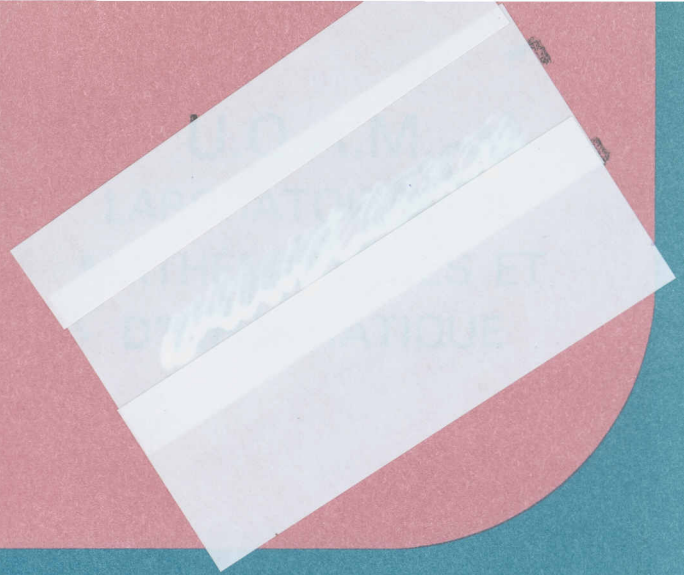




Gouvernement du Québec  
Ministère de l'Éducation  
Direction générale de l'enseignement  
élémentaire et secondaire



## PROGRAMMES D'ÉTUDES DES ÉCOLES SECONDAIRES



# SCIENCES

ANCIEN PROGRAMME

## chimie

270-442

270-462

270-562

**Direction générale de l'enseignement  
élémentaire et secondaire**

**Programme d'études des écoles secondaires**  
**SCIENCES**

**CHIMIE 270-442**  
**270-462**  
**270-562**

Publié par le Service général des communications  
du ministère de l'Éducation  
Québec, 1976

## BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC

Éléments de catalogage avant publication

Québec (Province) Direction générale du développement pédagogique. Direction des programmes.

Programme d'études des écoles secondaires: sciences: chimie 270-442, 270-462, 270-562 / [Direction générale du développement pédagogique, Direction des programmes]. — Québec: Service général des communications, Ministère de l'éducation,

Approuvé par les Comités catholique et protestant du Conseil supérieur de l'éducation en février 1976.

1. Chimie — Étude et enseignement (Secondaire)  
— Québec (Province). I. Titre.  
E3D41A15/C4

Approuvé par les Comités catholique et protestant du  
Conseil supérieur de l'Éducation en février 1976

Dépôt légal: 3e trimestre 1976  
Bibliothèque nationale du Québec

# TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION .....	5
<b>I</b> — CONDITIONS DE RÉALISATION .....	6
<b>II</b> — OBJECTIFS .....	7
A. Objectifs spécifiques .....	7
B. Objectifs particuliers .....	7
<b>III</b> — DIDACTIQUE .....	8
<b>IV</b> — PROGRAMMES 270-442 et 270-462 .....	12
A. Objet .....	12
1. 270-442 .....	12
2. 270-462 .....	12
B. Contenus 270-442 et 270-462 .....	12
<b>V</b> — PROGRAMME 270-562 .....	15
A. Objet .....	15
B. Contenu .....	15



Ce document s'adresse de façon générale aux directeurs des services de l'enseignement, aux coordonateurs de l'enseignement général, aux conseillers pédagogiques en sciences et plus particulièrement aux professeurs de chimie du secondaire.

Il a pour but de présenter un ensemble de trois programmes d'études de chimie à la population du secteur général de tous les établissements de l'enseignement secondaire.

Cet ensemble de programmes d'études a été conçu, élaboré et expérimenté par des praticiens de l'enseignement de la chimie qui se sont efforcés d'adapter l'enseignement de cette discipline à la conjoncture de la décennie 1970.

En effet, on ne peut plus considérer un programme d'études comme définitif si l'on veut que l'école demeure en contact à la fois avec la science et avec le milieu social en constante évolution.

Bien qu'il ait été expérimenté et remanié, cet ensemble de programmes pourra encore subir des transformations, grâce à un processus de consultation permanente tenant compte de l'évolution de la problématique, des connaissances et de l'expérience de l'ensemble du corps professoral de chimie.

# **I — Conditions de réalisation**

Toute commission scolaire ou commission régionale, désireuse de réussir dans l'enseignement de ces programmes de chimie, devrait réunir les conditions suivantes:

- A. Disposer de maîtres qualifiés, en choisissant de préférence:
  - 1. les professeurs qui ont réussi à un cours sur la théorie du « curriculum », ou
  - 2. ceux qui ont réussi à un cours de didactique de l'enseignement des sciences, ou
  - 3. ceux qui ont réussi à un cours d'initiation à une méthode active de l'enseignement de la chimie reconnu par le Ministère et offert dans un établissement agréé, ou
  - 4. ceux qui détiennent un diplôme universitaire de premier cycle en chimie et une préparation pédagogique suffisante.
- B. Posséder des laboratoires de chimie appropriés où les élèves pourront s'exercer aux manipulations chimiques plusieurs fois par semaine.
- C. Équiper ces laboratoires d'appareils scientifiques en nombre suffisant pour que les élèves puissent travailler en groupes de deux.
- D. Maintenir au laboratoire le matériel audiovisuel nécessaire et, en particulier, les films intégrés au programme.

## II — Objectifs

Les objectifs généraux de l'enseignement de la chimie au secondaire s'inscrivent dans l'ensemble des objectifs généraux de l'enseignement secondaire. Par exemple, ce type d'enseignement vise à faire acquérir à l'élève des méthodes générales d'approche des problèmes et des connaissances pouvant s'appliquer à un très large éventail de situations.

De plus, les objectifs généraux d'un cours de chimie du secondaire correspondent à l'ensemble des objectifs généraux de l'enseignement des sciences. Par exemple, ce type d'enseignement vise à développer chez l'élève une attitude scientifique et à lui faire acquérir des connaissances dans le domaine des sciences.

À ce titre, l'éducation scientifique par la chimie contribue au développement d'une culture générale intégrale.

### A. Objectifs spécifiques

De plus, l'enseignement de la chimie vise des objectifs spécifiques:

1. la connaissance des phénomènes chimiques et la compréhension de la structure de la matière;
2. la connaissance, l'application et l'appréciation de la méthode scientifique telle que l'exercent les chimistes;
3. l'application des connaissances chimiques à son domaine propre, aux autres sciences et à d'autres domaines de la vie courante;
4. l'apprentissage en laboratoire de chimie d'une technique de qualité qui assure un travail soigné, significatif et productif à l'occasion de l'exécution de simples expériences et à l'application de méthodes d'essai;
5. le développement d'attitudes favorables aux applications positives des découvertes de la chimie;
6. l'éveil de l'intérêt et l'ouverture d'esprit sur les problèmes de la chimie contemporaine, qui favorisent une forme d'engagement ou de responsabilité face aux implications économiques, sociales, culturelles et morales de ces problèmes;

7. la promotion de la culture personnelle par l'acquisition du langage et des modes d'expression propres à la chimie (définition et description des phénomènes et des êtres de la chimie).

À la fin des études secondaires, deux voies se présentent à l'élève: celle du marché du travail et celle des études collégiales. Aussi, l'éducation scientifique dispensée par la chimie doit répondre aux besoins de l'individu et à ceux de la société et aider l'élève à prendre sa place dans le monde selon l'une de ces deux orientations:

1. En préparant ceux qui le désirent aux études supérieures scientifiques ou technologiques;
2. En facilitant l'intégration immédiate des autres à leur milieu naturel et technologique.

En fait, la diversité de la population scolaire présente des défis différents et invite à disposer les objectifs en deux groupes principaux:

- 1er groupe - a) terminal au secondaire, ou  
 b) profils technologiques  
 2e groupe - profils scientifiques

### B. Objectifs particuliers

L'examen des objectifs retenus (surtout en ce qui concerne les objectifs de comportement) indique les *limites minimales* de nature et d'intensité des éléments de connaissance et de compréhension, de méthodes, d'application, d'habiletés, d'attitudes, d'intérêt et de culture destinés à chaque groupe.

Bien plus, le maître notera surtout l'ajustement de ces limites minimales à la didactique: des situations d'apprentissage différentes, un aspect quantitatif plus exigeant, l'accent mis sur le plan conceptuel plutôt que sur le plan opérationnel et une plus grande autonomie dans le cas du second groupe.

On s'apercevra surtout que l'apprentissage de la chimie chez ceux du premier groupe met davantage l'accent sur le plan opérationnel que sur le plan conceptuel.

## III — Didactique

### A. Approches

Les élèves qui reçoivent leur premier cours de chimie manifestent une variété d'attentes. Du contenu du cours d'une part, et de sa présentation par le professeur d'autre part, dépend le degré de satisfaction de ces attentes. C'est parce qu'ils sont inséparables que ces deux éléments doivent être considérés conjointement lors de la préparation du plan d'ensemble du cours.

C'est un truisme de dire que le style et les méthodes d'enseignement varient d'un professeur à l'autre. On emploie rarement une seule technique pédagogique pour atteindre l'objectif spécifique d'un cours, bien que l'on puisse privilégier certaines approches en les définissant dans leurs grandes lignes:

1. L'élève devrait procéder du concret vers l'abstrait aussi souvent que possible (i.e., l'expérimentation devrait précéder la théorie de l'explication, etc.).
2. L'élève devrait manipuler des matériaux familiers; on devrait lui présenter des exemples familiers d'application aussi souvent que possible de façon à réduire le nombre de variables dans le dialogue enseignant-enseigné.
3. L'élève devrait passer graduellement de l'approche qualitative vers l'approche quantitative.
4. L'élève devrait être informé des nombreuses théories sur une même question. Les points de vue du professeur et les manuels devraient être complétés, ou même remplacés périodiquement par des films, par des conférenciers, ou même par des visites à l'industrie locale.
5. L'élève devrait progresser de la redécouverte dirigée vers la découverte simple.

Il serait illusoire de penser que l'élève peut toujours être laissé à ses propres moyens dans la découverte des principes et des applications de la chimie. Fréquemment, on peut présenter à l'élève un travail de laboratoire qui puisse le

guider dans ses lectures imposées ou dans la solution des problèmes en éveillant son goût pour la découverte. En bref, le professeur doit rechercher, dans la poursuite des objectifs du cours, une certaine finesse à équilibrer l'exposition, la démonstration, la direction et la participation.

Plus d'un élève, ayant déjà trop subi de cours magistraux, aura besoin d'aide dès le départ pour aborder un cours qui lui demande de travailler pour comprendre et qui exige de lui une recherche personnelle des solutions; d'où l'importance de préparer psychologiquement l'élève à recevoir un tel programme d'études. Le professeur, conscient de cette difficulté, devrait accorder une attention particulière aux réactions de l'élève et lui faire connaître, par un enseignement individualisé en laboratoire, la satisfaction de la découverte et du travail personnel. Dès le départ, il faut savoir intéresser et enthousiasmer l'élève.

Toutefois, même si l'on s'efforce de respecter une approche expérimentale, on aurait tort de compter uniquement sur la capacité de séduction du laboratoire. En effet, l'expérience enseigne que, lorsque garçons et filles entrent au laboratoire pour la première fois, ils ont l'impression qu'il s'agit d'une place merveilleuse où ils exécuteront des expériences étonnantes, mais une trop forte majorité déchantée très vite. Si tous pouvaient seulement maintenir l'intérêt évident de leurs premières visites au laboratoire, nous serions sur la bonne voie de retenir plus d'élèves en chimie sur la fin du parcours. L'un des moyens de créer et de maintenir l'intérêt pour la chimie est de permettre à l'élève de réaliser, dans le cadre d'activités scientifiques parascolaires, des expériences qui vont au-delà des notions du programme.

Il faudrait de plus que l'éducation en chimie insiste davantage sur sa vocation sociale et sur la pertinence de son rôle. C'est là une des conditions de l'intérêt, de l'enthousiasme et de la motivation qu'elle s'efforcera de stimuler: il faut montrer que la chimie n'est pas en marge de la vie, non plus que ne le sont les autres disciplines

telles la biologie, l'écologie, l'agriculture et les sciences sociales.

La science a une portée internationale et devrait intéresser tous les citoyens du monde.

Les découvertes scientifiques ne sont plus désormais l'apanage exclusif des scientifiques.

L'actualité locale, nationale ou internationale illustre assez bien comment les implications sociales et politiques de la science peuvent affecter la vie du citoyen: l'intervention législative dans les domaines de la dépollution, de la fluoration de l'eau potable, de la conservation des forêts et de la faune, des ressources énergétiques et minérales, du contrôle du bruit et de la localisation d'un aéroport, des explosions atomiques et des retombées radioactives, de la guerre bactériologique, des injections obligatoires de divers vaccins, du contrôle des ondes radio-électriques sont autant de sujets à controverses dans l'opinion publique.

Si les citoyens doivent engager des discussions éclairées pour apprécier les implications de ces événements sur le bien-être collectif et pour décider intelligemment le cas échéant, ils ont aussi le droit et le devoir de connaître pour mieux comprendre ces engagements.

On devrait enseigner aux élèves à évaluer de façon critique les données disponibles et les propositions reçues avant qu'ils en arrivent à une décision. Aujourd'hui, c'est une responsabilité majeure du professeur de sciences de transmettre une pensée et de faire acquérir des attitudes scientifiques aussi bien que le contenu de la matière, les applications et les adaptations que nécessite pour l'homme une société en évolution.

Les effets socio-économiques et politiques de la science bouleversent profondément l'évolution de la technologie et de la société. Les relations internationales sont aussi affectées par les découvertes scientifiques et par leurs applications. Les innovations scientifiques influencent aussi sur les valeurs, spécialement selon le bon ou le mauvais usage qu'on peut en faire.

Comme la science continuera de modifier l'environnement, l'homme devra aussi continuer à réagir pour s'y adapter ou pour apprendre à maîtriser cet environnement modifié.

À cet égard, l'enseignement de la chimie doit contribuer à l'exploration des principes et des connaissances propres à éclairer entre autres cette attitude d'éveil aux implications de la science.

Désormais, l'éducation en science de la chimie doit relever le défi d'intégrer la matière au souci collectif de l'environnement. Personne ne doute plus de la réorientation dramatique des valeurs publiques et des attitudes en matière d'environnement. Aussi, toutes les fois que l'occasion se présentera, devrait-on expliquer les propriétés des substances en relation avec leur environnement.

Finalement, l'efficacité de ces derniers moyens de stimuler l'intérêt et la motivation est aussi fonction du respect des principes directeurs de psycho-pédagogie appliqués tout au long des carrières scolaires de l'élève et, à fortiori, lors des cours de sciences. Notamment, il conviendra de situer le niveau d'intervention de l'apprentissage dans l'ensemble du processus de maturation de l'élève, orienté vers l'autonomie. À cette fin, la méthode scientifique elle-même devrait inspirer la démarche de l'éducateur: problématique, expérimentation, observation, classification qualitative et descriptions, mesure, applications de la mesure aux problèmes et aux situations, généralisation des mesures, formulation de la théorie, déduction de la théorie, usage de la théorie comme facteur d'unité et finalement application de la théorie au-delà de la chimie.

## **B. Le manuel de chimie et son utilisation**

On devrait retrouver dans *un* manuel de chimie un certain nombre de caractéristiques:

1. Une ligne de pensée plutôt qu'une simple énumération des faits,
2. un lien entre l'apprentissage scientifique à l'école et le monde dans lequel l'élève vit,

3. des thèmes qui l'incitent à se poser des questions et à y trouver des réponses,
4. des questions-défis ou des problèmes-ponts qui favorisent l'emploi de la méthode scientifique et qui éclairent les articulations des éléments d'une structure,
5. des problèmes qui provoquent la réflexion sur les notions acquises,
6. un ensemble d'expériences intéressantes à réaliser en laboratoire,
7. une revue mettant en évidence le vocabulaire et les concepts nouveaux,
8. des instruments pour fins de revue et d'évaluation.

Le manuel qui réunirait l'ensemble de ces caractéristiques constituerait un instrument d'apprentissage nécessaire.

Le professeur devrait inviter l'élève à se servir de façon pertinente de ses outils de travail. Il devrait faire prendre conscience que la démarche d'un manuel, qui consiste à faire passer le lecteur d'un phénomène concret à un concept abstrait, peut être source de connaissance sans autre forme d'explication.

Cependant, comme un nombre considérable d'élèves n'ont pas l'habitude de la lecture et de la découverte personnelle, le professeur expérimenté ne peut espérer se retrouver à chaque cours devant une classe où tous les individus auront fait une recherche préalable. Aussi, lui faut-il faire usage de souplesse, tout en incitant l'élève à une lecture préalable. Par exemple, il pourra soumettre à l'élève une série de questions de prélecture pour encourager l'élève à lire les textes recommandés et pour animer l'échange des réponses de post-lecture entre les élèves, en lui permettant de comparer les fruits de leur recherche.

Il faudrait surtout éviter que l'élève glane des renseignements dans le volume, en espérant que le professeur reprenne tout en classe. Au contraire, ce dernier devrait structurer son cours de façon à ce qu'en insistant sur les aspects im-

portants d'un chapitre, il assure la compréhension du sujet étudié sans se substituer à l'élève.

En plus du manuel soumis à leur usage quotidien, professeurs et élèves devraient avoir facilement accès à des collections d'ouvrages scientifiques récents où ils pourraient se documenter selon leurs besoins respectifs et les intérêts du programme. Dans la classe même, on devrait retrouver des ouvrages qui peuvent fréquemment être consultés en tout temps. Hélas, l'enseignement par le manuel unique constitue un danger de fossilisation et un frein à l'innovation pédagogique.

Vu la variété des sujets de l'unité 11.00 des programmes 442 et 462, il serait très difficile au professeur d'enseigner ces divers sujets au moyen d'un texte unique. Aussi devrait-on compléter le manuel unique par d'autres sources: documents publiés par les organismes d'état, institutions publiques, entreprises privées, etc.

### **C. Le travail en laboratoire**

La manipulation est une partie essentielle de ces cours. Sans le travail en laboratoire, on ne peut espérer atteindre les objectifs visés. En fait, pour certaines parties du programme, c'est l'expérimentation qui mène vers les théories explicatives. Il faut rejeter le plus possible la conception du laboratoire comme un lieu où l'on vérifie des conclusions déjà connues.

Si le professeur donne la plus grande partie de ses cours au laboratoire, il pourrait facilement introduire chacune des séances de manipulation là où le besoin s'en fait sentir. À la suite de chacune des séances expérimentales, le professeur devrait exiger un compte rendu de l'élève. Les méthodes peuvent varier d'un professeur à l'autre. Dans tous les cas, il faudrait que l'élève s'astreigne à rédiger un rapport sérieux, faisant foi de son travail et de sa compréhension du phénomène étudié.

### **D. Utilisation des moyens audio-visuels**

On suggère fortement que des appareils audio-visuels soient réunis au département ou au laboratoire, au même titre que le matériel de

laboratoire afin d'en encourager une exploitation moins superficielle: disponibilité permettant les reprises, le visionnement selon la technique d'arrêts sur images, de nature à engager la participation des élèves à point nommé, c'est-à-dire avant que le narrateur ait donné la réponse attendue. Le film devient alors un complément d'enseignement et cesse d'être du cinéma en classe.

### **E. Mesure et Évaluation**

Au moyen de tests fréquents, le professeur devrait évaluer en rapport avec son enseignement théorique et expérimental, le progrès de chaque élève dans la poursuite des objectifs de comportement à court terme, (par exemple, du type « notion »), liés aux objectifs généraux.

En second lieu, l'enseignement de chacune des unités du contenu devrait être suivi d'un test de contrôle afin de permettre au professeur et à l'élève de diagnostiquer très tôt les difficultés et

de signaler l'à-propos d'un enseignement correctif.

De plus, les questionnaires devraient s'inspirer aussi bien de l'approche fondamentale du programme que de son contenu. Les questions devraient porter tout aussi bien sur l'évaluation des données que sur la formulation des conclusions, sur la définition des concepts ou sur le rappel des faits.

Finalement, à l'aide d'un test donné en début d'année et portant sur les objectifs de comportement de type affectif (par exemple ceux du domaine de l'intérêt, des attitudes et de la culture), il serait possible de mesurer et d'évaluer au moyen du même test donné en fin d'année le degré d'atteinte des objectifs visés.

**N.B.:** Ce programme est conforme au SI (**Guide d'usage du système métrique et Système international d'unités dans les sciences au secondaire**) (Document 16-3136).

**U.Q.A.M.  
LABORATOIRES DE  
MATHÉMATIQUES ET  
D'INFORMATIQUE**

# IV — Programmes 270-442 et 270-462

## A. Objet

### 1. 270-442

Le programme 270-442 s'adresse de façon générale aux élèves qui étudient la chimie pour des raisons culturelles ou à ceux qui désirent acquérir une formation fondamentale en chimie afin de mieux se préparer à des études postérieures nécessitant une initiation aux principes fondamentaux de cette discipline.

Ce programme s'adresse tout particulièrement aux élèves qui ont déjà suivi un cours d'initiation aux sciences physiques et/ou à ceux qui ont montré des aptitudes à l'étude des sciences.

Ce programme requiert environ deux cent vingt-cinq (225) minutes d'activités d'apprentissage par semaine, durant une année scolaire. Bien qu'on puisse le dispenser en cinquième (5e) secondaire, il est préférable de l'offrir en quatrième (4e) secondaire afin de permettre aux élèves qui ont obtenu un *succès exceptionnel* et qui désirent poursuivre l'étude de la chimie, l'accès au programme 270-562. Si leur nombre le permet, le regroupement de ces élèves serait tout à leur avantage.

### 2. 270-462

Le programme 270-462 s'adresse de façon générale aux élèves qui, tout en étudiant la chimie pour des raisons culturelles, désirent profiter d'un enseignement enrichi en chimie avant de poursuivre une carrière en sciences pures ou en sciences appliquées.

Ce programme s'adresse tout particulièrement aux élèves qui ont déjà suivi un cours d'initiation aux sciences physiques et/ou qui ont démontré des dispositions favorables à l'étude des sciences pures ou des sciences appliquées.

Ce programme requiert environ deux cent vingt-cinq (225) minutes d'activités d'apprentissage par semaine durant une année scolaire. Bien qu'on puisse l'offrir en cinquième (5e) secondaire, il est préférable de le dispenser en quatrième (4e) secondaire. Alors, le programme 270-562 peut suivre en cinquième (5e) secondaire.

Par rapport au programme d'études de chimie 442, le programme d'études de chimie 462 se caractérise par une étude plus approfondie des concepts scientifiques, une approche expérimentale plus intensive, un traitement mathématique plus rigoureux et une orientation plus axée sur la mésologie (Éducation environnementale).

## B. Contenus 270-442 et 270-462

**N.B.:** Les éléments de contenus particuliers au programme 270-462 sont identifiés par un astérisque (\*).

### 1.00 NOTIONS FONDAMENTALES

#### 1.10 Concepts fondamentaux

Masse; volume; masse volumique.

#### 1.20 Techniques fondamentales

Mesure de longueur, d'aire, de volume, de masse; lecture d'instruments; sédimentation, décantation, filtration, centrifugation, précipitation, dilution, distillation, cristallisation, dissolution.

#### 1.30 Mathématiques fondamentales

Opérations algébriques; notation scientifique; exposants; rapports et proportions; calculs de pourcentage; construction de graphiques; interprétation de graphiques; interpolation (\*), extrapolation (\*).

### 2.00 LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE

#### 2.10 Description de la méthode scientifique

#### 2.20 Notions d'incertitude

Les sources d'erreurs; expression de l'erreur; exactitude et précision(\*).

### 3.00 LA MATIÈRE

#### 3.10 États, propriétés et phénomènes de la matière

États; propriétés physiques et chimiques; phénomènes physiques et chimiques.

### 3.20 Classification macroscopique de la matière

Définitions; mélanges; solutions; substances pures: composé, élément.

### 3.30 Énergie

Formes; conservation; chimique; ordre de grandeur.

## 4.00 THÉORIE ATOMIQUE

### 4.10 Notion de modèle (\*)

### 4.20 Modèle particulaire de la matière

Hypothèse d'Avogadro; molécules et atomes; composés et éléments; modèles moléculaires; symboles et formules; formules: moléculaire, structurale; mole et constante d'Avogadro; masses molaires: de molécules, d'atomes; masses molaires relatives des molécules.

## 5.00 RÉACTIONS CHIMIQUES ET STOECHIO- METRIE

### 5.10 Réactions chimiques

### 5.20 Équations chimiques

Principe d'écriture; balancement; calculs.

### 5.30 Lois de conservation

De la masse; de l'énergie: principe de proportionnalité, principe de réversibilité.

## 6.00 ASPECT CINÉTIQUE DE LA MATIÈRE

### 6.10 Phase gazeuse

Pression: baromètres et manomètres (\*), pression de référence, pression partielle (\*), loi de Boyle; température: définition, température de référence, température thermodynamique, échelles Celsius et Kelvin, loi de Charles, généralisation du comportement des gaz (\*); volume molaire; théorie cinétique.

### 6.20 Changements d'états

Solide  $\leftrightarrow$  liquide: chaleur de fusion, chaleur molaire de fusion (\*), chaleur de solidification, chaleur molaire de solidification (\*);

Liquide  $\leftrightarrow$  gaz: chaleur de vaporisation, chaleur molaire de vaporisation (\*), chaleur de condensation, chaleur molaire de condensation (\*), évaporation/ébullition, pression de vapeur (\*), température d'ébullition, liquéfaction (\*).

## 7.00 LES SOLUTIONS

### 7.10 Solubilité

Dissolution

### 7.20 Concentration molaire volumique

Concentrations particulières usuelles

### 7.30 Dilution (\*)

### 7.40 Propriétés

Conductibilité électrique des solutions; dissociation électrolytique; réactions de précipitation dans les solutions aqueuses (\*).

## 8.00 STRUCTURE DE L'ATOME ET TABLEAU PÉRIODIQUE

### 8.10 Modèle de l'atome nucléaire

### 8.20 Caractéristiques de l'atome nucléaire

La masse d'un atome et de ses constituants; les dimensions des atomes; nombre atomique; nombre de masse; isotopes; réactions nucléaires.

### 8.30 Familles chimiques et périodicité

Classification; propriétés périodiques: activité chimique, volume atomique, électronégativité, énergie d'ionisation (\*).

## **9.00 LIAISONS CHIMIQUES**

### **9.10 Configuration électronique**

Couches électroniques et niveaux d'énergie.

### **9.20 Principes de stabilité**

### **9.30 Électrons de valence**

### **9.40 Liens chimiques**

Ionique; covalent.

### **9.50 Géométrie moléculaire**

## **10.00 ACIDES ET BASES**

### **10.10 Propriétés des acides et des bases**

### **10.20 Explication des propriétés des acides et des bases**

Degré d'ionisation (\*); neutralisation.

### **10.30 Échelle du pH**

### **10.40 Indicateurs**

## **11.00 ASPECT CHIMIQUE DE L'ENVIRONNEMENT (1)**

### **11.10 Considérations générales sur l'environnement**

Les équilibres et les cycles naturels, les cycles naturels, les cycles chimiques; pollution; effets de

la pollution: valeurs sociales et valeurs économiques.

### **11.20 Atmosphère terrestre**

Composition naturelle de l'air; polluants atmosphériques: nature, sources, effets, dépistage; contribution personnelle à la lutte « anti-pollution ».

### **11.30 Milieu aquatique (hydrosphère)**

Importance des ressources hydrauliques: usages, besoins actuels et futurs, disponibilités actuelles et futures; composition naturelle de l'eau: composantes naturelles, propriétés et composition de l'eau domestique; polluants de l'eau: nature, sources, effets, dépistage et normes, épuration et contrôle; contribution personnelle à la lutte « anti-pollution ».

### **11.40 Milieu terrestre (lithosphère)**

Polluants: nature, sources, épuration; contribution personnelle à la lutte « anti-pollution ».

---

(1) L'étude de cette section comporte le choix d'un des trois sujets 11.20, 11.30 ou 11.40.

## A. Objet

Le programme 270-562 s'adresse de façon générale aux élèves qui ont déjà réussi un premier cours de chimie et qui désirent parfaire leur formation scientifique au secondaire afin de mieux se préparer à la poursuite d'une carrière dans le domaine des sciences pures et appliquées, des sciences de la santé et des techniques nécessitant une telle préparation.

Ce programme s'adresse de façon exceptionnelle aux élèves qui, tout en ayant étudié la chimie pour des raisons principalement culturelles, ont démontré qu'ils avaient la préparation nécessaire pour profiter adéquatement d'un second cours de chimie afin de poursuivre une carrière dans le domaine des sciences pures et appliquées, des sciences de la santé et des techniques nécessitant une telle préparation.

Ce programme requiert environ deux cent vingt-cinq (225) minutes d'activités d'apprentissage par semaine durant une année scolaire. Il est préférable de le dispenser en cinquième (5e) secondaire. Le programme 270-462, ou le programme 270-442, est toujours un préalable absolu au programme 270-562.

Ce programme se caractérise par une étude approfondie des concepts scientifiques, une approche expérimentale intensive, un traitement mathématique rigoureux.

## B. Contenu

### 1.00 ASPECT ÉNERGÉTIQUE DES RÉACTIONS CHIMIQUES

#### 1.10 La chaleur dans les réactions chimiques

Enthalpie; chaleur de réaction; prévision des chaleurs de réaction; mesure des chaleurs de réaction.

#### 1.20 La loi de la conservation de l'énergie

Travail; énergie cinétique et potentielle; conservation de l'énergie dans une réaction chimique.

#### 1.30 L'énergie emmagasinée dans une molécule

Énergie cinétique: vibration, rotation et translation; énergie potentielle: intermoléculaire et intramoléculaire.

#### 1.40 Énergie, température, états de la matière et leurs changements

#### 1.50 Énergie nucléaire

### 2.00 CINÉTIQUE CHIMIQUE

#### 2.10 Vitesse d'une réaction chimique

#### 2.20 Facteurs qui influencent la vitesse d'une réaction chimique

Nature et concentration des substances réagissantes; température: principe d'énergie minimum, distribution des énergies minimum; catalyseur.

#### 2.30 Mécanisme des réactions

Étape déterminante de la vitesse d'une réaction.

#### 2.40 Rôle de l'énergie dans la vitesse d'une réaction

Énergie d'activation; complexe activé; chaleur de réaction: réaction endothermique, réaction exothermique.

### 3.00 ÉQUILIBRE DANS LES RÉACTIONS CHIMIQUES

#### 3.10 Notion d'équilibre

Système ouvert; système isolé; état stationnaire; état d'équilibre.

#### 3.20 Nature dynamique de l'équilibre dans un système

Dissolution et cristallisation; liquide et tension de vapeur; réactants et produits.

#### 3.30 Facteurs qui influencent l'état d'équilibre

Concentration; température; catalyseur.

**3.40 Principe de Le Châtelier**

Application aux systèmes gazeux et aux systèmes liquides; exemple d'application: le procédé Haber.

**3.50 Aspect quantitatif de l'équilibre**

Constante d'équilibre; loi de l'équilibre chimique; loi de l'équilibre chimique dérivée des vitesses des réactions inverses.

**3.60 Facteurs qui déterminent l'équilibre**

Enthalpie; entropie.

**4.00 SOLUBILITÉ ET ÉQUILIBRE****4.10 Nature dynamique de l'équilibre dans la solubilité**

Vitesse de dissolution: aire de contact du cristal, température du solvant; vitesse de précipitation (cristallisation): concentration du soluté en solution, température de la solution.

**4.20 Facteurs qui déterminent la solubilité d'un solide dans un liquide**

Enthalpie; entropie; température.

**4.30 Facteurs qui déterminent la solubilité d'un gaz dans un liquide**

Enthalpie, entropie; température.

**4.40 Aspect quantitatif de la solubilité**

Loi de l'équilibre et produit de solubilité ( $K_{ps}$ ); calcul de la solubilité d'un composé; prévision de la formation d'un précipité.

**5.00 ÉQUILIBRE IONIQUE: ACIDES ET BASES****5.10 Dissociation de l'eau**

Constante de dissociation de l'eau; variation de  $K_{H_2O}$  avec la température; concentration molaire volumique des ions  $H^+$  et des ions  $OH^-$  à l'équilibre; rôle particulier de l'ion  $H^+$  et de l'ion  $OH^-$  dans l'eau; concentrations molaires volumiques des ions  $H^+$  (aq) et des ions  $OH^-$  (aq) dans des solutions de HCl et de NaOH.

**5.20 Modèle explicatif des propriétés des acides et des bases****5.30 Les titrages acide-base**

Excès d'acide dans un système acide-base; excès de base dans un système acide-base; système acide-base: sans excès; titrage acide-base.

**5.40 Échelle de pH****5.50 Détermination du  $K_c$** **5.60 Forces des acides****5.70 Théorie de transfert du proton: ion hydronium****5.80 Concept acide-base en terme de transfert de protons****6.00 RÉACTIONS D'OXYDORÉDUCTION****6.10 Piles électrochimiques**

Vocabulaire; fonctionnement; réaction partielle d'oxydation, de réduction; réaction globale d'oxydoréduction; lutte des métaux pour les électrons.

**6.20 Transfert d'électrons et prédiction des réactions**

Unités d'électricité; mesure de la tendance des éléments à perdre des électrons (potentiels *normaux* d'oxydoréduction); choix d'une demi-cellule étalon; état de référence; application des potentiels normaux au fonctionnement d'une pile; prédiction des réactions à l'aide des tables de potentiels normaux; prédiction des effets de la concentration et de la température.

**6.30 Balancement des équations d'oxydoréduction**

Degré d'oxydation; méthode des réactions partielles; méthode des nombres d'oxydation.

**6.40 Électrolyse**

Analyse ionique du procédé; comparaison entre le fonctionnement

d'une pile électrochimique (procédé spontané) et celui d'une pile électrolytique (procédé non spontané).

### 6.50 Applications usuelles

## 7.00 RAYONNEMENT ÉLECTROMAGNÉTIQUE ET STRUCTURE ATOMIQUE

### 7.10 Lumière et couleur

Oscillation des champs magnétique et électrique: rayonnement électromagnétique, spectre électromagnétique, spectre de la lumière visible; absorption et émission d'ondes lumineuses par la matière; ondes et leurs caractéristiques: longueur d'onde, fréquence et énergie.

### 7.20 Interprétation du spectre discontinu de l'atome d'hydrogène

Bonds d'énergie.

### 7.30 Modèles atomiques mécaniques

Modèle de Thomson; modèle de Rutherford; modèle de Bohr.

### 7.40 Modèle atomique quantique

L'atome d'hydrogène: nombre quantique principal «  $n$  »; orbitales: s, p et d; atome polyélectronique: postulat de remplissage (principe d'exclusion de Pauli); remplissage et notation orbitale; éléments de transition.

### 7.50 Énergie d'ionisation, niveaux d'énergie et tableau périodique

Énergies successives d'ionisation (première, deuxième, ...); diagrammes de niveaux d'énergie; électrons de valence; tendances des énergies d'ionisation.

## 8.00 LIAISON CHIMIQUE

### 8.10 Lien covalent

Interaction entre les atomes: d'hydrogène, d'hélium; principe de stabilité de la liaison; liaison covalente; affinité électronique; notation de structure électronique; con-

cept de promotion d'électrons; représentation d'un lien chimique: notation par points, notation « par trait », notation par recouvrement d'orbitales.

### 8.20 Capacité de liaison des éléments de la deuxième période

Molécules homonucléaires: lien simple, lien double, lien triple; molécules hétéronucléaires: atomes des éléments de la deuxième et de la troisième période avec l'hydrogène et le fluor; réactivité.

### 8.30 Lien ionique (électrovalent)

### 8.40 Caractère ambivalent de la liaison des fluorures de la deuxième période

Dipôle électrique.

### 8.50 Géométrie moléculaire

Hybridation; liaisons: sp, sp<sup>2</sup>, sp<sup>3</sup>; formes: linéaire diatomique, linéaire triatomique, triangulaire plane, tétraédrique, pyramidale, angulaire; polarité moléculaire; isomérisation: liaison double (C = C).

## 9.00 LIAISONS DANS LES SOLIDES ET LES LIQUIDES

### 9.10 Les forces de Van der Waals

Nature; facteurs déterminant l'intensité des forces de Van der Waals.

### 9.20 Solides moléculaires (élémentaires et composés)

Classification; liaison hydrogène: nature, énergie, occurrence, intramoléculaire et intermoléculaire; polarité; effet de la polarité: propriétés des solvants, hydratation.

### 9.30 Solides covalents (élémentaires et composés)

Solides à réseau bidimensionnel; solide à réseau tridimensionnel; classification.

**9.40 Solides métalliques**

Cristallographie; nature du lien métallique; propriétés des métaux; explication des propriétés des métaux; classification; alliages métalliques.

**9.50 Solides ioniques**

Formule empirique des solides ioniques; cristallographie; propriétés des cristaux ioniques; classification.





