement de la valeur du K_e avec la température</p> <p>L7. déterminer la concentration en ions H_3O^+ à partir de la concentration en OH^-, et vice versa, en utilisant la valeur du K_e</p> <p>L8. décrire l'échelle de pH en ce qui concerne des solutions utilisées dans la vie courante</p> <p>L9. définir les expressions pH et pOH</p> <p>L10. définir le pK_e, donner sa valeur à 25 °C et son rapport avec le pH et le pOH</p> <p>L11. effectuer des calculs relatifs au pH, au pOH, à la $[H_3O^+]$ et à la $[OH^-]$</p> <p>L12. calculer $[H_3O^+]$ et $[OH^-]$ à partir du pH et du pOH</p>
<p>► M : LES ACIDES, LES BASES ET LES SELS (Résolution de problèmes comportant le K_a et le K_b)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>M1. formuler les expressions des constantes d'équilibre K_a et K_b</p> <p>M2. établir le lien entre la valeur du K_a et du K_b et la force d'un acide et d'une base</p> <p>M3. à partir du K_a et du K_b et de la concentration initiale, calculer les grandeurs suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $[H_3O^+]$ - $[OH^-]$ - pH - pOH <p>M4. calculer la valeur du K_b d'une base à partir de la valeur du K_a de son acide conjugué et vice versa</p> <p>M5. calculer la valeur du K_a ou du K_b à partir du pH et de la concentration initiale</p>

<p>► N : LES ACIDES, LES BASES ET LES SELS (<i>Hydrolyse des sels</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>N1. écrire l'équation de dissociation d'un sel dans l'eau</p> <p>N2. écrire des équations-bilan ioniques représentant l'hydrolyse des sels</p> <p>N3. prédire, de manière qualitative, si un sel en solution est acide, basique ou neutre</p> <p>N4. déterminer si un ion amphotère agit comme une base ou un acide en solution</p>
<p>► O : LES ACIDES, LES BASES ET LES SELS (<i>Les indicateurs colorés</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>O1. décrire la composition chimique d'un indicateur coloré comme étant le mélange d'un acide faible et de sa base conjuguée, tous deux étant de couleurs différentes</p> <p>O2. expliquer l'expression <i>point d'équivalence</i> d'un indicateur, en montrant les conditions existant dans le système en équilibre</p> <p>O3. décrire le déplacement de l'équilibre et les changements de couleur qui en résultent lorsqu'un acide ou une base est ajouté(e) à la solution</p> <p>O4. prédire la valeur approximative du pH au point d'équivalence en utilisant la valeur du K_a de l'indicateur</p> <p>O5. prédire la valeur approximative du K_a d'un indicateur à partir de la zone de pH où s'effectue le changement de couleur</p>

<p>► P : LES ACIDES, LES BASES ET LES SELS <i>(Neutralisation des acides et des bases)</i></p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>P1. montrer qu'il est capable de concevoir et d'effectuer une expérience de neutralisation en se servant des concepts suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les solutions standardisées primaires - les solutions standardisées - les courbes de dosage - le choix d'un indicateur pertinent de sorte que le point d'équivalence coïncide avec le point final <p>P2. calculer la concentration d'un acide ou d'une base à partir des données provenant de la courbe de dosage au point d'équivalence (point stoechiométrique)</p> <p>P3. calculer le volume d'un acide ou d'une base de molarité connue nécessaire pour neutraliser un volume connu d'une base ou d'un acide de molarité inconnue</p> <p>P4. écrire les équations, les équations ioniques complètes et les équations-bilan de neutralisation sous forme ionique pour la neutralisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'un acide fort par une base forte - d'un acide faible par une base forte - d'un acide fort par une base faible <p>P5. calculer le pH d'une solution formée lorsqu'un acide fort est mélangé à une base forte</p> <p>P6. comparer le point d'équivalence (point stoechiométrique) d'un dosage d'un acide fort par une base forte avec le point d'équivalence d'un dosage d'un acide faible par une base forte ou d'un acide fort par une base faible et en faire ressortir les différences</p>
<p>► Q : LES ACIDES, LES BASES ET LES SELS <i>(Les solutions tampons)</i></p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>Q1. décrire la résistance des solutions tampons face aux changements de pH</p> <p>Q2. décrire la composition d'une solution tampon acide et d'une solution tampon basique</p> <p>Q3. décrire, en substance, un procédé de préparation d'une solution tampon</p> <p>Q4. identifier les limites de l'action d'une solution tampon</p> <p>Q5. décrire qualitativement comment se déplace l'équilibre d'une solution tampon lorsque de petites quantités d'acide ou de base sont ajoutées au tampon</p> <p>Q6. décrire des solutions tampons courantes dans les systèmes biologiques, environnementaux et industriels</p>

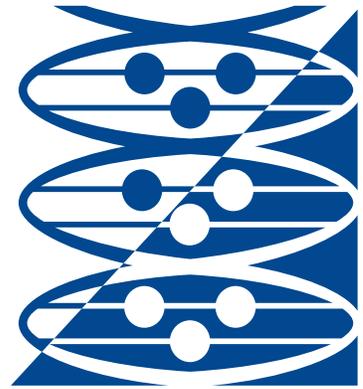
<p>► R : LES ACIDES, LES BASES ET LES SELS (<i>Les pluies acides</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>R1. écrire les équations représentant la formation de solutions acides ou basiques à partir d'oxydes de métaux ou d'oxydes de non-métaux</p> <p>R2. décrire sous quelles conditions de pH la pluie peut être considérée comme pluie acide</p> <p>R3. établir le rapport entre le pH de l'eau de pluie normale et la présence de dioxyde de carbone dissous</p> <p>R4. décrire les sources de NO₂ et de SO₂</p> <p>R5. discuter des problèmes écologiques généraux associés aux pluies acides</p>
<p>► S : LES RÉACTIONS D'OXYDORÉDUCTION (<i>Introduction</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>S1. définir et appliquer les concepts suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - oxydation - réduction - agent d'oxydation - agent de réduction - demi-réaction - réaction redox <p>S2. déterminer ce qui suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le nombre d'oxydation d'un atome dans un composé chimique - le changement du nombre d'oxydation d'un atome lorsqu'il est oxydé ou réduit - si un atome a été oxydé ou réduit à partir du changement de son nombre d'oxydation <p>S3. établir le rapport entre le changement du nombre d'oxydation et le gain ou la perte d'électrons</p> <p>S4. à partir de données provenant de réactions redox simples, dresser une table de simples demi-réactions de réduction</p> <p>S5. identifier la force relative d'agents d'oxydation ou de réduction à partir de leur emplacement dans la table des demi-réactions</p> <p>S6. utiliser la table des demi-réactions de réduction pour prédire si une réaction redox spontanée peut se produire entre deux substances</p>

<p>► T : LES RÉACTIONS D'OXYDORÉDUCTION (<i>Équilibrer des réactions redox</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>T1. équilibrer l'équation d'une demi-réaction en solution (acide, basique et neutre)</p> <p>T2. équilibrer une réaction redox nette sous forme ionique en solution acide ou basique</p> <p>T3. écrire les équations pour des demi-réactions de réduction et d'oxydation à partir de l'équation de la réaction redox</p> <p>T4. identifier les réactifs et les produits de réaction de plusieurs réactions redox menées au laboratoire et équilibrer les équations</p> <p>T5. choisir un réactif approprié pour effectuer un dosage redox afin de déterminer la concentration d'une substance en solution</p> <p>T6. déterminer la concentration d'une substance en solution en effectuant un dosage redox</p>
<p>► U : LES RÉACTIONS D'OXYDORÉDUCTION (<i>Les piles électrochimiques</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>U1. définir, construire et nommer les différentes composantes d'une pile électrochimique</p> <p>U2. identifier les demi-réactions qui ont lieu à chacune des électrodes</p> <p>U3. prédire la direction du mouvement de chaque type d'ions de la pile</p> <p>U4. prédire la direction du flux d'électrons dans un circuit extérieur</p> <p>U5. prédire quelle électrode subira une augmentation de sa masse et laquelle subira une diminution lorsque la pile est en opération</p> <p>U6. prédire le potentiel de pile lorsque l'équilibre est atteint</p> <p>U7. déterminer le voltage des demi-réactions de réduction par des agents oxydants en comparant plusieurs piles</p> <p>U8. décrire la signification de la quantité E° d'une pile électrochimique</p> <p>U9. prédire le potentiel standard de pile (E°) d'une pile électrochimique en utilisant la table des demi-réactions</p> <p>U10. prédire la spontanéité de la réaction directe ou inverse à partir de la valeur de E° de la réaction redox</p> <p>U11. décrire comment les concepts d'électrochimie peuvent être utilisés dans diverses applications pratiques</p>
<p>► V : LES RÉACTIONS D'OXYDORÉDUCTION (<i>La corrosion</i>)</p>	<p><i>L'élève pourra :</i></p> <p>V1. décrire les conditions nécessaires pour que le phénomène de corrosion puisse se produire</p> <p>V2. analyser le processus de corrosion à l'aide de la terminologie de l'électrochimie</p> <p>V3. suggérer diverses méthodes de prévention ou d'inhibition de la corrosion des métaux</p> <p>V4. décrire et expliquer le principe de la protection cathodique</p>

► **W : LES RÉACTIONS
D'OXYDORÉDUCTION
(Les piles
électrolytiques)**

L'élève pourra :

- W1.** définir l'électrolyse et le concept de *pile électrolytique*
- W2.** construire et nommer les parties d'une pile électrolytique pouvant électrolyser un sel en solution aqueuse (l'utilisation d'une surtension n'est pas nécessaire)
- W3.** prédire la direction du flux de tous les ions dans la pile
- W4.** écrire l'équation de la demi-réaction se produisant à chaque électrode
- W5.** indiquer les principes gouvernant le processus de galvanoplastie simple
- W6.** construire une pile électrolytique pouvant galvaniser un objet par électrolyse
- W7.** décrire les aspects électrolytiques des processus de raffinement des métaux
- W8.** dessiner et nommer les parties d'une pile électrolytique utilisée pour l'électrolyse d'un sel binaire fondu



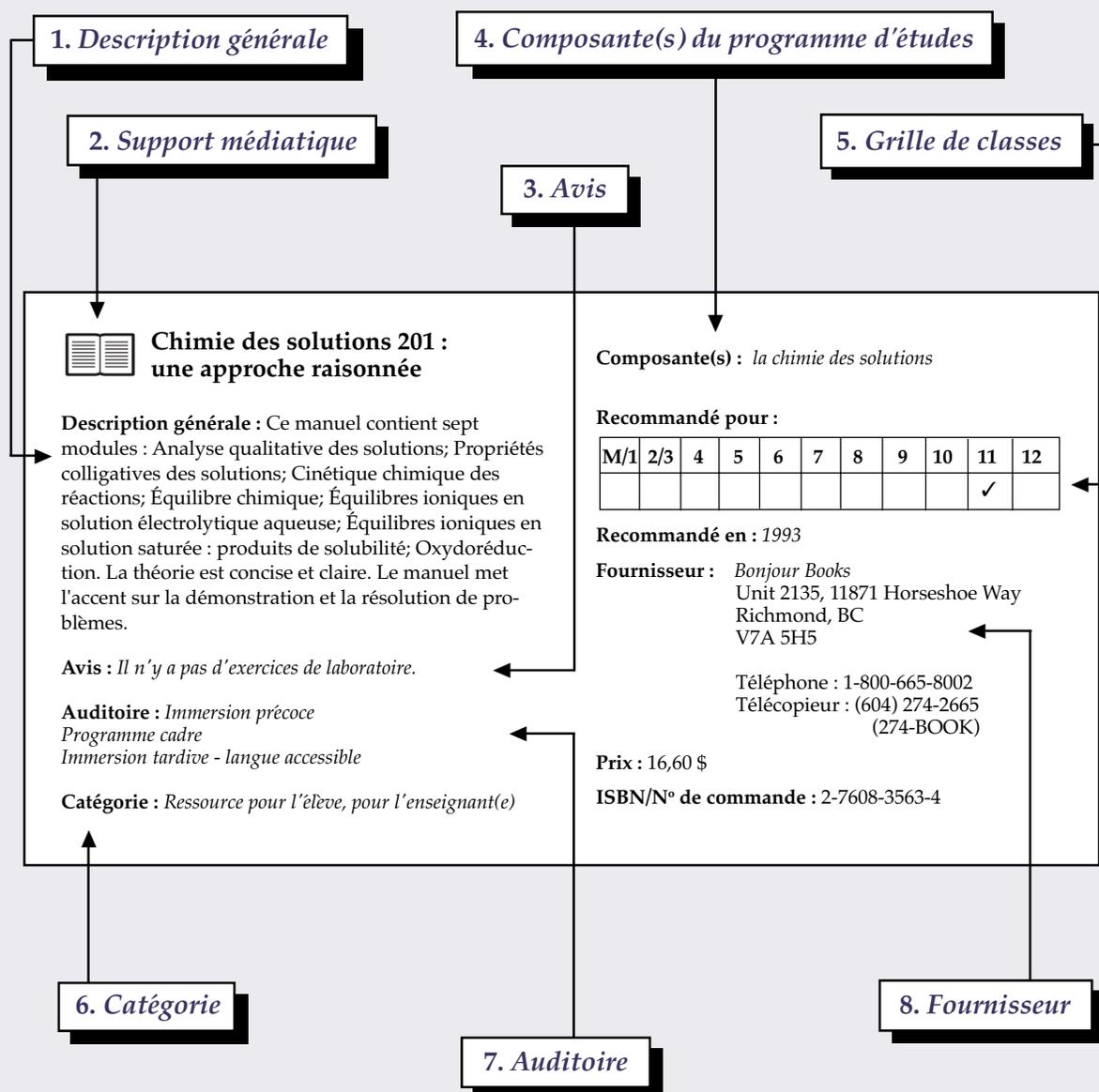
ANNEXE B

Ressources d'apprentissage

QU'EST-CE QUE L'ANNEXE B?

Cette annexe comprend une liste détaillée des ressources d'apprentissage qui sont recommandées pour le programme de Chimie 11 et 12. Les titres qui y figurent sont en ordre alphabétique et chaque ressource comporte une annotation. Cette annexe contient, en outre, des renseignements sur la façon de choisir des ressources d'apprentissage pour la classe.

Renseignements fournis dans une annotation :



1. *Description générale* : Cette section donne un aperçu de la ressource.
2. *Support médiatique* : représenté par un icône précédant le titre. Voici des icônes qu'on pourra trouver :



Cassette audio



CD-ROM



Film



Jeux/Matériel concret



Disque au laser, disque vidéo



Multimédia



Disque compact



Imprimé



Disque



Diapositives



Logiciel



Vidéo

3. *Avis* : Sert à avertir les enseignants d'un contenu délicat.
4. *Composante(s) du programme d'études* : Permet aux enseignants de faire le lien entre la ressource et le programme d'études.
5. *Grille de classes* : Indique à quelle catégorie d'âge convient la ressource.
6. *Catégorie* : Indique s'il s'agit d'une ressource pour élèves et enseignants, pour enseignants ou d'une référence professionnelle.
7. *Auditoire* : Indique la convenance de la ressource à divers types d'élèves. Les catégories sont les suivantes :
 - général
 - anglais langue seconde
 - *Élèves* :
 - doués
 - autistes
 - *Élèves ayant* :
 - une déficience visuelle
 - une déficience auditive
 - des troubles de comportement graves
 - une limitation fonctionnelle grave
 - une déficience physique
 - des difficultés d'apprentissage (LD)
 - une déficience intellectuelle légère (DI-légère)
 - une déficience moyenne à grave/profonde (DI-moyenne à grave/profonde)
8. *Fournisseur* : Nom et adresse du fournisseur. Les prix indiqués sont approximatifs et peuvent changer. Il faut vérifier le prix auprès du fournisseur.

Qu'en est-il des vidéos?

Le Ministère tente d'obtenir les droits relatifs à la plupart des vidéos *recommandées*. Les droits relatifs aux vidéos recommandées récemment peuvent être en cours de négociation. Pour ces titres, on donne le nom du distributeur original plutôt que la *British Columbia Learning Connection Inc.* Les droits relatifs aux titres nouvellement inscrits prennent effet l'année où la mise en oeuvre commence. Veuillez vous renseigner auprès de la *British Columbia Learning Connection Inc.* avant de commander des vidéos nouvelles.

SÉLECTION DES RESSOURCES D'APPRENTISSAGE POUR LA CLASSE

Introduction

La sélection d'une ressource d'apprentissage consiste à choisir du matériel approprié au contexte local à partir de la liste de ressources recommandées ou d'autres listes de ressources évaluées. Le processus de sélection met en jeu plusieurs des étapes du processus d'évaluation, bien que ce soit à un niveau plus sommaire. Les critères d'évaluation pourront inclure entre autres le contenu, la conception pédagogique, la conception technique et des considérations sociales.

La sélection des ressources d'apprentissage doit être un processus continu permettant d'assurer une circulation constante de nouveau matériel dans la classe. La sélection est plus efficace lorsque les décisions sont prises par un groupe et qu'elle est coordonnée au niveau de l'école, du district et du Ministère. Si elle doit être efficace et tirer le plus grand profit de ressources humaines et matérielles restreintes, la sélection doit être exécutée conjointement au plan général de mise en place des ressources d'apprentissage du district et de l'école.

Les enseignants peuvent choisir d'utiliser des ressources recommandées par le Ministère afin d'appuyer les programmes d'études provinciaux et locaux. Ils peuvent également choisir des ressources qui ne figurent pas sur la liste du Ministère ou élaborer leurs propres ressources. Les ressources qui ne font pas partie des titres recommandés doivent être soumises à une évaluation locale, approuvée par la commission scolaire.

CRITÈRES DE SÉLECTION

Plusieurs facteurs sont à considérer lors de la sélection de ressources d'apprentissage.

Contenu

Le premier facteur de sélection sera le programme d'études à enseigner. Les ressources éventuelles doivent appuyer les résultats d'apprentissage particuliers que vise l'enseignant. Les ressources qui figurent sur la liste de titres recommandés par le Ministère ne correspondent pas directement aux résultats d'apprentissage, mais se rapportent aux composantes pertinentes du programmes d'études. Il incombe aux enseignants de déterminer si une ressource appuiera effectivement les résultats d'apprentissage énoncés dans une composante du programme d'études. La seule manière d'y parvenir est d'étudier l'information descriptive se rapportant à la ressource, d'obtenir des renseignements supplémentaires sur le matériel auprès du fournisseur et des collègues, de lire les critiques et d'étudier la ressource proprement dite.

Conception pédagogique

Lorsqu'ils sélectionnent des ressources d'apprentissage, les enseignants doivent avoir à l'esprit les habiletés et les styles d'apprentissage individuels de leurs élèves actuels et prévoir ceux des élèves à venir. Les

ressources recommandées visent divers auditoires particuliers, dont les élèves doués, les élèves présentant des troubles d'apprentissage, les élèves présentant un léger handicap mental et les élèves en cours de francisation. La pertinence de toute ressource à l'une ou l'autre de ces populations scolaires est indiquée dans l'annotation qui l'accompagne. La conception pédagogique d'une ressource inclut les techniques d'organisation et de présentation, les méthodes de présentation, de développement et de récapitulation des concepts ainsi que le niveau du vocabulaire. Il faut donc tenir compte de la pertinence de tous ces éléments face à la population visée.

Les enseignants doivent également considérer leur propre style d'enseignement et sélectionner des ressources qui le compléteront. La liste de ressources recommandées renferme du matériel allant d'un extrême à l'autre au niveau de la préparation requise : certaines ressources sont normatives ou complètes, tandis que d'autres sont à structure ouverte et exigent une préparation considérable de la part de l'enseignant. Il existe des ressources recommandées pour tous les enseignants, quelles que soient leur expérience et leur connaissance d'une discipline donnée et quel que soit leur style d'enseignement.

Considérations technologiques

On encourage les enseignants à envisager l'emploi de toute une gamme de technologies éducatives dans leur classe. Pour ce faire, ils doivent s'assurer de la disponibilité de l'équipement nécessaire et se familiariser avec son fonctionnement. Si l'équipement requis n'est pas disponible, il faut alors que ce besoin soit incorporé dans le plan d'acquisition technologique de l'école ou du district.

Considérations sociales

Toutes les ressources recommandées qui figurent sur la liste du Ministère ont été examinées quant à leur contenu social dans une perspective provinciale. Cependant, les enseignants doivent décider si les ressources sont appropriées du point de vue de la collectivité locale.

Médias

Lors de la sélection de ressources, les enseignants doivent considérer les avantages de différents médias. Certains sujets peuvent être enseignés plus efficacement à l'aide d'un média particulier. Par exemple, la vidéo peut être le média le plus adéquat pour l'enseignement d'une compétence spécifique et observable, puisqu'elle fournit un modèle visuel qui peut être visionné à plusieurs reprises ou au ralenti pour une analyse détaillée. La vidéo peut aussi faire vivre dans la classe des expériences impossibles à réaliser autrement et révéler aux élèves des mondes inconnus. Les logiciels peuvent se révéler particulièrement utiles quand on exige des élèves qu'ils développent leur pensée critique par le biais de la manipulation d'une simulation ou lorsque la sécurité ou la répétition entrent en jeu. Les supports papier ou CD-ROM peuvent être utilisés judicieusement pour fournir des renseignements exhaustifs sur un sujet donné. Une fois encore, les enseignants doivent tenir compte des besoins individuels de leurs élèves dont certains apprennent peut-être mieux quand on utilise un média plutôt qu'un autre.

Financement

Le processus de sélection des ressources exige aussi des enseignants qu'ils déterminent quelles sommes seront consacrées aux ressources d'apprentissage. Pour ce faire, ils

doivent être au courant des politiques et procédures du district en matière de financement des ressources d'apprentissage. Les enseignants ont besoin de savoir comment les fonds sont attribués dans leur district et le financement auquel ils ont droit. Ils doivent donc considérer la sélection des ressources d'apprentissage comme un processus continu exigeant une détermination des besoins ainsi qu'une planification à long terme qui permet de répondre aux priorités et aux objectifs locaux.

Matériel existant

Avant de sélectionner et de commander de nouvelles ressources d'apprentissage, il importe de faire l'inventaire des ressources qui existent déjà en consultant les centres de ressources de l'école et du district. Dans certains districts, cette démarche est facilitée par l'emploi de systèmes de pistage et de gestion des ressources à l'échelle de l'école et du district. De tels systèmes font en général appel à une banque de données (et parfois aussi à un système de codes à barres) pour faciliter la recherche d'une multitude de titres. Lorsqu'un système semblable est mis en ligne, les enseignants peuvent utiliser un ordinateur pour vérifier la disponibilité de telle ou telle ressource.

OUTILS DE SÉLECTION

Le ministère de l'Éducation et de la Formation professionnelle a mis au point divers outils à l'intention des enseignants dans le but de faciliter la sélection de ressources d'apprentissage. En voici quelques-uns :

- les Ensembles de ressources intégrées (ERI) qui contiennent de l'information sur le programme d'études, des stratégies d'enseignement et d'évaluation ainsi que les ressources d'apprentissage *recommandées*

- l'information ayant trait aux ressources d'apprentissage contenue dans des catalogues, des annotations, des bases de données relatives aux ressources sur disquettes, des répertoires sur CD-ROM et à l'avenir, grâce au système «en ligne»
- des ensembles de ressources d'apprentissage nouvellement recommandées (mis chaque année à la disposition d'un certain nombre de districts de la province afin que les enseignants puissent examiner directement les ressources dans le cadre d'expositions régionales)
- des ensembles de ressources d'apprentissage recommandées par le Ministère (que les districts peuvent emprunter sur demande)

PROCESSUS DE SÉLECTION MODÈLE

Les étapes suivantes sont suggérées pour faciliter la tâche au comité de sélection des ressources d'apprentissage d'une école :

1. Désigner un coordonnateur des ressources (p. ex. un enseignant-bibliothécaire).
2. Mettre sur pied un comité des ressources d'apprentissage composé de chefs de département ou d'enseignants responsables d'une matière.
3. Élaborer pour l'école une philosophie et une approche de l'apprentissage basées sur les ressources.
4. Répertorier les ressources d'apprentissage, le matériel de bibliothèque, le personnel et l'infrastructure existants.
5. Déterminer les points forts et les points faibles des systèmes en place.
6. Examiner le plan de mise en oeuvre des ressources d'apprentissage du district.
7. Déterminer les priorités au niveau des ressources.

8. Utiliser des critères tels que ceux de *Sélection des ressources d'apprentissage et démarche de réclamation* afin de présélectionner les ressources éventuelles.
9. Examiner sur place les ressources présélectionnées lors d'une exposition régionale ou d'une exposition d'éditeurs ou en empruntant un ensemble au Bureau des ressources d'apprentissage.
10. Faire les recommandations d'achat.

RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES

Pour de plus amples renseignements sur les processus d'évaluation et de sélection, les catalogues imprimés et sur CD-ROM, les annotations ou les bases de données sur les ressources, veuillez communiquer avec le Bureau des ressources d'apprentissage.



The Allyn and Bacon Molecular Model Set for Organic Chemistry

Description générale : Cet ensemble pour modèles moléculaires de chimie organique est composé de boules de plastique de différentes couleurs qui représentent les atomes les plus fréquemment rencontrés dans la section de chimie organique en 11^e année. Des tiges de plastique peuvent relier les boules pour former des liaisons simples, doubles ou triples. Un livret donne des instructions qui montrent comment faire des modèles de la plupart des familles des composés organiques.

Avis : Le livret d'accompagnement est en langue anglaise.

Auditoire : Immersion précoce

Programme cadre

Immersion tardive - permet de démontrer un concept de façon concrète et manuelle

Catégorie : Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)

Composante(s) : les atomes, les molécules et les ions
la chimie organique
les réactions chimiques
la théorie atomique

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : Prentice Hall Ginn Canada (Ont.)
1870 Birchmount Road
Scarborough, ON
M1P 2J7

Téléphone : 1-800-567-3800

Télécopieur : (416) 299-2539

Prix : 28,25 \$

ISBN/Numéro de commande : 0205081363/HB1367



Chimie

Description générale : Ce manuel est un outil de rattrapage dans lequel les théories sont résumées de façon simple. L'élève écrit les réponses des exercices multiples directement dans le volume. On étudie les sujets suivants : classification et structure de la matière, équations chimiques, moles, liaisons chimiques, solutions, acides et bases, gaz, électrochimie, hydrocarbures et groupements fonctionnels.

Auditoire : Immersion précoce

Programme cadre

Catégorie : Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)

Composante(s) : les atomes, les molécules et les ions
la chimie des solutions
la chimie organique
le concept de mole
introduction à la chimie
les réactions chimiques
la théorie atomique

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : Bonjour Books

Unit 2135, 11871 Horseshoe Way
Richmond, BC
V7A 5H5

Téléphone : 1-800-665-8002

Télécopieur : (604) 274-2665 (274-BOOK)

Prix : 32,95 \$

ISBN/Numéro de commande : 2-89310-097-X



Chimie, atomes et molécules

Description générale : Ce manuel est divisé en huit chapitres. Chacun de ces chapitres comporte un grand nombre d'exercices, un résumé ainsi qu'une série d'exercices de révision. On retrouve aussi un corrigé, une annexe, un glossaire et un index. Les chapitres sont clairement divisés et l'approche facilite la compréhension. Le manuel est accompagné d'un guide de laboratoire qui comprend 24 suggestions d'expériences, un tableau périodique des éléments et une série de dessins du matériel de laboratoire.

Auditoire : *Programme cadre*
Immersion précoce

Catégorie : *ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les réactions chimiques*
la chimie organique
la théorie atomique

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1996

Fournisseur : *Socadis Inc.*
350, boul. Lebeau
Saint-Laurent, QC
H4N 1W6

Téléphone : (800) 361-2847
Télécopieur : (514) 745-3282

Prix : Cahier de l'élève : 27,45 \$
Manuel de laboratoire : 11,66 \$

ISBN/Numéro de commande : Cahier de l'élève : 2-89249-441-9
Manuel de laboratoire :
2-89249-605-5



Chimie : chimie des solutions

Description générale : Ce manuel contient surtout la théorie de Chimie 12. Les chapitres comprennent : propriétés des solutions, cinétique chimique, équilibre chimique, acides et bases I, acides et bases II, acides et bases III, équilibres ioniques, thermodynamique chimique, oxydoréduction et électrochimie. Chaque chapitre comporte une introduction, une liste des objectifs visés, la théorie, des exercices, un résumé des concepts, une liste de mots clés ainsi que des exercices et des problèmes à différents niveaux de difficulté. Le corrigé qui accompagne ce manuel couvre «Chimie : chimie générale» et «Chimie : chimie des solutions».

Auditoire : *Immersion précoce*
Programme cadre

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *la chimie des solutions*
les réactions chimiques
la théorie atomique

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Bonjour Books*
Unit 2135, 11871 Horseshoe Way
Richmond, BC
V7A 5H5

Téléphone : 1-800-665-8002
Télécopieur : (604) 274-2665 (274-BOOK)

Prix : Livre de l'élève : 39,95 \$
Solutionnaire : 169,95 \$

ISBN/Numéro de commande : Livre de l'élève : 2-7617-0472-X
Solutionnaire : 10131012



Chimie : chimie générale

Description générale : Ce manuel contient 11 chapitres, un glossaire, les réponses aux exercices et un index. Il est surtout utile pour la Chimie 11 et couvre en partie la Chimie 12. Les chapitres abordent : les bases de la chimie, les atomes, molécules et ions, la stoechiométrie, la stoechiométrie en solution et l'analyse chimique, les gaz, la structure de l'atome et la périodicité, les liaisons chimiques, les éléments des groupes 1A à 1VA, les éléments des groupes VA et VI11A. Chaque chapitre comporte une introduction, une liste des objectifs, la théorie, des exercices, un résumé des concepts, une liste des mots clés ainsi que des exercices et des problèmes à différents niveaux de difficulté. Le corrigé qui accompagne ce manuel couvre «Chimie : chimie générale» et «Chimie : chimie des solutions».

Auditoire : *Immersion précoce*
Programme cadre

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les atomes, les molécules et les ions*
la chimie des solutions
la chimie organique
le concept de mole
introduction à la chimie
la théorie atomique
les réactions chimiques

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Bonjour Books*
Unit 2135, 11871 Horseshoe Way
Richmond, BC
V7A 5H5

Téléphone : 1-800-665-8002
Télécopieur : (604) 274-2665 (274-BOOK)

Prix : Livre de l'élève : 39,95 \$
Solutionnaire : 169,95 \$

ISBN/Numéro de commande : Livre de l'élève : 2-7617-0471-1
Solutionnaire : 10131012



Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée

Description générale : Ce manuel contient sept modules : Analyse qualitative des solutions; Propriétés colligatives des solutions; Cinétique chimique des réactions; Équilibre chimique; Équilibres ioniques en solution électrolytique aqueuse; Équilibres ioniques en solution saturée : produits de solubilité; Oxydoréduction. La théorie est concise et claire. Le manuel met l'accent sur la démonstration et la résolution de problèmes.

Avis : *Il n'y a pas d'exercices de laboratoire.*

Auditoire : *Immersion précoce*
Programme cadre

Immersion tardive - langue accessible

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *la chimie des solutions*

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Bonjour Books*
Unit 2135, 11871 Horseshoe Way
Richmond, BC
V7A 5H5

Téléphone : 1-800-665-8002
Télécopieur : (604) 274-2665 (274-BOOK)

Prix : 16,60 \$

ISBN/Numéro de commande : 2-7608-3563-4



série Chimie organique 1

Description générale : Cette série comprend six émissions et un guide d'enseignement. Les titres sont : «Le carbone»; «Atome à tout faire»; «La forme du carbone»; «Les liaisons chimiques du carbone»; «Les combustibles fossiles»; «Le polyéthylène»; «La récolte des enzymes». Les trois premières émissions portent sur les formules moléculaires, les isomères structuraux, l'électronégativité, l'état fondamental, les couches complètes et partielles d'électrons, les liaisons ioniques et covalentes, etc. Les autres émissions s'intéressent aux procédés industriels : la polymérisation, le raffinage du gaz naturel, la distillation fractionnée, la production d'enzymes, etc. Le guide d'accompagnement contient une description de chaque émission ainsi que des activités avant et après la projection.

Auditoire : *Immersion précoce*

Programme cadre

Immersion tardive - vocabulaire et débit accessibles

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *la chimie organique*

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *B.C. Learning Connection Inc.*

c/o Learning Resources Branch (Customer Service)
878 Viewfield Road
Victoria, BC
V9A 4V1

Téléphone : (604) 387-5331

Télécopieur : (604) 387-1527

Prix : 20 \$ chacun

ISBN/Numéro de commande : FIS067-FIS072



série Chimie organique 2

Description générale : Cette série comprend six courtes émissions et un guide d'enseignement. «Les fibres» étudie les propriétés des fibres synthétiques. «Les savons» présente le comportement fonctionnel des savons et des détergents au niveau moléculaire. «Les colles» décrit les diverses propriétés des colles vendues dans le commerce ainsi que leur mode de liaison particulier. «A.S.A.» explique le cheminement qui a conduit à la synthèse de l'acide acétylsalicylique. «Produits de beauté» étudie les effets des produits de beauté sur la peau et examine les matières colorantes qui les constituent. «Vivre avec la chimie» porte sur l'histoire, les effets et les dangers du DDT, du BPC, des chlorophénols et des dioxines. Le guide pédagogique décrit chaque émission, expose en détail les objectifs d'apprentissage, suggère des activités à faire en classe dans le but de mettre en application les notions apprises dans les émissions.

Avis : *On ne mentionne pas que si l'on donne de l'ASA à un enfant fébrile de moins de 14 ans, il risque de tomber dans le coma (syndrome de Ryse).*

Auditoire : *Immersion précoce*

Programme cadre

Immersion tardive - langage accessible; bon débit

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *la chimie organique*

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *B.C. Learning Connection Inc.*

c/o Learning Resources Branch (Customer Service)
878 Viewfield Road
Victoria, BC
V9A 4V1

Téléphone : (604) 387-5331

Télécopieur : (604) 387-1527

Prix : 20 \$ chacun

ISBN/Numéro de commande : FIS108-FIS113



La chimie : une approche moderne

Description générale : Cette ressource comporte un manuel de l'élève et un guide d'enseignement. Le manuel présente le concept de mole, la structure de la matière, le comportement de la matière (acidité, oxydoréduction et potentiel électrique). Une section descriptive porte sur les notions relatives à la chimie nucléaire, organique et analytique ainsi qu'à la biochimie. Chaque chapitre comporte un contexte, une liste d'objectifs visés, les notions à l'étude, des exemples pratiques, un résumé des concepts, un vocabulaire, des exercices de niveaux variés de difficulté et le corrigé. Pour chacun des chapitres dans le manuel, le guide d'enseignement comprend un aperçu des thèmes majeurs, des stratégies pédagogiques, des explications complémentaires sur les notions scientifiques abordées dans le chapitre, le corrigé, des graphiques, etc.

Auditoire : *Immersion précoce*
Programme cadre
Immersion tardive - langue accessible

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les atomes, les molécules et les ions*
la chimie des solutions
la chimie organique
le concept de mole
les réactions chimiques
la théorie atomique

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Éditions de la Chenelière inc.*
215, rue Jean-Talon Est
Montréal, QC
H2R 1S9

Téléphone : (514) 273-1066
Télécopieur : (514) 276-0324

Prix : Livre de l'élève : 63 \$
Guide d'enseignement : 98,95 \$

ISBN/Numéro de commande : Livre de l'élève : 2-89310-044-9
Guide d'enseignement :
2-89310-073-2



Collisions

Description générale : Cette ressource comprend un cahier de l'élève et un guide d'enseignement. Le cahier de l'élève comporte des exercices, des activités et des expériences de laboratoire. Le guide d'enseignement contient une démarche pédagogique, des évaluations de type formatif et sommatif et le corrigé des exercices.

Auditoire : *Programme cadre*
Immersion précoce

Catégorie : *ressource pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *Le concept de mole*

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1996

Fournisseur : *Mondia Éditeurs Inc.*
1977, boulevard Industriel
Laval, QC
H7S 1P6

Téléphone : 1-800-561-2371
Télécopieur : (514) 667-8658

Prix : Cahier d'apprentissage : 16,95 \$
Guide d'enseignement : 57 \$

ISBN/Numéro de commande : Cahier d'apprentissage :
2-89114-525-9
Guide d'enseignement :
2-89114-526-7



série Le concept de la mole

Description générale : Cette série, qui comporte six titres, est accompagnée d'un guide d'enseignement qui comprend, pour chaque titre, les objectifs, la description de l'émission, des activités de renforcement et des suggestions de lectures. «La masse relative» examine les manières de comparer les masses des atomes. «Volume de gaz» propose d'imaginer deux contenants "universels" afin de comparer la masse atomique de différents éléments. «Combinaison des volumes gazeux» présente les observations tirées des expériences de Gay-Lussac. «Hypothèse d'Avogadro» porte sur l'hypothèse d'Avogadro. «Masse atomique» explique le fonctionnement du spectromètre. «La mole» décrit la mole comme le parfait contenant "universel" pour la comparaison directe des grands nombres d'atomes. Toute la série aborde le concept de la mole de façon progressive. Chaque émission est précédée d'une rapide récapitulation des notions étudiées.

Avis : Le rythme et l'approche sont adaptés à des élèves éprouvant de la difficulté à comprendre le concept de la mole.

Auditoire : Immersion précoce

Programme cadre

Immersion tardive - rythme approprié; dessins et exemples aident à la compréhension

Catégorie : Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)

Composante(s) : le concept de mole

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : B.C. Learning Connection Inc.

c/o Learning Resources Branch (Customer Service)
878 Viewfield Road
Victoria, BC
V9A 4V1

Téléphone : (604) 387-5331

Télécopieur : (604) 387-1527

Prix : 20 \$ chacun

ISBN/Numéro de commande : FIS081-FIS085



L'enjeu de la chimie

Description générale : Ces deux cahiers d'activités comprennent du matériel pour la Chimie 11 et 12. Toutefois, la plus grande partie du contenu s'adresse aux élèves de 12^e année. Le fascicule 1 couvre les sujets suivants : la recherche, les gaz et leurs applications et les réactions chimiques (énergie). Le fascicule 2 inclut les réactions chimiques (vitesse de réaction et équilibre). Chaque fascicule comprend une variété d'exercices pratiques et d'expériences de laboratoire.

Avis : Seul le corrigé pour le fascicule 1 a été évalué.

Auditoire : Immersion précoce

Programme cadre

Catégorie : Ressource pour l'enseignant(e)

Composante(s) : les atomes, les molécules et les ions
le concept de mole
les réactions chimiques
la théorie atomique

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : Lidex Inc.

4350, avenue Hôtel-de-Ville
Montréal, QC
H2W 2H5

Téléphone : (514) 843-5991

Télécopieur : (514) 843-5252

Prix : Cahier d'activités : 6,76 \$

Cahier d'activités : 17,95 \$

ISBN/Numéro de commande : Pas disponible



Nomenclature inorganique (version réseau)

Description générale : Ce logiciel permet l'apprentissage de la nomenclature des principaux composés inorganiques. Le logiciel comporte une banque de 2 000 composés. On peut consulter cette banque et obtenir tous les noms communs et systématiques correspondant à une formule moléculaire, ou encore obtenir la formule moléculaire correspondant à un nom commun. On peut aussi consulter l'information du tableau périodique. Une section interactive permet de résoudre six types différents d'exercices reliés à la nomenclature inorganique. Le logiciel contient aussi un module d'examens formatifs et sommatifs. Un guide d'utilisation explique le fonctionnement du programme.

Matériel requis pour la version Macintosh (476K) : 2Mo de mémoire vive, disque dur, souris; Hypercard, version 2.0. Système 6 ou plus, imprimante suggérée.

Auditoire : *Immersion précoce*

Programme cadre

Immersion tardive - langage accessible

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les atomes, les molécules et les ions
la théorie atomique*

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Centre collégial du développement du matériel didactique (CCDMD)*

6220, rue Sherbrooke Est

Montréal, QC

H1N 1C1

Téléphone : (514) 873-2200

Télécopieur : (514) 864-4908

Prix : 275 \$

ISBN/Numéro de commande : 2-550-27421-0



The Prentice Hall Molecular Model Set for General Chemistry

Description générale : Cet ensemble pour modèles moléculaires de chimie organique est composé de boules de plastique de différentes couleurs qui représentent les atomes les plus fréquemment rencontrés dans la section de chimie organique en 11^e année. Des tiges de plastique peuvent relier les boules pour former des liaisons simples, doubles ou triples.

Avis : *Il est à noter qu'il n'y a aucun matériel de soutien et que l'emballage est en anglais seulement.*

Auditoire : *Immersion précoce*

Programme cadre

Immersion tardive - permet de démontrer un concept de façon concrète et manuelle

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *la chimie organique*

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Prentice Hall Ginn Canada (Ont.)*

1870 Birchmount Road

Scarborough, ON

M1P 2J7

Téléphone : 1-800-567-3800

Télécopieur : (416) 299-2539

Prix : 20 \$

ISBN/Numéro de commande : 0-205-08281-5 / EDP6882811



série La structure de l'atome

Description générale : Cette série de six courtes émissions retrace le développement de la théorie atomique depuis les hypothèses sur la nature de l'atome jusqu'à l'évolution de son modèle au 20^e siècle. Les six émissions comprennent : «Les premiers modèles»; «Plus petit que le plus petit»; «Le modèle de Rutherford»; «Le modèle de Bohr»; «Les spectres» et «La mécanique ondulatoire». Il y a une récapitulation au début de chaque vidéo sur le sujet traité dans la vidéo précédente. Le guide d'enseignement donne une description détaillée de chaque émission. Il comporte également des renseignements supplémentaires utiles avant, pendant et après la projection de la vidéo. Ce guide contient des questions et des activités qui favorisent la compréhension de chaque émission.

Avis : Dans la première émission, on affirme que la religion a ralenti la science dans l'histoire.

Auditoire : Immersion précoce
Programme cadre

Catégorie : Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)

Composante(s) : introduction à la chimie
la théorie atomique

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : B.C. Learning Connection Inc.
c/o Learning Resources Branch (Customer Service)
878 Viewfield Road
Victoria, BC
V9A 4V1

Téléphone : (604) 387-5331
Télécopieur : (604) 387-1527

Prix : 20 \$ chacun

ISBN/Numéro de commande : FIS178-FIS183



série Structures atomiques et liaisons chimiques

Description générale : Cette série comprend six émissions : «Présentation des joueurs»; «L'Atome de Rutherford-Bohr»; «Agencement des électrons»; «Les liaisons atomiques»; «Substances moléculaires et cristaux covalents» et «Métaux et solides ioniques». La première émission présente l'atome et le modèle de Rutherford. La deuxième explique le modèle atomique de Bohr par rapport au niveau d'énergie. La troisième illustre les notions d'orbitales. La quatrième porte sur les forces d'attraction et de répulsion dans les liaisons covalentes et ioniques. La cinquième explique la configuration dans les liaisons covalentes simples, doubles et triples. La dernière émission démontre l'importance des électrons périphériques par rapport aux propriétés des éléments métalliques. Le guide d'enseignement contient les objectifs pédagogiques, une description de chaque émission, des suggestions avant et après la projection et propose des activités et des lectures.

Auditoire : Immersion précoce
Programme cadre

Immersion tardive - langue accessible; bon débit

Catégorie : Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)

Composante(s) : les atomes, les molécules et les ions
introduction à la chimie
les réactions chimiques
la théorie atomique

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									✓	

Recommandé en : 1993

Fournisseur : B.C. Learning Connection Inc.
c/o Learning Resources Branch (Customer Service)
878 Viewfield Road
Victoria, BC
V9A 4V1

Téléphone : (604) 387-5331
Télécopieur : (604) 387-1527

Prix : 20 \$ chacun

ISBN/Numéro de commande : FIS153-FIS158



Chimie

Description générale : Ce manuel est un outil de rattrapage dans lequel les théories sont résumées de façon simple. L'élève écrit les réponses des exercices multiples directement dans le volume. On y approfondit les sujets suivants : classification et structure de la matière, équations chimiques, moles, liaisons chimiques, solutions, acides et bases, gaz, électrochimie, hydrocarbures et groupements fonctionnels.

Auditoire : *Immersion précoce*
Programme cadre

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les acides, les bases et les sels*
les équilibres de solubilité
les réactions d'oxydoréduction

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										✓

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Bonjour Books*
Unit 2135, 11871 Horseshoe Way
Richmond, BC
V7A 5H5

Téléphone : 1-800-665-8002
Télécopieur : (604) 274-2665 (274-BOOK)

Prix : 32,95 \$

ISBN/Numéro de commande : 2-89310-097-X



Chimie : chimie des solutions

Description générale : Ce manuel contient surtout la théorie de Chimie 12. Les chapitres comprennent : propriétés des solutions, cinétique chimique, équilibre chimique, acides et bases I, acides et bases II, acides et bases III, équilibres ioniques, thermodynamique chimique, oxydoréduction et électrochimie. Chaque chapitre comporte une introduction, une liste des objectifs visés, la théorie, des exercices, un résumé des concepts, une liste de mots clés ainsi que des exercices et des problèmes à différents niveaux de difficulté. Le corrigé qui accompagne ce manuel couvre «Chimie : chimie générale» et «Chimie : chimie des solutions».

Auditoire : *Immersion précoce*
Programme cadre

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les acides, les bases et les sels*
la cinétique chimique
l'équilibre dynamique
les équilibres de solubilité
les réactions d'oxydoréduction

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										✓

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Bonjour Books*
Unit 2135, 11871 Horseshoe Way
Richmond, BC
V7A 5H5

Téléphone : 1-800-665-8002
Télécopieur : (604) 274-2665 (274-BOOK)

Prix : Livre de l'élève : 39,95 \$
Solutionnaire : 169,95 \$

ISBN/Numéro de commande : Livre de l'élève : 2-7617-0472-X
Solutionnaire : 10131012



Chimie : chimie générale

Description générale : Ce manuel contient 11 chapitres, un glossaire, les réponses aux exercices et un index. Il est surtout utile pour la Chimie 11 et couvre en partie la Chimie 12. Les chapitres abordent : les bases de la chimie, les atomes, molécules et ions, la stoechiométrie, la stoechiométrie en solution et l'analyse chimique, les gaz, la structure de l'atome et la périodicité, les liaisons chimiques, les éléments des groupes 1A à 1VA, les éléments des groupes VA et VI11A. Chaque chapitre comporte une introduction, une liste des objectifs, la théorie, des exercices, un résumé des concepts, une liste des mots clés ainsi que des exercices et des problèmes à différents niveaux de difficulté. Le corrigé qui accompagne ce manuel couvre «Chimie : chimie générale» et «Chimie : chimie des solutions».

Auditoire : *Immersion précoce*
Programme cadre

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les acides, les bases et les sels*
la cinétique chimique
l'équilibre dynamique
les équilibres de solubilité

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										✓

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Bonjour Books*
Unit 2135, 11871 Horseshoe Way
Richmond, BC
V7A 5H5

Téléphone : 1-800-665-8002
Télécopieur : (604) 274-2665 (274-BOOK)

Prix : Livre de l'élève : 39,95 \$
Solutionnaire : 169,95 \$

ISBN/Numéro de commande : Livre de l'élève : 2-7617-0471-1
Solutionnaire : 10131012



Chimie des solutions 201 : une approche raisonnée

Description générale : Ce manuel contient sept modules : Analyse qualitative des solutions; Propriétés colligatives des solutions; Cinétique chimique des réactions; Équilibre chimique; Équilibres ioniques en solution électrolytique aqueuse; Équilibres ioniques en solution saturée : produits de solubilité; Oxydoréduction. La théorie est concise et claire. Le manuel met l'accent sur la démonstration et la résolution de problèmes.

Auditoire : *Immersion précoce*
Programme cadre
Immersion tardive - langue accessible

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les acides, les bases et les sels*
la cinétique chimique
l'équilibre dynamique
les équilibres chimiques des solutions
les réactions d'oxydoréduction

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										✓

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Bonjour Books*
Unit 2135, 11871 Horseshoe Way
Richmond, BC
V7A 5H5

Téléphone : 1-800-665-8002
Télécopieur : (604) 274-2665 (274-BOOK)

Prix : 16,60 \$

ISBN/Numéro de commande : 2-7608-3563-4



La chimie : une approche moderne

Description générale : Cette ressource comporte un manuel de l'élève et un guide d'enseignement. Le manuel présente le concept de mole, la structure de la matière, le comportement de la matière (acidité, oxydoréduction et potentiel électrique). Une section descriptive porte sur les notions relatives à la chimie nucléaire, organique et analytique ainsi qu'à la biochimie. Chaque chapitre comporte un contexte, une liste d'objectifs visés, les notions à l'étude, des exemples pratiques, un résumé des concepts, un vocabulaire, des exercices de niveaux variés de difficulté et le corrigé. Pour chacun des chapitres dans le manuel, le guide d'enseignement comprend un aperçu des thèmes majeurs, des stratégies pédagogiques, des explications complémentaires sur les notions scientifiques abordées dans le chapitre, le corrigé, des graphiques, etc.

Auditoire : *Immersion précoce*
Programme cadre
Immersion tardive - langue accessible

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les acides, les bases et les sels*
la cinétique chimique
l'équilibre dynamique
les équilibres de solubilité
les réactions d'oxydoréduction

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										✓

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Éditions de la Chenelière inc.*
215, rue Jean-Talon Est
Montréal, QC
H2R 1S9

Téléphone : (514) 273-1066
Télécopieur : (514) 276-0324

Prix : Livre de l'élève : 63 \$
Guide d'enseignement : 98,95 \$

ISBN/Numéro de commande : Livre de l'élève : 2-89310-044-9
Guide d'enseignement :
2-89310-073-2



Collisions

Description générale : Cette ressource comprend un cahier de l'élève et un guide d'enseignement. Le cahier de l'élève comporte des exercices, des activités et des expériences de laboratoire. Le guide d'enseignement contient une démarche pédagogique, des évaluations de type formatif et sommatif et le corrigé des exercices.

Auditoire : *Programme cadre*
immersion précoce

Catégorie : *ressource pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les acides, les bases et les sels*
la cinétique chimique
l'équilibre dynamique
les équilibres de solubilité
les réactions d'oxydoréduction

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										✓

Recommandé en : 1996

Fournisseur : *Mondia Éditeurs Inc.*
1977, boulevard Industriel
Laval, QC
H7S 1P6

Téléphone : 1-800-561-2371
Télécopieur : (514) 667-8658

Prix : Cahier d'apprentissage : 16,95 \$
Guide d'enseignement : 57 \$

ISBN/Numéro de commande : Cahier d'apprentissage :
2-89114-525-9
Guide d'enseignement :
2-89114-526-7



série Électrochimie

Description générale : Cette série comporte six émissions de 10 minutes. Dans la première émission, la réaction d'oxydoréduction est expliquée en détail. La deuxième émission porte sur la notion de l'oxydation et de la réduction et étudie par la suite une réaction entre le zinc et le sulphate de cuivre. La troisième émission démontre comment le potentiel de réduction a été mesuré expérimentalement. Lors de la quatrième émission, on donne un bref historique des piles ainsi que le fonctionnement des piles jetables et rechargeables. La corrosion, dans la cinquième émission, est traitée en détail de même que les moyens de la prévenir. La dernière émission examine le processus électrochimique qui sert à protéger une surface en fer. Le guide pédagogique donne une description détaillée de chaque émission. Il comporte également des renseignements supplémentaires utiles avant, pendant et après la projection de la vidéo. Ce guide contient des questions et des activités qui favorisent la compréhension de chaque émission.

Auditoire : *Immersion précoce*

Programme cadre

Immersion tardive - langage accessible

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les réactions d'oxydoréduction*

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										✓

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *B.C. Learning Connection Inc.*

*c/o Learning Resources Branch (Customer Service)
878 Viewfield Road
Victoria, BC
V9A 4V1*

Téléphone : (604) 387-5331

Télécopieur : (604) 387-1527

Prix : 20 \$ chacun

ISBN/Numéro de commande : FIS171-FIS176



L'enjeu de la chimie

Description générale : Ces deux cahiers d'activités comprennent du matériel pour la Chimie 11 et 12. Toutefois, la plus grande partie du contenu s'adresse aux élèves de 12^e année. Le fascicule 1 couvre les sujets suivants : la recherche, les gaz et leurs applications et les réactions chimiques (énergie). Le fascicule 2 inclut les réactions chimiques (vitesse de réaction et équilibre). Chaque fascicule comprend une variété d'exercices pratiques et d'expériences de laboratoire.

Avis : *Seul le corrigé pour le fascicule 1 a été évalué.*

Auditoire : *Immersion précoce*

Programme cadre

Catégorie : *Ressource pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les acides, les bases et les sels*

la cinétique chimique

l'équilibre dynamique

les réactions d'oxydoréduction

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										✓

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Lidex Inc.*

*4350, avenue Hôtel-de-Ville
Montréal, QC
H2W 2H5*

Téléphone : (514) 843-5991

Télécopieur : (514) 843-5252

Prix : Cahier d'activités : 6,76 \$

Cahier d'activités (corrigé) : 17,95 \$

ISBN/Numéro de commande : pas disponible



série Équilibre chimique

Description générale : Cette série comprend six titres et est accompagnée d'un guide d'enseignement. Pour chaque titre, le guide comporte les objectifs, la description de l'émission, des activités de projection, des activités de renforcement, etc. «Stabilité instable» présente le sens des réactions chimiques endothermiques et exothermiques. «Équilibre dynamique» décrit comment les réactions chimiques vont dans les deux sens. «Réaction cinétique» explique pourquoi certaines réactions se produisent plus vite que d'autres. «Tendance des réactions» introduit le principe de Le Chatelier. «La constante d'équilibre» traite la manière dont les chimistes peuvent vérifier la constante d'équilibre d'un système donné à l'aide d'un simple modèle mathématique. «Le procédé Haber» précise les événements historiques qui ont mené au développement du procédé Haber qui a pour objectif de fixer l'azote atmosphérique. Dans la série, le concept d'équilibre chimique est approché de façon progressive. Durant l'émission, on pose à l'auditeur certaines questions portant à la réflexion.

Auditoire : *Immersion précoce*

Programme cadre

Immersion tardive - rythme approprié; dessins et exemples aident à la compréhension

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *l'équilibre dynamique*

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										✓

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *B.C. Learning Connection Inc.*

*c/o Learning Resources Branch (Customer Service)
878 Viewfield Road
Victoria, BC
V9A 4V1*

Téléphone : (604) 387-5331

Télécopieur : (604) 387-1527

Prix : 20 \$ chacun

ISBN/Numéro de commande : FIS132-FIS137



L'équilibre chimique

Description générale : Ce programme comporte cinq modules : concept d'équilibre, constante d'équilibre, facteurs qui affectent l'équilibre et des problèmes. Il permet de réaliser des expériences variées sur l'ordinateur. On applique la démarche expérimentale avec une rétroaction qui permet à l'élève de progresser à son propre rythme tout au long de l'expérience. Les résultats peuvent être représentés sous forme graphique et être imprimés. Ce logiciel est accompagné d'un outil d'évaluation et d'instructions.

Matériel requis pour la version MS-DOS (203K), format de disquette 3,5" ou 5,25"; 384K RAM suggéré; moniteur CGA suggéré; imprimante suggérée; souris suggérée.

Avis : *Une connaissance des concepts d'équilibre chimique et du principe de Le Chatelier est nécessaire afin d'utiliser ce logiciel.*

Auditoire : *Immersion précoce*

Programme cadre

Catégorie : *Ressource pour l'élève, pour l'enseignant(e)*

Composante(s) : *les acides, les bases et les sels
la cinétique chimique
l'équilibre dynamique*

Recommandé pour :

M/1	2/3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										✓

Recommandé en : 1993

Fournisseur : *Les Éditions FM*

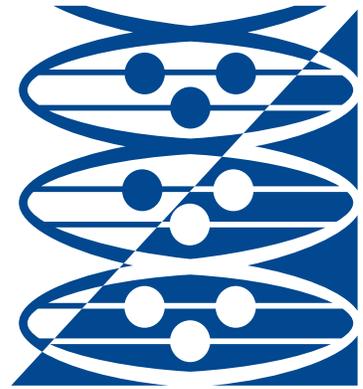
*1113 avenue Desnoyers
Ville de Laval, QC
H7C 1Y6*

Téléphone : (514) 324-0712

Télécopieur : (514) 664-1521

Prix : 89 \$

ISBN/Numéro de commande : pas disponible



ANNEXE C

*Considérations communes
à tous les programmes*

Les trois principes d'apprentissage énoncés dans l'introduction du présent ERI constituent le fondement du *Programme d'éducation de la maternelle à la 12^e année*. Ils ont guidé tous les aspects de l'élaboration de ce document, y compris les résultats d'apprentissage, les stratégies d'enseignement et d'évaluation ainsi que l'évaluation des ressources d'apprentissage.

Outre ces trois principes, le Ministère reconnaît que les écoles de la Colombie-Britannique accueillent des jeunes gens dont les origines, les intérêts, les habiletés et les besoins sont différents. Pour satisfaire ces besoins et assurer à tous les apprenants un traitement équitable et l'égalité d'accès aux services, chaque élément de ce document a également intégré des considérations communes à tous les programmes d'études. Les utilisateurs de ce document pourront s'inspirer de ces principes et possibilités d'intégration pour organiser leur classe, préparer leurs cours et dispenser leur enseignement.

Les considérations suivantes ont servi à orienter l'élaboration et l'évaluation des éléments de l'ERI :

- Orientation pratique du programme
- Introduction au choix de carrière
- English as a Second Language (ESL) / Mesures d'accueil
- Environnement et durabilité
- Études autochtones
- Égalité des sexes
- Technologie de l'information
- Éducation aux médias
- Multiculturalisme et antiracisme
- Science-Technologie-Société
- Besoins particuliers

ORIENTATION PRATIQUE DU PROGRAMME

Pour donner une orientation pratique aux programmes d'études, on y inclut les consi-

dérations suivantes d'une manière pertinente à chacune des matières :

Résultats d'apprentissage — les habiletés ou compétences sont exprimées de telle façon qu'elles soient observables et mesurables et qu'elles puissent faire l'objet d'un rapport

Employabilité — inclusion de résultats d'apprentissage ou de stratégies favorisant les aptitudes qui permettront aux élèves de réussir dans le monde du travail (savoir lire, écrire et compter, pensée critique et créative, résolution de problèmes, technologie et gestion de l'information, etc.)

Apprentissage contextuel — insistance sur l'apprentissage par l'action; utiliser des idées et des concepts abstraits, y compris des théories, des lois, des principes, des formules ou des preuves dans un contexte pratique (la maison, le milieu de travail, la collectivité, etc.)

Apprentissage coopératif — inclusion de stratégies qui favorisent la coopération et le travail d'équipe

Introduction au choix de carrière — inclusion des liens appropriés avec les carrières, les occupations, l'esprit d'entreprise ou le monde du travail

L'orientation pratique donnée à tous les cours favorise l'emploi d'applications pratiques pour faire la démonstration du savoir théorique. L'application de la théorie dans le contexte des problèmes et situations de la vie courante et du lieu de travail augmente la pertinence de l'école aux besoins et aux objectifs des élèves. Cette orientation pratique renforce le lien qui existe entre ce que les élèves doivent savoir pour fonctionner efficacement au travail ou dans les établissements postsecondaires et ce qu'ils apprennent de la maternelle à la 12^e année.

Voici quelques exemples d'une orientation pratique dans différentes disciplines :

English Language Arts ou *Français langue première* — on met de plus en plus l'accent sur le langage employé dans les situations de la vie de tous les jours et au travail, par exemple les entrevues d'emploi, notes de service, lettres, le traitement de texte, les communications techniques (y compris l'aptitude à interpréter des rapports techniques, guides, tableaux et schémas)

Mathématiques — on souligne de plus en plus les compétences requises dans le monde du travail, y compris les probabilités et les statistiques, la logique, la théorie des mesures et la résolution de problèmes

Sciences — davantage d'applications et d'expérience pratique des sciences telles que la réduction du gaspillage énergétique à l'école ou à la maison, la responsabilité d'une plante ou d'un animal dans la classe, la production informatisée de tableaux et de graphiques et l'utilisation de logiciels tableurs

Éducation aux affaires — on insiste davantage sur les applications de la vie courante comme la préparation du curriculum vitae et du portfolio personnel, la participation collective à la résolution de problèmes en communications des affaires, l'emploi de logiciels pour gérer l'information et l'emploi de la technologie pour créer et imprimer du matériel de commercialisation

Arts visuels — applications de la vie courante telles que collaborer à la production d'images ayant une signification sociale pour la classe, l'école ou la collectivité; regarder et analyser des objets et des images provenant de la collectivité; faire des expériences sur divers matériaux pour créer des images

Le résumé ci-dessus est tiré d'une étude du *Programme d'éducation de la maternelle à la 12^e année* (septembre 1994) et de programmes d'études de la Colombie-Britannique et d'autres juridictions.

INTRODUCTION AU CHOIX DE CARRIÈRE

L'introduction au choix de carrière est un processus continu qui permet aux apprenants d'intégrer leurs expériences personnelles, familiales, scolaires, professionnelles et communautaires en vue de faciliter leurs choix de vie personnelle et professionnelle.

Tout au long de leurs études dans ce domaine, les élèves développent :

- leur ouverture à des professions et types d'emplois divers
- leur compréhension des rapports qui existent entre le travail et les loisirs, le travail et la famille et enfin, le travail et les aptitudes et intérêts individuels
- leur compréhension du rôle que joue la technologie dans le monde du travail et dans la vie quotidienne
- leur compréhension des rapports qui existent entre le travail et l'apprentissage
- leur compréhension des changements qui se produisent au niveau de l'économie, de la société et du marché du travail
- leur capacité d'élaborer des plans d'apprentissage et de réfléchir sur l'importance de l'éducation permanente
- leur capacité de se préparer à jouer des rôles multiples au cours de leur vie

L'introduction au choix de carrière porte principalement sur la sensibilisation à la formation professionnelle, l'exploration des carrières, la préparation et la planification de la vie professionnelle, et l'expérience en milieu de travail.

Au niveau primaire

L'introduction au choix de carrière favorise une attitude positive à l'égard de divers rôles professionnels et types d'emplois. Les sujets traités incluent :

- le rôle du travail et des loisirs

- les rapports qui existent entre le travail, la famille, les intérêts et les aptitudes de chacun

On peut mettre en lumière tout un éventail de carrières en utilisant des activités d'apprentissage en classe axées sur les élèves eux-mêmes et sur une gamme complète de modèles y compris des modèles non traditionnels.

De la 4^e à la 8^e année

On continue à mettre l'accent sur la connaissance de soi et de la vie professionnelle. On y traite des sujets suivants :

- les intérêts, aptitudes et objectifs futurs potentiels
- la technologie au travail et dans la vie quotidienne
- les changements sociaux, familiaux et économiques
- les options futures en matière d'éducation
- les groupes de carrières (carrières ayant des rapports entre elles)
- les modes de vie
- les influences extérieures sur la prise de décision

On pourra faire appel à des jeux, à des jeux de rôle et à des expériences pertinentes de bénévolat communautaire pour aider les élèves à explorer activement le monde du travail. On pourra également faire des expériences sur le terrain au cours desquelles les élèves observent des travailleurs dans leur environnement de travail et s'entretiennent ensuite avec eux. Ces activités d'apprentissage favorisent le développement des compétences en communication interpersonnelle et en résolution collective de problèmes, compétences qu'il est bon de posséder dans le monde du travail et dans d'autres situations de la vie.

En 9^e et 10^e années

On fera en sorte que les élèves aient l'occasion de se préparer à prendre des décisions appropriées et réalistes. Lorsqu'ils mettront au point leur propre plan d'apprentissage, ils établiront des rapports entre la connaissance de soi et leurs buts et aspirations. Ils acquerront aussi de nombreuses compétences et attitudes fondamentales nécessaires pour un passage efficace de l'adolescence à l'âge adulte. Ils seront ainsi mieux préparés à devenir responsables et autonomes tout au long de leur vie.

Les sujets traités incluent :

- l'esprit d'entreprise
- l'aptitude à l'emploi (p. ex. comment trouver et garder un emploi)
- l'importance de l'éducation permanente et de la planification professionnelle
- l'engagement au niveau communautaire
- les nombreux rôles différents qu'une personne peut jouer au cours de sa vie
- la dynamique du monde du travail (p. ex. syndicats, chômage, loi de l'offre et de la demande, littoral du Pacifique, libre-échange)

À ce niveau-ci, on insiste sur l'analyse des compétences et des intérêts personnels au moyen de diverses occasions d'exploration de carrières (p. ex. les observations au poste de travail). On pourra aider les élèves à analyser et à confirmer leurs valeurs et croyances personnelles au moyen de discussions de groupe et de consultations individuelles.

En 11^e et 12^e années

À la fin des études, l'introduction au choix de carrière aborde plus spécialement les questions ayant trait au monde du travail. En voici quelques-unes :

- la dynamique de la main-d'œuvre changeante et les facteurs de changement qui

affectent le marché du travail (p. ex. technologie d'avant-garde et tendances économiques)

- les compétences de maintien de l'emploi et d'avancement (compétences interpersonnelles requises dans le monde du travail, normes d'emploi)
- les questions de santé au travail et d'accès aux services de santé
- le financement des études supérieures
- les stratégies et milieux d'apprentissage alternatifs pour différentes étapes de la vie
- l'expérience en milieu de travail (obligatoire, minimum de 30 heures)

Expérience en milieu de travail

L'expérience en milieu de travail donne aux élèves l'occasion de participer à diverses expériences qui les aident à préparer la transition vers la vie professionnelle. Grâce à l'expérience en milieu de travail, les élèves auront aussi l'occasion :

- d'établir des rapports entre ce qu'ils apprennent à l'école et les compétences et connaissances requises dans le monde du travail et dans la société en général
- de faire l'expérience d'un apprentissage à la fois théorique et appliqué dans le cadre d'une éducation libérale et générale
- d'explorer les orientations de carrière qu'ils auront indiquées dans leur plan d'apprentissage

Les descriptions de l'introduction au choix de carrière sont tirées des publications suivantes du ministère de l'Éducation et de la Formation professionnelle : *Career Developer's Handbook, Lignes directrices relatives au programme d'éducation de la maternelle à la 12^e année, Guide de mise en œuvre, Partie I* et *Prescribed Provincial Curriculum for Personal Planning, Kindergarten to Grade 12*, version préliminaire, janvier 1995.

ENGLISH AS A SECOND LANGUAGE (ESL) / MESURES D'ACCUEIL

L'aide en ESL est offerte aux élèves dont l'emploi de l'anglais est suffisamment différent de celui de l'anglais courant pour les empêcher de réaliser leur potentiel. Nombreux sont les élèves qui apprennent l'anglais et qui le parlent assez couramment et semblent posséder les compétences requises. Cependant, l'école exige une connaissance plus approfondie de l'anglais et de ses variations, tant à l'oral qu'à l'écrit. C'est pourquoi même les élèves qui parlent couramment la langue peuvent avoir besoin de suivre des cours d'ESL pour profiter de l'expérience linguistique appropriée à laquelle ils n'ont pas accès en dehors de la classe. L'ESL est un service de transition plutôt qu'une discipline. Les élèves apprennent la langue d'enseignement et, dans bien des cas, le contenu des disciplines appropriées pour leur classe. C'est la raison pour laquelle l'ESL n'a pas de programme spécifique. Le programme d'études officiel constitue la base de la majeure partie de l'enseignement et sert à enseigner l'anglais aussi bien que les disciplines individuelles. La méthodologie, l'objet de l'apprentissage et le niveau d'engagement vis-à-vis du programme d'études sont les caractéristiques qui différencient les services d'ESL des autres activités scolaires.

Les élèves du programme d'ESL

Près de 10 pour cent de la population scolaire de la Colombie-Britannique bénéficie des services d'ESL. Ces élèves ont des antécédents très divers. La plupart sont des immigrants récemment arrivés dans la province. Certains sont nés au Canada, mais n'ont pas eu l'occasion d'apprendre l'anglais avant d'entrer à l'école élémentaire. La majorité des élèves d'ESL a un système linguistique bien développé et a suivi des

études équivalant plus ou moins à celles que suivent les élèves nés en Colombie-Britannique. Un petit nombre d'élèves, du fait de leurs expériences passées, ont besoin de services de base tels que la formation en lecture et en écriture, le perfectionnement scolaire et la consultation suite à un traumatisme.

Les enseignants pourront avoir des élèves de n'importe quel niveau d'ESL dans leurs classes. Bien des élèves d'ESL suivent des cours dans les disciplines scolaires surtout pour avoir des contacts avec leurs pairs anglophones et pour être exposés à la langue et aux disciplines. D'autres élèves d'ESL sont tout à fait intégrés au niveau des disciplines. L'intégration réussit lorsque les élèves atteignent un degré de compétence linguistique et de connaissances générales d'une matière tel qu'ils peuvent obtenir de bons résultats avec un minimum de soutien externe.

Conditions d'apprentissage optimales pour les élèves d'ESL

Le but du programme d'ESL est de fournir aux élèves un milieu d'apprentissage où ils peuvent comprendre la langue et les concepts.

On favorisera les pratiques suivantes visant à améliorer l'apprentissage des élèves :

- employer des objets réels et un langage simple au niveau élémentaire
- tenir compte des antécédents culturels et des styles d'apprentissage différents et ce, à tous les niveaux
- fournir du matériel d'apprentissage adapté (au contenu linguistique réduit)
- respecter la période silencieuse de l'élève durant laquelle l'expression n'est pas une indication de son niveau de compréhension
- permettre aux élèves de pratiquer et d'intérioriser l'information avant de donner des réponses détaillées

- faire la différence entre la forme et le contenu dans le travail écrit des élèves
- garder à l'esprit les exigences auxquelles les élèves doivent faire face

Le sommaire ci-dessus est tiré de *Supporting Learners of English; Information for School and District Administrators*, RB0032, et *ESL Policy Discussion Paper (Draft)*, Social Equity Branch, décembre 1994.

Pour les élèves inscrits au Programme francophone et au programme d'Immersion tardive, les Mesures d'accueil remplissent les mêmes fonctions que l'ESL.

ENVIRONNEMENT ET DURABILITÉ

On définit l'éducation à l'environnement comme une façon de comprendre les relations que les hommes entretiennent avec l'environnement. Elle fournit aux élèves l'occasion :

- d'étudier les rapports qu'ils entretiennent avec l'environnement naturel par le biais de tous les sujets
- de faire l'expérience directe de l'environnement, qu'il soit naturel ou construit par l'homme
- de prendre des décisions et d'agir pour le bien de l'environnement

Le terme *durabilité* s'applique aux sociétés qui «favorisent la diversité et ne compromettent pas la survie future d'aucune espèce dans le monde naturel».

Pertinence des thèmes de l'environnement et de la durabilité dans le programme d'études

L'intégration de ces deux thèmes au programme d'études aide les élèves à acquérir une attitude responsable vis-à-vis de la Terre. Les études qui intègrent ces deux thèmes donnent aux élèves l'occasion d'exprimer leurs croyances et leurs opinions, de réfléchir à une gamme de points de vue et en fin de compte, de faire des choix éclairés et responsables.

Les principes directeurs que l'on incorporera aux disciplines de la maternelle à la 12^e année sont les suivants :

- L'expérience directe est à la base de l'apprentissage humain.
- L'analyse des interactions aide les hommes à comprendre leur environnement.
- L'action responsable fait partie intégrante de l'éducation à l'environnement et en est aussi une conséquence.

En voici quelques principes organisateurs :

- La survie de l'espèce humaine repose sur des systèmes naturels et artificiels complexes.
- Les décisions et les actes des humains ont des conséquences sur l'environnement.
- Les élèves doivent avoir l'occasion de développer une appréciation esthétique de l'environnement.

Exemples de thèmes à étudier : Protection des intérêts du consommateur, systèmes d'exploitation des écoles, pollution, espèces en voie de disparition.

Le sommaire ci-dessus est tiré de *Environmental Education/Sustainable Societies – A Conceptual Framework*, Bureau des programmes d'études, 1994

ÉTUDES AUTOCHTONES

Les Études autochtones explorent la richesse et la diversité des cultures et des langues des Premières Nations. Ces cultures et langues sont étudiées dans leurs contextes spécifiques et dans celui des réalités historiques, contemporaines et futures. Les Études autochtones sont basées sur une perspective holistique intégrant le passé, le présent et l'avenir. Les peuples des Premières Nations ont été les premiers habitants de l'Amérique du Nord; ils vivaient en sociétés très évoluées, bien organisées et autosuffisantes. Les Premières Nations constituent une mosaïque culturelle aussi riche et diverse que celle de

l'Europe de l'Ouest. Il existe un grand nombre de groupes présentant des différences culturelles (p. ex. Nisga'a, KwaKwaka'Wakw, Nlaka'pamux, Secwepemc, Skomish, Tsimshian). Chaque groupe est unique et figure dans le programme scolaire pour une raison ou pour une autre. Les Premières Nations de la Colombie-Britannique forment une partie importante du tissu historique et contemporain de la province.

Pertinence des Études autochtones dans le programme

- Les valeurs et les croyances autochtones perdurent et sont encore pertinentes aujourd'hui.
- Il faut valider l'identité autochtone et en établir le bien-fondé.
- Les peuples autochtones ont des cultures puissantes, dynamiques et changeantes qui se sont adaptées aux événements et tendances d'un monde en constante évolution.
- Il faut que les gens comprennent les similitudes et les différences qui existent entre les cultures si l'on doit arriver à la tolérance, à l'acceptation et au respect mutuel.
- On est en droit d'attendre des discussions et des décisions éclairées et raisonnables, basées sur une information exacte et fiable, concernant les questions autochtones (p. ex. les traités modernes que négocient présentement le Canada, la Colombie-Britannique et les Premières Nations).

Dans le cours de ses études autochtones, l'élève pourra :

- manifester sa compréhension et son appréciation des valeurs, coutumes et traditions des Premières Nations
- manifester sa compréhension et son appréciation des systèmes de communication autochtones originaux
- reconnaître l'importance des rapports que les Premières Nations entretiennent avec le monde naturel

- reconnaître les dimensions de l'art autochtone qui font partie d'une expression culturelle totale
- donner des exemples de la diversité et du fonctionnement des systèmes sociaux, économiques et politiques des Premières Nations dans des contextes traditionnels et contemporains
- décrire l'évolution des droits et libertés de la personne relativement aux peuples des Premières Nations

Voici quelques exemples d'intégration du matériel sur les Premières Nations dans les programmes de diverses disciplines :

Arts visuels — les élèves pourront comparer les styles artistiques de deux ou de plusieurs cultures des Premières Nations

English Language Arts ou *Français langue première* — les élèves pourront analyser des portraits et autres descriptions des peuples des Premières Nations dans différentes œuvres littéraires

Sciences familiales — les élèves pourront identifier les formes de nourriture, d'habillement et d'abri dans des cultures anciennes et contemporaines des peuples des Premières Nations

Éducation à la technologie — les élèves pourront décrire le perfectionnement des technologies traditionnelles des Premières Nations (bois courbé ou boîtes étanches dont les parois sont faites d'une seule planche de cèdre, tissage, matériel de pêche)

Éducation physique — les élèves pourront participer à des jeux et danses des Premières Nations et apprendre à les apprécier

Le sommaire ci-dessus est tiré de *First Nations Studies —Curriculum Assessment Framework (Primary through Graduation)* et de *B.C. First Nations Studies 12 Curriculum*, publiés, en 1992 et 1994 respectivement, par le Bureau de l'Éducation autochtone.

ÉGALITÉ DES SEXES

Une éducation fondée sur l'égalité des sexes exige l'intégration des expériences, perceptions et points de vue des filles et des femmes aussi bien que ceux des garçons et des hommes à toutes les facettes de l'éducation. Elle se concentre d'abord sur les filles pour corriger les iniquités du passé. En général, les stratégies d'intégration qui favorisent la participation des filles atteignent aussi les garçons qui sont exclus par les styles d'enseignement et le contenu de programmes d'études plus traditionnels.

Les principes de l'égalité des sexes en éducation sont les suivants :

- Tous les élèves ont droit à un environnement d'apprentissage sans distinction de sexe.
- Tous les programmes scolaires et décisions ayant trait à la carrière doivent être retenus en vertu de l'intérêt et de l'aptitude de l'élève sans distinction de sexe.
- L'égalité des sexes touche également la classe sociale, la culture, l'origine ethnique, la religion, l'orientation sexuelle et l'âge.
- L'égalité des sexes exige sensibilité, détermination, engagement et vigilance à long terme.
- Le fondement de l'égalité des sexes est la coopération et la collaboration entre les élèves, les éducateurs, les organismes éducatifs, les familles et les membres des différentes communautés.

Stratégies générales pour un enseignement égalitaire

- S'engager à se renseigner sur l'enseignement égalitaire et à le pratiquer.
- Utiliser des termes se rapportant particulièrement au sexe féminin dans des exercices de mise en marché. Si, par exemple, une Foire de la technologie a été conçue

- pour attirer les filles, mentionner celles-ci d'une façon claire et précise dans les documents de présentation. Bien des filles supposent tout naturellement que les termes neutres utilisés dans les domaines où les femmes ne sont pas traditionnellement représentées s'adressent uniquement aux garçons.
- Modifier le contenu, le style d'enseignement et les pratiques d'évaluation pour rendre des sujets non traditionnels plus pertinents et plus intéressants pour les garçons et les filles.
 - Souligner les aspects sociaux et l'utilité des activités, des compétences et des connaissances.
 - Des commentaires provenant d'élèves de sexe féminin indiquent que celles-ci apprécient particulièrement le mode de pensée intégral; comprendre les contextes tout autant que les faits; explorer les conséquences de certaines décisions du point de vue social, moral et environnemental.
 - Au moment d'évaluer la pertinence du matériel pédagogique choisi, tenir compte du fait que les intérêts et le vécu des garçons peuvent être différents de ceux des filles.
 - Choisir diverses stratégies d'enseignement, notamment organiser de petits groupes au sein desquels les élèves pourront collaborer ou coopérer les uns avec les autres et fournir à ces derniers des occasions de prendre des risques calculés, d'effectuer des activités pratiques et d'intégrer leurs connaissances à leurs compétences (p. ex. sciences et communications).
 - Fournir des stratégies précises, des occasions particulières et des ressources visant à encourager les élèves à réussir dans des disciplines où ils sont d'ordinaire faiblement représentés.
- Concevoir des cours qui permettent d'explorer de nombreuses perspectives et d'utiliser différentes sources d'information — parler aussi bien d'expertes que d'experts.
 - Utiliser au mieux l'esprit d'émulation qui règne au sein de la classe, particulièrement dans les domaines où les garçons excellent d'ordinaire.
 - Surveiller les préjugés (dans les comportements, les ressources d'apprentissage, etc.) et enseigner aux élèves des stratégies en vue de reconnaître et d'éliminer les injustices qu'ils observent.
 - Avoir conscience des pratiques discriminatoires admises dans le domaine de l'activité physique (sports d'équipe, financement des athlètes, choix en matière de programme d'éducation physique, etc.).
 - Ne pas supposer que tous les élèves sont hétérosexuels.
 - Échanger l'information et tisser un réseau incluant des collègues foncièrement engagés en matière d'égalité.
 - Donner l'exemple d'un comportement exempt de parti pris : utiliser un langage dénotant l'insertion, un langage parallèle ou un langage ne comportant pas de connotation sexiste; interroger et aider les élèves des deux sexes aussi souvent et de façon aussi précise et approfondie dans un cas comme dans l'autre; durant les périodes d'interrogation, accorder suffisamment de temps entre les questions et les réponses pour que les élèves timides puissent répondre.
 - Demander à des collègues au courant des partis pris les plus fréquents d'assister à un de vos cours et de souligner ceux qu'ils auraient pu y observer.
 - Faire preuve de cohérence.

Le présent sommaire est tiré du *Preliminary Report of the Gender Equity Advisory Committee* reçu par le ministère de l'Éducation en février 1994 et d'une étude de la documentation connexe.

TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION

La Technologie de l'information décrit l'emploi des outils et des dispositifs électroniques qui nous permettent de créer, d'explorer, de transformer et d'exprimer l'information.

Pertinence de la Technologie de l'information dans le programme d'études

Au moment où le Canada passe d'une économie agricole et industrielle à l'ère de l'information, les élèves doivent acquérir de nouvelles compétences, connaissances et attitudes. Le programme de Technologie de l'information a été conçu en vue de l'intégration dans tous les nouveaux programmes d'études afin que les élèves sachent utiliser les ordinateurs et acquièrent les connaissances technologiques requises dans le monde du travail.

Dans le cadre de ce programme, les élèves acquerront des compétences dans les domaines suivants : analyse et évaluation de l'information, traitement de texte, analyse de banques de données, gestion de l'information, applications graphiques et multimédias. Les élèves identifieront aussi les questions éthiques et sociales associées à l'utilisation de la technologie de l'information.

La Technologie de l'information faisant partie intégrante du programme, l'élève pourra :

- faire preuve de compétence élémentaire dans le maniement des outils d'information
- manifester sa compréhension de la structure et des concepts de la technologie de l'information
- établir des rapports entre la technologie de l'information et les préoccupations personnelles et sociales
- définir un problème et élaborer les stratégies permettant de le résoudre
- appliquer les critères de recherche pour localiser ou envoyer de l'information
- transférer l'information en provenance de sources externes
- évaluer l'information quant à son authenticité et à sa pertinence
- réorganiser l'information pour lui donner une nouvelle signification
- modifier, réviser et transformer l'information
- appliquer les principes de conception graphique qui affectent l'apparence de l'information
- faire passer un message à un public donné à l'aide de la technologie de l'information

Les composantes du programme sont les suivantes :

Bases — les compétences physiques ainsi que l'entendement intellectuel et personnel élémentaires requis pour utiliser la technologie de l'information de même que l'aptitude à l'apprentissage autonome et les attitudes sociales responsables

Exploration — la définition d'un problème en vue d'établir un objectif précis pour les stratégies de recherche et les techniques d'extraction

Transformation — filtrage, organisation et traitement de l'information

Expression — conception, intégration et présentation d'un message à l'aide d'une information textuelle, sonore et visuelle

Cette information est tirée de *Draft Information Technology Curriculum K-12*.

ÉDUCATION AUX MÉDIAS

L'éducation aux médias est une approche multidisciplinaire et interdisciplinaire de l'étude des médias. L'éducation aux médias étudie les concepts clés des médias et aborde des questions globales telles que l'histoire et le rôle des médias dans différentes sociétés

ainsi que les enjeux sociaux, politiques, économiques et culturels associés aux médias. Plutôt que d’approfondir les concepts comme le ferait un cours d’Étude des médias, l’éducation aux médias s’intéresse à la plupart des concepts importants liés aux médias dans les rapports qu’ils entretiennent avec diverses disciplines.

Pertinence de l’éducation aux médias dans le programme d’études

La vie des élèves d’aujourd’hui est envahie par la musique populaire, la télévision, le cinéma, la radio, les revues, les jeux informatiques de même que les services d’information, les médias et les messages médiatisés. L’éducation aux médias développe l’aptitude des élèves à réfléchir de manière critique et autonome sur les sujets qui les affectent. L’éducation aux médias encourage les élèves à reconnaître et à examiner les valeurs que contiennent les messages médiatisés. Elle les invite aussi à comprendre que ces messages sont produits pour informer, persuader et divertir dans des buts divers. L’éducation aux médias aide les élèves à comprendre les distorsions que peut entraîner l’emploi de pratiques et de techniques médiatisées particulières. Toutes les disciplines présentent des occasions d’apprentissage en éducation aux médias. L’éducation aux médias ne fait pas l’objet d’un programme d’études à part.

Les concepts clés de l’éducation aux médias sont les suivants :

- l’analyse de produits médiatiques (objet, valeurs, représentation, codes, conventions, caractéristiques et production)
- interprétation et influence du public (interprétation, influence des médias sur le public, influence du public sur les médias)
- médias et société (contrôle, portée)

Exemples d’intégration des concepts clés :

English Language Arts ou *Français langue première* — les élèves font la critique de publicités et en examinent les points de vue

Arts visuels — les élèves analysent l’attrait qu’exerce une image selon l’âge, le sexe, la situation, etc., du public cible

Formation personnelle — les élèves examinent l’influence des médias sur les concepts corporels et sur les choix de vie saine

Art dramatique — les élèves font la critique de pièces de théâtre professionnelles et amateurs, de films dramatiques et d’émissions de télévision pour en déterminer l’objet

Sciences humaines — les élèves comparent la représentation des Premières Nations dans les médias au fil des ans

Ce sommaire est tiré de *A Cross-curricular Planning Guide for Media Education* préparé en 1994 par la Canadian Association for Media Education pour le compte du Bureau des programmes d’études.

ÉDUCATION AU MULTICULTURALISME ET À L’ANTIRACISME

Éducation au multiculturalisme

L’éducation au multiculturalisme met l’accent sur la promotion de la compréhension, du respect et de l’acceptation de la diversité culturelle dans notre société.

L’éducation au multiculturalisme consiste à :

- reconnaître que chaque personne appartient à un groupe culturel
- accepter et apprécier la diversité culturelle comme élément positif de notre société
- affirmer que tous les groupes ethno-culturels sont égaux dans notre société
- comprendre que l’éducation au multiculturalisme s’adresse à tous les élèves
- reconnaître que la plupart des cultures ont beaucoup en commun, que les similitudes interculturelles sont plus nombreuses que

les différences et que le pluralisme culturel est une facette positive de la société

- affirmer et développer l'estime de soi fondée sur la fierté du patrimoine et donner aux élèves l'occasion d'apprécier le patrimoine culturel d'autrui
- promouvoir la compréhension inter-culturelle, le civisme et l'harmonie raciale

Éducation à l'antiracisme

L'éducation à l'antiracisme favorise l'élimination du racisme en identifiant et en changeant les politiques et pratiques sociales et en reconnaissant les attitudes et comportements individuels qui contribuent au racisme.

L'éducation à l'antiracisme consiste à :

- présenter la nécessité de réfléchir sur ses propres attitudes vis-à-vis des races et du racisme
- comprendre les causes du racisme afin de parvenir à l'égalité
- reconnaître le racisme et l'examiner tant au niveau personnel que social
- reconnaître le fait que la lutte contre le racisme est une responsabilité personnelle
- s'efforcer d'éliminer les obstacles systémiques qui marginalisent des groupes d'individus
- donner aux individus l'occasion d'agir pour éliminer toute forme de racisme y compris les stéréotypes, les préjugés et la discrimination

Pertinence de l'éducation au multiculturalisme et à l'antiracisme dans le programme

Le multiculturalisme et l'antiracisme contribuent à la qualité de l'enseignement en offrant des expériences d'apprentissage qui valorisent la force basée sur la diversité et l'équité sociale, économique, politique et

culturelle. L'éducation au multiculturalisme et à l'antiracisme offre aussi aux élèves des expériences d'apprentissage qui contribuent à leur développement social, émotionnel, esthétique, artistique, physique et intellectuel. Ils y puiseront les connaissances et compétences sociales requises pour interagir efficacement avec des cultures variées. On y reconnaît également l'importance de la collaboration entre élèves, parents, éducateurs et groupes qui oeuvrent pour la justice sociale au sein du système d'éducation.

Les objectifs clés de l'éducation au multiculturalisme et à l'antiracisme sont les suivants :

- favoriser la compréhension et le respect de la diversité culturelle
- augmenter la communication créatrice interculturelle dans une société pluraliste
- garantir l'égalité d'accès aux programmes de qualité visant la performance pédagogique pour tous les élèves quels que soient leur culture, leur nationalité d'origine, leur religion, ou leur classe sociale
- développer l'estime de soi, le respect de soi-même et des autres et la responsabilité sociale
- combattre et éliminer les stéréotypes, les préjugés, la discrimination et toute autre forme de racisme
- inclure les expériences de tous les élèves dans les programmes d'études

Exemples de l'intégration au niveau des disciplines :

Beaux-Arts — les élèves déterminent des façons dont les beaux-arts dépeignent les expériences culturelles

Lettres et Sciences humaines — les élèves reconnaissent les similitudes et les différences entre le mode de vie, l'histoire, les valeurs et les croyances de divers groupes culturels

Mathématiques ou **Sciences** — les élèves reconnaissent le fait que les individus et les groupes culturels ont employé des méthodes différentes et communes pour calculer, enregistrer des faits numériques et mesurer

Éducation physique — les élèves apprennent à apprécier les jeux et les danses de groupes culturels variés

Ce sommaire est tiré de *Multicultural and Antiracism Education—Planning Guide (Draft)*, élaboré en 1994 par le Social Equity Branch.

SCIENCE-TECHNOLOGIE-SOCIÉTÉ

Science-Technologie-Société (STS) aborde notre compréhension des inventions et des découvertes et l'effet qu'ont la science et la technologie sur le bien-être des individus et sur la société globale.

L'étude de Science-Technologie-Société comprend :

- les contributions de la technologie aux connaissances scientifiques et vice versa
- la notion que les sciences et la technologie sont des expressions de l'histoire, de la culture et d'un éventail de facteurs personnels
- les processus scientifiques et technologiques comme l'expérimentation, l'innovation et l'invention
- le développement d'une conscience éveillée à l'éthique, aux choix et à la participation aux sciences et à la technologie

Pertinence de STS dans le programme d'études

STS a pour but d'aider les élèves à examiner, à analyser, à comprendre et à expérimenter l'interconnexion dynamique qui existe entre la science, la technologie et les systèmes humains et naturels.

Grâce à l'étude de STS dans diverses disciplines, les élèves pourront :

- acquérir les connaissances et développer les compétences favorisant une attitude critique et une ouverture à l'innovation
- utiliser des outils, procédés et stratégies en vue de relever le défi des enjeux les plus nouveaux
- reconnaître et examiner l'évolution des découvertes scientifiques, des changements technologiques et du savoir humain au fil des siècles dans le contexte de nombreux facteurs sociétaux et humains
- éveiller leur conscience aux valeurs, décisions personnelles et actions responsables en matière de science et de technologie
- explorer les processus scientifiques et les solutions technologiques
- collaborer à des solutions responsables et créatrices faisant appel à la science et à la technologie

Les composantes de STS sont les suivantes : Systèmes humains et naturels, Inventions et découvertes, Outils et processus, Société et changement.

Chaque composante peut être étudiée dans divers contextes tels que l'économie, l'environnement, l'éthique, les structures sociales, la culture, la politique et l'éducation. Chacun de ces contextes représente une perspective unique permettant d'explorer les rapports critiques qui existent et les défis que nous devons relever en tant qu'individus et en tant que société globale.

Exemples de liens interdisciplinaires :

Arts visuels — les exigences des artistes visuels ont entraîné la mise au point de nouvelles technologies et techniques, p. ex. nouveaux pigments permanents, vernis frittés, instruments de dessin

English Language Arts ou *Français langue première* — de nombreuses technologies ont récemment révolutionné la manière dont on écoute, écrit et parle (p. ex. les disques compacts, la messagerie vocale, la synthèse vocale)

Éducation physique — la façon dont la technologie a affecté notre compréhension des rapports entre l'activité et le bien-être

Ce sommaire est basé sur *Science-Technology-Society — A Conceptual Framework*, Bureau des programmes d'études, 1994.

BESOINS PARTICULIERS

Les élèves présentant des besoins particuliers sont les élèves qui ont des handicaps d'ordre intellectuel, physique ou émotif; des difficultés sur le plan de l'apprentissage, de la perception ou du comportement; ceux qui sont exceptionnellement doués ou talentueux.

Tous les élèves peuvent bénéficier d'un milieu d'apprentissage inclusif qui se trouve enrichi par la diversité des personnes qui le composent. Les élèves ont de meilleures perspectives de réussite lorsque les résultats d'apprentissage prescrits et les ressources recommandées tiennent compte d'un large éventail de besoins, de styles d'apprentissage et de modes d'expression chez les élèves.

Les éducateurs contribuent à créer des milieux d'apprentissage inclusifs en introduisant les éléments suivants :

- des activités qui visent le développement et la maîtrise des compétences fondamentales (lecture et écriture de base)
- une gamme d'activités et d'expériences d'apprentissage coopératif dans l'école et la collectivité ainsi que l'application de compétences pratiques dans des milieux variés

- des renvois aux ressources, à l'équipement et à la technologie d'apprentissage spécialisés
- des moyens d'adaptation en fonction des besoins particuliers (incorporer des adaptations ou extensions au contenu, au processus, au rythme et à l'environnement d'apprentissage; proposer des méthodologies ou des stratégies alternatives; renvoyer à des services spéciaux)
- diverses façons, pour l'élève, de rendre compte de son apprentissage, en dehors des activités traditionnelles (p. ex. dramatiser des événements pour manifester sa compréhension d'un poème, dessiner les observations faites en classe de français, composer et jouer un morceau de musique)
- la promotion des capacités et des contributions des enfants et des adultes présentant des besoins particuliers
- la participation à l'activité physique

Tous les élèves s'efforcent d'atteindre les résultats d'apprentissage prescrits. Nombreux sont les élèves présentant des besoins particuliers qui apprennent la même chose que l'ensemble des élèves. Dans certains cas, les besoins et aptitudes de ces élèves sont tels qu'il faut adapter ou modifier les programmes éducatifs. Le programme de l'élève pourra inclure un enseignement régulier dans certaines matières, tandis que d'autres matières seront modifiées et d'autres encore, adaptées. Ces adaptations et modifications sont spécifiées dans le plan d'apprentissage individualisé (PAI) de l'élève.

Programmes adaptés

Un programme adapté aborde les résultats d'apprentissage du programme officiel, mais fait l'objet d'adaptations pour que l'élève puisse participer au programme. Ces adaptations incluent des formats différents pour les ressources (braille, livres enregistrés sur

cassette), pour les stratégies d'enseignement (p. ex. l'emploi d'interprètes, de signaux visuels, d'aides à l'apprentissage) et pour les procédures d'évaluation (p. ex. examen oral, temps supplémentaire). On fera aussi des adaptations au niveau de l'enchaînement des compétences, du rythme, de la méthodologie, du matériel, de la technologie, de l'équipement, des services et de l'environnement. Les élèves qui participent à des programmes adaptés sont évalués selon les normes accompagnant le programme et reçoivent les mêmes crédits que les autres.

Programmes modifiés

Un programme modifié vise des résultats d'apprentissage choisis spécifiquement pour répondre aux besoins particuliers de l'élève; ces résultats diffèrent passablement de ceux du programme d'études officiel. Ainsi, un élève de 5^e année peut travailler, en art du langage, à la reconnaissance de panneaux indicateurs usuels et à l'utilisation du téléphone. Un élève inscrit à un programme modifié est évalué en fonction des buts et objectifs établis dans son plan d'apprentissage individualisé.

Publications du Ministère destinées aux enseignants dont les élèves présentent des besoins particuliers

Les publications ci-dessous sont actuellement disponibles auprès du Bureau des ressources d'apprentissage ou sont sur le point de l'être si elles sont en cours d'élaboration :

The Universal Playground: A Planning Guide (Ministère de l'Éducation, 1991, FCG 129)

Hard of Hearing and Deaf Students—Resource Guide to Support Classroom Teachers (Ministère de l'Éducation, 1994, RB0033)

Special Education Services—A Manual of Policies, Procedures and Guidelines (Ministère de l'Éducation, 1995)

I.E.P. Planning Resource (Ministère de l'Éducation, 1995)

Students with Visual Impairments—A Resource Guide to Support Classroom Teachers (Ministère de l'Éducation, 1995)

Gifted Students—A Resource Guide to Support Classroom Teachers (Ministère de l'Éducation, 1995)

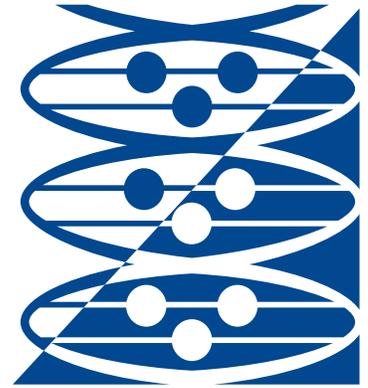
Students with Intellectual Disabilities: A Resource Guide to Support Teachers (Ministère de l'Éducation, 1995)

Teaching for Student Differences: A Resource Guide to Support Classroom Teachers (Ministère de l'Éducation, 1995)

Resource Handbook for Adapted Curriculum Software (Ministère de l'Éducation, 1995)

Awareness Series (Ministère de l'Éducation, 1995)

Le présent sommaire est tiré de *Handbook for Curriculum Developers* (février 1994) et de *Special Education Services—A Manual of Policies, Procedures and Guidelines*, juin 1995.



ANNEXE D

Mesure et évaluation

Les résultats d'apprentissage, exprimés en termes mesurables, servent de base à l'élaboration d'activités d'apprentissage et de stratégies d'évaluation. Cette annexe contient des considérations générales sur la mesure et sur l'évaluation, de même que des modèles de plans visant à montrer comment les activités, la mesure et l'évaluation peuvent être combinées dans un programme de chimie particulier.

MESURE ET ÉVALUATION

La mesure s'effectue grâce au rassemblement systématique d'informations sur ce que l'élève sait, ce qu'il est capable de faire et ce vers quoi il oriente ses efforts. Les méthodes et les instruments d'évaluation comprennent : l'observation, l'autoévaluation, des exercices quotidiens, des questionnaires, des échantillons de travaux de l'élève, des épreuves écrites, des échelles d'appréciation holistiques, des projets, des comptes rendus écrits et des exposés oraux, des examens de performance et des évaluations de portfolios.

La performance de l'élève est évaluée à partir des informations recueillies lors des activités d'évaluation. L'enseignant utilise sa perspicacité, ses connaissances et son expérience auprès des élèves, de même que des critères précis qu'il établit afin de porter un jugement sur le niveau de l'élève en fonction des résultats d'apprentissage poursuivis.

L'évaluation s'avère bénéfique pour les élèves lorsqu'elle est pratiquée de façon régulière et constante. Lorsqu'on la considère comme un moyen de stimuler l'apprentissage et non pas comme un jugement définitif, elle permet de montrer aux élèves leurs points forts et de leur indiquer des moyens de les développer davantage. Les élèves peuvent utiliser cette information pour réorienter leurs efforts, faire des plans et se fixer de nouveaux buts.

L'évaluation peut revêtir diverses formes, selon les objectifs poursuivis.

- L'évaluation critérielle sert à évaluer la performance de l'élève en classe. Elle utilise des critères fondés sur les résultats d'apprentissage décrits dans le programme d'études officiel. Les critères reflètent la performance de l'élève en fonction d'activités d'apprentissage déterminées. Lorsque le programme d'un élève est modifié de façon substantielle, l'évaluation peut se fonder sur des objectifs individuels. Ces modifications sont inscrites dans un plan d'apprentissage individualisé (PAI).
- L'évaluation normative permet de procéder à des évaluations de système à grande échelle. Un système d'évaluation normative n'est pas destiné à être utilisé en classe, parce qu'une classe ne constitue pas un groupe de référence assez important. L'évaluation normative permet de comparer la performance d'un élève à celle d'autres élèves et est fondée sur une courbe de distribution normale répartie dans l'ensemble d'une population.

ÉVALUATION CRITÉRIELLE

L'évaluation critérielle permet de comparer la performance d'un élève à des critères établis, plutôt qu'à la performance des autres élèves. L'évaluation des élèves dans le cadre du programme d'études officiel exige que des critères soient établis en fonction des résultats d'apprentissage énumérés dans les composantes du programme de Chimie 11 et 12.

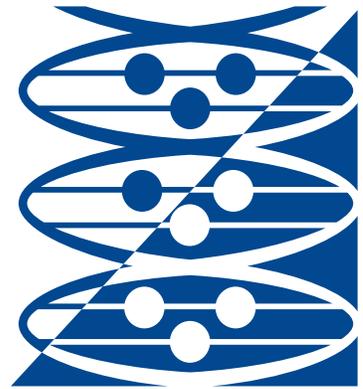
Les critères servent de fondement à l'évaluation du progrès des élèves. Ils déterminent les aspects essentiels d'une performance ou d'un produit et décrivent en termes précis ce

qui constitue l'atteinte des résultats d'apprentissage. Les critères peuvent servir à évaluer la performance de l'élève en fonction des résultats d'apprentissage. Ainsi, les critères de pondération, les échelles d'appréciation ou les rubriques de rendement (c.-à-d. les cadres de référence) constituent trois moyens d'évaluer la performance de l'élève à partir de critères.

Les échantillons de la performance de l'élève devraient refléter les résultats d'apprentissage et les critères établis. Ces échantillons permettront de clarifier et de rendre explicite le lien entre l'évaluation, les résultats d'apprentissage, les critères et la mesure. Lorsque la performance de l'élève n'est pas un produit, et ne peut donc être reproduite, on en fournira une description.

L'évaluation critérielle peut être basée sur les étapes suivantes :

- Étape 1** ▶ Identifier les résultats d'apprentissage prescrits (tels qu'énoncés dans cet Ensemble de ressources intégrées).
- Étape 2** ▶ Identifier les principaux objectifs d'apprentissage se rapportant à l'enseignement et à l'apprentissage.
- Étape 3** ▶ Définir et établir des critères. Faire participer l'élève, s'il y a lieu, à la détermination des critères.
- Étape 4** ▶ Prévoir des activités d'apprentissage qui permettront à l'élève d'acquérir les connaissances ou les compétences énoncées dans les critères.
- Étape 5** ▶ Avant le début de l'activité d'apprentissage, informer l'élève des critères qui serviront à l'évaluation de son travail.
- Étape 6** ▶ Fournir des exemples du niveau de performance souhaité.
- Étape 7** ▶ Mettre en oeuvre les activités d'apprentissage.
- Étape 8** ▶ Utiliser diverses méthodes d'évaluation en tenant compte de la tâche assignée et de l'élève.
- Étape 9** ▶ Examiner les données relatives à l'évaluation et évaluer le niveau de performance ou la qualité du travail de chaque élève en fonction des critères.
- Étape 10** ▶ Lorsque cela convient ou s'avère nécessaire, attribuer une cote qui indique dans quelle mesure l'élève a satisfait aux critères.
- Étape 11** ▶ Transmettre les résultats de l'évaluation à l'élève et aux parents.



ANNEXE D

Mesure et évaluation – modèles

Les modèles présentés dans cette annexe ont pour but de montrer aux enseignants comment relier les critères d'évaluation aux résultats d'apprentissage prescrits. Chaque modèle est fondé sur certains résultats d'apprentissage tirés d'une ou de plusieurs composantes du programme. Les modèles comportent notamment : l'information dont les enseignants ont besoin pour comprendre le contexte de la classe, les tâches et les stratégies d'enseignement proposées, les outils et les méthodes employés pour recueillir les renseignements nécessaires à l'évaluation, et les critères utilisés pour évaluer la performance des élèves.

ORGANISATION DES MODÈLES

Chaque modèle se compose des cinq parties suivantes :

- identification des résultats d'apprentissage prescrits
- aperçu
- préparation de l'évaluation
- définition des critères
- évaluation de la performance de l'élève

Identification des résultats d'apprentissage prescrits

Cette partie fait état de la ou des composantes ainsi que des résultats d'apprentissage prescrits qui se rapportent particulièrement au modèle.

Aperçu

Cette partie comporte un résumé des principaux aspects du modèle.

Préparation de l'évaluation

Cette partie expose, dans les grandes lignes :

- l'information nécessaire pour comprendre le contexte de la classe
- les tâches pédagogiques
- les occasions d'apprentissage fournies aux élèves

- l'information en retour et l'appui offerts aux élèves par l'enseignant
- les manières dont l'enseignant a préparé les élèves pour l'évaluation

Définition des critères

Cette partie traite de critères précis qui sont fondés sur les résultats d'apprentissage prescrits, la tâche d'évaluation et divers cadres de référence.

Évaluation de la performance de l'élève

Cette partie comprend :

- les tâches ou les activités d'évaluation
- l'appui que l'enseignant a offert aux élèves
- les outils et les méthodes employés pour recueillir l'information nécessaire à l'évaluation
- la façon dont les critères ont été utilisés pour évaluer la performance de l'élève

MODÈLES D'ÉVALUATION

Les modèles présentés dans les pages suivantes illustrent la façon dont l'enseignant peut effectuer une évaluation critérielle en Chimie 11 et 12.

- Modèle 1 : Chimie 11
Détermination de la formule empirique d'un hydrate
Page D - 8
- Modèle 2 : Chimie 11
Conductivité des solutions
Page D - 10
- Modèle 3 : Chimie 12
Détermination du K_a de l'acide éthanóïque
Page D - 13
- Modèle 4 : Chimie 12
Résolution d'un problème de K_{eq}
Page D - 16

▼ **MODÈLE 1 : CHIMIE 11**

Thème : *Détermination de la formule empirique d'un hydrate*

Résultats d'apprentissage prescrits :

Introduction à la chimie (Les mesures et la communication des résultats)

L'élève pourra :

- utiliser les unités de base du système international d'unités (SI) et les unités dérivées couramment employées en chimie
- se montrer capable d'effectuer des mesures de masse, de volume (de liquide) et de température
- déterminer le nombre de chiffres significatifs dans une quantité mesurée et établir le lien avec l'incertitude inhérente à la mesure
- communiquer les données et les résultats sous une forme claire et compréhensible

Le concept de mole (La composition en pourcentage)

L'élève pourra :

- déterminer la formule empirique d'un composé à partir de sa composition pondérale en pourcentage
- déterminer la formule moléculaire d'un composé à partir de sa masse moléculaire et de sa formule empirique

APERÇU

Les élèves ont suivi une série de procédures de laboratoire pour trouver le pourcentage d'eau d'un hydrate inconnu. Ils ont obtenu une note sur 10 fondée sur leurs calculs, sur la précision de leurs résultats et sur la clarté de la présentation de leur compte rendu.

PRÉPARATION DE L'ÉVALUATION

Les élèves ont étudié au préalable la relation qui existe entre le nombre de moles et la masse en effectuant des expériences, en résolvant des problèmes et en faisant l'analyse de leurs résultats. Ils ont observé des démonstrations en classe, discuté des résultats et travaillé avec des exemples de calculs sur les compositions, tirés de la vie réelle. Afin de se préparer pour la séance de laboratoire, ils ont passé en revue les consignes de sécurité pertinentes et les lignes directrices générales concernant la rédaction de comptes rendus et les activités de laboratoire (y compris les protocoles à suivre pour prendre des mesures). Ils ont aussi effectué une lecture se rapportant aux expériences à effectuer et répondu, par écrit, à des questions relatives aux concepts de base liés à la composition en pourcentage et aux formules chimiques.

DÉFINITION DES CRITÈRES

Avant la séance de laboratoire, l'enseignant a déterminé les critères suivants aux fins de l'évaluation :

- les techniques utilisées pour prendre des mesures sont précises
- lors des calculs :
 - la disposition du travail est bonne
 - les relations sont exactes
 - les unités et les chiffres significatifs sont utilisés de façon pertinente
 - les calculs sont précis
 - les symboles sont pertinents
- le compte rendu est clair, complet et bien présenté
- les résultats expérimentaux sont précis à 2 % près

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DE L'ÉLÈVE

Les élèves ont reçu un hydrate inconnu (p. ex. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) pour lequel ils devaient trouver le pourcentage en eau. À cette fin, ils devaient suivre une série de procédures, notamment :

- trouver la masse d'un creuset et de son couvercle, en suivant les étapes suivantes :
 - chauffer le creuset et le couvercle pendant cinq minutes
 - laisser refroidir à la température ambiante

- déterminer la masse
- répéter le procédé pour vérifier le résultat
- trouver et consigner la masse de l'hydrate
- trouver la masse du sel anhydre en répétant les procédures de chauffage et de refroidissement
- effectuer une série de calculs

L'enseignant a utilisé la grille de correction ci-dessous pour attribuer une note sur 10. Les élèves avaient reçu une copie de la grille d'évaluation avant de commencer l'activité.

Grille de correction pour l'expérience sur l'hydrate inconnu

Tâche	Points	Critères
Organisation	1,5	<ul style="list-style-type: none"> • complète, organisation claire; la disposition du tableau des données est bonne (note partielle si le compte rendu contient des erreurs mineures relativement à l'organisation ou à la présentation)
Calculs *	1	<ul style="list-style-type: none"> • masse de l'hydrate
	1	<ul style="list-style-type: none"> • masse du sel anhydre
	1	<ul style="list-style-type: none"> • nombre de moles de sel anhydre
	1	<ul style="list-style-type: none"> • masse d'eau (masse évaporée)
	1	<ul style="list-style-type: none"> • nombre de moles d'eau
	1	<ul style="list-style-type: none"> • utilisation du rapport molaire pour déterminer et écrire la formule empirique
Précision	2,5	2,5 points si pourcentage d'erreur inférieur à 2% 1 point si pourcentage d'erreur compris entre 2% et 5% 0 point si pourcentage d'erreur supérieur à 5%
Total	10	

* Un point complet est attribué pour l'utilisation pertinente des symboles, des relations, des unités, des opérations arithmétiques, des chiffres significatifs, ainsi que pour l'organisation et la disposition du travail. Un demi-point est attribué pour des calculs présentant des erreurs mineures.

▼ MODÈLE 2 : CHIMIE 11

Thème : *Conductivité des solutions*

Résultats d'apprentissage prescrits :

La théorie atomique (Les liaisons chimiques)

L'élève pourra :

- déterminer le type le plus probable de liaison chimique (ionique ou covalente) à partir d'une formule chimique

La chimie des solutions (Introduction)

L'élève pourra :

- utiliser les observations effectuées au laboratoire pour décrire la conductivité relative de divers solutés en solution aqueuse
- résumer les résultats d'une expérience relative à la conductivité en ce qui a trait aux types de solutés qui conduisent l'électricité en solution aqueuse
- proposer un mécanisme permettant d'expliquer la conductivité de sels solubles dans l'eau
- écrire les équations de dissociation ou d'ionisation représentant la dissolution de plusieurs substances et donnant des solutions conductrices

APERÇU

Les élèves ont effectué une expérience de laboratoire en vue d'explorer la conductivité de certaines solutions. Ils avaient pour tâche d'identifier des composés comme étant *ionique* ou *covalent*, de tester les solutions pour déterminer leur conductivité, de proposer un mécanisme permettant d'expliquer leurs résultats et d'écrire les équations de dissociation. L'enseignant a corrigé leur travail à l'aide d'une échelle sur quatre points.

PRÉPARATION DE L'ÉVALUATION

Les élèves ont étudié au préalable les concepts relatifs aux liaisons ionique et covalente et à la formulation de solutions grâce à des activités en classe comportant des démonstrations, la construction de modèles, des observations, des exercices de résolution de problèmes et des discussions.

DÉFINITION DES CRITÈRES

L'enseignant a déterminé les critères suivants avant que les élèves ne commencent leur expérience de laboratoire :

Dans quelle mesure les élèves peuvent-ils :

- identifier une liaison covalente ou ionique dans un composé
- tirer des conclusions pertinentes relativement aux types de composés qui forment des solutions conductrices
- formuler un mécanisme précis pour expliquer la conductivité de certaines solutions
- écrire des équations de dissociation
- faire preuve de logique et de clarté dans leur travail

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DE L'ÉLÈVE

Les élèves devaient effectuer le devoir suivant.

Devoir sur le type de liaison chimique d'un composé

À partir de la liste de composés ci-dessous, identifiez le type probable de liaison chimique (ionique ou covalente). Utilisez les composés comme solutés pour préparer une solution aqueuse avec chacun d'entre eux, séparément. Testez la conductivité électrique pour chaque solution. Présentez vos données d'une façon bien organisée et résumez vos résultats en fonction du type de liaisons permettant la formation de solutions pouvant conduire l'électricité. Proposez un mécanisme permettant d'expliquer les résultats. Dans le cas des substances dissoutes formant des solutions conductrices, écrivez l'équation de dissociation représentant le processus de dissolution.

Composé	Formule
sucrose (sucre)	$C_{12}H_{22}O_{11}$
chlorure de cuivre (II)	$CuCl_2$
carbonate de sodium	Na_2CO_3
méthanol	CH_3OH
nitrate de potassium	KNO_3
sulfate de cuivre (II)	$CuSO_4$
éthanol	C_2H_5OH
hydroxyde de sodium	$NaOH$
chlorure de magnésium	$MgCl_2$

L'enseignant a utilisé la grille ci-dessous pour attribuer une cote à chaque élève.

La liaison chimique

Cote	Critère
A	<ul style="list-style-type: none"> identifie correctement tous les composés comme étant soit ioniques, soit covalents la disposition des résultats est bien organisée conclut, à juste titre, que les solutions ioniques peuvent conduire l'électricité, tandis que les composés covalents ne le peuvent pas les équations de dissociation (y compris les symboles représentant l'état physique) sont écrites correctement pour toutes les solutions qui conduisent l'électricité le mécanisme proposé pour expliquer la conductivité des solutions ioniques permet de reconnaître que les ions possèdent une charge électrique permettant de conduire l'électricité
B	<ul style="list-style-type: none"> identifie correctement la majorité (une ou deux erreurs) des composés comme étant soit ioniques, soit covalents la disposition des résultats est bien organisée conclut, à juste titre, que les solutions ioniques sont conductrices d'électricité, tandis que les composés covalents ne le sont pas les équations de dissociation pour toutes les solutions qui conduisent l'électricité sont écrites correctement, mais les symboles indiquant l'état physique ou les charges des ions sont manquants ou incorrects le mécanisme proposé pour expliquer la conductivité des solutions ioniques permet de reconnaître que les ions possèdent une charge électrique permettant de conduire l'électricité
C	<ul style="list-style-type: none"> identifie correctement la plupart des composés comme étant soit ioniques, soit covalents les résultats sont corrects, mais la disposition peut manquer de clarté ou d'organisation conclut, à juste titre, que les solutions ioniques peuvent conduire l'électricité, tandis que les composés covalents ne le peuvent pas les équations de dissociation de certaines des solutions conduisant l'électricité sont écrites correctement, mais les symboles indiquant l'état physique ou les charges électriques sont manquants ou incorrects le mécanisme proposé pour expliquer la conductivité des solutions ioniques permet de reconnaître que les ions possèdent une charge électrique permettant aux solutions de conduire l'électricité
IP/F	<ul style="list-style-type: none"> les composés ne sont pas correctement identifiés comme étant soit ioniques, soit covalents la disposition des résultats manque de clarté et d'organisation n'a pas conclu que les solutions ioniques peuvent conduire l'électricité, tandis que les composés covalents ne le peuvent pas les équations de dissociation de certaines solutions conduisant l'électricité ne sont pas correctement écrites le mécanisme proposé pour expliquer la conductivité des solutions ioniques est manquant ou incorrect

Note : consulter les lignes directrices du Ministère en ce qui a trait aux cotes IP et F.

▼ MODÈLE 3 : CHIMIE 12

Thème : Détermination du K_a de l'acide éthanoïque

Résultats d'apprentissage prescrits :

*Les acides, les bases et les sels
(Résolution de problèmes comportant le K_a et le K_b)*

L'élève pourra :

- formuler les expressions des constantes d'équilibre K_a et K_b
- à partir du K_a et du K_b et de la concentration initiale, calculer les grandeurs suivantes :
 - $[H_3O^+]$
 - $[OH^-]$
 - pH
 - pOH
- calculer la valeur du K_a ou du K_b à partir du pH et de la concentration initiale

*Les acides, les bases et les sels
(Les indicateurs colorés)*

L'élève pourra :

- expliquer l'expression *point d'équivalence* d'un indicateur, en montrant les conditions existant dans le système en équilibre

*Les acides, les bases et les sels
(La neutralisation des acides et des bases)*

L'élève pourra :

- montrer qu'il est capable de concevoir et d'effectuer une expérience de neutralisation en se servant des concepts suivants :
 - les solutions standardisées primaires
 - les solutions standardisées
 - les courbes de dosage
 - le choix d'un indicateur pertinent de sorte que le point d'équivalence coïncide avec le point final

- calculer le volume d'un acide ou d'une base de molarité connue nécessaire pour neutraliser un volume connu d'une base ou d'un acide de molarité inconnue
- écrire les équations, les équations ioniques complètes et les équations-bilan de neutralisation sous forme ionique pour la neutralisation :
 - d'un acide fort par une base forte
 - d'un acide faible par une base forte
 - d'un acide fort par une base faible

APERÇU

Les élèves effectuent les expériences de laboratoire suivantes sur deux périodes de classe :

- préparation d'une solution d'acide oxalique de concentration connue
- standardisation d'une solution d'hydroxyde de sodium
- détermination de la concentration et du pH de l'acide éthanoïque
- calcul du K_a de l'acide éthanoïque à partir de leurs résultats

Note : Ces activités de laboratoire sont souvent effectuées de manière séparée

L'enseignant a attribué la note en utilisant les pourcentages suivants :

- 60 % pour les calculs
- 20 % pour la précision lors de la standardisation
- 10 % pour la préparation et les procédés
- 10 % pour l'organisation du compte rendu

PRÉPARATION DE L'ÉVALUATION

Les élèves ont étudié au préalable les propriétés et les définitions des acides, des bases et des sels en effectuant des expériences, en observant des démonstrations, en participant à des discussions et en s'exerçant à formuler et à analyser des équations chimiques. Travaillant individuellement ou en petits groupes, ils ont effectué divers calculs relatifs aux

acides et aux bases faibles et ont reçu de l'information en retour de la part de l'enseignant. Celui-ci a effectué des démonstrations et mis sur pied des activités expérimentales afin d'aider les élèves à comprendre la composition et l'utilité des indicateurs colorés dans la détermination du pH de solutions utilisées dans la vie quotidienne. Les élèves ont aussi appris comment standardiser des solutions à partir d'une solution standardisée primaire.

DÉFINITION DES CRITÈRES

Avant le début de l'activité, l'enseignant a identifié les critères d'évaluation suivants :

- préparation et procédés
 - préparation adéquate pour l'activité de laboratoire
 - manipulation de l'équipement avec soin
- calculs
 - disposition du travail
 - utilisation des relations correctes
 - utilisation pertinente des unités et des chiffres significatifs
 - opérations arithmétiques précises
 - utilisation des symboles pertinents
- les données et les résultats sont complets et bien organisés
- les résultats expérimentaux relatifs à la standardisation sont précis à 2 % près

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DE L'ÉLÈVE

Les élèves avaient pour tâche de préparer une solution d'acide oxalique de concentration connue et d'analyser diverses autres solutions de concentration inconnue par dosage. Les élèves devaient suivre un ensemble de procédés.

L'enseignant a utilisé le schéma de pondération de la page suivante pour attribuer les notes. Les élèves ont reçu une copie de cette grille d'évaluation.

Analyse de solutions

Aspect à évaluer	Pondération	Critères et observations
Préparation et procédés expérimentaux	10%	<ul style="list-style-type: none"> • 10 % : bien; bonne préparation, travail précis • 5 % : minimum; a besoin d'encouragements et d'aide • 0 % : faible; peut être mal préparé ou a besoin d'être suivi de près
Présentation des données	10%	<ul style="list-style-type: none"> • 10 % : bien; complète et bien organisée • 5 % : minimum; quelques omissions, imperfections mineures dans la présentation • 0 % : faible; omissions importantes ou problèmes majeurs dans la présentation
Calculs	60%	<ul style="list-style-type: none"> • 5 % pour chacun des aspects suivants : <ul style="list-style-type: none"> - détermination du nombre de moles de l'acide à partir du volume moyen; sélection des données pertinentes pour calculer la moyenne (les volumes choisis doivent être à 0,1 mL près) - détermination des équations correctes (rapport molaire) - calcul du nombre de moles de la base (en utilisant correctement le rapport molaire) - détermination de la concentration de la base en divisant le nombre de moles de la base par le volume de la base - utilisation du pH pour déterminer la concentration en H_3O^+ - utilisation du volume «moyen» de la solution standardisée nécessaire pour la neutralisation (volume choisi doit être à 0,1 mL près) - détermination du nombre de moles de NaOH à partir du volume moyen de la base - détermination du nombre de moles de l'acide - détermination de la concentration de l'acide à partir du nombre de moles et du volume - détermination du K_a - utilisation du nombre pertinent de chiffres significatifs - utilisation des bonnes unités
Précision	20%	<ul style="list-style-type: none"> • 20 % si pourcentage d'erreur inférieur à 2 % • 10 % si pourcentage d'erreur compris entre 2 % et 5 % • 0 % si pourcentage d'erreur supérieur à 5 %

▼ MODÈLE 4 : CHIMIE 12

Thème : Résolution d'un problème de K_{eq}

Résultats d'apprentissage prescrits :

L'équilibre dynamique (La constante d'équilibre)

L'élève pourra :

- écrire l'expression de la constante d'équilibre à partir de l'équation d'un système homogène ou hétérogène à l'équilibre
- calculer la valeur de la constante d'équilibre à partir des concentrations initiales des réactifs et des produits ainsi que d'une concentration à l'équilibre

APERÇU

Les élèves avaient pour tâche de résoudre un problème de K_{eq} . L'enseignant a évalué leur travail sur une échelle de 1 à 4, et a attribué les notes en fonction de l'organisation des données, des expressions, des calculs et du nombre de chiffres significatifs.

PRÉPARATION DE L'ÉVALUATION

Les élèves ont étudié au préalable les conditions nécessaires pour qu'un système puisse atteindre l'équilibre, en observant des démonstrations, en effectuant des expériences de laboratoire, en participant à des discussions et en rédigeant des comptes rendus de recherche. Ils ont effectué des expériences de laboratoire et ont présenté un compte rendu de la détermination de l'expression mathématique décrivant la constante du rapport entre les concentrations des réactifs et des produits à l'équilibre; ils ont écrit également l'expression pour le K_{eq} de plusieurs réactions à l'équilibre. Travaillant en petits groupes, ils se sont exercés à résoudre des problèmes relatifs à l'équilibre chimique.

DÉFINITION DES CRITÈRES

L'enseignant a déterminé les critères suivants pour évaluer cette activité relative à la résolution de problèmes :

- les données et les résultats sont bien organisés (utilisation d'un tableau des données)
- les expressions sont correctes
- la technique de substitution est pertinente
- les opérations arithmétiques sont précises
- le nombre de chiffres significatifs est pertinent

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DE L'ÉLÈVE

Note : Ce problème (ainsi que la grille d'évaluation) est extrait de l'examen provincial de chimie de juin 1992.

Le problème

Les élèves avaient pour tâche de travailler individuellement en vue de résoudre le problème suivant :

Problème d'équilibre

Soit la réaction d'équilibre :



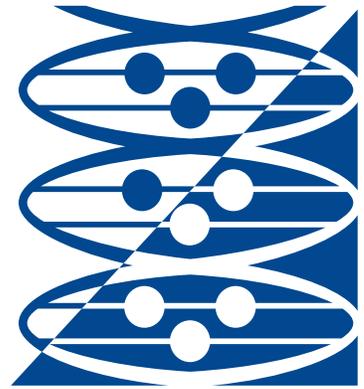
On place 2,00 moles de POCl_3 dans un récipient de 2,00 L et on les laisse atteindre l'équilibre. À l'équilibre, $[\text{O}_2] = 0,16 \text{ M}$. Calculez la valeur de la constante d'équilibre K_{eq} .

Clé de correction

L'enseignant a corrigé le problème à l'aide d'une échelle de 1 à 4 en utilisant la clé de correction suivante :

Clé de correction pour le problème d'équilibre

Critères	Points	Résultats			
Organisation	2	I	$2\text{POCl}_3 \rightarrow 2\text{PCl}_3 + \text{O}_2$		
		C	$2.00 \text{ mol}/2.00\text{L} = 1.00\text{M}$	0	0
			-0.32	+0.32	+0.16
		E	0.68	0.32	0.16
Expression	0.5	$K_{\text{éq}} = \frac{[\text{PCl}_3]^2 [\text{O}_2]}{[\text{POCl}_3]^2}$			
Substitution	0.5	$= \frac{(0.32)^2 (0.16)}{(0.68)^2}$			
Calculs	0.5	3.5×10^{-2}			
Chiffres significatifs	0.5				



ANNEXE E

Remerciements

De nombreuses personnes ont participé à l'élaboration de ce document. Lionel Sandner et Michael Verge, du Bureau des programmes d'études, ont coordonné ce projet en collaboration avec le personnel du Ministère et nos partenaires en éducation. Nous tenons à remercier tous ceux et celles qui y ont contribué, y compris les enseignants et enseignantes qui ont participé à la sélection des ressources d'apprentissage.

SCIENCES M À 12 – ÉQUIPE DE RÉVISION

Michael Aikin	BC Confederation of Parent Advisory Councils
Fred Benallick	BC School Superintendents' Association
Steve Cardwell	BC Teachers' Federation
Patricia Collins	Business Council of BC
Burt Deeter	BC Principals' and Vice-Principals' Association
Peter Freeman	BC Teachers' Federation
Dianne Humphrey	Camosun College
Rick Kool	Ministry of Environment
Peter MacMillan	University of Northern British Columbia
Sidney Mindess	University of British Columbia
Dawn Miller	Partners in Science Awareness Committee
Paul Percival	Simon Fraser University
David Winter	BC Federation of Labour
Larry Yore	University of Victoria

ÉQUIPE DE RÉDACTION DES RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Keith Chu	District scolaire n° 39 (Vancouver)
Michael Dow	District scolaire n° 39 (Vancouver)
Rosamaria Fong	British Columbia Institute of Technology
Paul Kennedy	District scolaire n° 15 (Penticton)
Don Lacy	District scolaire n° 63 (Saanich)
Duncan Morrison	District scolaire n° 39 (Vancouver)
Michael Reid	District scolaire n° 88 (Terrace)

ÉQUIPE DE RÉDACTION DE L'ERI

Keith Chu	District scolaire n° 39 (Vancouver)
Paul Kennedy	District scolaire n° 15 (Penticton)
Michael Lamoureux	District scolaire n° 24 (Kamloops)
Duncan Morrison	District scolaire n° 39 (Vancouver)
Michael Reid	District scolaire n° 88 (Terrace)