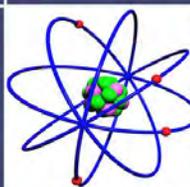
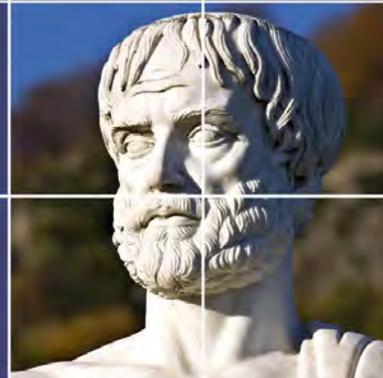


# Chimie 521M

Programme d'études  
11<sup>e</sup> année

Septembre 2011



Éducation et Développement  
de la petite enfance

**PROGRAMME DE SCIENCES DU  
SECONDAIRE DEUXIÈME CYCLE**



Ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance  
Division des programmes en français

**CHIMIE 521**

Dernière révision : avril 2011



## Avant-propos

Ce programme d'études s'adresse à tous les intervenants en éducation qui œuvrent, de près ou de loin, au niveau des sciences de la onzième année. Il précise les résultats d'apprentissage en chimie que les élèves dans les écoles françaises et les écoles d'immersion de l'Île-du-Prince-Édouard devraient avoir atteints à la fin du cours CHI521.

S'inspirant des normes du **Cadre commun des résultats d'apprentissage en science de la nature (M à 12)**, défini en vertu du **Protocole pancanadien pour la collaboration en matière de programmes scolaires**, ainsi que du programme d'études du **ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick**, ce programme d'études a été conçu en vue de bien préparer les élèves à poursuivre leurs apprentissages en sciences du niveau secondaire.

*Dans le but d'alléger le texte, les termes de genre masculin sont utilisés pour désigner les femmes et les hommes.*



## Remerciements

Le ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance tient à remercier les nombreuses personnes qui ont apporté leur expertise à l'élaboration de ce document.

- Les spécialistes suivants, qui œuvrent au sein du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance :

**Eric Arseneault**

Spécialiste des programmes  
en français de sciences et de  
mathématiques au secondaire

**Ryan McAleer**

Spécialiste des programmes  
en anglais de sciences au  
secondaire

- Un merci tout particulier aux enseignants qui ont participé à l'élaboration et à la mise à l'essai de ce nouveau programme :

**Philippe McCaie**

École Évangéline

**Jocelyn Plourde**

École La-Belle-Cloche

**Marcel Caissie**

École Évangéline

**Sarah MacKinnon-Cormier**

École François-Buote

Enfin, le Ministère tient à remercier toutes les autres personnes qui ont contribué à la création et à la révision de ce document.



## Table des matières

### Introduction

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Avant-propos</b> .....   | i         |
| <b>Remerciements</b> .....  | iii       |
| <b>A – Contexte et fondement</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>Orientations de l'éducation publique</b> .....                                       | 3         |
| La philosophie de l'éducation publique .....  | 3         |
| Les buts de l'éducation publique .....  | 4         |
| Les résultats d'apprentissage transdisciplinaires .....                                 | 5         |
| <b>Composantes pédagogiques</b> .....   | 9         |
| Les résultats d'apprentissage .....   | 9         |
| Principes relatifs au français parlé et écrit .....                                     | 10        |
| L'évaluation .....  | 11        |
| La littératie et la numératie pour tous .....   | 13        |
| Principes relatifs à la diversité et aux perspectives culturelles .....                 | 14        |
| Les élèves ayant des besoins particuliers.....  | 14        |
| <b>L'orientation de l'enseignement des sciences</b> .....                               | 18        |
| Apprentissage et enseignement des sciences.....   | 18        |
| Les trois démarches de la culture scientifique.....                                     | 19        |
| Domaine affectif.....   | 19        |
| Des buts pour les élèves .....  | 20        |
| <b>Les composantes pédagogiques du programme</b> .....                                  | 21        |
| Théories et domaines de la chimie .....   | 21        |
| Domaines étudiés en chimie au secondaire (10 <sup>e</sup> à 12 <sup>e</sup> année)..... | 22        |
| Les thèmes.....   | 23        |
| Le rôle des parents.....  | 24        |
| Le choix de carrières .....   | 24        |
| <b>B – Résultats d'apprentissage et indicateurs de rendement</b> .....                  | <b>25</b> |
| <b>Des structures aux propriétés</b> .....  | 27        |
| <b>Quantités chimiques et stœchiométrie</b> .....                                       | 31        |
| <b>Les solutions</b> .....  | 33        |
| <b>Les gaz</b> .....  | 35        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>C – Plan d’enseignement .....</b>                        | <b>39</b> |
| <b>Thème 1 : Des structures aux propriétés.....</b>         | <b>41</b> |
| Notion A : La théorie atomique.....                         | 42        |
| Notion B : Les tendances périodiques .....                  | 44        |
| Notion C : Les liaisons .....                               | 46        |
| Notion D : Les propriétés des liaisons.....                 | 48        |
| Notion E : La nomenclature .....                            | 49        |
| Notion F : La loi de la conservation de la matière .....    | 51        |
| Pistes d’enseignement et d’évaluation .....                 | 53        |
| <b>Thème 2 : Quantités chimiques et stœchiométrie .....</b> | <b>55</b> |
| Notion A : La stœchiométrie .....                           | 56        |
| Notion B : Les formules empiriques et moléculaires .....    | 58        |
| Pistes d’enseignement et d’évaluation .....                 | 60        |
| <b>Thème 3 : Les solutions.....</b>                         | <b>61</b> |
| Notion A : La solubilité.....                               | 62        |
| Notion B : La concentration .....                           | 64        |
| Notion C : Acides et bases .....                            | 66        |
| Pistes d’enseignement et d’évaluation .....                 | 68        |
| <b>Thème 4 : Les gaz .....</b>                              | <b>69</b> |
| Notion A : Les propriétés des gaz .....                     | 70        |
| Notion B : Les lois des gaz.....                            | 72        |
| Notion C : L’application des lois des gaz.....              | 74        |
| Notion D : Les gaz parfaits.....                            | 75        |
| Pistes d’enseignement .....                                 | 77        |
| <b>D – Annexes .....</b>                                    | <b>79</b> |

**-A-**

# **Contexte et fondement**



## ORIENTATIONS DE L'ÉDUCATION PUBLIQUE

### **La philosophie de l'éducation publique**

**L'objectif du système d'éducation publique de l'Île-du-Prince-Édouard est de voir au développement des élèves afin que chacun d'entre eux puisse occuper une place de choix dans la société.**

Le but de l'éducation publique est de favoriser le développement de personnes autonomes, créatives et épanouies, compétentes dans leur langue, fières de leur culture, sûres de leur identité et désireuses de poursuivre leur éducation pendant toute leur vie. Elles sont ainsi prêtes à jouer leur rôle de citoyens libres et responsables, capables de collaborer à la construction d'une société juste, intégrée dans un projet de paix mondiale, et fondée sur le respect des droits humains et de l'environnement.

Tout en respectant les différences individuelles et culturelles, l'éducation publique s'est engagée à soutenir le développement harmonieux de la personne dans ses dimensions intellectuelle, physique, affective, sociale, culturelle, esthétique et morale. C'est pourquoi l'école doit être un milieu où les élèves peuvent s'épanouir et préparer leur vie adulte.

L'école ne peut, à elle seule, atteindre tous les objectifs de cette mission qui sous-tend un partenariat avec les parents, la commission scolaire, la communauté et le ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance. Ce partenariat est essentiel à l'atteinte des objectifs d'excellence.

**Les buts de l'éducation publique<sup>1</sup>**

Les buts de l'éducation publique sont d'aider l'élève à :

- développer une soif pour l'apprentissage, une curiosité intellectuelle et une volonté d'apprendre tout au long de sa vie;
- développer la capacité de penser de façon critique, d'utiliser ses connaissances et de prendre des décisions informées;
- acquérir les connaissances et les habiletés de base nécessaires à la compréhension et à l'expression d'idées par l'entremise de mots, de nombres et d'autres symboles;
- comprendre le monde naturel et l'application des sciences et de la technologie dans la société;
- acquérir des connaissances sur le passé et savoir s'orienter vers l'avenir;
- apprendre à apprécier son patrimoine et à respecter la culture et les traditions;
- cultiver le sens des responsabilités;
- apprendre à respecter les valeurs communautaires, à cultiver un sens des valeurs personnelles et à être responsable de ses actions;
- développer une fierté et un respect pour sa communauté, sa province et son pays;
- cultiver le sens des responsabilités envers l'environnement;
- cultiver la créativité, y compris les habiletés et les attitudes se rapportant au milieu de travail;
- maintenir une bonne santé mentale et physique, et à apprendre à utiliser son temps libre de façon efficace;
- comprendre les questions d'égalité des sexes et la nécessité d'assurer des chances égales pour tous;
- comprendre les droits fondamentaux de la personne et à apprécier le mérite des particuliers;
- acquérir une connaissance de la deuxième langue officielle et une compréhension de l'aspect bilingue du pays.

---

<sup>1</sup> Ministère de l'Éducation et des Ressources humaines. *Une philosophie d'éducation publique pour les écoles de l'Île-du-Prince-Édouard*, novembre 1989, p. 1-4

## Les résultats d'apprentissage transdisciplinaires

L'atteinte de ces résultats d'apprentissage les préparera à continuer à apprendre tout au long de leur vie.

Les résultats d'apprentissage transdisciplinaires sont les connaissances, les habiletés et les attitudes auxquelles on s'attend de la part de tous les élèves qui obtiennent leur diplôme de fin d'études secondaires. L'atteinte de ces résultats d'apprentissage les préparera à continuer à apprendre tout au long de leur vie. Les attentes sont décrites non en fonction de matières individuelles, mais plutôt en termes de connaissances, d'habiletés et d'attitudes acquises dans le cadre du programme.

### *Les résultats d'apprentissage transdisciplinaires suivants forment le profil de formation des finissants de langue française au Canada atlantique :*

#### *Civisme*

Les finissants pourront apprécier, dans un contexte local et mondial, l'interdépendance sociale, culturelle, économique et environnementale. Ils voudront coopérer activement dans la société afin de créer un milieu de vie sain dans le respect de la diversité.

Ils pourront, par exemple :

- démontrer une compréhension des systèmes politique, social et économique du Canada dans un contexte mondial, et s'impliquer pour y faire valoir leurs droits;
- comprendre les enjeux sociaux, politiques et économiques qui ont influé sur les événements passés et présents, et planifier l'avenir en fonction de ces connaissances;
- apprécier leur identité et leur patrimoine culturels, ceux des autres, de même que l'apport du multiculturalisme à la société, et s'engager à y contribuer positivement;
- définir les principes et les actions des sociétés justes, pluralistes et démocratiques, et les défendre;
- examiner les problèmes reliés aux droits de la personne, reconnaître les différentes formes de discrimination et s'impliquer pour lutter contre ces injustices lorsqu'elles surviennent dans leur milieu;
- comprendre la notion du développement durable et ses répercussions sur l'environnement, et protéger activement les ressources naturelles de la planète dans un contexte socio-économique stable.

### Communication



**Les finissants seront capables de comprendre, de parler, de lire et d'écrire dans des contextes d'apprentissage variés afin de penser logiquement, d'approfondir leurs savoirs et de communiquer efficacement.**

Les finissants seront capables de comprendre, de parler, de lire et d'écrire dans des contextes d'apprentissage variés afin de penser logiquement, d'approfondir leurs savoirs et de communiquer efficacement.

Ils pourront, par exemple :

- explorer, évaluer et exprimer leurs propres idées, leurs connaissances, leurs perceptions et leurs sentiments;
- comprendre les faits et les rapports présentés sous forme de mots, de chiffres, de symboles, de graphiques et de tableaux;
- exposer des faits et donner des directives de façon claire, logique, concise et précise devant divers auditoires;
- manifester leur connaissance de la deuxième langue officielle;
- trouver, traiter, évaluer et partager des renseignements;
- faire une analyse critique des idées transmises par divers médias.

### Technologie

Les finissants seront en mesure d'utiliser diverses technologies, de faire preuve d'une compréhension des applications technologiques et d'appliquer les technologies appropriées à la résolution de problèmes.

Ils pourront, par exemple :

- utiliser les technologies actuelles afin de créer des projets, de rédiger des productions écrites, de communiquer, de partager des travaux et de rechercher adéquatement de l'information;
- démontrer une compréhension de l'impact de la technologie sur la société;
- démontrer une compréhension des questions d'ordre moral reliées à l'utilisation de la technologie dans un contexte local et global.

### *Développement personnel*



**Les finissants seront en mesure de poursuivre leur apprentissage et de mener une vie active et saine.**

Les finissants seront en mesure de poursuivre leur apprentissage et de mener une vie active et saine.

Ils pourront, par exemple :

- faire une transition vers le marché du travail et les études supérieures;
- prendre des décisions éclairées et en assumer la responsabilité;
- travailler seuls et en groupe en vue d'atteindre un objectif;
- démontrer une compréhension du rapport qui existe entre la santé et le mode de vie;
- choisir parmi un grand nombre de possibilités de carrières;
- démontrer des habiletés d'adaptation, de gestion et de relations interpersonnelles;
- démontrer de la curiosité intellectuelle, un esprit entreprenant et un sens de l'initiative;
- faire un examen critique des questions d'ordre moral.

### *Expression artistique*

Les finissants seront en mesure de porter un jugement critique sur diverses formes d'art et de s'exprimer par les arts.

Ils pourront, par exemple :

- utiliser diverses formes d'art comme moyens de formuler et d'exprimer des idées, des perceptions et des sentiments;
- démontrer une compréhension de l'apport des arts à la vie quotidienne et économique, ainsi qu'à l'identité et à la diversité culturelle;
- démontrer une compréhension des idées, des perceptions et des sentiments exprimés par autrui sous diverses formes d'art;
- apprécier l'importance des ressources culturelles (théâtres, musées, galeries d'art, etc.).

### *Résolution de problèmes*

Les finissants seront capables d'utiliser les stratégies et les méthodes nécessaires à la résolution de problèmes, y compris les stratégies et les méthodes faisant appel à des concepts reliés à toutes les matières scolaires.

Ils pourront, par exemple :

- recueillir, traiter et interpréter des renseignements de façon critique afin de faire des choix éclairés;
- utiliser, avec souplesse et créativité, diverses stratégies en vue de résoudre des problèmes;
- résoudre des problèmes seuls et en groupe;
- déceler, décrire, formuler et reformuler des problèmes;
- formuler et évaluer des hypothèses;
- constater, décrire et interpréter différents points de vue, en plus de distinguer les faits des opinions.

### *Langue et culture françaises*



**Les finissants seront pleinement conscients de la vaste contribution des Acadiens et des francophones à la société canadienne.**

Les finissants seront pleinement conscients de la vaste contribution des Acadiens et des francophones à la société canadienne. Ils reconnaîtront qu'ils appartiennent à une société dynamique, productive et démocratique, respectueuse des valeurs culturelles de tous, et que le français et l'anglais font partie de leur identité.

Ils pourront, par exemple :

- s'exprimer couramment en français à l'oral et à l'écrit;
- manifester le goût de la lecture et de la communication en français;
- accéder à l'information en français provenant des divers médias et la traiter;
- faire valoir leurs droits et assumer leurs responsabilités en tant que francophones ou francophiles;
- démontrer une compréhension de la nature bilingue du Canada et des liens d'interdépendance culturelle qui façonnent le développement de la société canadienne.

## COMPOSANTES PÉDAGOGIQUES

### Les résultats d'apprentissage \*

« Un résultat d'apprentissage n'est pas un objectif. Il aborde l'enseignement d'un point de vue différent : alors que l'objectif précise ce que l'enseignant doit faire, le résultat décrit ce que l'élève doit avoir appris dans une période donnée. »

L'orientation de l'enseignement se cristallise autour de la notion de **résultat d'apprentissage**.

Un **résultat d'apprentissage** décrit le comportement en précisant les habiletés, les stratégies, les connaissances mesurables, les attitudes observables qu'un élève a acquises au terme d'une situation d'apprentissage.

Un résultat d'apprentissage n'est pas un objectif. Il aborde l'enseignement d'un point de vue différent : alors que l'objectif précise ce que l'enseignant doit faire, le résultat décrit ce que l'élève doit avoir appris dans une période donnée.

Les résultats d'apprentissage spécifiques sont précisés à chaque niveau scolaire, de la maternelle à la 12<sup>e</sup> année.

Il y a **quatre** types de résultats d'apprentissage :

| Les résultats d'apprentissage transdisciplinaires (RAT)  | Les résultats d'apprentissage généraux (RAG)   | Les résultats d'apprentissage de fin de cycle (RAC)   | Les résultats d'apprentissage spécifiques (RAS)   |
|--|--|---|---|
| Ils énoncent les apprentissages que l'on retrouve dans toutes les matières et qui sont attendus de tous les élèves à la fin de leurs études secondaires. | Ils décrivent les attentes générales communes à chaque niveau, de la maternelle à la 12 <sup>e</sup> année, dans chaque domaine. | Ils précisent les RAG à la fin de la 3 <sup>e</sup> , 6 <sup>e</sup> , 9 <sup>e</sup> et 12 <sup>e</sup> année. | Il s'agit d'énoncés précis décrivant les habiletés spécifiques, les connaissances et la compréhension que les élèves devraient avoir acquises à la fin de chaque niveau scolaire. |

La gradation du niveau de difficulté des résultats d'apprentissage spécifiques d'une année à l'autre permettra à l'élève d'acquérir progressivement ses connaissances, ses habiletés, ses stratégies et ses attitudes.

Pour que l'élève puisse atteindre un résultat spécifique à un niveau donné, il faut qu'au cours des années antérieures et subséquentes les habiletés, les connaissances, les stratégies et les attitudes fassent l'objet d'un enseignement et d'un réinvestissement graduels et continus. Par exemple, pour l'atteinte d'un résultat d'apprentissage spécifique en 9<sup>e</sup> année,

\* Adapté de la Nouvelle-Écosse. Programme de français M-8, p. 3-4.

on aura travaillé aux apprentissages en 7<sup>e</sup> et en 8<sup>e</sup> année, et l'élève devra réinvestir les connaissances et les habiletés au cours des années suivantes.

La présentation des résultats d'apprentissage par année, qui est conforme à la structure établie dans ce document, ne constitue pas une séquence d'enseignement suggérée. On s'attend à ce que les enseignants définissent eux-mêmes l'ordre dans lequel les résultats d'apprentissage seront abordés. Bien que certains résultats d'apprentissage doivent être atteints avant d'autres, une grande souplesse existe en matière d'organisation du programme. En mettant l'accent sur l'acquisition de compétences linguistiques, les interventions pédagogiques seront de l'ordre du « comment » développer une habileté et du « comment » acquérir une notion, plutôt que du « quoi » enseigner. La diversité des stratégies pédagogiques mobilisera l'expérience et la créativité du personnel.

### Principes relatifs au français parlé et écrit

L'école doit favoriser le perfectionnement du français à travers le rayonnement de la langue et de la culture française, dans l'ensemble de ses activités.

**(...) la qualité du français utilisé et enseigné à l'école est la responsabilité de tous les enseignants.**

La langue étant un instrument de pensée et de communication, le français représente le véhicule principal d'acquisition et de transmission des connaissances dans nos écoles, peu importe la discipline enseignée. C'est en français que l'élève doit prendre conscience de la réalité, analyser ses expériences personnelles et maîtriser le processus de la pensée logique avant de communiquer. Parce que l'école doit assurer l'approfondissement et l'élargissement des connaissances fondamentales du français, aussi bien que le perfectionnement de la langue parlée et écrite, la qualité du français utilisé et enseigné à l'école est la responsabilité de tous les enseignants.

**(...) c'est au cours d'activités scolaires et de l'apprentissage, quelle que soit la discipline, que l'élève enrichit sa langue et perfectionne ses moyens d'expression orale et écrite.**

Le ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance sollicite, par conséquent, la collaboration de tous les enseignants pour promouvoir une tenue linguistique de haute qualité à l'école. Il rappelle que c'est au cours d'activités scolaires et de l'apprentissage, quelle que soit la discipline, que l'élève enrichit sa langue et perfectionne ses moyens d'expression orale et écrite.

Il importe aux titulaires de cours de maintenir dans leur classe une ambiance favorable au développement et à l'enrichissement du français, et de sensibiliser l'élève au souci de l'efficacité linguistique, tant sur le plan de la pensée que sur celui de la communication. De fait, chaque enseignant détient le rôle de modèle sur le plan de la communication orale et écrite. Pour ce

faire, chacun doit multiplier les occasions d'utiliser le français et s'efforcer d'en maintenir la qualité en portant une attention particulière au vocabulaire technique de sa discipline ainsi qu'à la clarté et à la précision du discours oral et écrit.

## L'évaluation

L'évaluation joue un rôle essentiel dans la façon dont les élèves apprennent, dans leur motivation à apprendre et dans la façon dont l'enseignement est offert aux élèves. Le ministère croit que le rôle de l'évaluation est avant tout de rehausser la qualité de l'enseignement et d'améliorer l'apprentissage des élèves.

**L'évaluation doit être planifiée en fonction de ses buts.**

L'évaluation doit être planifiée en fonction de ses buts. L'évaluation au service de l'apprentissage, l'évaluation en tant qu'apprentissage et l'évaluation de l'apprentissage ont chacune un rôle à jouer dans le soutien et l'amélioration de l'apprentissage des élèves. La partie la plus importante de l'évaluation est la façon dont on interprète et on utilise les renseignements recueillis pour le but visé.

### *L'évaluation vise divers buts :*

#### *L'évaluation au service de l'apprentissage (diagnostique)*

Cette évaluation éclaire les enseignants sur ce que les élèves comprennent, et leur permet de planifier et d'orienter l'enseignement tout en fournissant une rétroaction utile aux élèves.

#### *L'évaluation en tant qu'apprentissage (formative)*

Cette évaluation permet aux élèves de prendre conscience de leurs méthodes d'apprentissage (métacognition), et d'en profiter pour ajuster et faire progresser leurs apprentissages en assumant une responsabilité accrue à leur égard.

#### *L'évaluation de l'apprentissage (sommative)*

**(...) l'évaluation joue un rôle essentiel en fournissant des renseignements utiles pour guider l'enseignement, pour aider les élèves à atteindre les prochaines étapes, et pour vérifier les progrès et les réalisations.**

Les renseignements recueillis à la suite de cette évaluation permettent aux élèves, aux enseignants et aux parents, ainsi qu'à la communauté éducative au sens large, d'être informés sur les résultats d'apprentissage atteints à un moment précis. L'évaluation de l'apprentissage peut servir d'évaluation *au service de* l'apprentissage lorsqu'elle est utilisée pour planifier les interventions et pour guider l'enseignement afin de continuer à favoriser la réussite.

L'évaluation fait partie intégrante du processus d'apprentissage. Elle est intimement liée aux programmes d'études et à l'enseignement. En même temps que les enseignants et les élèves travaillent en vue d'atteindre les résultats d'apprentissage des programmes d'études, l'évaluation joue un rôle essentiel en

fournissant des renseignements utiles pour guider l'enseignement, pour aider les élèves à atteindre les prochaines étapes, et pour vérifier les progrès et les réalisations. Pour l'évaluation en classe, les enseignants recourent à toutes sortes de stratégies et d'outils différents, et ils les adaptent de façon à ce qu'ils répondent au but visé et aux besoins individuels des élèves.

Les *indicateurs de rendement* reflètent la profondeur, l'étendue et l'atteinte d'un résultat d'apprentissage.

Les recherches et l'expérience démontrent que l'apprentissage de l'élève est meilleur quand :

- l'enseignement et l'évaluation sont basés sur des buts d'apprentissage clairs;
- l'enseignement et l'évaluation sont différenciés en fonction des besoins des élèves;
- les élèves participent au processus d'apprentissage (ils comprennent les buts de l'apprentissage et les critères caractérisant un travail de bonne qualité, reçoivent et mettent à profit les rétroactions descriptives, et travaillent pour ajuster leur performance);
- l'information recueillie au moyen de l'évaluation est utilisée pour prendre des décisions favorisant l'apprentissage continu;
- les parents sont bien informés des apprentissages de leur enfant et travaillent avec l'école pour planifier et apporter le soutien nécessaire.

## La littératie et la numératie pour tous

**(...) les connaissances, les habiletés et les stratégies reliées à la littératie et la numératie ne sont pas uniquement des concepts devant être enseignés et appris. Elles font partie intégrante de notre façon de comprendre le monde (...)**

Au cours des dernières années, nous en sommes venus à comprendre que les connaissances, les habiletés et les stratégies reliées à la littératie et la numératie ne sont pas uniquement des concepts devant être enseignés et appris. Elles font partie intégrante de notre façon de comprendre le monde, de communiquer avec celui-ci et de participer à sa construction. C'est grâce à ces outils que l'élève deviendra un membre actif de sa communauté.

« La littératie désigne la capacité d'utiliser le langage et les images, de formes riches et variées, pour lire, écrire, écouter, parler, voir, représenter et penser de façon critique. Elle permet d'échanger des renseignements, d'interagir avec les autres et de produire du sens. C'est un processus complexe qui consiste à s'appuyer sur ses connaissances antérieures, sa culture et son vécu pour acquérir de nouvelles connaissances et mieux comprendre ce qui nous entoure. »

Ministère de l'Éducation de l'Ontario, « *La littératie au service de l'apprentissage : Rapport de la Table ronde des experts en littératie de la 4<sup>e</sup> à la 6<sup>e</sup> année* », 2004, p. 5.

« La littératie va plus loin que la lecture et l'écriture et vise la communication en société. Elle relève de la pratique sociale, des relations, de la connaissance, du langage et de la culture. Elle se manifeste sur différents supports de communication : sur papier, sur écran d'ordinateur, à la télévision, sur des affiches, sur des panneaux. Les personnes compétentes en littératie la considèrent comme un acquis quand les autres sont exclus d'une grande partie de la communication collective. En effet, ce sont les exclus qui peuvent le mieux apprécier la notion de littératie comme source de liberté. »

Adaptation de la déclaration de l'UNESCO à l'occasion de la Décennie des Nations Unies pour l'alphabétisation, 2003-2012.

« La numératie englobe les connaissances et les compétences requises pour gérer efficacement les exigences relatives aux notions de calcul de diverses situations. »

Statistique Canada, 2008.

« *La numératie* est une compétence qui se développe non seulement en étudiant les mathématiques, mais aussi dans l'étude des autres matières. Il s'agit de l'acquisition d'une connaissance des *processus mathématiques* et d'une appréciation de leur *nature*. Ainsi on développe un *sens de l'espace et des nombres* qu'on utilise dans des *contextes significatifs* qui reflètent notre monde. La confiance accrue au fur et à mesure qu'on se sert de sa compréhension et de sa *créativité en résolution de problèmes* rend l'apprenant plus compétent à fonctionner dans une société en évolution constante, et surtout sur le plan *technologique*. »

Ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance, 2010.

## Principes relatifs à la diversité et aux perspectives culturelles

**Le présent programme d'études est inclusif et est conçu pour aider tous les élèves à réaliser leur potentiel en leur donnant accès à des objectifs d'apprentissage identiques.**

Le présent programme d'études est inclusif et est conçu pour aider tous les élèves à réaliser leur potentiel en leur donnant accès à des objectifs d'apprentissage identiques.

Toutefois, de nombreux facteurs influent sur le développement des aptitudes à parler, à lire, à échanger et à écrire. Quand ils conçoivent des expériences d'apprentissage pour leurs élèves, les enseignants doivent donc tenir compte des caractéristiques variées qui distinguent les jeunes dont ils sont responsables (qu'elles se reflètent dans leurs besoins d'apprentissage, leurs expériences, leurs intérêts ou leurs valeurs).

## *La diversité culturelle et sociale*

La diversité culturelle et sociale est une ressource qui vise à enrichir et à élargir l'expérience d'apprentissage de tous les élèves. Non seulement les élèves ont-ils cette ressource à leur disposition, mais aussi la portent-ils en eux, la rendant ainsi exploitable dans la salle de classe. Au sein d'une communauté d'apprenants, les élèves ainsi sensibilisés à la diversité culturelle peuvent comprendre et exprimer des points de vue et des expériences variés, teintés de leurs traditions, de leurs valeurs, de leurs croyances et de leur bagage culturel. Ils apprennent ainsi que plusieurs points de vue sont possibles et développent un plus grand respect pour la différence. Ils sont ainsi encouragés à accepter d'autres façons de voir le monde.

## Les élèves ayant des besoins particuliers

**Les enseignants doivent adapter les contextes d'apprentissage de manière à offrir du soutien et des défis à tous les élèves (...)**

Les résultats du programme énoncés dans le présent guide sont importants pour tous les apprenants et servent de cadre à un éventail d'expériences d'apprentissage pour tous les élèves, y compris ceux qui ont besoin de plans éducatifs individuels.

Pour obtenir les résultats voulus, certains élèves peuvent avoir besoin de matériel spécialisé, par exemple, des machines braille, des instruments grossissants, des traitements de texte avec vérification orthographique et autres programmes informatiques, des périphériques comme des synthétiseurs vocaux et des imprimés en gros caractères. On peut compter dans les résultats relatifs à l'oral et à l'écoute toutes les formes de communication verbale et non verbale, dont le langage gestuel et les communicateurs.

Les enseignants doivent adapter les contextes d'apprentissage de manière à offrir du soutien et des défis à tous les élèves, et utiliser avec souplesse le continuum des énoncés des résultats

attendus dans le cadre du programme, de manière à planifier des expériences d'apprentissage convenant aux besoins d'apprentissage des élèves. Si des résultats particuliers sont impossibles à atteindre ou ne conviennent pas à certains élèves, les enseignants peuvent fonder l'établissement des objectifs d'apprentissage de ces élèves sur les énoncés de résultats du programme général, sur les résultats à atteindre à des étapes clés du programme et sur des résultats particuliers du programme pour les niveaux antérieurs et postérieurs, en guise de point de référence.

L'utilisation d'expériences d'apprentissage et de stratégies d'enseignement et d'apprentissage variées, ainsi que l'accès à des ressources diversifiées appropriées au contenu et au contexte, contribuent à rejoindre les différents styles d'apprenants d'une classe et favorisent l'apprentissage et le succès. L'utilisation de pratiques d'évaluation diversifiées offre également aux élèves des moyens multiples et variés de démontrer leurs réalisations et de réussir.

Certains élèves seront en mesure d'atteindre les résultats d'apprentissage visés par la province si l'on apporte des changements aux stratégies d'enseignement, à l'organisation de la salle de classe et aux techniques d'appréciation du rendement. Par contre, si ces changements ne suffisent pas à permettre à un élève donné d'atteindre les résultats d'apprentissage visés, alors un plan éducatif individualisé (P.E.I.) peut être élaboré.

Les élèves qui ont des besoins spéciaux bénéficient de la diversité des groupements d'élèves qui permettent le maximum d'interactions entre l'enseignant et les élèves, et entre ces derniers. Voici divers groupements possibles :

- enseignement à la classe complète;
- enseignement à de petits groupes;
- apprentissage en petits groupes;
- groupes d'apprentissage coopératif;
- enseignement individuel;
- travail indépendant;
- apprentissage avec partenaire;
- enseignement par un pair;
- travail à l'ordinateur supervisé par l'enseignant.

Les enseignants devraient adapter leur enseignement pour stimuler l'apprentissage des élèves doués et utiliser la progression d'énoncés de résultats du programme pour planifier des expériences significatives. Par exemple, les élèves qui ont déjà obtenu les résultats du programme s'appliquant à leur niveau particulier peuvent travailler à

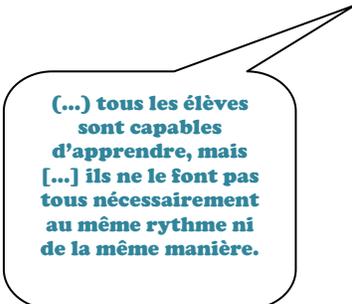
l'obtention de résultats relevant du niveau suivant.

Dans la conception des tâches d'apprentissage destinées aux apprenants avancés, les enseignants devraient envisager des moyens permettant aux élèves d'améliorer leurs connaissances, leur processus mental, leurs stratégies d'apprentissage, leur conscience d'eux-mêmes et leurs intuitions. Ces apprenants ont aussi besoin de maintes occasions d'utiliser le cadre des résultats du programme général pour concevoir eux-mêmes des expériences d'apprentissage qu'ils pourront accomplir individuellement ou avec des partenaires.

Bon nombre des suggestions visant l'enseignement et l'apprentissage offrent des contextes permettant l'accélération et l'enrichissement, comme l'accent sur l'expérience, l'enquête et les perspectives critiques. La souplesse du programme en ce qui concerne le choix des textes permet aussi d'offrir des défis et de rehausser l'apprentissage pour les élèves ayant des aptitudes linguistiques particulières.

Les élèves doués ont besoin d'occasions de travailler dans le cadre de types de regroupements divers, notamment des groupes d'apprentissage réunissant des degrés d'aptitude différents ou semblables, des groupes réunissant des intérêts différents ou semblables et des groupes de partenaires.

### La différenciation



**(...) tous les élèves sont capables d'apprendre, mais [...] ils ne le font pas tous nécessairement au même rythme ni de la même manière.**

Une stratégie particulièrement utile à l'enseignant est la différenciation. Il s'agit d'une stratégie qui reconnaît que tous les élèves sont capables d'apprendre, mais qu'ils ne le font pas tous nécessairement au même rythme ni de la même manière. Les enseignants doivent continuellement chercher de nouvelles stratégies et se constituer leur propre répertoire de stratégies, de techniques et de matériel qui faciliteront l'apprentissage des élèves dans la majorité des situations. La différenciation de l'enseignement n'est pas une stratégie d'enseignement spécialisé, mais constitue plutôt une stratégie qui prône l'équilibre, qui reconnaît les différences entre les élèves et qui agit sur ces différences.

Pour reconnaître et valoriser la diversité chez les élèves, les enseignants doivent envisager des façons :

- de donner l'exemple par des attitudes, des actions et un langage inclusifs qui appuient tous les apprenants;
- d'établir un climat et de proposer des expériences d'apprentissage affirmant la dignité et la valeur de tous les apprenants de la classe;

- d'adapter l'organisation de la classe, les stratégies d'enseignement, les stratégies d'évaluation, le temps et les ressources d'apprentissage aux besoins des apprenants et de mettre à profit leurs points forts;
- de donner aux apprenants des occasions de travailler dans divers contextes d'apprentissage, y compris les regroupements de personnes aux aptitudes variées;
- de relever la diversité des styles d'apprentissage des élèves et d'y réagir;
- de mettre à profit les niveaux individuels de connaissances, de compétences et d'aptitudes des élèves;
- de concevoir des tâches d'apprentissage et d'évaluation qui misent sur les forces des apprenants;
- de veiller à ce que les apprenants utilisent leurs forces comme moyen de s'attaquer à leurs difficultés;
- d'utiliser les forces et les aptitudes des élèves pour stimuler et soutenir leur apprentissage;
- d'offrir des pistes d'apprentissage variées;
- de souligner la réussite des tâches d'apprentissage que les apprenants estimaient trop difficiles pour eux.

## L'ORIENTATION DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

### **Apprentissage et enseignement des sciences**

Ce que les élèves apprennent est fondamentalement relié à leur manière d'apprendre. L'objectif d'une culture scientifique pour tous nécessite de repenser l'organisation de la classe, la communication et les stratégies d'enseignement. L'enseignant est un animateur-formateur dont voici les tâches principales :

- créer dans la classe un milieu propice à l'apprentissage et à l'enseignement des sciences;
- concevoir des expériences d'apprentissage efficaces qui aident les élèves à atteindre les résultats visés;
- stimuler et guider la discussion en classe de manière à soutenir l'apprentissage;
- découvrir les motivations, les intérêts, les capacités et les styles d'apprentissage des élèves et s'en inspirer pour améliorer l'apprentissage et l'enseignement;
- mesurer l'apprentissage des élèves, les tâches et les activités scientifiques et le milieu d'apprentissage en vue d'appuyer ses décisions en matière d'enseignement;
- puiser des stratégies d'enseignement dans un vaste répertoire.

Un apprentissage et un enseignement efficaces des sciences ont lieu dans une variété de situations. Les contextes et les stratégies d'enseignement doivent créer un environnement qui reflète une vision active et constructive du processus d'apprentissage. L'apprentissage se produit lorsqu'une personne donne un sens à de nouveaux renseignements et assimile ces renseignements, ce qui donne lieu à un nouveau savoir.

Faire naître une culture scientifique chez les élèves est fonction du genre de tâches qu'ils exécutent, du discours auquel ils participent et des contextes dans lesquels les activités ont lieu. En outre, de tels facteurs ont une incidence sur les dispositions des élèves pour les sciences. Par conséquent, pour créer une culture scientifique, il faut prêter attention à tous les aspects du programme d'études.

Les expériences d'apprentissage en sciences doivent être variées et donner aux élèves l'occasion de travailler seuls et en groupe et de discuter entre eux et avec l'enseignant. Il faut offrir des activités pratiques et théoriques qui permettent aux élèves de construire mentalement les phénomènes étudiés et d'évaluer les explications qu'on en donne. Les recherches et les évaluations des données permettent aux élèves de saisir la nature des sciences ainsi que la nature et l'étendue du savoir scientifique.

**Les trois démarches de la culture scientifique**

On considère qu'une personne a acquis une culture scientifique lorsqu'elle connaît les trois démarches de la culture scientifique et peut s'en servir. Ces trois démarches sont la recherche scientifique, la résolution de problèmes et la prise de décisions.

***Recherche scientifique :***

La recherche scientifique consiste à poser des questions et à chercher à expliquer les phénomènes. On s'entend généralement pour dire qu'il n'existe pas de « méthode scientifique », mais l'élève doit tout de même posséder certaines habiletés pour participer à l'activité scientifique. Certaines habiletés sont essentielles pour évoluer dans le domaine scientifique, notamment la formulation de questions, l'observation, la déduction, la prévision, la mesure, la formulation d'hypothèses, la classification, la conception d'expériences ainsi que la cueillette, l'analyse et l'interprétation de données. De telles activités permettent à l'élève de comprendre et de pratiquer l'élaboration de théories touchant les sciences et la nature des sciences.

***Résolution de problèmes :***

La deuxième démarche consiste à chercher des solutions à des problèmes humains. Il s'agit de proposer, de créer et d'essayer des prototypes, des produits et des techniques pour trouver la solution optimale à un problème donné.

***Prise de décisions :***

La prise de décisions, la troisième démarche, consiste à déterminer ce que nous, en tant que citoyens, devons faire dans un contexte donné ou en réaction à une situation quelconque. Les situations où il faut prendre une décision ont non seulement une importance en soi, mais elles fournissent souvent un contexte pertinent pour la recherche scientifique et la résolution de problèmes.

**Domaine affectif**

Sur le plan affectif, il est important que les élèves développent une attitude positive envers les matières qui leur sont enseignées, car cela aura un effet profond et marquant sur l'ensemble de leurs apprentissages. Les environnements qui offrent des chances de succès et favorisent le sentiment d'appartenance ainsi que la prise de risques contribuent au maintien de l'attitude positive des élèves et de leur confiance en eux-mêmes. Les élèves qui feront preuve d'une attitude positive envers les mathématiques seront vraisemblablement motivés et disposés à apprendre, à participer à des activités, à persévérer pour que leurs problèmes ne demeurent pas irrésolus, et à s'engager dans des pratiques réflexives.

Les enseignants, les élèves et les parents doivent comprendre la relation qui existe entre les domaines affectif et intellectuel, et ils doivent s'efforcer de miser sur les aspects affectifs de l'apprentissage qui contribuent au développement d'attitudes positives. Pour réussir, les élèves doivent apprendre à se fixer des objectifs réalisables et à s'autoévaluer au fur et à mesure qu'ils s'efforcent de réaliser ces objectifs.

L'aspiration au succès, à l'autonomie et au sens des responsabilités englobe plusieurs processus à plus ou moins long terme, et elle implique des retours réguliers sur les objectifs personnels fixés et sur l'évaluation de ces mêmes objectifs.

### **Des buts pour les élèves**

Dans l'enseignement des sciences, les principaux buts sont de préparer les élèves à :

- communiquer et raisonner en termes scientifiques;
- apprécier et valoriser les sciences;
- établir des liens entre les sciences et leur utilisation;
- s'engager dans un processus d'apprentissage pour le reste de leur vie;
- devenir des adultes compétents en sciences et à mettre à profit leur compétence en sciences afin de contribuer à la société.

Les élèves qui ont atteint ces buts vont :

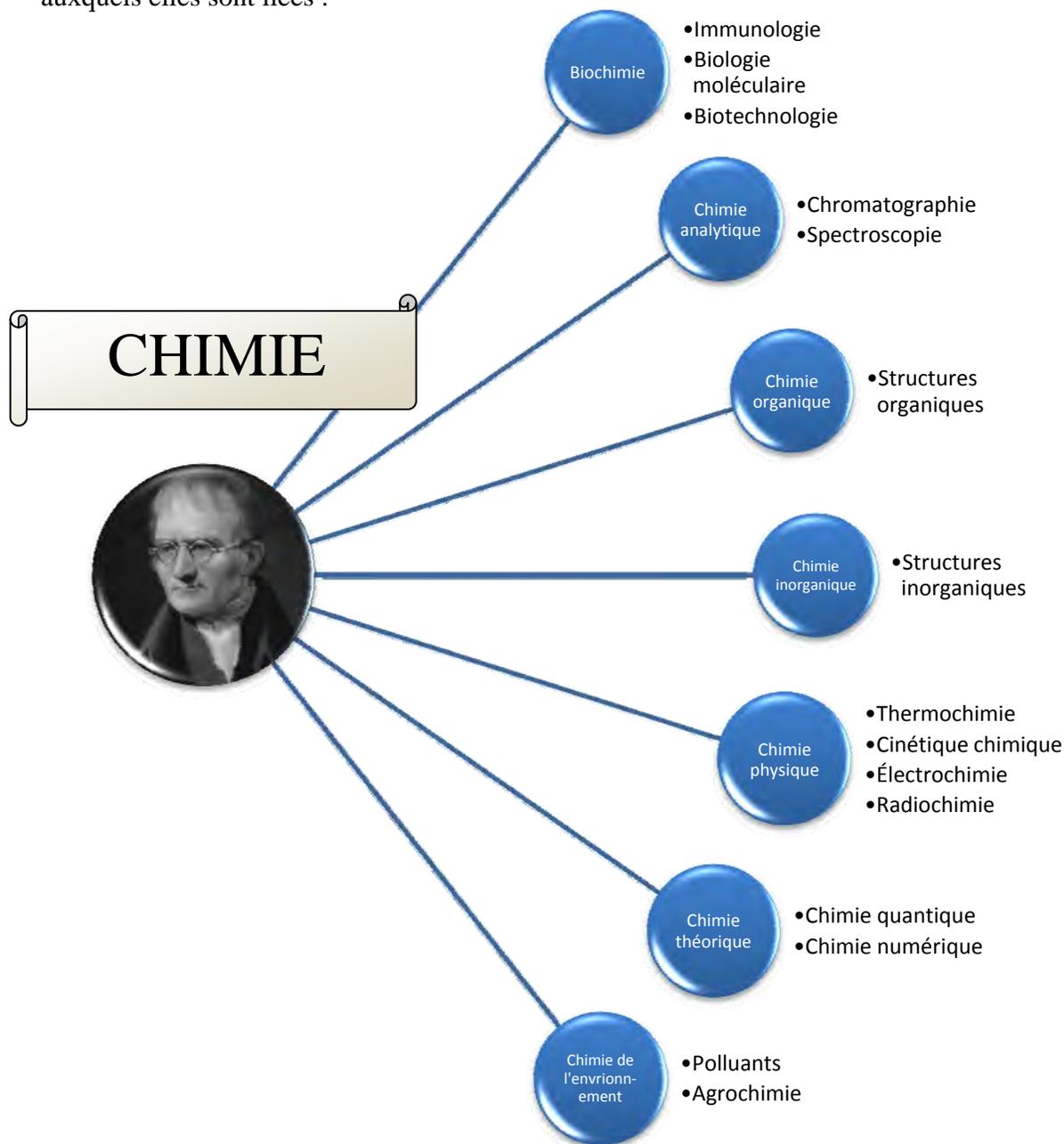
- afficher une attitude positive envers les sciences;
- entreprendre des travaux et des projets de sciences, et persévérer pour les mener à terme;
- contribuer à des discussions sur les sciences;
- faire preuve de curiosité.

## LES COMPOSANTES PÉDAGOGIQUES DU PROGRAMME

### Théories et domaines de la chimie

Bien que la chimie s'intéresse à une grande variété de systèmes, certaines théories ne peuvent être rattachées qu'à la chimie dans son ensemble et non à l'un de ses domaines. Chacune est supposée juste, dans un certain domaine de validité ou d'applicabilité. Elles constituent la base de toute recherche en chimie, et tout étudiant en chimie, quelle que soit sa spécialité, est censé acquérir les bases de chacune d'entre elles.

Voici un schéma représentant ces diverses théories ainsi que les grands domaines auxquels elles sont liées :



## Domaines étudiés en chimie au secondaire (10<sup>e</sup> à 12<sup>e</sup> année)

Le tableau ci-dessous démontre l'évolution de l'apprentissage en regard des cinq théories étudiées dans le cadre de nos programmes de deuxième cycle du secondaire à l'Île-du-Prince-Édouard : la **chimie organique**, la **chimie inorganique**, la **chimie physique**, la **chimie théorique** et la **chimie de l'environnement**.

| <b>CHIMIE ORGANIQUE</b> |          |          |          |             |
|-------------------------|----------|----------|----------|-------------|
| Domaines                | SCI 421M | CHI 521M | CHI 621M | CHI Moderne |
| Structures organiques   | •        | •■       | ■▲       | X           |

| <b>CHIMIE INORGANIQUE</b> |          |          |          |             |
|---------------------------|----------|----------|----------|-------------|
| Domaines                  | SCI 421M | CHI 521M | CHI 621M | CHI Moderne |
| Structures inorganiques   | •        | ■        | ▲        | X           |

| <b>CHIMIE PHYSIQUE</b> |          |          |          |             |
|------------------------|----------|----------|----------|-------------|
| Domaines               | SCI 421M | CHI 521M | CHI 621M | CHI Moderne |
| Thermochimie           | •        | ■        | ▲        | X           |
| Cinétique chimique     | •        | X        | ■▲       | X           |
| Électrochimie          | X        | X        | X        | •■          |
| Radiochimie            | X        | X        | X        | •           |

| <b>CHIMIE THÉORIQUE</b> |          |          |          |             |
|-------------------------|----------|----------|----------|-------------|
| Domaines                | SCI 421M | CHI 521M | CHI 621M | CHI Moderne |
| Chimie quantique        | •        | ■        | ▲        | X           |
| Chimie numérique        | X        | X        | X        | X           |

| <b>CHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT</b> |          |          |          |             |
|----------------------------------|----------|----------|----------|-------------|
| Domaines                         | SCI 421M | CHI 521M | CHI 621M | CHI Moderne |
| Polluants                        | •        | X        | ■        | X           |
| Agrochimie                       | •        | X        | ■        | X           |

- : Sensibilisation – Émergence
- : Acquisition – Atteinte
- ▲ : Approfondissement – Consolidation
- X : Non abordé

## Les thèmes

Dans ce programme d'études, les résultats d'apprentissage sont répartis en quatre thèmes : **des structures aux propriétés, les quantités chimiques et la stœchiométrie, les solutions et les gaz.**

### **Des structures aux propriétés**

- Théories atomiques
- Structure atomique
- Isotopes
- Tableau périodique
- Liens interatomiques et intermoléculaires
- Nomenclature
- Réactions chimiques

### **Quantités chimiques et stœchiométrie**

- Moles
- Stœchiométrie
- Réactif limitant
- Loi des proportions définies
- Formules empirique et moléculaire

### **Les solutions**

- Solubilité
- Saturation
- Concentration
- Acides et bases
- Neutralisation

### **Les gaz**

- États de la matière
- Théorie cinétique des gaz
- Pression
- Loi de Boyle-Mariotte
- Loi de Gay-Lussac
- Loi de Charles
- Loi des gaz parfaits

### **Le rôle des parents**

En raison des changements qui se sont produits au sein de la société, les besoins en sciences des élèves d'aujourd'hui sont différents de ceux de leurs parents. Ces différences se manifestent non seulement dans le contenu scientifique, mais aussi dans les méthodes pédagogiques. Par conséquent, il est important que les éducateurs saisissent chaque occasion qui leur est offerte de discuter avec les parents des changements qui se sont produits en matière de pédagogie des sciences et des raisons pour lesquelles ces changements sont importants. Les parents qui comprennent les raisons de ces changements en matière d'enseignement et d'évaluation seront davantage en mesure d'appuyer les élèves dans leurs démarches scientifiques, et ce, en favorisant une attitude positive face à cette discipline, en mettant l'accent sur l'importance des sciences dans la vie des jeunes, en aidant ces derniers dans le cadre des activités réalisées à la maison et, enfin, en les aidant à apprendre les sciences avec confiance et autonomie.

### **Le choix de carrières**

Les sciences jouent un rôle important dans beaucoup de carrières. Il est donc important que les enseignants saisissent chaque occasion qui leur est offerte de discuter avec les élèves du vaste choix de carrières dans lesquelles les sciences figurent de façon importante. Tous les concepts et modules du programme de sciences peuvent être liés à des carrières.

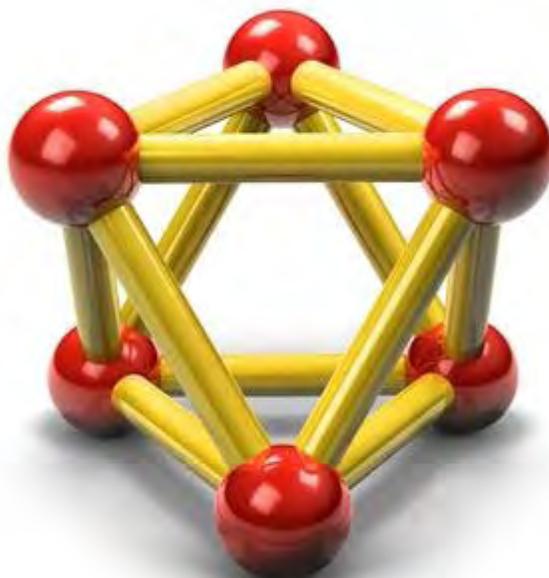
Les finissants qui se dirigent vers les sciences à la suite de leurs études secondaires occupent des emplois très bien rémunérés dans des secteurs de haute technologie, tels que la micro-électronique, les télécommunications, l'aéronautique, l'industrie nucléaire, la médecine, la pétrochimie, la pharmacologie et l'environnement.

**-B-**

**Résultats d'apprentissage et  
indicateurs de rendement**



## 1<sup>er</sup> thème



# DES STRUCTURES AUX PROPRIÉTÉS

| <p><b>RAG :</b>      ✓ L'élève pourra illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure. (321)</p> |  |
|--|--|
| <p><b>RAS</b><br/><i>L'élève doit pouvoir :</i></p>  | <p><b>Indicateurs de rendement</b><br/><i>Les indicateurs qui suivent <b>peuvent</b> servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.</i></p>   |
| <p>1. Démontrer la compréhension de l'évolution de la théorie atomique.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Expliquer les différentes <b>théories de l'atome</b> et de la matière qui ont été proposées par :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Démocrite</li> <li>○ Aristote</li> <li>○ Newton / Boyle</li> <li>○ Dalton</li> <li>○ Thomson</li> <li>○ Rutherford</li> <li>○ Bohr</li> <li>○ Chadwick</li> </ul> </li> <li>➤ Définir, représenter et expliquer quelles sont les propriétés des particules subatomiques de l'atome, telles que les <b>protons</b>, les <b>neutrons</b> et les <b>électrons</b>.</li> <li>➤ Expliquer les diverses propriétés de l'atome, telles que le <b>numéro atomique (Z)</b>, le <b>nombre de masse (A)</b> et l'<b>unité de masse atomique (u)</b>.</li> <li>➤ Définir ce que sont les <b>isotopes</b> et expliquer les répercussions de leur découverte sur la théorie atomique.</li> </ul>   |
| <p>2. Démontrer la compréhension des tendances périodiques des éléments et représenter de diverses façons la configuration des électrons.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Expliquer comment la <b>loi de la périodicité</b> détermine la position des éléments dans le tableau périodique.</li> <li>➤ Différencier une <b>période</b> (série) d'un <b>groupe</b> (famille) et reconnaître les noms particuliers associés à certaines familles.</li> <li>➤ Définir ce qu'est un <b>niveau</b> (couche) et un <b>sous-niveau</b> (sous-couche) lorsqu'il est question du nuage électronique d'un atome.</li> <li>➤ À l'aide du tableau périodique, déterminer le nombre maximal d'électrons par niveau et par sous-niveau d'énergie.</li> <li>➤ Représenter les électrons dans leurs niveaux et sous-niveaux d'énergie à l'aide de la <b>configuration électronique</b> (notation orbitale).</li> <li>➤ Représenter les électrons de valence grâce au <b>diagramme de Lewis</b>, tout en respectant la règle de l'octet.</li> <li>➤ Représenter les électrons dans leurs niveaux d'énergie à l'aide du <b>modèle de Bohr</b>.</li> <li>➤ Définir les différentes <b>tendances périodiques</b>, telles que le <b>rayon atomique</b>, l'<b>électronégativité</b> et l'<b>énergie d'ionisation</b>, et expliquer le lien avec la réactivité des familles.</li> </ul> |

|  |   |
|--|---|
| <p>3. Démontrer la formation de différents types de liaisons.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Définir ce que sont les <b>liaisons chimiques</b> et expliquer les conditions requises pour qu'elles se forment.</li> <li>➤ Utiliser la <b>différence d'électronégativité</b> (<math>\Delta x</math>) afin de prédire le type de lien chimique.</li> <li>➤ Définir ce qu'est une <b>liaison ionique</b> et représenter sa formation grâce au diagramme de Lewis.</li> <li>➤ Définir ce qu'est une <b>liaison covalente non polaire</b> et représenter sa formation grâce au diagramme de Lewis.</li> <li>➤ Définir ce qu'est une <b>liaison covalente polaire</b> et représenter sa formation grâce au diagramme de Lewis.</li> <li>➤ Représenter les liaisons covalentes à l'aide de la <b>formule développée</b>.</li> <li>➤ Définir ce qu'est une <b>liaison métallique</b>.</li> <li>➤ Définir ce qu'est une <b>liaison (force) intermoléculaire</b>.</li> </ul>   |
| <p>4. Comparer les propriétés des composés à partir des types de liaisons.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Énoncer les différentes propriétés des composés ioniques et représenter leurs structures à l'aide d'un schéma.</li> <li>➤ Énoncer les différentes propriétés des composés covalents.</li> <li>➤ Énoncer les différentes propriétés des métaux et représenter leurs structures à l'aide d'un schéma.</li> <li>➤ Faire le schéma des <b>liaisons hydrogènes</b> (pont hydrogène) qui retiennent les molécules d'eau ensemble.</li> </ul>   |
| <p>5. Écrire et nommer les formules de composés ioniques et moléculaires en suivant des règles simples de l'UICPA. (321-6)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Définir ce qu'est le <b>nombre d'oxydation</b> et énoncer la règle à respecter concernant la somme des nombres d'oxydation des atomes d'un composé.</li> <li>➤ Expliquer la différence entre un <b>ion monoatomique</b> et un <b>ion polyatomique</b>.</li> <li>➤ Écrire et nommer la <b>formule chimique</b> des ions polyatomiques suivants :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\text{NH}_4^{1+}</math></li> <li>○ <math>\text{CH}_3\text{COO}^{1-}</math></li> <li>○ <math>\text{OH}^{1-}</math></li> <li>○ <math>\text{NO}_3^{1-}</math></li> <li>○ <math>\text{CO}_3^{2-}</math></li> <li>○ <math>\text{SO}_4^{2-}</math></li> <li>○ <math>\text{PO}_4^{3-}</math></li> <li>○ <math>\text{ClO}_3^{2-}</math></li> <li>○ <math>\text{BrO}_3^{1-}</math></li> <li>○ <math>\text{IO}_3^{1-}</math></li> </ul> </li> <li>➤ Écrire et nommer la formule chimique d'un composé créé à partir de deux ions monoatomiques choisis.</li> <li>➤ Écrire et nommer la formule chimique d'un composé créé à partir d'un ion monoatomique et d'un ion polyatomique choisis.</li> </ul> |

- |  |   |
|--|---|
| <p>6. Classifier divers types de réactions chimiques et appliquer la loi de la conservation de la matière.</p> | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Expliquer ce qu'est la <b>loi de la conservation de la matière</b> en se servant de la <b>masse moléculaire</b> d'un composé.</li><li>➤ Représenter une réaction chimique à l'aide d'une <b>équation nominative</b>.</li><li>➤ Représenter une réaction chimique à l'aide d'une <b>équation squelette</b>, tout en utilisant les symboles appropriés (s, l, g, aq).</li><li>➤ Équilibrer une équation chimique en utilisant la méthode de son choix (p. ex. <b>par tâtonnement</b>) afin de respecter la loi de la conservation de la matière.</li><li>➤ Comprendre, différencier et expliquer les réactions de <b>synthèse</b>, de <b>décomposition</b> et de <b>combustion</b>.</li><li>➤ Comprendre, différencier et expliquer les réactions de <b>déplacement simple</b> et de <b>déplacement double</b>.</li></ul> |
|--|---|



| <b>RAG :</b> ✓ L'élève pourra démontrer une compréhension de la stœchiométrie dans divers contextes. (323) |   |
|--|---|
| <b>RAS</b><br><i>L'élève doit pouvoir :</i>  | <b>Indicateurs de rendement</b><br><i>Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.</i>   |
| 1. Résoudre des problèmes impliquant le nombre de particules, le nombre de moles et les masses.            | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Calculer la <b>masse atomique moyenne</b> d'un élément en tenant compte de son <b>abondance isotopique</b>, et vice-versa.</li> <li>➤ Définir l'<b>hypothèse d'Avogadro</b>.</li> <li>➤ Expliquer la relation entre la <b>mole</b> et le nombre (constante) d'Avogadro.</li> <li>➤ Calculer la <b>masse molaire</b> d'un composé chimique.</li> <li>➤ Représenter numériquement la relation entre les moles, le nombre de molécules et la masse molaire d'un composé.</li> <li>➤ Expliquer ce qu'est la <b>stœchiométrie</b>.</li> <li>➤ Résoudre des problèmes nécessitant l'application de <b>rapports stœchiométriques</b> afin de rechercher une donnée précise (mole, masse, nombre de molécules) à l'intérieur d'une équation chimique donnée.</li> <li>➤ Expliquer ce qu'est le <b>réactif limitant</b>.</li> <li>➤ Déterminer le réactif limitant au cours d'une réaction chimique en se servant des rapports stœchiométriques.</li> <li>➤ Calculer le <b>pourcentage de rendement</b> d'une réaction chimique.</li> </ul> |
| 2. Établir le lien entre les proportions des masses des éléments dans les composés et leurs formules.      | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Définir ce qu'est la <b>loi des proportions définies</b>.</li> <li>➤ Calculer la <b>composition centésimale</b> (pourcentage de composition) de chaque élément d'un composé quelconque.</li> <li>➤ Calculer la <b>formule empirique</b> d'un composé d'après sa composition centésimale.</li> <li>➤ Calculer la <b>formule moléculaire</b> d'un composé d'après sa formule empirique et sa masse molaire.</li> </ul>   |

## 3<sup>e</sup> thème



# LES SOLUTIONS

| RAG : ✓ L'élève pourra démontrer une compréhension des solutions. (323)  |  |
|--|--|
| RAS<br><i>L'élève doit pouvoir :</i>   | Indicateurs de rendement<br><i>Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.</i>   |
| 1. Distinguer les degrés de saturation des solutions ainsi que les facteurs qui influent sur la solubilité et la vitesse de dissolution. | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Définir les termes : <b>mélange homogène, mélange hétérogène, solution, solvant, soluté, solution aqueuse et miscibilité.</b></li> <li>➤ Définir les termes : <b>solubilité, substance soluble et substance insoluble.</b></li> <li>➤ Expliquer l'effet des différents <b>facteurs</b> qui influent sur la solubilité et sur la vitesse de dissolution, tels que :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ la nature du soluté et du solvant;</li> <li>○ la température;</li> <li>○ la pression;</li> <li>○ l'agitation;</li> <li>○ la taille des molécules;</li> <li>○ la surface de contact.</li> </ul> </li> <li>➤ Analyser différentes <b>courbes de solubilité</b> afin de comparer la solubilité de certains solutés dans diverses conditions.</li> <li>➤ Définir et expliquer les termes : <b>solution non saturée, solution saturée et solution sursaturée.</b></li> <li>➤ Déterminer la <b>saturation</b> d'une solution selon ses conditions de solubilité.</li> </ul> |
| 2. Résoudre des problèmes qui impliquent la concentration des solutions exprimées avec différentes unités.                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Différencier une <b>solution concentrée</b> d'une <b>solution diluée.</b></li> <li>➤ Calculer la <b>concentration</b> d'une solution et l'exprimer de trois différentes façons :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pourcentage (% m/m, % m/v et % v/v)</li> <li>○ Gramme par litre (g/L)</li> <li>○ Mole par litre (mol/L)</li> </ul> </li> <li>➤ Résoudre des problèmes de concentration où l'inconnue est la quantité de soluté à ajouter ou le niveau de concentration.</li> </ul>  |
| 3. Expliquer la formation des acides et des bases et distinguer les propriétés physiques et chimiques de chacun.                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Définir ce qu'est un <b>électrolyte</b> et expliquer les raisons pour lesquelles une substance peut être électrolyte ou non.</li> <li>➤ Différencier un <b>électrolyte fort</b> d'un <b>électrolyte faible.</b></li> <li>➤ Définir ce qu'est un <b>acide</b> en précisant le type d'ion libéré en solution aqueuse.</li> <li>➤ Différencier un <b>acide fort</b> d'un <b>acide faible.</b></li> <li>➤ Exprimer l'ionisation des acides sous la forme d'équations chimiques.</li> <li>➤ Définir ce qu'est une <b>base</b> en précisant le type d'ion libéré en solution aqueuse.</li> <li>➤ Différencier une <b>base forte</b> d'une <b>base faible.</b></li> <li>➤ Exprimer l'ionisation des bases sous la forme d'équations chimiques.</li> <li>➤ Dresser une liste des <b>propriétés</b> physiques et chimiques des acides et des bases.</li> <li>➤ Expliquer la réaction de <b>neutralisation.</b></li> </ul>  |

## 4<sup>e</sup> thème



# LES GAZ

| <b>RAG :</b> ✓ L'élève pourra démontrer une compréhension des lois des gaz. |  |
|---|--|
| <b>RAS</b><br><i>L'élève doit pouvoir :</i>                                 | <b>Indicateurs de rendement</b><br><i>Les indicateurs qui suivent <b>peuvent</b> servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.</i>   |
| 1. Démontrer une compréhension de la théorie cinétique des gaz.             | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Expliquer les états de la matière en fonction de leurs forces intermoléculaires et du mouvement de leurs particules.</li> <li>➤ Expliquer les six changements d'état de la matière et déterminer lesquels sont <b>endothermiques</b> et lesquels sont <b>exothermiques</b>.</li> <li>➤ Expliquer les propriétés des gaz, telles que :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ le volume;</li> <li>○ la forme;</li> <li>○ la compressibilité;</li> <li>○ la diffusion;</li> <li>○ la pression;</li> <li>○ l'expansion;</li> <li>○ la masse volumique.</li> </ul> </li> <li>➤ Définir la <b>théorie cinétique des gaz</b> en se basant sur les postulats de la théorie cinétique moléculaire.</li> <li>➤ Justifier les propriétés des gaz à l'aide de la théorie cinétique.</li> </ul>   |
| 2. Établir le lien entre la pression, le volume et la température des gaz.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Définir la <b>loi de Boyle-Mariotte</b> en expliquant le lien existant entre la pression et le volume d'un gaz.</li> <li>➤ Définir la <b>loi de Charles</b> en expliquant le lien existant entre la température et le volume d'un gaz.</li> <li>➤ Définir la <b>loi de Gay-Lussac</b> en expliquant le lien existant entre la pression et la température d'un gaz.</li> <li>➤ Démontrer comment combiner les trois lois des gaz afin d'obtenir la formule de la <b>loi générale des gaz</b>.</li> </ul>   |
| 3. Résoudre des problèmes liés aux lois des gaz.                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi de Boyle-Mariotte.               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>p_1V_1 = p_2V_2</math></li> </ul> </li> <li>➤ Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi de Charles.               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}</math></li> </ul> </li> <li>➤ Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi de Gay-Lussac.               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}</math></li> </ul> </li> <li>➤ Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi générale des gaz.               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}</math></li> </ul> </li> </ul> |

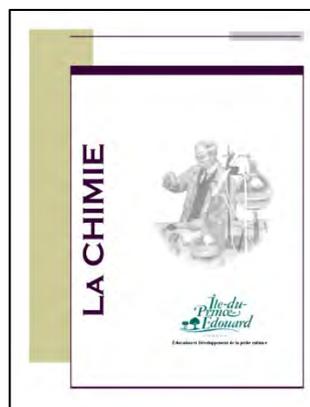
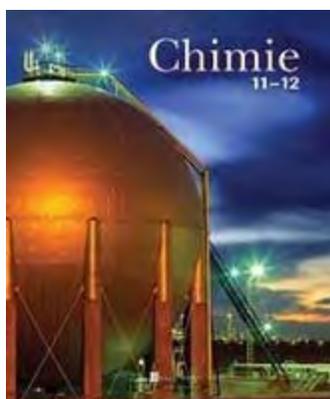
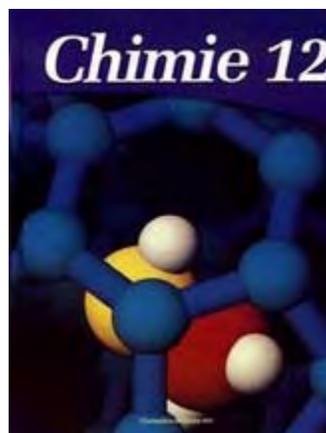
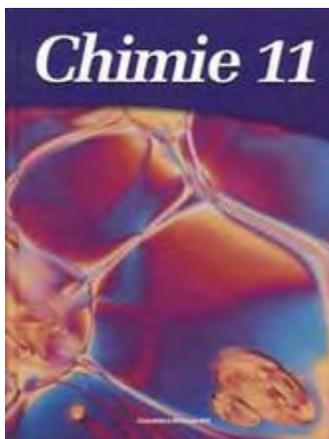
4. Résoudre des problèmes liés aux gaz parfaits.

- Définir ce qu'est le **volume molaire**.
- Résoudre des problèmes nécessitant l'application de rapports stœchiométriques afin de déterminer le volume molaire d'un réactif ou d'un produit gazeux lors d'une réaction chimique.
- Définir ce qu'est un **gaz parfait**.
- Calculer la valeur de la constante des gaz parfaits ( $R$ ) pour une mole de gaz se trouvant aux conditions de température et de pression normales (T.P.N.).
- Déterminer le nombre de moles de gaz à l'intérieur d'un contenant soumis à des conditions particulières (température, pression, volume) en employant l'**équation des gaz parfaits**.
  - $pV = nRT$



**-C-**

## **Plan d'enseignement**



Ressources disponibles :

**Chimie 11 et Chimie 12** (de base)

**Chimie 11-12** (référence)

**Document du ministère de l'Éducation et du Développement de  
la petite enfance de l'I.-P.-É.** (référence)

## Plan d'enseignement

Cette section du programme d'études présente la corrélation entre les résultats d'apprentissage et les ressources disponibles, soit :

- *Chimie 11* et *Chimie 12*, des éditions *Chenelière*
- *Chimie 11-12*, des éditions *Chenelière*
- *La chimie*, du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'I.-P.-É.

Pour chaque thème, on suggère une durée pour l'enseignement afin de guider l'enseignant dans sa planification.

| THÈMES                               | DURÉE SUGGÉRÉE |
|--------------------------------------|----------------|
| Des structures aux propriétés        | 34 périodes    |
| Quantités chimiques et stœchiométrie | 18 périodes    |
| Les solutions                        | 18 périodes    |
| Les gaz                              | 20 périodes    |

La durée suggérée pour l'enseignement des thèmes est basée sur un total de **90 périodes**.

*N.B. À l'Île-du-Prince-Édouard, il y a environ 92 jours de classe par semestre.*

Chaque thème est divisé en notions. Ces notions sont représentées dans les prochaines pages, et, pour chacune d'elles, on retrouve les éléments suivants :

- le résultat d'apprentissage spécifique et les indicateurs de rendement relatifs à la notion;
- la durée approximative suggérée pour l'enseignement du RAS;
- la corrélation entre le RAS et les ressources de base;
- les ressources audiovisuelles disponibles;
- les logiciels informatiques utiles;
- un répertoire de sites Internet associés au RAS;
- des pistes d'enseignement et d'évaluation;
- des exercices suggérés pour vérifier la compréhension du RAS.

# Thème 1

## DES STRUCTURES AUX PROPRIÉTÉS

**Durée suggérée : 34 périodes**

### Sommaire des résultats d'apprentissage spécifiques :

| <b>RAS</b>  | <b>Durée suggérée</b>    |
|---|--------------------------|
| Démontrer la compréhension de l'évolution de la théorie atomique.   | 4 périodes de 60 minutes |
| Démontrer la compréhension des tendances périodiques des éléments et représenter de diverses façons la configuration des électrons. | 6 périodes de 60 minutes |
| Démontrer la formation de différents types de liaisons.   | 8 périodes de 60 minutes |
| Comparer les propriétés des composés à partir des types de liaisons.  | 3 périodes de 60 minutes |
| Écrire et nommer les formules de composés ioniques et moléculaires en suivant des règles simples de l'UICPA.                        | 5 périodes de 60 minutes |
| Classifier divers types de réactions chimiques et appliquer la loi de la conservation de la matière.                                | 8 périodes de 60 minutes |

## Notion A : LA THÉORIE ATOMIQUE

**RAG :** L'élève pourra illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure. (321)

**RAS :** Démontrer la compréhension de l'évolution de la théorie atomique.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Expliquer les différentes **théories de l'atome** et de la matière qui ont été proposées par :
  - Démocrite
  - Aristote
  - Newton / Boyle
  - Dalton
  - Thomson
  - Rutherford
  - Bohr
  - Chadwick
- Définir, représenter et expliquer quelles sont les propriétés des particules subatomiques de l'atome, telles que les **protons**, les **neutrons** et les **électrons**.
- Expliquer les diverses propriétés de l'atome, telles que le **numéro atomique (Z)**, le **nombre de masse (A)** et l'**unité de masse atomique (u)**.
- Définir ce que sont les **isotopes** et expliquer les répercussions de leur découverte sur la théorie atomique.

---

**Durée suggérée :** 4 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s) :**

- Chimie 11, p. 34-38
- Chimie 12, p. 119-130
- Chimie 11-12, p. 18-23
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 21-27
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 1 et 3

**DVD/VHS associé(s) :** Structure de l'atome, 1986. TV Ontario.

**Tutoriel disponible?** Non

**Laboratoire(s) suggéré(s) :** (voir Annexe A)

**Logiciel(s) informatique(s) associé(s) :** N/D

**Site(s) Internet associé(s) :**

<http://mendeleviev.cyberscol.qc.ca/carrefour/atomix/tableau.html>

[http://www.cdess.org/chimie/Histoire\\_modele\\_atomique.pdf](http://www.cdess.org/chimie/Histoire_modele_atomique.pdf)

<http://www.cmontmorency.qc.ca/~labadli/Modele-atomique.pdf>

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_atomes\\_elements/electrons\\_neutrons\\_protons.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_atomes_elements/electrons_neutrons_protons.htm)

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. 37, n<sup>o</sup> 1
- Chimie 11, p. 39, n<sup>os</sup> 1-5
- Chimie 11, p. 61, n<sup>os</sup> 2-9
- Chimie 12, p. 130, n<sup>os</sup> 1-2
- Chimie 12, p. 159, n<sup>os</sup> 1-3
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 28-29, n<sup>os</sup> 1-14
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 43-44, n<sup>os</sup> 4-7
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 5, n<sup>os</sup> 1-6 et 8
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document A, n<sup>os</sup> 2-4**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document B, n<sup>os</sup> 6-7**

## Notion B : LES TENDANCES PÉRIODIQUES

**RAG** : L'élève pourra illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure. (321)

**RAS** : Démontrer la compréhension des tendances périodiques des éléments et représenter de diverses façons la configuration des électrons.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Expliquer comment la **loi de la périodicité** affecte la position des éléments dans le tableau périodique.
- Différencier une **période** (série) d'un **groupe** (famille) et reconnaître les noms particuliers associés à certaines familles.
- Définir ce qu'est un **niveau** (couche) et un **sous-niveau** (sous-couche) lorsqu'il est question du nuage électronique d'un atome.
- À l'aide du tableau périodique, déterminer le nombre maximal d'électrons par niveau et par sous-niveau d'énergie.
- Représenter les électrons dans leurs niveaux et sous-niveaux d'énergie à l'aide de la **configuration électronique** (notation orbitale).
- Représenter les électrons de valence grâce au **diagramme de Lewis**, tout en respectant la règle de l'octet.
- Représenter les électrons dans leurs niveaux d'énergie à l'aide du **modèle de Bohr**.
- Définir les différentes **tendances périodiques**, telles que le **rayon atomique**, l'**électronégativité** et l'**énergie d'ionisation**, et expliquer le lien avec la réactivité des familles.

---

**Durée suggérée :**

6 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s) :**

- Chimie 11, p. **40-59**
- Chimie 12, p. **150-157**
- Chimie 11-12, p. **14-17, 80-81 et 85**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. **15-16 et 30-39**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. **18, 23-24 et 29-31**

**DVD/VHS associé(s) :**

N/D

**Tutoriel disponible?**

Non

**Laboratoire(s) suggéré(s) :**

(voir Annexe A)

**Logiciel(s) informatique(s) associé(s) :** N/D

**Site(s) Internet associé(s) :**

<http://sch3u1.chez.com/1.12.htm>  
<http://hrsbstaff.ednet.ns.ca/schhof/chimie/chimie11/configuration.htm>  
<http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/theorie/tabperiodique.html>  
[http://archives.universcience.fr/francais/ala\\_cite/expo/tempo/aluminium/science/mendeleiev/index.html](http://archives.universcience.fr/francais/ala_cite/expo/tempo/aluminium/science/mendeleiev/index.html)  
<http://maths-sciences.ac-rouen.fr/ressources/sciences/odyssee21/structure.html>  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_rappels/tableau\\_periodique.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_rappels/tableau_periodique.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_structure\\_atomique/configuration\\_electronique\\_2.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_structure_atomique/configuration_electronique_2.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_structure\\_atomique/configuration\\_electronique.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_structure_atomique/configuration_electronique.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_structure\\_atomique/configuration\\_electronique\\_ions.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_structure_atomique/configuration_electronique_ions.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_taille\\_atomique/taille\\_3\\_atomes\\_01.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_taille_atomique/taille_3_atomes_01.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_energie\\_ionisation/energie\\_ionisation.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_energie_ionisation/energie_ionisation.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_energie\\_ionisation/ionisation\\_3\\_atomes\\_01.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_energie_ionisation/ionisation_3_atomes_01.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_diagrammes\\_atomes/diagrammes\\_7\\_atomes.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_diagrammes_atomes/diagrammes_7_atomes.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_diagrammes\\_ions/diagrammes\\_7\\_ions.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_diagrammes_ions/diagrammes_7_ions.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_structure\\_atomique/configuration\\_proprietes.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_structure_atomique/configuration_proprietes.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_structure\\_atomique/ordre\\_remplissage.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_structure_atomique/ordre_remplissage.htm)

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. 42-46, n<sup>os</sup> 2-6
- Chimie 11, p. 47-48, n<sup>os</sup> 1-11
- Chimie 11, p. 52-55, n<sup>os</sup> 7-9
- Chimie 11, p. 60, n<sup>os</sup> 1-6
- Chimie 11, p. 61-62, n<sup>os</sup> 10-15
- Chimie 12, p. 157, n<sup>os</sup> 4-5
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 19, n<sup>o</sup> 9
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 32, n<sup>os</sup> 1-8
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 34 -35, n<sup>os</sup> 1-14
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 37-38, n<sup>os</sup> 1-5
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 40-42, n<sup>os</sup> 1-18
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 43-45, n<sup>os</sup> 3 et 8-14
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 24-26
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document A, n<sup>o</sup> 1**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document B, n<sup>os</sup> 1-5 et 8**

## Notion C : LES LIAISONS

**RAG :** L'élève pourra illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure. (321)

**RAS :** Démontrer la formation de différents types de liaisons.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Définir ce que sont les **liaisons chimiques** et expliquer les conditions requises pour qu'elles se forment.
- Utiliser la **différence d'électronégativité** ( $\Delta x$ ) afin de prédire le type de lien chimique.
- Définir ce qu'est une **liaison ionique** et représenter sa formation grâce au diagramme de Lewis.
- Définir ce qu'est une **liaison covalente non polaire** et représenter sa formation grâce au diagramme de Lewis.
- Définir ce qu'est une **liaison covalente polaire** et représenter sa formation grâce au diagramme de Lewis.
- Représenter les liaisons covalentes à l'aide de la **formule développée**.
- Définir ce qu'est une **liaison métallique**.
- Définir ce qu'est une **liaison (force) intermoléculaire**.

---

|   |  |
|---|--|
| <b>Durée suggérée :</b>                         | 8 périodes de 60 minutes   |
| <b>Ressource(s) associée(s) :</b>               | <ul style="list-style-type: none"><li>• Chimie 11, p. <b>65-86</b></li><li>• Chimie 12, p. <b>163, 165 et 167-170</b></li><li>• Chimie 11-12, p. <b>73-104</b></li><li>• Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. <b>46-52</b></li><li>• Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. <b>50-53 et 63</b></li></ul>   |
| <b>DVD/VHS associé(s) :</b>                     | Structures atomiques et liaisons chimiques, 1985. TV Ontario.  |
| <b>Tutoriel disponible?</b>                     | Non  |
| <b>Laboratoire(s) suggéré(s) :</b>              | (voir Annexe A)  |
| <b>Logiciel(s) informatique(s) associé(s) :</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• ChemSketch</li><li>• Covalion</li></ul>  |
| <b>Site(s) Internet associé(s) :</b>            | <p><a href="http://www.er.uqam.ca/nobel/m135154/liaisonschimiques.htm">http://www.er.uqam.ca/nobel/m135154/liaisonschimiques.htm</a><br/><a href="http://cours.cegep-st-jerome.qc.ca/101-902-m.f/bio902/atomesetmolecules/liaisonschimiques.htm">http://cours.cegep-st-jerome.qc.ca/101-902-m.f/bio902/atomesetmolecules/liaisonschimiques.htm</a><br/><a href="http://perso.fundp.ac.be/~clefebvr/chimie/fichesderevision/revision4/index.htm">http://perso.fundp.ac.be/~clefebvr/chimie/fichesderevision/revision4/index.htm</a><br/><a href="http://www.inforef.be/swi/covalion.htm">http://www.inforef.be/swi/covalion.htm</a></p> |

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_liaisons\\_chimiques/liaison\\_covalente.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_liaisons_chimiques/liaison_covalente.htm)

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_liaisons\\_chimiques/liaison\\_ionique.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_liaisons_chimiques/liaison_ionique.htm)

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. **74-86**, n<sup>os</sup> **1-13**
- Chimie 11, p. **74**, n<sup>os</sup> **3-5**
- Chimie 11, p. **84**, n<sup>os</sup> **1-5**
- Chimie 11, p. **86**, n<sup>os</sup> **11-13**
- Chimie 11, p. **107-108**, n<sup>os</sup> **1-3, 5, 8-9 et 12-14**
- Chimie 12, p. **171**, n<sup>o</sup> **2**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. **49**, n<sup>os</sup> **1-2**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. **53-56**, n<sup>os</sup> **1-3, 5-6, 8-15 et 17-19**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document C**, n<sup>os</sup> **1-2 et 4**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document F**, n<sup>os</sup> **1-4**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document G**, n<sup>o</sup> **1**

## Notion D : LES PROPRIÉTÉS DES LIAISONS

**RAG :** L'élève pourra illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure. (321)

**RAS :** Comparer les propriétés des composés à partir des types de liaisons.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Énoncer les différentes propriétés des composés ioniques et représenter leurs structures à l'aide d'un schéma.
- Énoncer les différentes propriétés des composés covalents.
- Énoncer les différentes propriétés des métaux et représenter leurs structures à l'aide d'un schéma.
- Faire le schéma des **liaisons hydrogènes** (pont hydrogène) qui retiennent les molécules d'eau ensemble.

---

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Durée suggérée :</b>              | 3 périodes de 60 minutes   |
| <b>Ressource(s) associée(s) :</b>    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Chimie 11, p. 75-79</li><li>• Chimie 12, p. 163, 166-167 et 170-171</li><li>• Chimie 11-12, p. 105-134</li><li>• Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 47 et 50</li></ul> |
| <b>DVD/VHS associé(s) :</b>          | Structures atomiques et liaisons chimiques, 1985. TV Ontario.  |
| <b>Tutoriel disponible?</b>          | Non  |
| <b>Laboratoire(s) suggéré(s) :</b>   | (voir Annexe A)  |
| <b>Site(s) Internet associé(s) :</b> |  |

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_solides/solides.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_solides/solides.htm)

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. 74, n<sup>os</sup> 1-2 et 6
- Chimie 11, p. 84, n<sup>o</sup> 6
- Chimie 11, p. 107-108, n<sup>os</sup> 4, 6 et 10-11
- Chimie 12, p. 171-172, n<sup>os</sup> 1 et 3-7
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 53-56, n<sup>os</sup> 4, 7 et 16
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document C, n<sup>o</sup> 3**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document F n<sup>o</sup> 5**

## Notion E : LA NOMENCLATURE

**RAG :** L'élève pourra illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure. **(321)**

**RAS :** Écrire et nommer les formules de composés ioniques et moléculaires en suivant des règles simples de l'UICPA. **(321-6)**

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Définir ce qu'est le **nombre d'oxydation** et énoncer la règle à respecter concernant la somme des nombres d'oxydation des atomes d'un composé.
- Expliquer la différence entre un **ion monoatomique** et un **ion polyatomique**.
- Écrire et nommer la **formule chimique** des ions polyatomiques suivants :
  - $\text{NH}_4^{1+}$
  - $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$
  - $\text{OH}^{1-}$
  - $\text{NO}_3^{1-}$
  - $\text{CO}_3^{2-}$
  - $\text{SO}_4^{2-}$
  - $\text{PO}_4^{3-}$
  - $\text{ClO}_3^{2-}$
  - $\text{BrO}_3^{1-}$
  - $\text{IO}_3^{1-}$
- Écrire et nommer la formule chimique d'un composé créé à partir de deux ions monoatomiques choisis.
- Écrire et nommer la formule chimique d'un composé créé à partir d'un ion monoatomique et d'un ion polyatomique choisis.

**Durée suggérée :** 5 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s) :**

- Chimie 11, p. **95-105**
- Chimie 12, p. **473-477 et 596**
- Chimie 11-12, p. **23-31**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. **57-59**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. **33**

**DVD/VHS associé(s) :** N/D

**Tutoriel disponible?** Non

**Laboratoire(s) suggéré(s) :** (voir Annexe A)

**Logiciel(s) informatique(s) associé(s) :** N/D

**Site(s) Internet associé(s) :**

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_liaisons\\_chimiques/electrons\\_valence.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_liaisons_chimiques/electrons_valence.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_formules\\_charge/formules\\_charge.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_formules_charge/formules_charge.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_nomenclature/elements\\_50\\_select\\_noms.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_nomenclature/elements_50_select_noms.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_nomenclature/elements\\_50\\_select\\_symboles.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_nomenclature/elements_50_select_symboles.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_nomenclature/anions\\_polyatomiques\\_1.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_nomenclature/anions_polyatomiques_1.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_nomenclature/ions\\_noms\\_nya.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_nomenclature/ions_noms_nya.htm)

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. 97-105, n<sup>os</sup> 14-24
- Chimie 11, p. 106, n<sup>os</sup> 1-5
- Chimie 11, p. 108, n<sup>os</sup> 16-19
- Chimie 12, p. 478, n<sup>os</sup> 9-12
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 60-62, n<sup>os</sup> 1-10
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 33-34, n<sup>os</sup> 1-3
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document D, n<sup>os</sup> 1-5**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document F, n<sup>os</sup> 6-8**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document G, n<sup>os</sup> 5-6**

## Notion F : LA LOI DE LA CONSERVATION DE LA MATIÈRE

**RAG :** L'élève pourra illustrer et expliquer diverses forces qui maintiennent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la matière et sa structure. (321)

**RAS :** Classifier divers types de réactions chimiques et appliquer la loi de la conservation de la matière.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Expliquer ce qu'est la **loi de la conservation de la matière** en se servant de la **masse moléculaire** d'un composé.
- Représenter une réaction chimique à l'aide d'une **équation nominative**.
- Représenter une réaction chimique à l'aide d'une **équation squelette**, tout en utilisant les symboles appropriés (s, l, g, aq).
- Équilibrer une équation chimique en utilisant la méthode de son choix (p. ex. **par tâtonnement**) afin de respecter la loi de la conservation de la matière.
- Comprendre, différencier et expliquer les réactions de **synthèse**, de **décomposition** et de **combustion**.
- Comprendre, différencier et expliquer les réactions de **déplacement simple** et de **déplacement double**.

**Durée suggérée :** 8 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s) :**

- Chimie 11, p. 112-141
- Chimie 11-12, p. 42-63
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 62-66, 70 et 73

**DVD/VHS associé(s) :** N/D

**Tutoriel disponible?** Non

**Laboratoire(s) suggéré(s) :** (voir Annexe A)

**Logiciel(s) informatique(s) associé(s) :** N/D

**Site(s) Internet associé(s) :**

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_balance\\_equations\\_fr/balance\\_Al2O3\\_H2SO4.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_balance_equations_fr/balance_Al2O3_H2SO4.htm)

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_equations\\_combustion\\_fr/combustion\\_C2H4.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_equations_combustion_fr/combustion_C2H4.htm)

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_equations\\_dissociation/dissociation\\_BaF2.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_equations_dissociation/dissociation_BaF2.htm)

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_equations\\_métaux/reaction\\_Na\\_H2O.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_equations_métaux/reaction_Na_H2O.htm)

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_equations\\_oxides/reaction\\_K2O\\_H2O.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_equations_oxides/reaction_K2O_H2O.htm)

<http://www.defl.ca/~jdeblois/solubilitesolutions/contenu/solubilite10.html>

<http://www.defl.ca/~jdeblois/solubilitesolutions/contenu/solubilite11.html>

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. 112-118, n<sup>os</sup> 1-9
- Chimie 11, p. 118, n<sup>os</sup> 1-5
- Chimie 11, p. 122-124, n<sup>os</sup> 10-20
- Chimie 11, p. 125, n<sup>os</sup> 1-6
- Chimie 11, p. 127-135, n<sup>os</sup> 21-28
- Chimie 11, p. 140-141, n<sup>os</sup> 1-6
- Chimie 11, p. 149-150, n<sup>os</sup> 1-12 et 14-16
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 67-69, n<sup>os</sup> 1-4
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 70-73, n<sup>os</sup> 1-17
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document E, n<sup>os</sup> 1-3**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document F, n<sup>os</sup> 9-13**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document G, n<sup>os</sup> 7-8**

---

## PISTES D'ENSEIGNEMENT ET D'ÉVALUATION

### Des structures aux propriétés

- Faire appel au sujet de l'évolution du modèle atomique; en équipe, faire une recherche et présenter la contribution de scientifiques à l'évolution des modèles atomiques; faire un tableau-synthèse des présentations; comparer les représentations des modèles (similarité et différences).
- Faire une démonstration d'essais à la flamme avec KCl, NaCl, LiCl, SrCl<sub>2</sub>, CuCl<sub>2</sub> (référence *La chimie, toute une expérience*, J. Boudreau) et détecter la présence d'ions dans des produits domestiques (ex : laine d'acier et autres métaux).
- Associer les propriétés ioniques ou covalentes à différents composés fournis. (*Chimie 11*, p. 68).
- Utiliser un spectroscope.
- Expérimenter la loi de la conservation de la masse à partir de la réaction de deux substances (chromate de potassium et nitrate de plomb II).
- En groupes-experts, faire l'étude des tendances périodiques (électronégativité, énergie d'ionisation et rayon atomique) et présenter le résultat de leur recherche.
- Tracer une ligne d'acétone, d'éthanol et d'eau sur un tableau et prédire laquelle de ces substances renferme les forces intermoléculaires les plus faibles (*Guide d'enseignement*, p. 119).
- Construire un réseau conceptuel des liaisons chimiques.



## Thème 2

# QUANTITÉS CHIMIQUES ET STœCHIOMÉTRIE

**Durée suggérée : 18 périodes**

### Sommaire des résultats d'apprentissage spécifiques :

| <b>RAS</b>   | <b>Durée suggérée</b>     |
|--|---------------------------|
| Résoudre des problèmes impliquant le nombre de particules, le nombre de moles et les masses.       | 14 périodes de 60 minutes |
| Établir le lien entre les proportions des masses des éléments dans les composés et leurs formules. | 4 périodes de 60 minutes  |

## Notion A : LA STœCHIONIÉTRIE

**RAG** : L'élève pourra démontrer une compréhension de la stœchiométrie dans divers contextes. (323)

**RAS** : Résoudre des problèmes impliquant le nombre de particules, le nombre de moles et les masses.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Calculer la **masse atomique moyenne** d'un élément en tenant compte de son **abondance isotopique**, et vice-versa.
- Définir l'**hypothèse d'Avogadro**.
- Expliquer la relation entre la **mole** et le nombre (constante) d'Avogadro.
- Calculer la **masse molaire** d'un composé chimique.
- Représenter numériquement la relation entre les moles, le nombre de molécules et la masse molaire d'un composé.
- Expliquer ce qu'est la **stœchiométrie**.
- Résoudre des problèmes nécessitant l'application de **rapports stœchiométriques** afin de rechercher une donnée précise (mole, masse, nombre de molécules) à l'intérieur d'une équation chimique donnée.
- Expliquer ce qu'est le **réactif limitant**.
- Déterminer le réactif limitant au cours d'une réaction chimique en se servant des rapports stœchiométriques.
- Calculer le **pourcentage de rendement** d'une réaction chimique.

---

**Durée suggérée :** 14 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s) :**

- Chimie 11, p. 161-192 et 233-270
- Chimie 11-12, p. 274-307 et 320-327
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 2-3, 68, 80-81 et 84

**DVD/VHS associé(s) :** N/D

**Tutoriel disponible?** Oui

**Laboratoire(s) suggéré(s) :** (voir Annexe A)

**Logiciel(s) informatique(s) associé(s) :** N/D

**Site(s) Internet associé(s) :**

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_stoechio\\_1\\_fr/stoechio\\_1\\_H2O2.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_stoechio_1_fr/stoechio_1_H2O2.htm)  
[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_atomes\\_elements/abondance\\_isotopique.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_atomes_elements/abondance_isotopique.htm)  
<http://www.defl.ca/~jdeblois/revision/contenu/revision2.html>

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. 167-170, n<sup>os</sup> 1-8
- Chimie 11, p. 170, n<sup>os</sup> 1-4
- Chimie 11, p. 174-178, n<sup>os</sup> 9-22
- Chimie 11, p. 179, n<sup>os</sup> 1-10
- Chimie 11, p. 184-191, n<sup>os</sup> 23-42
- Chimie 11, p. 192, n<sup>os</sup> 1-6
- Chimie 11, p. 193-194, n<sup>os</sup> 1-27
- Chimie 11, p. 237-249, n<sup>os</sup> 1-22
- Chimie 11, p. 249-250, n<sup>os</sup> 1-8
- Chimie 11, p. 254-258, n<sup>os</sup> 23-30
- Chimie 11, p. 258-259, n<sup>os</sup> 1-7
- Chimie 11, p. 262-270, n<sup>os</sup> 31-40
- Chimie 11, p. 270, n<sup>os</sup> 1-4
- Chimie 11, p. 271-272, n<sup>os</sup> 1-19
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 5-6, n<sup>os</sup> 7 et 9-20
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 69, n<sup>os</sup> 1-20
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 70, n<sup>os</sup> 1-9
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 82, n<sup>os</sup> 1-3
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 83, n<sup>os</sup> 1-9
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 85, n<sup>os</sup> 1-6
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 86, n<sup>os</sup> 1-3 et 7-11
- Cahier d'exercices du Ministère : Chimie 621 – Document I, n<sup>os</sup> 2 et 3
- Cahier d'exercices du Ministère : Chimie 621 – Document J, n<sup>os</sup> 1 et 8-10
- Cahier d'exercices du Ministère : Chimie 621 – Document K, n<sup>os</sup> 2, 3, 6 et 7

## Notion B : LES FORMULES EMPIRIQUES ET MOLÉCULAIRES

**RAG** : L'élève pourra démontrer une compréhension de la stœchiométrie dans divers contextes. (323)

**RAS** : Établir le lien entre les proportions des masses des éléments dans les composés et leurs formules.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Définir ce qu'est la **loi des proportions définies**.
- Calculer la **composition centésimale** (pourcentage de composition) de chaque élément d'un composé quelconque.
- Calculer la **formule empirique** d'un composé d'après sa composition centésimale.
- Calculer la **formule moléculaire** d'un composé d'après sa formule empirique et sa masse molaire.

---

**Durée suggérée** : 4 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s)** :

- Chimie 11, p. 198-229
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 56
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 77-78

**DVD/VHS associé(s)** : N/D

**Tutoriel disponible?** Oui

**Laboratoire(s) suggéré(s)** : (voir Annexe A)

**Logiciel(s) informatique(s) associé(s)** : N/D

**Exercices suggérés** :

- Chimie 11, p. 201-204, n<sup>os</sup> 1-8
- Chimie 11, p. 205-206, n<sup>os</sup> 1-8
- Chimie 11, p. 209-211, n<sup>os</sup> 9-16
- Chimie 11, p. 214, n<sup>os</sup> 1-8
- Chimie 11, p. 218, n<sup>os</sup> 17-20
- Chimie 11, p. 218, n<sup>os</sup> 1-5
- Chimie 11, p. 221-225, n<sup>os</sup> 21-25
- Chimie 11, p. 228, n<sup>os</sup> 1-7
- Chimie 11, p. 229-231, n<sup>os</sup> 1-25
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 79, n<sup>os</sup> 1-8

- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 86, n<sup>os</sup> 4-6
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 621 – Document I, n<sup>o</sup> 6**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 621 – Document J, n<sup>os</sup> 5-6**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 621 – Document K, n<sup>o</sup> 8**

## PISTES D'ENSEIGNEMENT ET D'ÉVALUATION

### Quantités chimiques et stœchiométrie

- Modéliser les relations entre la mole et la masse avec des grains de riz (*Chimie 11*, p. 182).
- Calculer la masse atomique moyenne à partir d'une variété de fèves.
- Déterminer la formule empirique de l'oxyde de magnésium (MgO) (*Chimie 11*, p. 212).
- Déterminer la formule moléculaire d'un hydrate (*Chimie 11*, p. 226).
- Illustrer et comparer les formules empiriques et moléculaires à l'aide de modèles moléculaires (*Chimie 11*, p. 215).

## Thème 3

# LES SOLUTIONS

**Durée suggérée : 18 périodes**

### Sommaire des résultats d'apprentissage spécifiques :

| <b>RAS</b>  | <b>Durée suggérée</b>    |
|---|--------------------------|
| Distinguer les degrés de saturation des solutions ainsi que les facteurs qui influent sur la solubilité et la vitesse de dissolution. | 6 périodes de 60 minutes |
| Résoudre des problèmes qui impliquent la concentration des solutions exprimées avec différentes unités.                               | 7 périodes de 60 minutes |
| Expliquer la formation des acides et des bases et distinguer les propriétés physiques et chimiques de chacun.                         | 5 périodes de 60 minutes |

## Notion A : LA SOLUBILITÉ

**RAG :** L'élève pourra démontrer une compréhension des solutions. (323)

**RAS :** Distinguer les degrés de saturation des solutions ainsi que les facteurs qui influent sur la solubilité et la vitesse de dissolution.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Définir les termes : **mélange homogène, mélange hétérogène, solution, solvant, soluté, solution aqueuse et miscibilité.**
- Définir les termes : **solubilité, substance soluble et substance insoluble.**
- Expliquer l'effet des différents **facteurs** qui influent sur la solubilité et sur la vitesse de dissolution, tels que :
  - la nature du soluté et du solvant;
  - la température;
  - la pression;
  - l'agitation;
  - la taille des molécules;
  - la surface de contact.
- Analyser différentes **courbes de solubilité** afin de comparer la solubilité de certains solutés dans diverses conditions.
- Définir et expliquer les termes : **solution non saturée, solution saturée et solution sursaturée.**
- Déterminer la **saturation** d'une solution selon ses conditions de solubilité.

---

**Durée suggérée :**

6 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s) :**

- Chimie 11, p. 284-301
- Chimie 11-12, p. 191-229
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 106-114
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 93-94 et 102-103

**DVD/VHS associé(s) :**

N/D

**Tutoriel disponible?**

Non

**Laboratoire(s) suggéré(s) :**

(voir Annexe A)

**Logiciel(s) informatique(s) associé(s) :**

N/D

**Site(s) Internet associé(s) :**

<http://www.defl.ca/~jdeblois/solubilitesolutions/contenu/solubilite1.html>

<http://www.defl.ca/~jdeblois/solubilitesolutions/contenu/solubilite7.html>

<http://www.defl.ca/~jdeblois/solubilitesolutions/contenu/solubilite9.html>

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. 289, n<sup>os</sup> 1-13
- Chimie 11, p. 301, n<sup>os</sup> 1-8
- Chimie 11, p. 325-326, n<sup>os</sup> 1-4, 6-10 et 22-25
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 114-118, n<sup>os</sup> 1-14
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 127-128, n<sup>os</sup> 1-10
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document L, n<sup>os</sup> 1-3**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document N, n<sup>os</sup> 1, 2, 5 et 16**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document O, n<sup>o</sup> 1**

## Notion B : LA CONCENTRATION

**RAG :** L'élève pourra démontrer une compréhension des solutions. (323)

**RAS :** Résoudre des problèmes qui impliquent la concentration des solutions exprimées avec différentes unités.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Différencier une **solution concentrée** d'une **solution diluée**.
- Calculer la **concentration** d'une solution et l'exprimer de trois différentes façons :
  - Pourcentage (% m/m, % m/v et % v/v)
  - Gramme par litre (g/L)
  - Mole par litre (mol/L)
- Résoudre des problèmes de concentration où l'inconnue est la quantité de soluté à ajouter ou le niveau de concentration.

---

**Durée suggérée :** 7 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s) :**

- Chimie 11, p. 302-324
- Chimie 11-12, p. 203-214
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 119-122
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 98

**DVD/VHS associé(s) :** N/D

**Tutoriel disponible?** Non

**Laboratoire(s) suggéré(s) :** (voir Annexe A)

**Logiciel(s) informatique(s) associé(s) :** N/D

**Site(s) Internet associé(s) :**

<http://www.defl.ca/~jdeblois/solubilitesolutions/contenu/solubilite2.html>

<http://www.defl.ca/~jdeblois/solubilitesolutions/contenu/solubilite3.html>

<http://www.defl.ca/~jdeblois/solubilitesolutions/contenu/solubilite4.html>

<http://www.defl.ca/~jdeblois/solubilitesolutions/contenu/solubilite6.html>

<http://www.defl.ca/~jdeblois/solubilitesolutions/contenu/solubilite8.html>

<http://www.defl.ca/~jdeblois/solubilitesolutions/contenu/solubilite8a.html>

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. 305-316, n<sup>os</sup> 1-24
- Chimie 11, p. 318, n<sup>os</sup> 1-4
- Chimie 11, p. 321, n<sup>os</sup> 25-27
- Chimie 11, p. 324, n<sup>os</sup> 1-5
- Chimie 11, p. 325-327, n<sup>os</sup> 11-20 et 26
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 123, n<sup>os</sup> 1-7
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 124-125, n<sup>os</sup> 1-17
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 126, n<sup>os</sup> 1-12
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 128-130, n<sup>os</sup> 11-17
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 100-101, n<sup>os</sup> 1-14 et 16-20
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 105, n<sup>os</sup> 1-6
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 106, n<sup>os</sup> 1-10
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document M, n<sup>os</sup> 1-5**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document N, n<sup>os</sup> 3 et 4**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document O, n<sup>os</sup> 2, 3 et 6**

### Notion C : ACIDES ET BASES

**RAG** : L'élève pourra démontrer une compréhension des solutions. (323)

**RAS** : Expliquer la formation des acides et des bases et distinguer les propriétés physiques et chimiques de chacun.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Définir ce qu'est un **électrolyte** et expliquer les raisons pour lesquelles une substance peut être électrolyte ou non.
- Différencier un **électrolyte fort** d'un **électrolyte faible**.
- Définir ce qu'est un **acide** en précisant le type d'ion libéré en solution aqueuse.
- Différencier un **acide fort** d'un **acide faible**.
- Exprimer l'ionisation des acides sous la forme d'équations chimiques.
- Définir ce qu'est une **base** en précisant le type d'ion libéré en solution aqueuse.
- Différencier une **base forte** d'une **base faible**.
- Exprimer l'ionisation des bases sous la forme d'équations chimiques.
- Dresser une liste des **propriétés** physiques et chimiques des acides et des bases.
- Expliquer la réaction de **neutralisation**.

---

**Durée suggérée :** 5 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s) :**

- Chimie 11, p. 293, 370-313, 380-381 et 394-398
- Chimie 11-12, p. 234-237, 251 et 254-256
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 133-138
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 103-104

**DVD/VHS associé(s) :** N/D

**Tutoriel disponible?** Non

**Laboratoire(s) suggéré(s) :** (voir Annexe A)

**Logiciel(s) informatique(s) associé(s) :** N/D

**Site(s) Internet associé(s) :**

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_equations\\_neutralisation/neutralisation\\_01.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_equations_neutralisation/neutralisation_01.htm)

<http://www.chimix.com/devoirs/p032.htm>

<http://www.scientillula.net/tstc/chimie/partieB/page4/cadres.html>

<http://www.defl.ca/~jdeblois/acidesbases/contenu/acidebase.html>

<http://www.defl.ca/~jdeblois/acidesbases/contenu/acidebase1b.html>

<http://www.defl.ca/~jdeblois/acidesbases/contenu/acidebase2b.html>

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. 325-326, n<sup>os</sup> 5 et 21
- Chimie 11, p. 378-379, n<sup>os</sup> 1-3
- Chimie 11, p. 379-380, n<sup>os</sup> 1-10
- Chimie 11, p. 384-389, n<sup>os</sup> 4-9
- Chimie 11, p. 393, n<sup>os</sup> 1-10
- Chimie 11, p. 398, n<sup>os</sup> 10-13
- Chimie 11, p. 404, n<sup>os</sup> 1-7
- Chimie 11, p. 405-406, n<sup>os</sup> 1-13
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. :  
Chimie 521, p. 139-144, n<sup>os</sup> 1-37
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document N, n<sup>os</sup> 6-10, 15 et 17**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document O, n<sup>os</sup> 4, 5, 7, 8, 10 et 11**

## PISTES D'ENSEIGNEMENT ET D'ÉVALUATION

### Les solutions

- Faire un remue-méninges au sujet des solutions et des mélanges homogènes et hétérogènes à partir d'exemples de la vie courante.
- Apporter un produit de la maison ayant une concentration indiquée en pourcentage.
- Établir un rapprochement entre les solutions et la vie courante en lançant une discussion sur des situations où des concentrations exactes sont importantes (herbicides, engrais, médicaments, etc.).
- Faire une démonstration ou faire l'expérimentation de la préparation d'une solution sursaturée (p. ex. thiosulfate de sodium dans l'eau).
- Expérimenter le titrage; cette activité peut expliquer la neutralisation et faire une rétroaction sur les solutions diluées et concentrées.
- Expérimenter ou démontrer la conductivité des électrolytes à l'aide de l'appareil de conductivité.
- Expérimenter les facteurs qui influent sur la solubilité et la vitesse de dissolution. Exemples : faire fondre un bonbon dans la bouche (surface de contact), mettre du NaCl dans l'essence (nature solvant-soluté), chauffer de l'eau gazéifiée (température). (*Chimie 11*, p. 298)
- Démontrer la neutralisation du NaOH 0.1 M (indicateur : phénolphtaléine) avec du HCl 0.1 M dans une capsule de porcelaine et chauffer pour évaporer l'eau et obtenir le sel.
- Inviter un technicien de laboratoire ou un pharmacien.
- Visiter une station d'épuration d'eau, une savonnerie, etc.

## Thème 4

# LES GAZ

**Durée suggérée : 20 périodes**

### Sommaire des résultats d'apprentissage spécifiques :

| <b>RAS</b>  | <b>Durée suggérée</b>    |
|---|--------------------------|
| Démontrer une compréhension de la théorie cinétique des gaz.            | 4 périodes de 60 minutes |
| Établir le lien entre la pression, le volume et la température des gaz. | 3 périodes de 60 minutes |
| Résoudre des problèmes liés aux lois des gaz.                           | 8 périodes de 60 minutes |
| Résoudre des problèmes liés aux gaz parfaits.                           | 5 périodes de 60 minutes |

## Notion A : LES PROPRIÉTÉS DES GAZ

**RAG :** L'élève pourra démontrer une compréhension des lois des gaz.

**RAS :** Démontrer une compréhension de la théorie cinétique des gaz.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Expliquer les états de la matière en fonction de leurs forces intermoléculaires et du mouvement de leurs particules.
- Expliquer les six changements d'état de la matière et déterminer lesquels sont **endothermiques** et lesquels sont **exothermiques**.
- Expliquer les propriétés des gaz, telles que :
  - le volume;
  - la forme;
  - la compressibilité;
  - la diffusion;
  - la pression;
  - l'expansion;
  - la masse volumique.
- Définir la **théorie cinétique des gaz** en se basant sur les postulats de la théorie cinétique moléculaire.
- Justifier les propriétés des gaz à l'aide de la théorie cinétique.

---

**Durée suggérée :** 4 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s) :**

- Chimie 11, p. 418-423
- Chimie 11-12, p. 146-179
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. 74-77
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 67 et 71

**DVD/VHS associé(s) :** N/D

**Tutoriel disponible?** Non

**Laboratoire(s) suggéré(s) :** (voir Annexe A)

**Logiciel(s) informatique(s) associé(s) :** N/D

**Site(s) Internet associé(s) :**

<http://www.maxicours.com/soutien-scolaire/mecanique-des-fluides/bac-pro/130570.html>

<http://phys.free.fr/etats.htm>

<http://www.maxicours.com/soutien-scolaire/chimie/1re-s/14870.html>

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. 423, n<sup>os</sup> 1-8
- Chimie 11, p. 435, n<sup>os</sup> 1-3
- Chimie 11, p. 467, n<sup>os</sup> 1, 2, 4, 12 et 13
- Cahier d'exercices du Ministère : Chimie 521 – Document H, n<sup>os</sup> 1-3
- Cahier d'exercices du Ministère : Chimie 521 – Document J, n<sup>os</sup> 1, 7-10

## Notion B : LES LOIS DES GAZ

**RAG** : L'élève pourra démontrer une compréhension des lois des gaz.

**RAS** : Établir le lien entre la pression, le volume et la température des gaz.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Définir la **loi de Boyle-Mariotte** en expliquant le lien existant entre la pression et le volume d'un gaz.
- Définir la **loi de Charles** en expliquant le lien existant entre la température et le volume d'un gaz.
- Définir la **loi de Gay-Lussac** en expliquant le lien existant entre la pression et la température d'un gaz.
- Démontrer comment combiner les trois lois des gaz afin d'obtenir la formule de la **loi générale des gaz**.

---

**Durée suggérée :** 3 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s) :**

- Chimie 11, p. **424-451**
- Chimie 11-12, p. **146-179**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. **77-82 et 88-90**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. **71-74**

**DVD/VHS associé(s) :** N/D

**Tutoriel disponible?** Non

**Laboratoire(s) suggéré(s) :** (voir Annexe A)

**Logiciel(s) informatique(s) associé(s) :** N/D

**Site(s) Internet associé(s) :**

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_liens\\_intermoleculaires/liens\\_intermoleculaires.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_liens_intermoleculaires/liens_intermoleculaires.htm)  
[http://www.seminaire-sherbrooke.qc.ca/chimie/chimie2/page2\\_1.html](http://www.seminaire-sherbrooke.qc.ca/chimie/chimie2/page2_1.html)  
<http://www.youtube.com/watch?v=PxuKRC5LY8k>

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. 467, n<sup>os</sup> 3, 5, 11 et 14
- Cahier d'exercices du Ministère : Chimie 521 – Document H, n<sup>os</sup> 4 et 5
- Cahier d'exercices du Ministère : Chimie 521 – Document I, n<sup>os</sup> 3, 4, 8 et 9
- Cahier d'exercices du Ministère : Chimie 521 – Document J, n<sup>os</sup> 1, 3, 4, 6, 11, 12, 13, 18, 19, 22 et 23
- Cahier d'exercices du Ministère : Chimie 521 – Document K, n<sup>os</sup> 6, 7, 9 et 10

### Notion C : L'APPLICATION DES LOIS DES GAZ

**RAG** : L'élève pourra démontrer une compréhension des lois des gaz.

**RAS** : Résoudre des problèmes liés aux lois des gaz.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi de Boyle-Mariotte.
- Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi de Charles.
- Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi de Gay-Lussac.
- Résoudre des problèmes nécessitant l'application de la formule de la loi générale des gaz.

---

**Durée suggérée :** 8 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s) :**

- Chimie 11, p. **452-457**
- Chimie 11-12, p. **146-179**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. **77-82**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. **71-74**

**DVD/VHS associé(s) :** N/D

**Tutoriel disponible?** Non

**Laboratoire(s) suggéré(s) :** (voir Annexe A)

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. **434-435**, n<sup>os</sup> **1-4**
- Chimie 11, p. **435**, n<sup>os</sup> **4-6**
- Chimie 11, p. **446-450**, n<sup>os</sup> **5-16**
- Chimie 11, p. **451**, n<sup>os</sup> **1-5**
- Chimie 11, p. **457**, n<sup>os</sup> **17-21**
- Chimie 11, p. **461**, n<sup>o</sup> **1**
- Chimie 11, p. **468-469**, n<sup>os</sup> **16-37**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 521, p. **84-85**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. **76**, n<sup>os</sup> **1-8 et 14**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document J**, n<sup>os</sup> **2, 14-16**
- Cahier d'exercices du Ministère : **Chimie 521 – Document K**, n<sup>os</sup> **1-4**

---

## Notion D : LES GAZ PARFAITS

**RAG :** L'élève pourra démontrer une compréhension des lois des gaz.

**RAS :** Résoudre des problèmes liés aux gaz parfaits.

*Les indicateurs qui suivent peuvent servir à déterminer si l'élève a bien atteint le RAS correspondant.*

- Définir ce qu'est le **volume molaire**.
- Résoudre des problèmes nécessitant l'application de rapports stœchiométriques afin de déterminer le volume molaire d'un réactif ou d'un produit gazeux lors d'une réaction chimique.
- Définir ce qu'est un **gaz parfait**.
- Calculer la valeur de la constante des gaz parfaits (R) pour une mole de gaz se trouvant aux conditions de température et de pression normales (T.P.N.).
- Déterminer le nombre de moles de gaz à l'intérieur d'un contenant soumis à des conditions particulières (température, pression, volume) en employant l'**équation des gaz parfaits**.

---

**Durée suggérée :** 5 périodes de 60 minutes

**Ressource(s) associée(s) :**

- Chimie 11, p. **472-514**
- Chimie 11-12, p. **146-179**
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. **68 et 74-75**

**DVD/VHS associé(s) :** N/D

**Tutoriel disponible?** Oui

**Laboratoire(s) suggéré(s) :** (voir Annexe A)

**Logiciel(s) informatique(s) associé(s) :** N/D

**Site(s) Internet associé(s) :**

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_gaz\\_parfaits/intro\\_gaz\\_parfaits.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_gaz_parfaits/intro_gaz_parfaits.htm)

[http://chimie.adssys.com/nya/tests\\_gaz\\_parfaits/calculs\\_gaz\\_parfaits.htm](http://chimie.adssys.com/nya/tests_gaz_parfaits/calculs_gaz_parfaits.htm)

**Exercices suggérés :**

- Chimie 11, p. 477-488, n<sup>os</sup> 1-15
- Chimie 11, p. 488, n<sup>os</sup> 1-7
- Chimie 11, p. 493-500, n<sup>os</sup> 16-24
- Chimie 11, p. 500, n<sup>os</sup> 1-5
- Chimie 11, p. 503-511, n<sup>os</sup> 25-39
- Chimie 11, p. 514, n<sup>os</sup> 1-9
- Chimie 11, p. 521-523, n<sup>os</sup> 1-35
- Document du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de l'Î.-P.-É. : Chimie 621, p. 76, n<sup>os</sup> 9-11 et 15
- Cahier d'exercices du Ministère : Chimie 621 – Document I, n<sup>os</sup> 1, 4 et 5
- Cahier d'exercices du Ministère : Chimie 621 – Document J, n<sup>os</sup> 2, 3 et 7
- Cahier d'exercices du Ministère : Chimie 621 – Document K, n<sup>os</sup> 4, 5 et 10

---

**PISTES D'ENSEIGNEMENT ET D'ÉVALUATION****Les gaz**

- Faire un remue-méninges sur les phénomènes naturels et les applications technologiques des gaz dans la vie courante (boissons gazeuses, pneus, coussins gonflables, activités volcaniques, geysers, moteurs à fusée, conservation des aliments, plongée sous-marine, montgolfières, aérosols, etc.).
- Sensibiliser aux dangers de l'effet de la chaleur sur la pression des gaz (réservoirs, extincteurs, etc.).
- Modéliser le comportement des molécules gazeuses à l'aide d'un appareil démonstrateur de mouvement moléculaire ou une simulation sur un site WEB.
- Faire des expériences pour démontrer la pression de l'air (ballon gonflable placé dans une cloche à vide, deux hémisphères de Magdebourg, une cannette de boisson gazeuse vide, un ballon gonflable dans une bouteille vide non trouée et trouée, etc.).
- Faire la démonstration de la pression en faisant bouillir de l'eau froide : faire bouillir un peu d'eau dans un erlenmeyer, placer un bouchon de caoutchouc dès le début de l'ébullition, faire couler de l'eau froide sur l'erlenmeyer.
- Inviter un spécialiste de la plongée sous-marine.
- Faire un débat ou une recherche au sujet des enjeux environnementaux liés à l'utilisation des gaz (smog, ozone et CFC, effet de serre, pluies acides, etc.).



**-D-**

**Annexes**



## Sommaire

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| <b>Annexe A :</b> | Laboratoires suggérés                        | 82 |
| <b>Annexe B :</b> | La démarche scientifique                     | 86 |
| <b>Annexe C :</b> | Exemple d'une grille de correction d'un labo | 88 |
| <b>Annexe D :</b> | Méthode d'évaluation des problèmes écrits    | 90 |
| <b>Annexe E :</b> | Références                                   | 93 |

Annexe A  
**Laboratoires suggérés**

**THÈME 1 : Des structures aux propriétés**

| <b>Titre</b>   | <b>Notion/concept</b>                 | <b>Ressource</b>                  | <b>Pages</b> | <b>RAS</b> |
|--|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------|------------|
| « S'agit-il d'un composé ionique ou d'un composé covalent? » | Les liaisons                          | Chimie 11                         | 68           | 1-1        |
| « La modélisation des molécules »                            | Les liaisons                          | Chimie 11                         | 92           | 1-1        |
| « L'observation des réactions de déplacement double »        | Les réactions de déplacement          | Chimie 11                         | 136-137      | 1-4        |
| « La transformation du cuivre en cuivre »                    | Les réactions chimiques               | Chimie 11                         | 138-139      | 1-4        |
| « Traits importants »  | Les propriétés des liaisons chimiques | La chimie : toute une expérience! | 78-83        | 1-1<br>1-2 |

**Laboratoires PASCO (en anglais) :**

*Manuel "Chemistry with the explorer GLX" – CEGLX*

*Manuel "Explorations in Chemistry" – EIC*

**A – BONDING : IONIC VERSUS COVALENT SUBSTANCES** – Les substances ioniques versus les substances covalentes (1-2)

EIC : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/explorations/chemistry/8%20Bonding.pdf>

**B – SINGLE REPLACEMENT REACTION** – Les réactions de déplacement simple (1-4)

EIC : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/explorations/chemistry/13%20Single%20Replacement.pdf>

**C – DOUBLE REPLACEMENT REACTION** – Les réactions de déplacement double (1-4)

EIC : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/explorations/chemistry/14%20Double%20Replacement.pdf>

**D – CHEMICAL SYNTHESIS** – Les réactions de synthèse (1-4)

EIC : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/explorations/chemistry/11%20Chemical%20Synthesis.pdf>

**E – CHEMICAL DECOMPOSITION** – Les réactions de décomposition (1-4)

EIC : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/explorations/chemistry/12%20Chemical%20Decomposition.pdf>

## THÈME 2 : Quantités chimiques et stœchiométrie

| Titre  | Notion/concept                      | Ressource                         | Pages   | RAS |
|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---------|-----|
| « La modélisation des relations entre la mole et la masse »              | La mole                             | Chimie 11                         | 182-183 | 2-1 |
| « La détermination de la formule empirique de l'oxyde de magnésium »     | Formules empiriques et moléculaire  | Chimie 11                         | 212-213 | 2-2 |
| « Le réactif limitant et le réactif en excès »                           | Le réactif limitant                 | Chimie 11                         | 255     | 2-1 |
| « La détermination du pourcentage de rendement d'une réaction chimique » | Le pourcentage de rendement         | Chimie 11                         | 266-267 | 2-1 |
| « L'analyse d'un mélange à l'aide de la stœchiométrie »                  | La stœchiométrie                    | Chimie 11                         | 274-275 | 2-1 |
| « Hyde ratée »   | Formules empiriques et moléculaires | La chimie : toute une expérience! | 60-65   | 2-2 |

### **Laboratoires PASCO (en anglais) :**

*Manuel "Chemistry with the explorer GLX" – CEGLX*

*Manuel "Explorations in Chemistry" – EIC*

#### **A – STOICHIOMETRY – La stœchiométrie (2-1)**

CEGLX : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/glx/chemistry/02%20Stoichiometry.pdf>

<http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/glx/chemistry/10%20Stoichiometric%20Mixes.pdf>

EIC : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/explorations/chemistry/17%20Stoichiometry.pdf>

**THÈME 3 : Les solutions**

| Titre  | Notion/concept                     | Ressource                         | Pages   | RAS |
|--|------------------------------------|-----------------------------------|---------|-----|
| « L'élaboration des courbes de solubilité »                  | Les courbes de solubilité          | Chimie 11                         | 296-297 | 3-1 |
| « L'évaluation de la concentration d'une solution inconnue » | Concentrations                     | Chimie 11                         | 322-323 | 3-2 |
| « Aigre-doux »   | Propriétés des acides et des bases | La chimie : toute une expérience! | 128-132 | 3-3 |
| « On s'équilibre »   | La neutralisation                  | La chimie : toute une expérience! | 133-136 | 3-3 |

**Laboratoires PASCO (en anglais) :**

*Manuel "Chemistry with the explorer GLX" – CEGLX*

*Manuel "Explorations in Chemistry" – EIC*

**A – ELECTROLYTES VERSUS NON-ELECTROLYTES – Les électrolytes (3-3)**

EIC : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/explorations/chemistry/6%20Electrolytes%20Nonelectrolytes.pdf>

**B – STRENGTH OF ELECTROLYTES – Les électrolytes forts et faibles (3-3)**

EIC : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/explorations/chemistry/7%20Strength%20of%20Electrolytes.pdf>

## THÈME 4 : Les gaz

| Titre  | Notion/concept        | Ressource                         | Pages   | RAS |
|--|-----------------------|-----------------------------------|---------|-----|
| « La relation entre la pression et le volume d'un gaz »    | Loi de Boyle-Mariotte | Chimie 11                         | 430-431 | 4-2 |
| « La relation entre la température et le volume d'un gaz » | Loi de Charles        | Chimie 11                         | 438-439 | 4-2 |
| « La production de l'hydrogène gazeux »                    | Volume molaire        | Chimie 11                         | 512-513 | 4-4 |
| « Tu m'écrases! »  | Loi de Boyle-Mariotte | La chimie : toute une expérience! | 107-111 | 4-2 |
| « O de vie »   | Propriétés de gaz     | La chimie : toute une expérience! | 118-123 | 4-1 |
| « T'as l'air mélangé »                                     | Propriétés des gaz    | La chimie : toute une expérience! | 137-141 | 4-1 |

### **Laboratoires PASCO (en anglais) :**

*Manuel "Chemistry with the explorer GLX" – CEGLX*

*Manuel "Explorations in Chemistry" – EIC*

#### **A – GAS LAWS – Lois des gaz (4-3)**

CEGLX : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/glX/chemistry/04%20Gas%20Laws.pdf>

#### **B – ENDOTHERMIC AND EXOTHERMIC REACTIONS – Réactions endothermiques et exothermiques (4-1)**

CEGLX : [http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/glX/chemistry/07%20Endo\\_Exothermic%20Reactions.pdf](http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/glX/chemistry/07%20Endo_Exothermic%20Reactions.pdf)

EIC : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/explorations/chemistry/23%20Endo%20Exo%20Reactions.pdf>

#### **C – SUBLIMATION – La sublimation (4-1)**

EIC : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/explorations/chemistry/3%20Sublimation.pdf>

#### **D – BOYLE'S LAW – Loi de Boyle-Mariotte (4-2)**

EIC : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/explorations/chemistry/4%20Boyle%27s%20Law.pdf>

#### **E – IDEAL GAS LAW – Loi des gaz parfaits (4-4)**

EIC : <http://www.pasco.com/resources/labdownloads/pdfs/explorations/chemistry/5%20Ideal%20Gas%20Law.pdf>

Annexe B  
**La démarche scientifique**

---

---

Étapes de la démarche scientifique :

1. Prise de conscience du **problème**
  2. Anticipation (**hypothèse**)
  3. Conception de l'**expérience**
  4. **Cueillette** des données
  5. **Traitement** des données
  6. **Interprétation** des données
  7. **Conclusion**
- 
- 

- Voici quelques points importants concernant chacune des étapes qui t'aideront sûrement tout au long du semestre.

1. Prise de conscience du **PROBLÈME** :

- Premières observations qui te permettent de situer le problème.
- Le problème peut être exprimé sous forme de **question** ou d'énoncé.
- Il doit être **court** et **précis**.

2. **HYPOTHÈSE** :

- **Tentative d'une réponse** au problème.
- L'hypothèse doit être **vérifiable par expérience**.
- Une hypothèse peut être vraie ou fausse sans être mauvaise, car elle n'a pas encore été vérifiée.

3. **EXPÉRIMENTATION** :

- **Matériel** : Tu dresses la **liste** de tout le **matériel** dont tu as besoin (instruments et produits chimiques).
- **Marche à suivre** :
  - i. Tu écris les différentes **étapes** à suivre afin d'obtenir des mesures ou des observations qui vont te permettre de vérifier ton hypothèse.
  - ii. Tu dois recommencer la marche à suivre plusieurs fois afin d'augmenter la précision des résultats et **l'indiquer** dans la marche à suivre.

4. **CUEILLETTE DES DONNÉES** :

- C'est l'ensemble des **données que tu recueilles** pendant l'expérience ou des **observations** que tu notes.
- Il existe des **observations quantitatives** (obtenues avec un instrument de mesure).
  - Ex. : Le liquide est à 50 °C.
- Il existe également des **observations qualitatives** (aucun instrument de mesure, plutôt obtenues à partir des cinq sens, parfois moins fiables, mais utiles).
  - Ex. : La solution est devenue rose.

**5. TRAITEMENT DES DONNÉES :**

- À partir de la cueillette de tes données, tu peux **organiser tes données** et faire des **calculs** (tableaux, graphiques, déterminer le pourcentage d'erreurs, calculer la masse volumique).

**6. INTERPRÉTATION DES DONNÉES :**

- Après avoir traité nos données, on tente d'**analyser le phénomène observé** dans le but de **comprendre** ce que l'expérience nous a démontré.
- C'est l'étape de la **discussion**, de **l'analyse** de l'expérience.

**7. CONCLUSION :**

- C'est à cette étape que tu dois **affirmer** si ton hypothèse est **vraie** ou **fausse**.
- Si ton hypothèse s'avère exacte plusieurs fois, tu peux en tirer des conclusions te permettant d'élaborer une **théorie** (explication d'un phénomène mais qui demeure sans preuve, non vérifiable par expérience) ou une **loi** (énoncé qui prédit avec certitude les résultats d'un phénomène).

## Annexe C

**Exemple d'une grille de correction d'un laboratoire**

|  |            |  |
|--|------------|--|
| <b>Noms</b>  |            |  |
| <b>Général</b>   |            |  |
| • Éthique de travail en laboratoire  | 2          |  |
| <b>Rapport :</b>   |            |  |
| • Éléments essentiels du rapport (Page titre, Question, Hypothèse, Matériel, Cueillette des données, Traitement des données, Interprétation, Conclusion) | 5          |  |
| • Propreté du rapport  | 5          |  |
| • Qualité du français  | 10         |  |
| <b>Page titre, sont présents :</b>   |            |  |
| • Le titre du laboratoire  | 2          |  |
| • Le nom des membres de l'équipe   | 2          |  |
| • Le destinataire  | 2          |  |
| • La date et l'école   | 2          |  |
| <b>Question</b>  |            |  |
| • Choix d'une bonne question   | 5          |  |
| <b>Hypothèse</b>   |            |  |
| • Choix d'une bonne hypothèse  | 5          |  |
| <b>Matériel</b>  |            |  |
| • Présence du matériel nécessaire  | 5          |  |
| <b>Cueillette des données</b>  |            |  |
| • Tableaux complétés   | 10         |  |
| • Résultats acceptables  | 10         |  |
| <b>Traitement des données</b>  |            |  |
| • L'équipe a répondu aux questions   | 2          |  |
| • Réponses acceptables   | 14         |  |
| • Qualité des graphiques (échelle, nom des axes, courbe, titre, propreté)  | 5          |  |
| <b>Interprétation des données</b>  |            |  |
| • L'équipe a répondu aux questions   | 2          |  |
| • Réponses acceptables   | 6          |  |
| <b>Conclusion</b>  |            |  |
| • L'équipe a répondu aux questions   | 2          |  |
| • Réponses acceptables   | 4          |  |
| <b>Total</b>   | <b>100</b> |  |

Exemple :

## Laboratoire n° 2 : Les états de la matière

| Noms   | <i>Jean Doucet et Marie Roy</i> |           |
|--|---------------------------------|-----------|
| <b>Général</b>   |                                 |           |
| • Éthique de travail en laboratoire  | 2                               | 2         |
| <b>Rapport :</b>   |                                 |           |
| • Éléments essentiels du rapport (Page titre, Question, Hypothèse, Matériel, Cueillette des données, Traitement des données, Interprétation, Conclusion) | 5                               | 3         |
| • Propreté du rapport  | 5                               | 5         |
| • Qualité du français  | 10                              | 9         |
| <b>Page titre, sont présents :</b>   |                                 |           |
| • Le titre du laboratoire  | 2                               | 2         |
| • Le nom des membres de l'équipe   | 2                               | 2         |
| • Le destinataire  | 2                               | 2         |
| • La date et l'école   | 2                               | 2         |
| <b>Question</b>  |                                 |           |
| • Choix d'une bonne question   | 5                               | 5         |
| <b>Hypothèse</b>   |                                 |           |
| • Choix d'une bonne hypothèse  | 5                               | 4         |
| <b>Matériel</b>  |                                 |           |
| • Présence du matériel nécessaire  | 5                               | 5         |
| <b>Cueillette des données</b>  |                                 |           |
| • Tableaux complétés   | 10                              | 8         |
| • Résultats acceptables  | 10                              | 8         |
| <b>Traitement des données</b>  |                                 |           |
| • L'équipe a répondu aux questions   | 2                               | 2         |
| • Réponses acceptables   | 14                              | 12        |
| • Qualité des graphiques (échelle, nom des axes, courbe, titre, propreté)  | 5                               | 5         |
| <b>Interprétation des données</b>  |                                 |           |
| • L'équipe a répondu aux questions   | 2                               | 2         |
| • Réponses acceptables   | 6                               | 5         |
| <b>Conclusion</b>  |                                 |           |
| • L'équipe a répondu aux questions   | 2                               | 2         |
| • Réponses acceptables   | 4                               | 4         |
| <b>Total</b>   | <b>100</b>                      | <b>89</b> |

## Annexe D

### **Méthode d'évaluation des problèmes écrits**

Lors de l'évaluation d'un problème écrit en chimie, il est important de considérer avant tout la méthode utilisée, plutôt que la réponse même, pour attribuer les points.

La rédaction de la réponse d'un problème écrit exige habituellement cinq éléments importants :

#### **A. La présentation des données :**

L'élève doit dégager les données pertinentes du problème et les inscrire, avec les bonnes unités, à gauche sur sa feuille.

#### **B. La présentation de l'« inconnue » du problème :**

L'élève doit démontrer qu'il sait ce qu'il doit rechercher à l'intérieur du problème. Il doit ainsi inscrire, à gauche sur sa feuille, la donnée inconnue recherchée.

#### **C. La formule mathématique :**

Pour résoudre les problèmes de physique, on a souvent recours à une équation (formule) mathématique. L'élève doit, par conséquent, inscrire cette formule si elle est nécessaire à la résolution du problème.

#### **D. Le développement de la formule :**

L'inclusion adéquate des données dans la formule, les transformations appropriées de la formule et le cheminement mathématique du problème font tous partie du développement de la formule.

#### **E. La réponse au problème :**

L'élève doit rédiger sa réponse finale au problème en la mettant en évidence, soit en l'encadrant ou en l'encerclant.

L'évaluation d'un travail remis par un élève doit tenir compte, au **minimum**, de ces cinq éléments. Il est suggéré d'attribuer 1 point par critère respecté. (Voir l'exemple)

*Il est très important que les élèves soient au courant de cette méthode d'évaluation car, en sachant exactement quels éléments sont recherchés dans la résolution d'un problème écrit, ils développeront une méthodologie d'analyse beaucoup plus conventionnelle.*

Par exemple, voici de quelle façon évaluer le problème écrit suivant :

Quelle est la concentration g/L d'eau salée si nous avons 12 g de sel dans 150 mL d'eau salée?

Soluté = 12 g  
Solution = 150 mL = 0,15 L  
Concentration = ?

Concentration =  $\frac{\text{soluté}}{\text{solution}}$   
 $\text{Conc.} = \frac{12 \text{ g}}{0,15 \text{ L}}$   
 $\text{Conc.} = 80 \text{ g/L}$

La concentration d'eau salée sera de 80 g/L.

données  
formule  
développement  
réponse encadrée  
inconnue  
facultatif

Ce problème pourrait avoir une valeur de **5 points**, répartis de la façon suivante :

- 1 point - données présentes
- 1 point - inconnue présente
- 1 point - bonne formule
- 1 point - développement adéquat de la formule
- 1 point - réponse juste

Voici un autre exemple :

On recueille sur l'eau 15,5 L d'un gaz hydraté à 21 °C et 118 KPa. De plus, on détermine que la valeur de la pression de vapeur d'eau à 21 °C est de 2,8 KPa. Quel volume ce gaz occuperait-il à 40 °C et 100,25 KPa s'il était parfaitement sec?

$p_t = 118 \text{ KPa}$   
 $p_{H_2O} = 2,8 \text{ KPa}$   
 $p_{\text{gaz}} = ?$

$p_t = p_{H_2O} + p_{\text{gaz}}$   
 $p_{\text{gaz}} = p_t - p_{H_2O} = 118 \text{ KPa} - 2,8 \text{ KPa} = 115,2 \text{ KPa} = p_1$

$p_1 = 115,2 \text{ KPa}$   
 $V_1 = 15,5 \text{ L}$   
 $T_1 = 21^\circ\text{C} + 273 = 294 \text{ K}$   
 $V_2 = ?$   
 $T_2 = 40^\circ\text{C} + 273 = 313 \text{ K}$   
 $p_2 = 100,25 \text{ KPa}$

$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$   
 $V_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 p_2} = \frac{115,2 \text{ KPa} (15,5 \text{ L})(313 \text{ K})}{294 \text{ K} (100,25 \text{ KPa})}$   
 $V_2 = 18,96 \text{ L}$

Le volume du gaz sec est de 18,96 L.

Le dernier problème pourrait avoir une valeur de **8 points**, répartis de la façon suivante :

- 1 point - données présentes
- 1 point - inconnue présente (la pression de l'eau)
- 1 point - bonne formule temporaire (pression totale)
- 1 point - développement adéquat de la formule temporaire (pression de l'eau)
- 1 point - réponse temporaire juste (pression de l'eau)
- 1 point - bonne formule (loi des gaz)
- 1 point - développement adéquat de la formule
- 1 point - réponse finale juste

N.B. Il n'est pas nécessaire d'attribuer des points supplémentaires pour des schémas dans la résolution d'un problème écrit; il s'agit uniquement d'une aide visuelle qui appuie la conceptualisation du problème. La schématisation des problèmes en chimie doit être fortement encouragée chez les élèves, mais elle ne doit pas être exigée.

**IMPORTANT :** Si, dans un problème écrit, la donnée temporaire (la pression partielle de l'eau dans l'exemple précédent) est fautive, et qu'elle fautive conséquemment le reste du problème, l'élève ne devrait pas être pénalisé de plus d'un point si le développement subséquent est juste.

---

## Annexe E

### **Références**

*Cadre commun des résultats d'apprentissage en sciences de la nature (M-12)*. Toronto : Conseil des ministres de l'Éducation du Canada, 1997. 261 p. ISBN 0-88987-112-4

*Programme d'études de Chimie 52311/52312*. Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick. Disponible sur <http://www.gnb.ca/0000/publications/servped/Chimie52311-52312.pdf>

*Programme d'études de Chimie 52411*. Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick. Disponible sur <http://www.gnb.ca/0000/publications/servped/Chimie52411version2009.pdf>

MUSTOE, Frank, JANSEN, Michael P., DORAM, Ted, IVANCO, John, CLANCY, Christina, GHAZARIANSTEJA, Anita. *Chimie 11*. Montréal : Chenelière/McGraw-Hill, 2002. 690 p. ISBN 2-89461-658-9

MUSTOE, Frank, JANSEN, Michael P., WEBB, Michael, HAYHOE, Christy, CHERKAS, Andrew, GAYLOR, Jim. *Chimie 12*. Montréal : Chenelière/McGraw-Hill, 2003. 620 p. ISBN 2-89461-831-X

JENKINS, Frank, VAN KESSEL, Hans, TOMPKINS, Dick, LANTZ, Oliver. *Chimie 11-12*. Montréal : Éditions Beauchemin/Chenelière Éducation, 2008. 855 p. ISBN 978-2-7616-2710-8

*La chimie*. Wikipédia : l'encyclopédie libre, mis à jour en juillet 2010. [Consulté le 19 juillet 2010]. Disponible sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Chimie>