

# PROGRAMME D'ÉTUDES

## CHIMIE

### 5<sup>e</sup> SECONDAIRE

JUIN 1998

# **PROGRAMME D'ÉTUDES**

## **CHIMIE**

### **5<sup>e</sup> SECONDAIRE**

**JUIN 1998**

© Gouvernement du Québec  
Ministère de l'Éducation, 1998 — 98-0353

ISBN 2 - 550 - 33320-9

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec, 1998

Conformément aux dispositions de l'article 461 de la Loi sur l'instruction publique (L.R.Q., c. I-13.3), j'approuve le nouveau programme d'études *Chimie, 5<sup>e</sup> secondaire* à l'éducation des adultes.

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'P' followed by 'M' and a long horizontal stroke ending in a dot.

PAULINE MAROIS

<b>Auteure</b>	Céline Tremblay	Consultante pour la Commission scolaire des Patriotes
<b>Coordination de la production</b>	Pauline Pelletier	Commission scolaire des Patriotes
<b>Ont collaboré à la rédaction</b>	Louise Bourque Réjean Payette Donald Robichaud Pauline Pelletier Mireille Moisan  Janine Gomel Laila Valin	Consultante pour la Commission scolaire des Patriotes Consultant pour la Direction de la formation à distance Commission scolaire du Sault-Saint-Louis Commission scolaire des Patriotes Société de la formation à distance des commissions scolaires du Québec  Direction de la formation à distance Direction de la formation à distance
<b>Consultation</b>	<p>Le comité consultatif provincial de sciences :</p> <p>Marc Dufour, CS de Sept-Îles; Manon Dupont, CS du Sault-Saint-Louis; Gaétane Lavoie, CS Valin; Jacques Meunier, CS Saint-Jean sur Richelieu; Dany Ouimet, CS Rouyn-Noranda; Michel Savard, CS de Matane; Michel Thériault, CS des Draveurs; Jacky Tremblay, CS des Découvreurs; Colette Trudel, CS de Trois-Rivières; Marie-Reine Rouillard, CS de Memphrémagog.</p> <p>Le personnel enseignant et professionnel des commissions scolaires :</p> <p>de Bellechasse, de Brossard, du Centre de la Mauricie, de Charlesbourg, de Châteauguay, de Chicoutimi, des Chutes-de-la-Chaudière, de Coaticook, des Découvreurs, Eastern Townships, du Goéland, de la Haute Gatineau, Jacques-Cartier, Jérôme-Le Royer, Kativik, de La Jeune Lorette, du Lac Saint-Jean, Lac-Témiscamingue, des Laurentides, de Lévis, CEC de Montréal, des Manoirs, de Matane, de Memphrémagog, Des Mille-Îles, de La Mitis, de Outaouais-Hull, des Patriotes, CEC de Québec, de Rivière-du-Loup, Roberval et La Vallière, Saint-Jean sur Richelieu, Sainte-Croix, du Sault-Saint-Louis, de Sainte-Thérèse, de Thetford-Mines, de Val-d'Or, Vallée-de-la-Lièvre, de Valleyfield, CEC de Verdun.</p>	
<b>Secrétariat</b>	Marie-France Dumoulin Dominique Noël	Commission scolaire des Patriotes Commission scolaire de Victoriaville
<b>Responsables du programme d'études</b>	Pierrette Marcotte Serge Leloup	Direction de la formation générale des adultes (depuis 1996) Direction de la formation générale des adultes (jusqu'en 1996)
<b>Coordination des programmes d'études</b>	Marc Leduc	Direction de la formation générale des adultes
<b>Directeur</b>	Alain Mercier	Direction de la formation générale des adultes

## Table des matières

Introduction .....	1
1 Présentation .....	3
1.1 Contexte d'élaboration du programme .....	3
1.2 Relations avec d'autres programmes .....	3
1.2.1 Programmes du secteur des jeunes .....	3
1.2.2 Programmes du secteur des adultes .....	4
1.2.3 Cours préalables au programme <i>Chimie 5<sup>e</sup> secondaire</i> .....	4
1.3 Développement des habiletés liées à la démarche expérimentale .....	4
1.4 Perspective H-T-S (histoire-technologie-société) .....	5
2 Structure du programme et des contenus d'apprentissage .....	6
2.1 Relation entre les cours du programme .....	6
2.1.1 Premier cours : Étude des gaz .....	6
2.1.2 Deuxième cours : Réactions chimiques 1 : énergie et cinétique chimique .	6
2.1.3 Troisième cours : Réactions chimiques 2 : équilibre et oxydoréduction . . .	7
2.2 Objectifs d'apprentissage .....	7
2.2.1 Objectifs généraux .....	7
2.2.2 Objectifs terminaux .....	7
2.2.3 Objectifs intermédiaires .....	8
2.2.4 Précisions .....	8
3 Évaluation des apprentissages .....	9
Contenu du programme — cours par cours .....	11
Cours 1 : Étude des gaz .....	13
Cours 2 : Réactions chimiques 1 : énergie et cinétique chimique .....	27
Cours 3 : Réactions chimiques 2 : équilibre et oxydoréduction .....	41

## **INTRODUCTION**

# 1 Présentation

Le programme d'études *Chimie, 5<sup>e</sup> secondaire* est destiné aux élèves du secondaire de l'éducation des adultes du Québec. Il se compose de trois cours de 50 heures qui forment un ensemble correspondant au programme *Chimie 534*, en vigueur au secteur des jeunes.

Au regard du régime pédagogique, le présent programme est une des matières à option du second cycle du secondaire et à ce titre, les unités attribuées aux trois cours peuvent contribuer à l'obtention du *Diplôme d'études secondaires* (DES). De plus, l'ensemble de ces trois cours correspond au préalable *Chimie 534*, qui est requis pour l'admission à certains programmes de formation générale ou technique du collégial.

## 1.1 Contexte d'élaboration du programme

Dans la foulée de la révision des programmes de sciences à l'éducation des adultes, la Direction générale de l'éducation des adultes (DGEA) mettait sur pied, en 1991, un comité consultatif chargé d'analyser les contenus des nouveaux programmes de chimie et de physique de cinquième secondaire du secteur des jeunes en vue de leur éventuelle implantation au secteur des adultes.

Le comité est arrivé à la conclusion que, bien que leur contenu soit très pertinent, les programmes du secteur des jeunes ne pourraient être implantés tels quels en raison des contraintes organisationnelles et andragogiques de l'éducation des adultes. On a donc recommandé une réécriture de ces programmes afin d'en adapter les objectifs et l'approche aux réalités de ce secteur. Par souci d'harmonisation de la formation dans les deux secteurs, on devait s'assurer de conserver les contenus proposés dans les programmes destinés aux jeunes et accorder une attention toute particulière au développement des habiletés liées à la démarche expérimentale.

À l'hiver 1994, on a entrepris les travaux de rédaction de ce nouveau programme de chimie pour le secteur des adultes. Une première version, datée d'avril 1996, a été soumise à la consultation de tous les organismes scolaires. Le personnel enseignant et professionnel de plus de quarante commissions scolaires a répondu à cette consultation. L'analyse des commentaires reçus a conduit à l'écriture de la présente version du programme.

## 1.2 Relations avec d'autres programmes

### 1.2.1 Programmes du secteur des jeunes

Comme il avait été établi au début de la rédaction du programme *Chimie, 5<sup>e</sup> secondaire*, son contenu notionnel a été harmonisé avec celui du programme *Chimie 534* du secteur des jeunes. Les éléments de contenu notionnel de ce dernier programme ont été partagés en trois cours, qui portent les titres



suivants : *Étude des gaz; Réactions chimiques 1 : énergie et cinétique chimique; Réactions chimiques 2 : équilibre et oxydoréduction.*

De plus, des éléments du programme *Techniques et méthodes en sciences de la nature* (TMS 532), du secteur des jeunes, ont été intégrés à chacun des cours du présent programme.

### **1.2.2 Programmes du secteur des adultes**

Ce programme d'études remplace le programme d'études précédent et plus particulièrement le cours *Chimie 152*, le cours *Chimie 153* et le module 3 du cours *Chimie 141*.

### **1.2.3 Cours préalables au programme *Chimie 5<sup>e</sup> secondaire***

Sont préalables au programme *Chimie 5<sup>e</sup> secondaire*, les trois cours du programme *Sciences physiques, 4<sup>e</sup> secondaire* du secteur des adultes ou le programme *Sciences physiques 436* du secteur des jeunes ou l'un ou l'autre de leurs équivalents.

Par ailleurs, comme il s'agit d'un programme de 5<sup>e</sup> secondaire, les élèves qui y sont inscrits devraient avoir réussi les cours de langue maternelle et de mathématique de la 4<sup>e</sup> secondaire.

## **1.3 Développement des habiletés liées à la démarche expérimentale**

La nécessité de remettre en valeur l'expérimentation comme instrument d'intégration des connaissances et comme constituante du curriculum préparatoire aux études postsecondaires en sciences commandait l'élaboration d'un programme de chimie pour la 5<sup>e</sup> secondaire qui laisserait une large place à l'initiation à la démarche expérimentale et au développement d'habiletés liées à la démarche expérimentale. Ces dernières, au terme des cours, devraient constituer, au même titre que les contenus notionnels, des objets d'évaluation.

À cause des particularités et des contraintes d'organisation de l'éducation des adultes, l'initiation à la démarche expérimentale a été concentrée dans les programmes de sciences de 5<sup>e</sup> secondaire. Cette initiation, pour être efficace, nécessite un certain étalement dans le temps qui dépasse la durée de 50 heures prévue pour un cours. C'est pourquoi, dans ce programme, chaque cours constitue une étape dans l'initiation à la démarche expérimentale. Bien que des objectifs terminaux aient été fixés pour chaque cours, ce n'est qu'au terme des trois cours que sera atteint le niveau de compétence visé par le programme.

Ainsi, le premier cours constitue l'étape de familiarisation : familiarisation avec les éléments d'un protocole expérimental, avec le travail en laboratoire et avec la présentation et l'analyse de données expérimentales.

Le deuxième cours est l'étape d'approfondissement des éléments de la démarche expérimentale; les élèves seront appelés à écrire le protocole d'une expérience, à suivre un protocole pour exécuter une expérience et à rédiger les différentes parties d'un rapport de laboratoire.

Le troisième cours est l'étape d'intégration. Au terme de ce cours, les élèves devront être capables de rédiger un protocole expérimental, d'exécuter la ou les expériences prévues au protocole et de rédiger le rapport de laboratoire s'y rapportant.

Tout en adhérant fermement aux objectifs de formation visant l'apprentissage de la démarche expérimentale, les auteurs ont cherché à être réalistes par rapport aux moyens dont disposent les centres d'éducation des adultes et par rapport aux particularités de l'apprentissage individualisé. Si, d'une part, ils ont voulu que le développement des habiletés liées à la démarche expérimentale soit incontournable, ils se sont assurés, d'autre part, qu'on pouvait y arriver avec des moyens relativement simples et dans un cadre accessible au plus grand nombre de centres possible.

#### **1.4 Perspective H-T-S (histoire-technologie-société)**

Dans le prolongement des orientations du programme *Sciences physiques, 4<sup>e</sup> secondaire*, ce programme de chimie veut amener l'élève à faire des liens entre les notions théoriques qui lui sont présentées et le contexte dans lequel ces notions ont été découvertes, les influences réciproques que la science et la technologie entretiennent et ont entretenues au cours des années et les conséquences que les découvertes scientifiques ou les applications technologiques ont et ont eues sur la vie des humains et sur l'environnement. C'est ce que les auteurs ont appelé la perspective H-T-S.

Dans les cours du programme *Sciences physiques, 4<sup>e</sup> secondaire*, cette orientation a été retenue comme trame de fond pour la formulation des objectifs et comme approche privilégiée pour l'apprentissage des sciences. Dans le présent programme de chimie, les objectifs de la perspective H-T-S viennent cette fois compléter les autres objectifs, comme pour rappeler que la science ne se développe jamais en vase clos, que si elle contribue au développement des sociétés, ses progrès sont eux-mêmes freinés ou encouragés par le contexte politique, social et technologique du moment.

Pour chacun des trois cours, on a formulé un objectif terminal propre à chaque volet : volet historique, volet technologique et volet social et environnemental.

## **2 Structure du programme et des contenus d'apprentissage**

### **2.1 Relation entre les cours du programme**

Le programme est constitué de trois cours qui doivent être suivis dans l'ordre. Cette séquence est imposée tant par les liens logiques qui existent entre les éléments de contenu des cours que par l'acquisition progressive des habiletés liées à la démarche expérimentale.

#### **2.1.1 Premier cours : Étude des gaz**

Par l'apprentissage de la démarche scientifique, l'adulte va, dans ce premier cours, améliorer sa compréhension des phénomènes liés aux gaz et sera en mesure d'établir un lien avec les aspects techniques, les changements sociaux et les conséquences environnementales qui leur sont associés.

Ce premier cours porte sur :

- les propriétés des phases de la matière et le comportement général des substances lors des changements de phase;
- la présence des gaz dans la nature et leur utilisation par l'homme;
- les lois régissant le comportement des gaz;
- la loi des gaz parfaits et la loi des pressions partielles de Dalton;
- le bilan énergétique d'une réaction chimique se déroulant en phase gazeuse.

#### **2.1.2 Deuxième cours : Réactions chimiques 1 : énergie et cinétique chimique**

Par l'apprentissage de la démarche scientifique, l'adulte va, dans ce deuxième cours, améliorer sa compréhension de la cinétique chimique et des transferts d'énergie en jeu dans les réactions chimiques, ainsi que des aspects techniques, des changements sociaux et des conséquences environnementales qui en découlent.

Ce deuxième cours porte sur :

- les transferts d'énergie qui ont lieu lors des changements de phase, lors des mélanges de substances à des températures différentes, lors d'une dissolution ou dans des réactions chimiques;
- la vitesse des réactions chimiques et les facteurs dont elle dépend;
- la théorie des collisions et la relation qui existe entre l'énergie, la vitesse d'une réaction et les facteurs qui influent sur cette dernière.

### 2.1.3 Troisième cours : Réactions chimiques 2 : équilibre et oxydoréduction

Par l'apprentissage de la démarche scientifique, l'adulte va, dans ce troisième cours, améliorer sa compréhension de l'équilibre chimique et de l'oxydoréduction, ainsi que des aspects techniques, des changements sociaux et des conséquences environnementales qui leur sont associés.

Ce troisième cours porte sur :

- l'analyse qualitative et quantitative de l'équilibre chimique;
- l'oxydoréduction et le fonctionnement de piles électrochimiques.

## 2.2 Objectifs d'apprentissage

Chaque cours est décrit par un objectif général et par un ensemble d'objectifs terminaux et d'objectifs intermédiaires. Un tableau placé au début de chaque cours donne, en plus de l'objectif général, la liste complète des objectifs terminaux de ce cours.

### 2.2.1 Objectifs généraux

L'objectif général de chaque cours décrit de façon synthétique l'intention générale du cours. Il précise les liens à établir entre les trois catégories d'objectifs terminaux.

### 2.2.2 Objectifs terminaux

Les objectifs terminaux ont été regroupés en trois catégories : les objectifs de contenu notionnel, les objectifs liés à la démarche expérimentale et les objectifs relatifs à la perspective H-T-S (histoire-technologie-société). L'ordre de présentation de ces objectifs ne doit pas être considéré comme une indication de leur importance relative ou de la séquence à respecter pour l'apprentissage.

Tous les objectifs terminaux sont prescriptifs. Ils sont formulés sous forme d'objectifs d'apprentissage.

Les objectifs terminaux indiquent le sens à donner à l'apprentissage, la cible à atteindre au moyen des objectifs intermédiaires qui, pour leur part, décrivent de façon plus précise et plus détaillée la portée des objectifs terminaux.

Pour souligner la continuité qui existe entre les objectifs terminaux de démarche expérimentale, ceux-ci sont numérotés A1, A2, A3, A4 dans le premier cours, B1, B2, B3, B4, B5 dans le deuxième cours et C1, C2, C3, C4 dans le troisième cours. Les objectifs portant des numéros concordants, comme A1, B1 et C1, renvoient généralement au même aspect de la démarche expérimentale.

### 2.2.3 Objectifs intermédiaires

Tous les objectifs terminaux de contenu notionnel sont précisés par une liste d'objectifs intermédiaires. Certains de ces objectifs intermédiaires sont également rattachés à un objectif terminal de démarche expérimentale ou de perspective H-T-S; dans ces cas, la mention EX (démarche expérimentale), H (histoire), T (technologie) ou S (société) apparaît à la gauche du libellé de l'objectif.

En plus d'être liés à certains objectifs intermédiaires de contenu notionnel (identifiés par la mention EX), les objectifs terminaux de démarche expérimentale sont précisés par leurs propres objectifs intermédiaires. Les liens entre ces deux catégories d'objectifs intermédiaires et les objectifs terminaux de démarche expérimentale sont présentés à la fin de chaque cours après la présentation détaillée de chaque objectif terminal de contenu notionnel.

Aucun des objectifs terminaux relatifs à la perspective H-T-S n'a d'objectifs intermédiaires qui lui soient propres. Ils sont tous précisés par des objectifs intermédiaires de contenu notionnel. On les reconnaît à la mention H, T ou S placée à la gauche du libellé de l'objectif intermédiaire en question. De plus, on en retrouve la liste complète, à la fin de chaque cours.

Tous les objectifs intermédiaires sont prescriptifs.

### 2.2.4 Précisions

Des *Précisions* complètent la plupart des objectifs intermédiaires de contenu notionnel. Les renseignements qui s'y trouvent ne sont ni prescriptifs, ni limitatifs, ni exhaustifs. On y a consigné de l'information susceptible d'éclairer les éventuels utilisateurs et utilisatrices du programme : des détails sur le contenu, des limites, des exemples de pistes d'exploration, etc.

### 3 Évaluation des apprentissages

L'évaluation des apprentissages vise, d'une part, à aider l'élève dans ses apprentissages et, d'autre part, à fournir les données nécessaires à la sanction des études. Généralement, on trouve l'information qui a trait à l'évaluation des apprentissages et à la sanction des études dans d'autres documents officiels que le programme d'études proprement dit, tels les définitions du domaine d'examen et le *Guide de gestion de la sanction des études*. Il convient de se référer à ces documents pour obtenir plus de précisions sur ces questions.

L'évaluation formative fait partie de l'enseignement et de l'apprentissage. Elle a pour rôle de soutenir et de guider les décisions concernant les choix des situations d'apprentissage, du matériel et des interventions pédagogiques. Elle relève du personnel enseignant et fait l'objet de politiques établies par les organismes scolaires. Le Ministère peut, au besoin, proposer des cadres conceptuels ou des exemples d'outils d'évaluation formative.

Pour les besoins de l'évaluation sommative, le Ministère fournit une *Définition du domaine d'examen* pour chacun des cours d'un programme d'études et, s'il y a lieu, des épreuves édictées ou d'appoint. À la suite de l'évaluation sommative, un jugement est porté sur l'atteinte, par l'adulte, des objectifs d'apprentissage d'un cours, et c'est alors que les apprentissages peuvent être sanctionnés.

## **CONTENU DU PROGRAMME — COURS PAR COURS**

## **COURS 1**

### **ÉTUDE DES GAZ**

Par l'apprentissage de la démarche scientifique, améliorer sa compréhension du comportement des gaz ainsi que des aspects techniques, des changements sociaux et des conséquences environnementales qui leur sont associés.



## OBJECTIF GÉNÉRAL

Par l'apprentissage de la démarche scientifique, améliorer sa compréhension du comportement des gaz ainsi que des aspects techniques, des changements sociaux et des conséquences environnementales qui leur sont associés.

## OBJECTIFS TERMINAUX

### Contenu notionnel

- 1 Expliquer les propriétés des trois principales phases de la matière et le comportement général des substances lors des changements de phase.
- 2 Décrire la présence des gaz dans la nature et l'utilisation des gaz par l'homme.
- 3 Expliquer la relation qui existe entre le volume occupé par un gaz et la pression qu'il exerce (loi de Boyle-Mariotte).
- 4 Expliquer la relation qui existe entre le volume occupé par un gaz et sa température (loi de Charles).
- 5 Expliquer la relation qui existe entre le nombre de moles d'un gaz et le volume qu'il occupe.
- 6 Appliquer la loi des gaz parfaits et la loi des pressions partielles de Dalton.
- 7 Expliquer le bilan énergétique d'une réaction chimique se déroulant en phase gazeuse.

### EX Démarche expérimentale

- A1 Se familiariser avec la démarche expérimentale.
- A2 Se familiariser avec la rédaction d'un protocole expérimental.
- A3 Se familiariser avec l'exécution d'une expérience.
- A4 Se familiariser avec l'analyse scientifique de données expérimentales.

### Perspective H-T-S

- H Illustrer, à l'aide d'exemples tirés de l'histoire, les liens qui existent entre l'étude des gaz et les progrès qui ont été faits en chimie.
- T Illustrer, à l'aide d'exemples, le rôle des gaz dans des applications techniques.
- S Illustrer, à l'aide d'exemples, des changements sociaux et des conséquences environnementales résultant de la production des gaz et de leur utilisation.

## OBJECTIF TERMINAL 1

Expliquer les propriétés des trois principales phases de la matière et le comportement général des substances lors des changements de phase.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
1.1	EX Comparer les propriétés observables des phases solide, liquide et gazeuse de la matière.	Compressibilité, fluidité, expansibilité, forme
1.2	Expliquer, à l'aide d'un modèle, les propriétés des trois principales phases de la matière.	Ordre, désordre, agitation, indépendance des molécules, force de cohésion
1.3	Décrire les mouvements moléculaires dans les trois phases de la matière.	Translation, rotation, vibration
1.4	Expliquer, à l'aide d'un modèle, le phénomène de diffusion et le mouvement brownien.	
1.5	Comparer la vitesse de diffusion d'une substance dans un liquide et dans un gaz et la vitesse de diffusion d'une substance dans deux gaz différents.	
1.6	Décrire les changements de phase à l'aide d'exemples et du modèle décrivant les trois phases de la matière.	Triangle des changements de phase
1.7	Définir les températures de fusion et d'ébullition.	Courbes de fusion et d'ébullition (température versus temps), échelle Celsius
1.8	Comparer les températures de fusion et d'ébullition de différentes substances selon la phase de ces substances à une température donnée.	
1.9	T Décrire, à l'aide d'exemples, un procédé technique dont le fonctionnement exploite un changement de phase.	Réfrigérateur, climatiseur, thermopompe, etc.
1.10	Donner un exemple de phase autre que les phases solide, liquide et gazeuse.	Plasma, cristal liquide, solide amorphe

## OBJECTIF TERMINAL 2

Décrire la présence des gaz dans la nature et l'utilisation des gaz par l'homme.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
2.1	À l'aide d'exemples, décrire l'origine des gaz présents dans la nature.	Composants de l'air, gaz de pétrole, gaz volcaniques, etc.
2.2	Décrire le rôle des gaz dans l'équilibre de la nature.	Atmosphère, respiration, décomposition organique, volcans, photosynthèse, protection solaire, cycles de l'oxygène, de l'eau, du carbone et de l'azote, etc.
2.3	T Donner des exemples d'applications techniques basées sur l'utilisation de l'air ou d'autres substances gazeuses.	Ballon dirigeable, montgolfière, ballon sonde, bateau à voile, chauffage, ampoule électrique, conservation (aliments, oeuvres d'art, etc.), anesthésie, inhalothérapie, moteurs, etc.
2.4	S Décrire, à l'aide d'exemples, des conséquences sur l'environnement de l'émission de polluants gazeux.	Oxydes d'azote, oxydes de soufre, oxydes de carbone, ozone, etc.
2.5	S Décrire, à l'aide d'exemples, des problèmes de santé qui peuvent découler de l'absorption d'un gaz toxique par un individu.	Chlore, monoxyde de carbone, oxydes de soufre, vapeurs de solvants, ammoniac, etc.

### OBJECTIF TERMINAL 3

Expliquer la relation qui existe entre le volume occupé par un gaz et la pression qu'il exerce (loi de Boyle-Mariotte).

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
3.1	Décrire, à l'aide du modèle des gaz, l'effet d'une variation de la pression sur le volume occupé par un gaz maintenu à température constante.	Relation qualitative
3.2	Établir des liens entre la définition et les unités de mesure de la pression.	Unités de mesure : Pa, N/m <sup>2</sup> , atm, lb/po <sup>2</sup> , bar
3.3	Décrire l'origine de la pression atmosphérique.	Poids d'une colonne d'air
3.4	Expliquer, à l'aide du modèle des gaz, la pression exercée par un gaz sur les parois de son contenant.	Collisions, énergie cinétique
3.5	Comparer le comportement des gaz dans un contenant à parois mobiles et dans un contenant à parois fixes.	Parois mobiles (volume variable) : équilibre des pressions Parois fixes (volume constant) : gaz sous pression, pompage à vide (ballon, piston, pneu, bonbonne, etc.)
3.6	Décrire, à l'aide du modèle des gaz, les conséquences d'une variation du volume sur la pression exercée par un gaz maintenu à température constante.	Relation qualitative
3.7	EX Induire la loi de Boyle-Mariotte à partir de l'analyse graphique de données expérimentales.	$pV = \text{constante}$ si $T$ et $n$ ne varient pas
3.8	T Décrire l'utilisation d'une différence de pression dans une application technique.	Aérosol, bière pression, exploitation des phénomènes météorologiques (vent, courants ascendant et descendant), moteur à réaction, fusée, dynamite, etc.
3.9	T Décrire le fonctionnement ainsi que l'usage du baromètre et du manomètre.	

### **OBJECTIF TERMINAL 3 (suite)**

Expliquer la relation qui existe entre le volume occupé par un gaz et la pression qu'il exerce (loi de Boyle-Mariotte).

---

#### OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

#### PRÉCISIONS

---

3.10

Résoudre des problèmes portant sur la pression et des problèmes portant sur la loi de Boyle-Mariotte.

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

Pression atmosphérique, plongée sous-marine, pression des pneus, pression artérielle, etc.

## OBJECTIF TERMINAL 4

Expliquer la relation qui existe entre le volume occupé par un gaz et sa température (loi de Charles).

OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES		PRÉCISIONS
4.1	EX Établir expérimentalement la relation qui existe entre le volume occupé par un gaz maintenu à pression constante et sa température.	
4.2	Définir le zéro absolu.	Extrapolation à $V = 0$ (volume nul) de la courbe de $V$ en fonction de $T$
4.3	Énoncer la loi de Charles.	$\frac{V}{T(K)} = \text{constante}$  si $p$ et $n$ ne varient pas
4.4	Définir la température comme une mesure de l'énergie cinétique des molécules.	
4.5	Décrire, à l'aide du modèle des gaz, les conséquences d'une variation de température sur le volume occupé par un gaz ou sur la pression qu'il exerce.	Volume variable et volume constant
4.6	Comparer les échelles de température Kelvin, Celsius et Fahrenheit.	
4.7	H Citer des faits historiques relatifs à l'élaboration des différentes échelles de température et à leur utilisation.	Travaux de Fahrenheit, de Celsius et de Kelvin, adoption par le Canada du Système international d'unités
4.8	Résoudre des problèmes portant sur la loi de Charles.	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$  conversions ( $^{\circ}\text{C} \leftrightarrow \text{K}$ )

## OBJECTIF TERMINAL 5

Expliquer la relation qui existe entre le nombre de moles d'un gaz et le volume qu'il occupe.

OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES		PRÉCISIONS
5.1	EX Déduire la relation qui existe entre le nombre de moles et le volume occupé par un gaz, à partir d'une analyse graphique de données expérimentales.	Analyse graphique, induction de $V/n = \text{constante}$
5.2	Décrire, à l'aide du modèle des gaz, l'effet d'une variation du nombre de moles d'un gaz sur le volume qu'il occupe.	
5.3	EX Déterminer expérimentalement la nature des gaz produits par l'électrolyse de l'eau ainsi que le rapport entre les volumes de gaz obtenus.	
5.4	Expliquer le déroulement d'une réaction chimique à la lumière de l'hypothèse (loi) d'Avogadro.	Théorie atomique, molécules, réarrangement des atomes (réaction)
5.5	Définir le volume molaire et la masse volumique d'un gaz.	
5.6	T Décrire, à l'aide d'exemples, des applications techniques basées sur une différence de masse volumique existant entre deux points dans l'air ou entre deux milieux gazeux différents.	Montgolfière, dirigeable, extincteur au $\text{CO}_2$ , ozone, etc.
5.7	H Illustrer, à l'aide d'exemples, les progrès faits en chimie grâce aux travaux d'Avogadro.	Perspective historique
5.8	Résoudre des problèmes portant sur la relation qui existe entre le volume occupé par un gaz et le nombre de moles qu'il contient.	$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$  Volume molaire, masse volumique, nombre d'Avogadro, calculs stoechiométriques, balancement d'équations, etc.

## OBJECTIF TERMINAL 6

Appliquer la loi des gaz parfaits et la loi des pressions partielles de Dalton.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
6.1	Établir l'équation de la loi des gaz parfaits.	$pV = nRT$
6.2	Démontrer que la loi des gaz parfaits englobe les lois de Boyle-Mariotte et de Charles.	
6.3	Associer les conditions de température et de pression normales (TPN) à leur valeur.	0 °C et 101,3 kPa
6.4	Distinguer gaz parfait et gaz réel.	Limites de l'applicabilité de la loi des gaz parfaits
6.5	EX Déterminer, à partir de résultats expérimentaux, la pression partielle exercée par chacun des constituants d'un mélange gazeux.	
6.6	Énoncer la loi des pressions partielles de Dalton.	$p_{\text{totale}} = p_1 + p_2 + p_3 \dots$
6.7	H Associer des découvertes qui ont découlé de l'étude des gaz à des progrès faits en chimie pure ou appliquée.	Loi des gaz parfaits Travaux de Dalton, de Charles, de Gay-Lussac, de Boyle, de Mariotte, etc.
6.8	S Associer des changements sociaux et des conséquences environnementales à l'utilisation technologique des gaz.	Transports, alimentation, utilisations médicales, etc.
6.9	Résoudre des problèmes portant sur la loi des gaz parfaits et des problèmes portant sur la loi des pressions partielles.	$pV = nRT$ , $p_{\text{totale}} = p_1 + p_2 + p \dots$ , stoechiométrie, etc.



## OBJECTIF TERMINAL 7

Expliquer le bilan énergétique d'une réaction chimique se déroulant en phase gazeuse.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
7.1	Distinguer les gaz monoatomiques, diatomiques et polyatomiques.	
7.2	Expliquer la formation des liaisons chimiques sous l'angle de la stabilité énergétique.	Stabilité des gaz rares, structure électronique, types de liaison
7.3	Décrire la formation des molécules des gaz diatomiques et polyatomiques.	Liaisons covalentes, pures et polaires, représentation à deux dimensions des molécules ( $H_2$ , $Cl_2$ , $CO_2$ , $CH_4$ , $NH_3$ , etc.)
7.4	Associer la stabilité d'une liaison à l'énergie de liaison et à l'énergie de dissociation.	Tableau des énergies de liaison (kJ/mole)
7.5	Établir le bilan énergétique d'une réaction chimique qui se déroule en phase gazeuse.	Chaleur de formation, chaleur de réaction
7.6	Résoudre des problèmes portant sur la formation des molécules ou sur la chaleur de réaction.	Réactions en phase gazeuse

# DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE

## OBJECTIFS TERMINAUX

### OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

#### **A1 Se familiariser avec la démarche expérimentale.**

A1.1 Observer un phénomène comme moyen d'apprentissage de la démarche expérimentale.

A1.2 Utiliser l'expérimentation pour établir une relation simple entre deux paramètres.

#### **A2 Se familiariser avec la rédaction d'un protocole expérimental.**

A2.1 Distinguer l'objet de l'expérience des paramètres mesurés.

A2.2 Comprendre la nécessité d'explorer une seule relation à la fois.

A2.3 Identifier les paramètres constants, la variable indépendante et la variable dépendante.

#### **A3 Se familiariser avec l'exécution d'une expérience.**

A3.1 Suivre un protocole expérimental simple.

A3.2 Observer un phénomène dans le cadre d'une expérience.

A3.3 Manipuler du matériel dans le contexte d'une expérience simple.

A3.4 Se familiariser avec la mesure et l'incertitude expérimentale.

A3.5 Appliquer les règles de sécurité appropriées.

#### **A4 Se familiariser avec l'analyse scientifique de données expérimentales.**

A4.1 Présenter des données expérimentales au moyen d'un tableau à double entrée ou d'un graphique.

A4.2 Traiter des données expérimentales.

A4.3 Se familiariser avec l'utilisation des chiffres significatifs.

A4.4 Distinguer l'erreur expérimentale de l'incertitude.

A4.5 Interpréter un graphique.

A4.6 Déduire une relation mathématique à partir de données expérimentales.

<b>LIENS ENTRE LES OBJECTIFS DE CONTENU NOTIONNEL ET DE DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE</b>
--

CONTENU NOTIONNEL	DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE			
1.1 Comparer les propriétés observables des phases solide, liquide et gazeuse de la matière.	A1		A3	A4
3.7 Induire la loi de Boyle-Mariotte à partir de l'analyse graphique de données expérimentales.	A1	A2		A4
4.1 Établir expérimentalement la relation qui existe entre le volume occupé par un gaz maintenu à pression constante et sa température.	A1	A2	A3	A4
5.1 Déduire la relation qui existe entre le nombre de moles et le volume occupé par un gaz, à partir d'une analyse graphique de données expérimentales.	A1	A2		A4
5.3 Déterminer expérimentalement la nature des gaz produits par l'électrolyse de l'eau ainsi que le rapport entre les volumes de gaz obtenus.	A1	A2	A3	A4
6.5 Déterminer, à partir de résultats expérimentaux, la pression partielle exercée par chacun des constituants d'un mélange gazeux.	A1	A2		A4

# PERSPECTIVE HISTOIRE-TECHNOLOGIE-SOCIÉTÉ

## OBJECTIFS TERMINAUX

### OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

#### **H Illustrer, à l'aide d'exemples tirés de l'histoire, les liens qui existent entre l'étude des gaz et les progrès qui ont été faits en chimie.**

- 4.7 Citer des faits historiques relatifs à l'élaboration des différentes échelles de température et à leur utilisation.
- 5.7 Illustrer, à l'aide d'exemples, les progrès faits en chimie grâce aux travaux d'Avogadro.
- 6.7 Associer des découvertes qui ont découlé de l'étude des gaz à des progrès faits en chimie pure ou appliquée.

#### **T Illustrer, à l'aide d'exemples, le rôle des gaz dans des applications techniques.**

- 1.9 Décrire, à l'aide d'exemples, un procédé technique dont le fonctionnement exploite un changement de phase.
- 2.3 Donner des exemples d'applications techniques basées sur l'utilisation de l'air ou d'autres substances gazeuses.
- 3.8 Décrire l'utilisation d'une différence de pression dans une application technique.
- 3.9 Décrire le fonctionnement ainsi que l'usage du baromètre et du manomètre.
- 5.6 Décrire, à l'aide d'exemples, des applications techniques basées sur une différence de masse volumique existant entre deux points dans l'air ou entre deux milieux gazeux différents.

#### **S Illustrer, à l'aide d'exemples, des changements sociaux et des conséquences environnementales résultant de la production des gaz et de leur utilisation.**

- 2.4 Décrire, à l'aide d'exemples, des conséquences sur l'environnement de l'émission de polluants gazeux.
- 2.5 Décrire, à l'aide d'exemples, des problèmes de santé qui peuvent découler de l'absorption d'un gaz toxique par un individu.
- 6.8 Associer des changements sociaux ou des conséquences environnementales à l'utilisation technologique des gaz.

## **COURS 2**

### **RÉACTIONS CHIMIQUES 1 : ÉNERGIE ET CINÉTIQUE CHIMIQUE**

Par l'apprentissage de la démarche scientifique, améliorer sa compréhension de la cinétique chimique et des transferts d'énergie en jeu dans les réactions chimiques ainsi que des aspects techniques, des changements sociaux et des conséquences environnementales qui en découlent

## OBJECTIF GÉNÉRAL

Par l'apprentissage de la démarche scientifique, améliorer sa compréhension de la cinétique chimique et des transferts d'énergie en jeu dans les réactions chimiques ainsi que des aspects techniques, des changements sociaux et des conséquences environnementales qui en découlent.

## OBJECTIFS TERMINAUX

### Contenu notionnel

- 1 Analyser les transferts d'énergie thermique qui ont lieu lors des changements de phase et lors des mélanges de substances à des températures différentes.
- 2 Analyser les transferts d'énergie qui ont lieu lors d'une dissolution.
- 3 Expliquer les transferts d'énergie qui se produisent dans les réactions chimiques.
- 4 Analyser la vitesse des réactions chimiques et les facteurs dont elle dépend.
- 5 Expliquer, à l'aide de la théorie des collisions, la relation qui existe entre l'énergie, la vitesse d'une réaction et les facteurs qui influent sur cette dernière.

### EX Démarche expérimentale

- B1 Appliquer la démarche expérimentale dans des cas simples.
- B2 Rédiger un protocole expérimental simple.
- B3 Exécuter une expérience simple.
- B4 Analyser des données expérimentales.
- B5 Se familiariser avec la rédaction d'un rapport de laboratoire.

### Perspective H-T-S

- H Illustrer, à l'aide d'exemples tirés de l'histoire, les liens qui existent entre l'étude des transferts d'énergie et de la cinétique chimique, et les progrès qui ont été faits en chimie.
- T Illustrer, à l'aide d'exemples, l'utilisation des transferts d'énergie et de la cinétique chimique dans des applications techniques.
- S Illustrer, à l'aide d'exemples, des conséquences environnementales et des changements sociaux liés à l'énergie produite par des réactions chimiques.

## OBJECTIF TERMINAL 1

Analyser les transferts d'énergie thermique qui ont lieu lors des changements de phase et lors des mélanges de substances à des températures différentes.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
1.1	Reconnaître les formes d'énergie en jeu dans des phénomènes observés dans son environnement.	Chaleur, lumière, énergie chimique, énergie cinétique, énergie potentielle, énergie nucléaire, etc.
1.2	Relier un phénomène macroscopique aux changements correspondants qui se produisent à l'échelle atomique ou moléculaire.	Notion de modèle, réactions chimiques, changements physiques, transferts de chaleur
1.3	Décrire un transfert de chaleur sous l'angle de l'énergie cinétique et de la variation de température.	Chaleur, température, principe de conservation de l'énergie
1.4	EX Classer, à la suite d'observations, des phénomènes physiques et chimiques selon leur caractère endothermique ou exothermique.	Dissolution, réactions chimiques, changements de phase
1.5	EX Déterminer expérimentalement les facteurs qui influent sur la température finale d'un mélange.	Quantité de substances, température initiale, nature des substances, etc.
1.6	Établir des liens entre la définition et les unités de mesure de la capacité thermique massique.	$Q = mc\Delta T$ Unités : J/g <sup>o</sup> C, cal/g <sup>o</sup> C
1.7	Décrire les transferts d'énergie qui se produisent lors des changements de phase d'une substance pure.	Courbe de température en fonction du temps (apport d'énergie constant)
1.8	H Décrire sommairement comment Joule a établi l'équivalence entre la chaleur et l'énergie mécanique.	
1.9	T Donner des exemples de conversions d'énergie où la chaleur est en cause.	Moteur à vapeur, moteur à combustion, centrale thermique, production de feu par frottement de pierres, allumettes, rôle des lubrifiants, etc.

## OBJECTIF TERMINAL 1 (suite)

Analyser les transferts d'énergie thermique qui ont lieu lors des changements de phase et lors des mélanges de substances à des températures différentes.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
1.10	Résoudre des problèmes portant sur les transferts d'énergie qui ont lieu lors des changements de phase et lors des mélanges de substances à des températures différentes.	$m_1c_1\Delta T_1 = m_2c_2\Delta T_2$ Changements de phase, principe de conservation de l'énergie, etc.



## OBJECTIF TERMINAL 2

Analyser les transferts d'énergie qui ont lieu lors d'une dissolution.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
2.1	Décrire le phénomène de la dissolution d'un soluté dans un solvant.	Bris de liaisons, dispersion; électrolytes et non-électrolytes
2.2	Comparer les dissolutions endothermiques et exothermiques.	Transfert d'énergie, variation de température observée
2.3	Expliquer le bilan énergétique d'une dissolution.	Interactions soluté-soluté, solvant-solvant, soluté-solvant
2.4	Interpréter des équations de dissolution qui incluent le terme <i>énergie</i> .	
2.5	Établir des liens entre la définition et les unités de mesure de la chaleur molaire de dissolution.	Unité : kJ/mol Convention de signes
2.6	EX Déterminer expérimentalement la chaleur molaire de dissolution d'une substance.	
2.7	Décrire des applications de la dissolution dans des actions quotidiennes.	Produits de nettoyage, peinture, solvants, colles, café soluble, sucre dans le café, etc.
2.8	Résoudre des problèmes portant sur la chaleur molaire de dissolution.	Sens de la variation de température, convention de signes, etc.

### OBJECTIF TERMINAL 3

Expliquer les transferts d'énergie qui se produisent dans les réactions chimiques.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
3.1	Établir le bilan énergétique d'une réaction chimique.	Énergies de liaison, modèle géométrique à deux dimensions, bilans
3.2	Associer la chaleur de réaction à une variation d'enthalpie.	Enthalpie, variation d'enthalpie ( $\Delta H$ )
3.3	Comparer les diagrammes d'enthalpie des réactions endothermiques et exothermiques.	Énergie fournie, énergie libérée, $\Delta H$
3.4	Reconnaître des réactions d'oxydation dans son environnement.	Oxydation lente : respiration, rouille, échanges d'énergie dans les cellules, etc. Oxydation vive : combustion du propane, du bois, pyrotechnie, etc.
3.5	Écrire l'équation de combustion de quelques hydrocarbures.	Réactifs, produits, $\Delta H$
3.6	EX Induire expérimentalement la loi de Hess.	Additivité des énergies de réaction
3.7	H Associer des découvertes qui ont découlé de l'étude des transferts d'énergie à des progrès faits en chimie pure ou appliquée.	
3.8	T Décrire une application technique qui exploite les combustibles fossiles pour produire de la chaleur.	Appareils de chauffage, chaudières industrielles, etc.
3.9	S Illustrer, à l'aide d'exemples, les conséquences de l'utilisation des combustibles fossiles sur la qualité de vie et sur l'environnement.	Confort, développement des villes, production industrielle, pollution, mesures anti-pollution, etc.
3.10	S Décrire les conséquences de la combustion incomplète des hydrocarbures.	Sous-produits (monoxyde de carbone, suie, etc.), rendement

### **OBJECTIF TERMINAL 3 (suite)**

Expliquer les transferts d'énergie qui se produisent dans les réactions chimiques.

---

#### OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

#### PRÉCISIONS

3.11	Résoudre des problèmes portant sur les transferts d'énergie qui se produisent dans les réactions chimiques.	Chaleur de réaction, diagrammes d'énergie, loi de Hess
------	---	--

## OBJECTIF TERMINAL 4

Analyser la vitesse des réactions chimiques et les facteurs dont elle dépend.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
4.1	Définir la vitesse d'une réaction.	Disparition des réactifs, apparition des produits
4.2	Interpréter les graphiques illustrant l'évolution d'une réaction chimique dans le temps.	Concentration des réactifs et des produits en fonction du temps, vitesse en fonction du temps
4.3	EX Déterminer expérimentalement l'incidence, sur la vitesse d'une réaction, de la surface de contact, de la nature des réactifs et de leur concentration.	Nature des réactifs, concentration, surface de contact
4.4	Décrire l'incidence de la nature des réactifs sur la vitesse d'une réaction.	Nombre de liaisons brisées
4.5	Décrire l'incidence de la concentration sur la vitesse d'une réaction.	
4.6	Décrire l'incidence de la pression sur la vitesse d'une réaction.	Phase gazeuse
4.7	Comparer la vitesse de différentes réactions.	Nature et concentration des réactifs
4.8	Décrire l'incidence de la surface de contact sur la vitesse d'une réaction.	Combustion du bois, de copeaux et de poussière, rouille et traitement des surfaces, etc.
4.9	Décrire l'incidence de la température sur la vitesse d'une réaction.	Congélation des aliments, etc.
4.10	Décrire l'effet d'un catalyseur sur la vitesse d'une réaction chimique.	Catalyse, catalyseur et accélération des réactions
4.11	T Donner des exemples d'utilisation des catalyseurs et des avantages qui en découlent.	Enzymes, pots catalytiques, etc.
4.12	Résoudre des problèmes portant sur la vitesse de réaction et les facteurs dont elle dépend.	

## OBJECTIF TERMINAL 5

Expliquer, à l'aide de la théorie des collisions, la relation qui existe entre l'énergie, la vitesse d'une réaction et les facteurs qui influent sur cette dernière.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
5.1	Expliquer la vitesse d'une réaction à l'aide de la théorie des collisions.	Collisions efficaces et non efficaces, orientation favorable, etc.
5.2	Interpréter le diagramme d'énergie d'une réaction.	Énergie d'activation, complexe activé, $\Delta H$
5.3	Interpréter la courbe de distribution de l'énergie cinétique des molécules.	Énergie d'activation, température
5.4	Illustrer, à l'aide de la théorie des collisions et des diagrammes d'énergie, l'effet des facteurs qui influent sur la vitesse d'une réaction.	Concentration, pression, nature des réactifs, surface de contact, température, catalyseur
5.5	Comparer les diagrammes d'énergie de diverses réactions.	Réactions spontanée, facile, difficile et réversible
5.6	Associer l'abondance relative des substances naturelles à leur capacité de réagir spontanément.	Composition de l'air, etc.
5.7	Décrire, à l'aide de la théorie des collisions et des diagrammes d'énergie, l'influence du mécanisme réactionnel sur la vitesse d'une réaction.	Étapes, formes intermédiaires, étape déterminante, action d'un catalyseur
5.8	H Associer des découvertes qui ont découlé de l'étude de la cinétique chimique à des progrès faits en chimie pure ou appliquée.	
5.9	T Décrire, à l'aide d'exemples, des applications techniques qui reposent sur la connaissance de la cinétique chimique.	
5.10	S Illustrer, à l'aide d'exemples, les conséquences de l'introduction d'un produit chimique dans l'environnement.	Polluants stables et polluants instables, plastiques, oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), précipitations acides, etc.

### **OBJECTIF TERMINAL 5 (suite)**

Expliquer, à l'aide de la théorie des collisions, la relation qui existe entre l'énergie, la vitesse d'une réaction et les facteurs qui influent sur cette dernière.

---

#### OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

#### PRÉCISIONS

- 5.11 Résoudre des problèmes portant sur la théorie des collisions et la relation entre l'énergie, la vitesse d'une réaction et les facteurs qui influent sur cette dernière.

# DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE

## OBJECTIFS TERMINAUX

### OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

#### **B1 Appliquer la démarche expérimentale dans des cas simples.**

B1.1 Utiliser l'expérimentation comme moyen d'exploration.

B1.2 Utiliser l'expérimentation pour induire une loi.

#### **B2 Rédiger un protocole expérimental simple.**

B2.1 Établir les étapes de travail.

B2.2 Déterminer la variable indépendante, la variable dépendante et les paramètres constants.

B2.3 Se familiariser avec la rédaction des consignes des manipulations.

#### **B3 Exécuter une expérience simple.**

B3.1 Développer l'habileté à manipuler le matériel d'expérimentation.

B3.2 Recueillir des données expérimentales en tenant compte de l'incertitude expérimentale dans l'écriture des données numériques.

B3.3 Appliquer les règles de sécurité appropriées.

#### **B4 Analyser des données expérimentales.**

B4.1 Identifier les causes des erreurs expérimentales.

B4.2 Tenir compte des chiffres significatifs dans le traitement des données.

B4.3 Interpréter des données expérimentales avec rigueur.

#### **B5 Se familiariser avec la rédaction d'un rapport de laboratoire.**

B5.1 Connaître le rôle d'un rapport de laboratoire.

B5.2 Connaître les parties constituantes d'un rapport de laboratoire.

B5.3 Rédiger la discussion et la conclusion d'une expérience.

<b>LIENS ENTRE LES OBJECTIFS DE CONTENU NOTIONNEL ET DE DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE</b>
--

CONTENU NOTIONNEL	DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE				
1.4 Classer, à la suite d'observations, des phénomènes physiques et chimiques selon leur caractère endothermique ou exothermique.	B1		B3		
1.5 Déterminer expérimentalement les facteurs qui influent sur la température finale d'un mélange.	B1	B2	B3	B4	
2.6 Déterminer expérimentalement la chaleur molaire de dissolution d'une substance.	B1		B3	B4	B5
3.6 Induire expérimentalement la loi de Hess.	B1	B2	B3	B4	B5
4.3 Déterminer expérimentalement l'incidence, sur la vitesse d'une réaction, de la surface de contact, de la nature des réactifs et de leur concentration.	B1	B2	B3	B4	B5



# PERSPECTIVE HISTOIRE-TECHNOLOGIE-SOCIÉTÉ

## OBJECTIFS TERMINAUX

### OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

**H Illustrer, à l'aide d'exemples tirés de l'histoire, les liens qui existent entre l'étude des transferts d'énergie et de la cinétique chimique, et les progrès qui ont été faits en chimie.**

- 1.8 Décrire sommairement comment Joule a établi l'équivalence entre la chaleur et l'énergie mécanique.
- 3.7 Associer des découvertes qui ont découlé de l'étude des transferts d'énergie à des progrès faits en chimie pure ou appliquée.
- 5.8 Associer des découvertes qui ont découlé de l'étude de la cinétique chimique à des progrès faits en chimie pure ou appliquée.

**T Illustrer, à l'aide d'exemples, l'utilisation des transferts d'énergie et de la cinétique chimique dans des applications techniques.**

- 1.9 Donner des exemples de conversions d'énergie où la chaleur est en cause.
- 3.8 Décrire une application technique qui exploite les combustibles fossiles pour produire de la chaleur.
- 4.11 Donner des exemples d'utilisation des catalyseurs et des avantages qui en découlent.
- 5.9 Décrire, à l'aide d'exemples, des applications techniques qui reposent sur la connaissance de la cinétique chimique.

**S Illustrer, à l'aide d'exemples, des conséquences environnementales et des changements sociaux liés à l'énergie produite par des réactions chimiques.**

- 3.9 Illustrer, à l'aide d'exemples, les conséquences de l'utilisation des combustibles fossiles sur la qualité de vie et sur l'environnement.
- 3.10 Décrire les conséquences de la combustion incomplète des hydrocarbures.
- 5.10 Illustrer, à l'aide d'exemples, les conséquences de l'introduction d'un produit chimique dans l'environnement.

## **COURS 3**

### **RÉACTIONS CHIMIQUES 2 : ÉQUILIBRE ET OXYDORÉDUCTION**

Par l'apprentissage de la démarche scientifique, améliorer sa compréhension de l'équilibre chimique et de l'oxydoréduction ainsi que des aspects techniques, des changements sociaux et des conséquences environnementales qui leur sont associés.

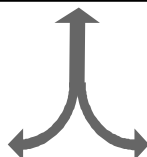
## OBJECTIF GÉNÉRAL

Par l'apprentissage de la démarche scientifique, améliorer sa compréhension de l'équilibre chimique et de l'oxydoréduction ainsi que des aspects techniques, des changements sociaux et des conséquences environnementales qui leur sont associés.

## OBJECTIFS TERMINAUX

### Contenu notionnel

- 1 Analyser qualitativement l'état d'équilibre d'un système.
- 2 Analyser quantitativement l'aspect dynamique de l'équilibre chimique.
- 3 Expliquer le fonctionnement des piles électrochimiques.



### EX Démarche expérimentale

- C1 Appliquer la démarche expérimentale.
- C2 Rédiger un protocole expérimental.
- C3 Exécuter une expérience.
- C4 Rédiger un rapport de laboratoire.

### Perspective H-T-S

- H Illustrer, à l'aide d'exemples tirés de l'histoire, les liens qui existent entre l'étude de l'équilibre chimique et de l'oxydo-réduction, et les progrès qui ont été faits en chimie.
- T Illustrer, à l'aide d'exemples, l'exploitation de l'équilibre chimique et de l'électrochimie dans des applications techniques.
- S Illustrer, à l'aide d'exemples, des changements sociaux et des conséquences environnementales résultant de l'exploitation de l'équilibre chimique et de l'oxydoréduction.

## OBJECTIF TERMINAL 1

Analyse qualitativement l'état d'équilibre d'un système.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
1.1	Donner les trois conditions qui définissent l'état d'équilibre d'un système.	Pas de changement observable, coexistence des produits et des réactifs, système fermé
1.2	Décrire un équilibre d'évaporation et un équilibre de dissolution.	
1.3	EX Vérifier expérimentalement si un système est en équilibre.	
1.4	Associer l'équilibre à la réversibilité des réactions.	Réactions directe et inverse, symbole de l'équilibre
1.5	Interpréter les courbes illustrant l'évolution dans le temps des réactions directe et inverse.	Égalité des vitesses à l'équilibre
1.6	EX Déterminer expérimentalement l'incidence de l'augmentation de la concentration d'un réactif sur un système en équilibre.	Perturbation, rétablissement de l'équilibre
1.7	Décrire, à l'aide d'exemples, l'incidence de la concentration, de la pression et de la température sur un système en équilibre.	Perturbation, rétablissement de l'équilibre
1.8	Décrire l'effet de l'ajout d'un catalyseur sur l'équilibre d'une réaction.	Effet global nul
1.9	Prédire, à l'aide du principe de Le Châtelier, les conséquences d'une perturbation sur l'état d'équilibre d'un système.	Réaction favorisée, rétablissement de l'équilibre
1.10	S Décrire, à l'aide d'exemples, des changements sociaux et des conséquences environnementales résultant d'une perturbation de l'équilibre d'un cycle naturel.	Pollution, catastrophes naturelles, etc.
1.11	Résoudre des problèmes qualitatifs portant sur l'état d'équilibre d'un système.	

## OBJECTIF TERMINAL 2

Analyser quantitativement l'aspect dynamique de l'équilibre chimique.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
2.1	Comparer la dissolution d'un acide fort à celle d'un acide faible.	Dissociation complète versus équilibre
2.2	Utiliser la définition mathématique du pH.	$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$
2.3	EX Établir expérimentalement une relation mathématique pour caractériser l'équilibre de dissociation d'un acide.	Constante de dissociation ( $K_a$ )
2.4	EX Établir expérimentalement la force relative de deux ou de plusieurs acides.	HCl, CH <sub>3</sub> COOH, etc.
2.5	Écrire les équations de dissociation des polyacides.	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , etc.
2.6	Écrire l'expression de la constante d'équilibre ( $K_c$ ) et des constantes $K_a$ , $K_b$ et $K_{ps}$ pour caractériser divers systèmes chimiques.	Généralisation de l'expression $K_a$
2.7	Appliquer le principe de Le Châtelier en relation avec l'expression de la constante d'équilibre de divers systèmes.	Perturbation, rétablissement de l'équilibre
2.8	Décrire l'influence de la température sur la valeur de la constante d'équilibre.	Réaction favorisée
2.9	Analyser l'équilibre de dissociation ionique de l'eau.	Constante de dissociation, principe de Le Châtelier
2.10	EX Déterminer le pH d'une solution à partir de mesures obtenues par titrage.	Neutralisation acide-base
2.11	T Illustrer, à l'aide d'exemples, l'utilisation des acides et des bases dans le quotidien.	Produits de nettoyage, eau de javel, chlore dans les piscines, piles, etc.

## OBJECTIF TERMINAL 2 (suite)

Analyser quantitativement l'aspect dynamique de l'équilibre chimique.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
2.12	S Donner un exemple illustrant l'importance du pH dans certains milieux spécifiques.	Liquides biologiques, sols, lacs, etc.
2.13	H Associer des découvertes qui ont découlé de l'étude de l'équilibre chimique à des progrès faits en chimie pure ou appliquée.	
2.14	T Décrire, à l'aide d'exemples, l'exploitation de l'équilibre chimique dans une application industrielle.	
2.15	S Associer des changements sociaux et des conséquences environnementales à l'exploitation industrielle de l'équilibre chimique.	
2.16	Résoudre des problèmes portant sur l'aspect dynamique de l'équilibre chimique.	Stœchiométrie, concentrations à l'équilibre, constante d'équilibre, principe de Le Châtelier, etc.

## OBJECTIF TERMINAL 3

Expliquer le fonctionnement des piles électrochimiques.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
3.1	EX Observer le déroulement d'une réaction d'oxydoréduction.	Couple de métaux
3.2	Décrire une réaction d'oxydoréduction.	Oxydation, réduction, oxydant, réducteur
3.3	Écrire l'équation globale et les équations partielles d'une réaction d'oxydoréduction.	Perte et gain d'électrons, conservation de la charge
3.4	EX Classer des ions selon leur pouvoir réducteur, à partir d'observations faites au cours d'une expérience.	
3.5	Prédire, à l'aide du classement des ions, si une réaction est spontanée ou non.	
3.6	EX Mesurer la différence de potentiel produite par divers couples de métaux.	
3.7	Définir le potentiel normal de réduction et le potentiel normal d'oxydation.	
3.8	Déterminer, à partir des potentiels normaux de réduction, la différence de potentiel que peut fournir un couple de métaux.	
3.9	T Décrire, à l'aide d'un schéma, le fonctionnement d'une pile électrochimique.	Pile, demi-pile, pont électrolytique, déroulement de la réaction
3.10	EX Construire une pile électrochimique.	
3.11	Expliquer, à l'aide du principe de Le Châtelier, le déclin d'une pile électrochimique.	Concentration, équilibre, diminution de la différence de potentiel, «mort» de la pile
3.12	T Décrire le fonctionnement d'une pile électrolytique.	

## OBJECTIF TERMINAL 3 (suite)

Expliquer le fonctionnement des piles électrochimiques.

	OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES	PRÉCISIONS
3.13	Balancer des équations de réaction d'oxydoréduction à l'aide des nombres d'oxydation.	
3.14	H Associer des découvertes en électrochimie à des progrès faits en chimie pure ou appliquée.	Pile de Volta, utilisation de l'électrolyse, évolution jusqu'aux piles modernes, etc.
3.15	T Illustrer, à l'aide d'exemples, des applications techniques de l'électrochimie.	Pile électrochimique, électrolyse (plaquage, extraction de métaux), etc.
3.16	S Associer des changements sociaux et des conséquences environnementales au développement de l'électrochimie.	
3.17	Résoudre des problèmes portant sur l'oxydoréduction et sur les piles électrochimiques.	



# DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE

## OBJECTIFS TERMINAUX

### OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

#### **C1 Appliquer la démarche expérimentale.**

C1.1 Utiliser l'expérimentation comme moyen de vérification.

C1.2 Utiliser l'expérimentation dans un contexte de recherche.

#### **C2 Rédiger un protocole expérimental.**

C2.1 Choisir le matériel nécessaire pour faire une expérience.

C2.2 Rédiger clairement les consignes des manipulations.

C2.3 Déterminer les règles de sécurité applicables.

#### **C3 Exécuter une expérience.**

C3.1 Utiliser un protocole que l'on a rédigé pour exécuter une expérience.

C3.2 Manipuler correctement le matériel d'expérimentation.

C3.3 Prendre des mesures correctement en tenant compte de l'incertitude expérimentale.

C3.4 Appliquer les règles de sécurité appropriées.

#### **C4 Rédiger un rapport de laboratoire.**

C4.1 Connaître une structure de rapport de laboratoire.

C4.2 Décrire l'expérience exécutée : buts, matériel, manipulations, schéma.

C4.3 Présenter les résultats expérimentaux.

C4.4 Présenter une analyse rigoureuse des résultats.

C4.5 Discuter les résultats.

C4.6 Rédiger clairement les conclusions d'une expérience, en établissant les liens avec le problème posé.

C4.7 Présenter clairement et de manière ordonnée toutes les parties d'un rapport.

## LIENS ENTRE LES OBJECTIFS DE CONTENU NOTIONNEL ET DE DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE

CONTENU NOTIONNEL	DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE			
1.3 Vérifier expérimentalement si un système est en équilibre.	C1		C3	C4
1.6 Déterminer expérimentalement l'incidence de l'augmentation de la concentration d'un réactif sur un système en équilibre.	C1		C3	C4
2.3 Établir expérimentalement une relation mathématique pour caractériser l'équilibre de dissociation d'un acide.	C1		C3	
2.4 Établir expérimentalement la force relative de deux ou de plusieurs acides.	C1	C2	C3	C4
2.10 Déterminer le pH d'une solution à partir de mesures obtenues par titrage.	C1			C4
3.1 Observer le déroulement d'une réaction d'oxydo-réduction.	C1		C3	
3.4 Classer des ions selon leur pouvoir réducteur, à partir d'observations faites au cours d'une expérience.	C1	C2	C3	C4
3.6 Mesurer la différence de potentiel produite par divers couples de métaux.	C1		C3	
3.10 Construire une pile électrochimique.	C1	C2	C3	C4

OBJECTIFS TERMINAUX

OBJECTIFS INTERMÉDIAIRES

**H Illustrer, à l'aide d'exemples tirés de l'histoire, les liens qui existent entre l'étude de l'équilibre chimique et de l'oxydoréduction, et les progrès qui ont été faits en chimie.**

2.13 Associer des découvertes qui ont découlé de l'étude de l'équilibre chimique à des progrès faits en chimie pure ou appliquée.

3.14 Associer des découvertes en électrochimie à des progrès faits en chimie pure ou appliquée.

**T Illustrer, à l'aide d'exemples, l'exploitation de l'équilibre chimique et de l'électrochimie dans des applications techniques.**

2.11 Illustrer, à l'aide d'exemples, l'utilisation des acides et des bases dans le quotidien.

2.14 Décrire, à l'aide d'exemples, l'exploitation de l'équilibre chimique dans une application industrielle.

3.9 Décrire, à l'aide d'un schéma, le fonctionnement d'une pile électrochimique.

3.12 Décrire le fonctionnement d'une pile électrolytique.

3.15 Illustrer, à l'aide d'exemples, des applications techniques de l'électrochimie.

**S Illustrer, à l'aide d'exemples, des changements sociaux et des conséquences environnementales résultant de l'exploitation de l'équilibre chimique et de l'oxydoréduction.**

1.10 Décrire, à l'aide d'exemples, des changements sociaux et des conséquences environnementales résultant d'une perturbation de l'équilibre d'un cycle naturel.

2.12 Donner un exemple illustrant l'importance du pH dans certains milieux spécifiques.

2.15 Associer des changements sociaux et des conséquences environnementales à l'exploitation industrielle de l'équilibre chimique.

3.16 Associer des changements sociaux et des conséquences environnementales au développement de l'électrochimie.

