

**MINISTÈRE DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE**

**ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE**

Administration **G**énérale de l'Enseignement et de la **R**cherche **S**cientifique

Service général des Affaires pédagogiques,  
et du Pilotage du réseau d'Enseignement organisé par la Communauté française.

**ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ORDINAIRE DE PLEIN EXERCICE**

**HUMANITÉS TECHNIQUES ET PROFESSIONNELLES**

**ENSEIGNEMENT TECHNIQUE DE QUALIFICATION**

Troisième degré

Programme d'études du cours de :

**SCIENCES**

(Formation scientifique et technologique)

(Formation commune B – secteur 7)

## AVERTISSEMENT

Le présent programme est d'application à partir de 2005/2006, dans les deux années du troisième degré de l'enseignement secondaire professionnel.

Il abroge et remplace le programme provisoire 252P/2004/248B auquel il est identique. Le programme 252P/2004/249 avait été approuvé à titre provisoire dans l'attente de l'avis favorable de la Commission des programmes pour les humanités professionnelles et techniques.

Cet avis favorable étant intervenu, le programme repris ci-après (252/2005/248B) a reçu l'approbation ministérielle à titre définitif.

Ce programme figure sur Restode, serveur pédagogique de l'enseignement organisé par la Communauté française.

Adresse : <http://www.restode.cfwb.be>

Il peut en outre être imprimé au format PDF.

## PLAN DU DOCUMENT

	<b>Page</b>
A.- Introduction générale	<b>2</b>
B.- Exemples de situations d'apprentissage	<b>4</b>
B.1.- Physique	<b>4</b>
B.2.- Chimie	<b>5</b>
B.3.- Biologie	<b>6</b>
C.- Contenu notionnel et description des modules de cinquième et de sixième années	<b>7</b>
D.- Programme de physique	<b>8</b>
1.- Introduction	<b>8</b>
2.- Compétences mises en œuvre et notions	<b>9</b>
3.- Exemples de modules et directives méthodologiques	<b>11</b>
Première partie : 5 <sup>ème</sup> année.	<b>11</b>
Deuxième partie : 6 <sup>ème</sup> année	<b>13</b>
Bibliographie	<b>15</b>
E.- Programme de chimie	<b>16</b>
1.- Introduction	<b>16</b>
2.- Compétences mises en œuvre et notions	<b>17</b>
3.- Exemples de modules et directives méthodologiques	<b>22</b>
Première partie : 5 <sup>ème</sup> année.	<b>22</b>
Deuxième partie : 6 <sup>ème</sup> année	<b>33</b>
ANNEXES : Exemples de modes opératoires	<b>37</b>
Bibliographie	<b>40</b>
F.- Programme de biologie	<b>46</b>
1.- Introduction	<b>46</b>
2.- Compétences mises en œuvre et notions	<b>48</b>
3.- Exemples de modules et directives méthodologiques	<b>50</b>
Première partie : 5 <sup>ème</sup> année.	<b>50</b>
Deuxième partie : 6 <sup>ème</sup> année	<b>53</b>
Bibliographie	<b>55</b>

## A. Introduction générale

### *Objectifs*

La vie quotidienne dans notre société au vingt et unième siècle est à ce point influencée par les sciences et les technologies que tout citoyen, quel que soit son niveau social, doit à la fois accéder à des savoirs scientifiques actualisés et présenter des comportements spontanés qui attestent d'un mode de raisonnement adéquat et rationnel.

Dans cette optique, le cours de *formation scientifique et technologique* fait partie de la formation commune des élèves de cinquième et de sixième années du secteur 7 de l'enseignement technique de qualification. Il est dispensé à raison d'une période hebdomadaire. Il comprend trois parties d'importances égales : biologie, chimie et physique. Environ neuf périodes de cours sont consacrées à chacune d'elles, tant en 5<sup>e</sup> qu'en 6<sup>e</sup> années.

Loin de pouvoir offrir une formation complète en sciences, l'ambition de ce cours est de rendre intelligible, au moins de manière qualitative, quelques phénomènes et l'une ou l'autre technologie simple dans le domaine des sciences.

La confrontation au réel est une caractéristique fondamentale des sciences naturelles. Elle se traduit, en matière d'apprentissage, par la nécessité de réaliser des expériences et de pratiquer le travail de terrain. Le cours de *formation scientifique et technologique* doit donc s'appuyer sur des activités expérimentales, réalisées par le professeur, ou mieux encore, par les élèves eux-mêmes. L'enseignement doit être en prise directe avec la vie réelle et adapté aux intérêts et aux capacités des élèves. Au départ d'un petit nombre de questions et/ou de situations d'apprentissage judicieusement choisies, le professeur introduira quelques-uns des concepts fondamentaux et les notions de base relatives aux trois sciences, en réalisant dans toute la mesure du possible une approche pluridisciplinaire des questions abordées. À tout moment, l'enseignant aura pour objectif de développer chez ses élèves le bon sens, le sens critique et le raisonnement logique.

Outre des savoirs, des capacités cognitives et des attitudes sont également associées aux sciences. Une fois acquises, celles-ci pourront être réinvesties tout au long de l'existence dans d'autres situations, dans d'autres activités débordant du cadre strictement scientifique.

Les élèves doivent être encouragés à s'exprimer dans un langage correct et précis, en recourant aux unités et aux symboles conventionnels. Ils apprendront à écouter l'autre et à défendre leur point de vue au moyen d'une argumentation structurée. Ils seront ouverts aux idées nouvelles, sans pour autant hésiter à être critiques, s'il apparaît que des données plausibles ou des arguments logiques ne plaident pas en faveur des thèses avancées.

Le document «Compétences terminales et savoirs communs pour les humanités professionnelles et techniques»<sup>1</sup> fixe le cadre dans lequel le programme du cours de *formation scientifique et technologique* au 3<sup>e</sup> degré de l'enseignement technique de qualification a été construit. Les points qui suivent reprennent des extraits de ce document devant orienter le cours. Viennent ensuite quelques situations d'apprentissage destinées à guider les professeurs et l'énoncé des contenus proprement dits. Ceux-ci sont accompagnés de notes d'orientations méthodologiques dont la lecture est aussi importante que celle des modules qu'elles concernent.

Le document déterminant les compétences terminales et les savoirs communs requis de l'ensemble des élèves à l'issue de la section de qualification précise que les humanités professionnelles et techniques doivent assurer une formation humaniste en privilégiant :

1. le développement personnel des élèves, notamment en aidant chacun à :
  - 1.1 se situer dans le temps et dans l'espace,

---

<sup>1</sup> Décret du Gouvernement de la Communauté française du 30 mars 2000 (MB du 25/05/2000).

- 1.2 s'approprier sa culture,
- 1.3 s'approprier des outils de communication et de réflexion,
- 1.4 prendre conscience de ce qu'impliquent ces choix ;
2. l'étude de l'environnement, des techniques et des sciences ;
3. la formation à la participation active à l'environnement économique et social ;
4. la formation à la citoyenneté dans une société démocratique, solidaire, pluraliste et ouverte aux autres cultures.

Le point 2 ci-dessus concerne plus particulièrement les cours de sciences.

Rappelons-en les détails :

▪ **se situer par rapport à l'environnement**

Pour comprendre et se situer dans leur environnement, les élèves doivent acquérir les savoir-faire et les savoirs essentiels relatifs :

- aux équilibres de l'environnement et à leur influence sur les conditions météorologiques et climatiques ;
- à l'influence sur les écosystèmes des choix politiques, économiques, industriels et technologiques ;
- à l'adoption des modes de vie et de consommation respectueux de l'environnement ;
- à la construction d'une représentation interdisciplinaire de l'environnement.

▪ **se situer par rapport aux technologies et aux sciences**

Pour comprendre et se situer dans un univers technico-scientifique, les élèves doivent acquérir les savoir-faire et savoirs relatifs à :

- l'imbrication du technique et du social dans le fonctionnement d'une technologie ;
- la capacité d'interroger les technologies dans leurs effets, en vue de faire des choix et de les utiliser à bon escient ;
- la capacité d'utiliser des modèles scientifiques et techniques pour aménager leur espace de vie et prévenir les accidents ;
- des éléments de formation scientifique, socio-économique et technologique de base permettant de participer aux débats de société sur la construction et les impacts des systèmes technologiques (par exemple ceux relatifs aux ressources énergétiques, aux pollutions, à la gestion des déchets, à l'ingénierie génétique, au contrôle des drogues, aux réseaux informatiques, à l'urbanisation...) ;
- la construction d'une représentation interdisciplinaire des développements technologiques.

## ***Recommandation***

À raison d'une période hebdomadaire, on peut raisonnablement prévoir 27 à 30 leçons effectives par année scolaire, soit, en moyenne, 18 à 20 périodes par discipline pour l'ensemble du troisième degré (5 & 6 TQ).

Dans l'intérêt des élèves, dans un souci de continuité et de cohérence, il serait souhaitable de consacrer équitablement un tiers du volume horaire annuel à chaque discipline plutôt que de pratiquer une alternance hebdomadaire.

Pour chacun des modules proposés, le niveau d'études concerné a été précisé (5<sup>e</sup> ou 6<sup>e</sup>). De plus, le nombre de périodes à y consacrer a été estimé. Cette dernière information a une valeur essentiellement indicative.

## B. Exemples de situations d'apprentissage

### B.1.- Dans le domaine de la physique

- **PHY 1 : Étude d'un moteur à courant continu pour introduire l'électromagnétisme**

Matériel à utiliser :

- un petit moteur tel qu'on peut en trouver dans les magasins de modélisme,
- un ampèremètre, des piles ou un générateur de tension réglable, des fils de connexion,
- des aimants, des bobines, du fin fil de cuivre,
- supports...

Faire fonctionner le moteur et identifier les différents facteurs qui influencent sa rotation (sens et intensité du courant).

Le moteur est ensuite démonté pour identifier ses composants (aimant fixe, bobine mobile, balais...).

Il faut alors essayer de comprendre leurs rôles. Ceci permet d'introduire le magnétisme des aimants et des courants, les forces entre aimants puis entre aimant et courant (force électromagnétique).

Des hypothèses peuvent être faites quant à l'influence du sens et de l'intensité du courant sur le sens et la valeur de la force. Un dispositif expérimental est imaginé puis construit et utilisé pour vérifier les hypothèses.

Une synthèse de l'activité est rédigée.

- **PHY 2 : Évaluation des besoins quotidiens en nourriture (du point de vue énergétique)**

Matériel à utiliser :

- une balance,
- du pain, de la confiture...

Question de départ proposée par le professeur à la classe :

*«Jusqu'à quel étage d'un immeuble l'énergie contenue dans une tartine de confiture me permet-elle de monter ?»*

Il faut prévoir la pesée des composants d'une tartine. Des documents (livres, textes courts, compilés ou rédigés par le professeur, emballages de divers aliments...) devront pouvoir être consultés pour trouver des informations telles que *rendement*, *valeur énergétique* (par unité de masse).

La question posée doit déboucher sur une discussion qui permettra de faire émerger les éléments nécessaires à sa résolution.

Idéalement, le professeur ne présentera la balance et les aliments que quand une procédure de travail se dégagera. Il veillera à adapter sa participation au niveau de connaissance de la classe. En cas de blocage, il pourrait s'avérer nécessaire d'opérer des rappels, de fournir des indices.

Le lien sera fait avec les valeurs fournies par les diététiciens (besoins énergétiques).

Enfin, il faudra évaluer le travail physique qu'il est théoriquement possible d'effectuer avec les quantités d'énergie calculées.

**B.2.- Dans le domaine de la chimie****CHI 1 : Sous quelle forme se trouvent les sels en solution ?**Matériel à utiliser :

- Étiquettes de bouteilles d'eau minérale.
  - Sélectionner des étiquettes sur lesquelles la composition minérale est indiquée sous la forme non ionique (Na, Ca, Mg, Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub> ...) et d'autres sur lesquelles elle figure sous la forme ionique (Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>...).
- Échantillons d'eau minérale, eau distillée, sodium métallique, magnésium métallique, chlorure de sodium cristallisé, nitrate de magnésium cristallisé.
- Un ampèremètre (ou une ampoule), des piles ou un générateur de courant continu basse tension réglable (0-24 V), des fils de connexion, des pinces crocodiles, des électrodes en graphite.
- Bêchers, spatules...
- Supports...

Activité :

- Comparer les étiquettes d'eau minérale des deux types et se poser la question : « Quelle est la formulation correcte de la composition minérale : la formulation non ionique ou la formulation ionique ? »
- Proposer une série d'expériences qui devrait permettre de tester l'une et l'autre hypothèse ou, le cas échéant, d'en invalider une.
  - 1°) L'eau minérale contient-elle des ions en solution ?
    - Comparer la conductivité électrique de l'eau distillée et d'échantillons d'eau minérale. [Conclusion partielle : contrairement à l'eau distillée, les eaux minérales conduisent le courant ➔ elles contiennent des ions libres].
  - 2°) Na, Ca et Mg en solution peuvent-ils exister sous la forme métallique (atomes libres) ?
    - Introduire (prudemment) un petit morceau de sodium dans un bécher contenant de l'eau distillée dont on aura préalablement testé l'absence de conductivité électrique. Évaluer la conductivité. (Conclusion partielle : le sodium a réagi avec l'eau ; la réaction a fait apparaître des ions libres dans la solution).
    - Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine (f f ) incolore à la solution obtenue et constater que la solution est basique. La seule base susceptible de se former est NaOH, dissociée en solution en Na<sup>+</sup>(aq) et OH<sup>-</sup>(aq). (Conclusion partielle : le sodium en solution ne peut exister sous la forme Na, mais bien sous la forme d'ion Na<sup>+</sup>(aq))
    - Répéter ces deux expériences avec le calcium et avec le magnésium (utiliser un morceau de ruban de magnésium bien décapé) et en tirer les conclusions.
  - 3°) En solution, les ions Na, Ca et Mg sont-ils bien sous la forme d'ions Na<sup>+</sup>(aq), Ca<sup>2+</sup>(aq) et Mg<sup>2+</sup>(aq) ? Sous quelle forme se trouve l'ion Cl ?
    - Préparer une solution de chlorure de sodium dans laquelle on aura ajouté quelques gouttes de phénolphtaléine (f f ) incolore. Plonger dans cette solution deux électrodes en graphite et les relier aux deux pôles d'un générateur de courant continu basse tension. Observer les réactions aux électrodes ( f f vire au rouge amarante au voisinage de l'électrode négative (➔ formation d'une base = NaOH). On perçoit l'odeur caractéristique du chlore Cl<sub>2</sub>(g) au voisinage de l'électrode positive. [Conclusions partielles : l'ion Na en solution a migré vers l'électrode (-) ➔ il était donc porteur d'une charge positive ➔ Na<sup>+</sup>(aq). L'ion Cl a migré vers l'électrode (+) ➔ il était donc porteur d'une charge négative ➔ Cl<sup>-</sup>(aq).
    - Répéter cette expérience avec une solution de CaCl<sub>2</sub>(aq) et de MgCl<sub>2</sub>(aq). Tirer les conclusions.
- Opérer la synthèse des conclusions partielles et vérifier si elles permettent de résoudre le problème posé (i.e., identification de la formulation correcte sur les étiquettes d'eau minérale).

## **CHI 2 : L'importance des matériaux plastiques : les polymères et leurs utilisations, propriétés des matériaux plastiques, impact sur l'environnement et gestions des déchets plastiques.**

Le dossier pédagogique «PODIUM: un dossier éducatif sur les plastiques», édité par FECHIPLAST constitue une très bonne base pour l'étude des matériaux plastiques, car il ne suppose pas des connaissances préalables étendues en chimie.

Sur la base d'une série de fiches (courtes et assez simples), ce dossier propose de faire réaliser par les élèves des activités («Projets») sur les six thèmes suivants : présentation des plastiques, les matières premières, les polymères et leur transformation, les propriétés des plastiques, les plastiques et l'environnement, la gestion des déchets. En annexe, le dossier propose des notes complémentaires à l'attention du professeur et des commentaires relatifs aux différentes activités (projets) traitées.

Le dossier «PODIUM» peut être obtenu gratuitement en plusieurs exemplaires en s'adressant à FECHIPLAST c/o Monsieur Bruno PHILIPPE, Square Marie-Louise, 49 à 1000 BRUXELLES (Tél. 02-238.98.04 ; Fax : 02-238.99.98).

### **B.3.- Dans le domaine de la biologie**

#### **BIO 1 : LA CELLULE**

Observer différents types de tissus cellulaires au microscope optique, identifier les diverses parties.

Rédiger un rapport précis et exact

(cf. partie F.- Programme de biologie)

#### **BIO 2 : LES O.G.M.**

Problématique des O.G.M. Mise en évidence de leurs avantages et de leurs inconvénients

(cf. partie F.- Programme de biologie)



## C. Contenu notionnel et description des modules de cinquième et de sixième années

Répartition des périodes à consacrer aux séquences :  
8 périodes annuelles par discipline

### MODULES DE 5TQ

#### Modules de physique

*Module 1 : Électromagnétisme*

#### Modules de chimie

*Module 1 : Les acides, les bases et les sels*

*Module 2 : La liaison ionique - La liaison covalente - Les propriétés dissolvantes de l'eau*

#### Modules de biologie

*Module 1 : La cellule, unité fonctionnelle du monde vivant*

*Module 2 : Anatomie et physiologie humaines*

*Module 3 : Problèmes de société liés au mode de vie (5/6TQ)*

### MODULES DE 6TQ

#### Modules de physique

*Module 2 : Énergie*

#### Modules de chimie

*Module 3 : La chimie organique, une chimie de composés carbonés*

*Module 4 : Quelques sujets de chimie organique ou de biochimie*

#### Modules de biologie

*Module 4 : Écologie*

*Module 5 : Problèmes de société liés à l'environnement*

## D.- PROGRAMME DE PHYSIQUE

### 1.- INTRODUCTION

De manière générale, la physique étudie la structure et le fonctionnement de l'Univers, des particules élémentaires aux superamas de galaxies, en passant par les phénomènes naturels auxquels nous pouvons assister dans notre vie quotidienne. Cette étude a été, au fil du temps, la source de grandes avancées technologiques.

L'objectif de ce programme est donc multiple. Il est construit de manière à aider le futur citoyen à comprendre

- quelques grands principes régissant le monde qui l'entoure (électromagnétisme, radioactivité),
- certains concepts apparaissant dans notre vie quotidienne (énergie, atome, champ magnétique...),
- le fonctionnement d'objets technologiques importants dans notre environnement (centrales énergétiques, lignes à haute tension, moteurs électriques...).

Conformément au document « Compétences terminales... », la partie du cours consacrée à la physique s'attache à faire acquérir aux élèves des savoirs et savoir-faire permettant de participer aux débats de société sur la construction et les impacts des systèmes technologiques (ressources énergétiques, gestion des déchets...). En particulier, ces savoirs et savoir-faire doivent permettre aux élèves de prendre conscience de l'importance des choix technologiques sur l'environnement global. Ces éléments s'avèrent en même temps essentiels à la construction d'une représentation interdisciplinaire de notre environnement.

Le temps consacré à la physique ne permet évidemment pas d'aborder l'ensemble des sujets qui peuvent poser question. On pense en particulier à l'effet de serre, à l'utilisation des rayonnements électromagnétiques de basse énergie (GSM, lignes à haute tension) et à un grand nombre de technologies médicales. Si l'étude des phénomènes ondulatoires est totalement absente du programme, c'est aussi à fortiori le cas des révolutions conceptuelles intervenues au 20<sup>e</sup> siècle dans la connaissance physique, les relativités restreinte et généralisée et la physique quantique dont les innombrables applications sont pourtant devenues des éléments quasi aussi insoupçonnés qu'indispensables de notre vie quotidienne.

## 2.- COMPÉTENCES MISES EN ŒUVRE et NOTIONS

5e TQ	Compétences mises en œuvre	Notions
	<p><b>MODULE 1 : ELECTROMAGNETISME (environ 9 leçons)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Expliquer quel est le phénomène qui nous permet d'utiliser une boussole pour nous orienter.</li> <li>▪ Identifier un électro-aimant et expliquer son fonctionnement.</li> <li>▪ Décrire un exemple de champ magnétique produit par un courant.</li> <li>▪ Associer le mouvement d'un moteur électrique à la force électromagnétique.</li> <li>▪ Comparer courant continu et courant alternatif.</li> <li>▪ Expliquer comment nous pouvons induire une tension.</li> <li>▪ Lier la perte d'énergie électrique lors de son transport à la tension utilisée.</li> <li>▪ Décrire le principe de fonctionnement du transformateur et son rôle dans le transport de l'énergie électrique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aimants, pôles.</li> <li>▪ Electro-aimants.</li> <li>▪ Champs magnétiques produits par des aimants et des courants, champ magnétique terrestre.</li> <li>▪ Force électromagnétique : moteurs, haut-parleur.</li> <li>▪ Induction de tension : génératrice de tension alternative, microphone.</li> <li>▪ Propriétés du courant alternatif.</li> <li>▪ Transformateur ; transport de l'énergie électrique.</li> </ul>

6e TQ	Compétences mises en œuvre	Notions
<p><b>MODULE 2 : ENERGIE (environ 9 leçons)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utiliser une argumentation rationnelle dans des débats de société sur la radioactivité, les déchets, la santé, l'environnement.</li> <li>▪ Évaluer l'impact de découvertes scientifiques et d'innovations technologiques sur notre mode de vie.</li> <li>▪ Évaluer l'impact d'actes quotidiens sur l'environnement.</li> <li>▪ Utiliser une argumentation rationnelle dans des débats de société sur l'énergie.</li> <li>▪ Montrer, à partir d'exemples, que l'énergie se conserve.</li> <li>▪ Repérer les éléments principaux d'une centrale thermique et les transformations d'énergie qui y interviennent.</li> <li>▪ Comparer la puissance électrique d'une centrale nucléaire et d'une éolienne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notions de travail et d'énergie, transformations d'énergie.</li> <li>▪ Énergie thermique, interprétation à l'échelle microscopique : liaison entre la température et l'agitation des molécules, zéro absolu.</li> <li>▪ Radioactivité : émissions <math>\alpha</math>, <math>\beta</math> et <math>\gamma</math>, pouvoirs de pénétration.</li> <li>▪ Fission, fusion et nucléaire.</li> <li>▪ Principe de fonctionnement d'une centrale thermique.</li> </ul>	

### 3.- EXEMPLES DE MODULES et DIRECTIVES MÉTHODOLOGIQUES

#### Première partie : 5<sup>e</sup> année

#### MODULE 1 : L'électromagnétisme

##### Compétences mises en œuvre

- Expliquer quel est le phénomène qui nous permet d'utiliser une boussole pour nous orienter.
- Identifier un électro-aimant et expliquer son rôle.
- Décrire un exemple de champ magnétique produit par un courant.
- Associer le mouvement d'un moteur électrique à la force électromagnétique.
- Comparer courant continu et courant alternatif.
- Expliquer comment nous pouvons induire une tension.
- Lier la perte d'énergie électrique lors de son transport à la tension utilisée.
- Décrire le principe de fonctionnement du transformateur et son rôle dans le transport de l'énergie électrique.

##### Exemples de questionnement

##### Notions

Comment fonctionnent divers objets de notre environnement quotidien (ex : boussole, lignes à haute tension, transformateurs, dynamos, moteurs, haut-parleurs, micros, enregistrement magnétique, guitare électrique) ?

- Aimants, pôles.
- Champ magnétique, champ magnétique terrestre.
- Champ produit par un courant, électro-aimants.
- Force électromagnétique.
- Moteurs, haut-parleur.
- Induction électromagnétique, génératrice de tension alternative, microphone.
- Propriétés du courant alternatif.
- Transformateur ; transport de l'énergie électrique.

<i>Exemples d'activités</i>	<i>Orientations méthodologiques</i>
<p>Visualiser le champ magnétique à l'aide d'aiguilles aimantées ou de limaille de fer (se limiter à quelques cas, par exemple un aimant droit et un solénoïde). Montrer les interactions entre aimant et un courant (rectiligne et bobine). Étudier la force électromagnétique entre un aimant en U et un fil pouvant osciller (ou une tige pouvant rouler). Montrer la structure d'un haut-parleur et l'alimenter avec une tension continue (en changeant son sens) puis une tension alternative de basse fréquence. Montrer la structure d'un moteur à courant continu. Induire du courant dans des bobines en déplaçant un aimant ou la bobine, en faisant varier l'intensité du courant dans une bobine proche. Construire le bobinage secondaire d'un transformateur de démonstration et montrer que la tension de sortie augmente avec le nombre de spires du secondaire.</p> <p>Illustrer le cours par une dynamo ou un alternateur de voiture. Montrer qu'un haut-parleur peut servir de micro, qu'un moteur peut servir de générateur. L'étude du sens de la tension induite n'est pas prévue. Un modèle de ligne à haute tension peut être construit avec des fils fins (par exemple du Nichrome de 0,2mm de diamètre), deux transformateurs (sur puis sous-volteur) alimentant une ampoule basse tension (6V, par exemple). On compare à ce qui se passe si les mêmes fils (quelques mètres de longueur) alimentent directement la lampe (dans les deux cas on utilise une alimentation de tension correspondant à la lampe). Un voltmètre (tension entre les deux fils) et un ampèremètre placé dans la ligne montrent que le produit <math>U \cdot I</math> est le même, en début de ligne, dans les deux cas. Les élèves ont vu, dans le cas du courant continu, qu'il s'agit de la puissance. Il vaut mieux ne pas préciser que dans le cas alternatif les choses sont différentes. L'augmentation de la tension entre les fils est présentée comme une manière de diminuer l'intensité du courant et donc la perte d'énergie dans les fils. On peut remonter l'expérience (3<sup>e</sup>) où un fil de Nichrome rougit quand l'intensité du courant est assez importante.</p>	<p>Ce module est étudié exclusivement de manière qualitative au travers d'expériences. Il est fortement conseillé de construire les séquences à partir d'objets de notre environnement technologique.</p> <p>Développer l'idée qu'un champ magnétique est toujours associé à un mouvement de charges, y compris dans le cas d'un aimant permanent et de la Terre.</p> <p>Montrer que le sens de la force électromagnétique dépend de l'orientation du courant et de l'aimant, que son intensité dépend de l'intensité du courant.</p> <p>Dans le même état d'esprit, l'induction de courant est associée à la variation « du champ magnétique par rapport au circuit » (grandeur ou orientation) à l'aide d'expériences, sans obligatoirement utiliser le terme « flux ». Il n'est pas prévu d'écrire les lois mathématiques d'induction et encore moins de les utiliser pour la résolution d'exercices numériques. Montrer par contre que l'intensité de la tension induite dépend de la rapidité de cette variation et du nombre de spires de l'induit.</p> <p>La génératrice permet de rappeler les propriétés du courant alternatif abordées en 3<sup>e</sup>, en particulier la fréquence du courant (qui peut être montrée avec un appareil à zéro central ou un oscilloscope connecté à une petite génératrice ou un moteur que l'on fera tourner manuellement assez lentement). Indiquer que la différence des fréquences des tensions entre l'Europe et les USA est simplement due à la vitesse de rotation des alternateurs.</p> <p>Insister sur l'importance de l'alternatif dans le cas de l'utilisation d'un transformateur. Il peut être intéressant de montrer un transformateur réel démonté (après ou avant avoir utilisé un transformateur de démonstration).</p> <p>Il est bien évident que le professeur doit faire preuve de prudence dans ces expériences et en particulier ne pas dépasser les tensions autorisées !</p>

## Deuxième partie : 6<sup>e</sup> année

### MODULE 2 : L'énergie

#### Compétences mises en œuvre

- Utiliser une argumentation rationnelle dans des débats de société sur la radioactivité, les déchets, la santé, l'environnement.
- Évaluer l'impact de découvertes scientifiques et d'innovations technologiques sur notre mode de vie.
- Évaluer l'impact d'actes quotidiens sur l'environnement.
- Utiliser une argumentation rationnelle dans des débats de société sur l'énergie.
- Montrer, à partir d'exemples, que l'énergie se conserve.
- Repérer les éléments principaux d'une centrale thermique et les transformations d'énergie qui s'y déroulent.
- Comparer la puissance électrique d'une centrale nucléaire et d'une éolienne.

#### Exemples de questionnement

D'où provient l'énergie électrique que nous utilisons ?  
 Pouvons nous remplacer les centrales nucléaires par des éoliennes ?  
 Que veut dire : « $E = m.c^2$ » ?  
 Qu'est-ce qui est radioactif ?  
 Que faire des déchets radioactifs ?

#### Notions

- Notions de travail et d'énergie, transformations d'énergie.
- Énergie thermique, interprétation à l'échelle microscopique : liaison entre la température et l'agitation des molécules, zéro absolu.
- Radioactivité : émissions  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ , pouvoirs de pénétration.
- Fission, fusion et nucléaire.
- Principe de fonctionnement d'une centrale thermique.

<i>Exemples d'activités</i>	<i>Orientations méthodologiques</i>
<p>Illustrer les différents types d'énergie potentielle à l'aide d'exemples (ressort comprimé, élastique tendu, eau placée en hauteur, nourriture, essence, piles). Parler de l'énergie <u>cinétique</u> d'un objet en mouvement. La lumière peut également être présentée comme transportant de l'énergie (utilisée lors de la photosynthèse ou dans les cellules photoélectriques des calculettes par exemple).</p> <p>Exemple de situation avec frottements où il y a transformation d'énergie mécanique en énergie thermique : une voiture freine. Son énergie cinétique diminue. Observer une augmentation de température ou plus généralement un apport d'énergie thermique pouvant également produire des changements d'états : les disques de frein s'échauffent, le caoutchouc des pneus peut fondre si les roues sont bloquées.</p> <p>Indiquer la valeur des puissances électriques fournies par une centrale nucléaire (1000 MW pour une tranche) et par une éolienne (600 KW pour la plus puissante installée en Wallonie). Faire calculer le nombre d'éoliennes nécessaires pour remplacer la centrale.</p> <p>Exploiter les documents sur les centrales fournis par ÉLECTRABEL.</p> <p>Faire réaliser un petit travail de recherche sur la découverte ou l'une ou l'autre application de la radioactivité.</p>	<p>Lier le travail à l'application d'une <b>force</b> sur un objet et au <b>déplacement</b> de cet objet. Rappeler la loi partielle vue en 3<sup>e</sup> : <math>W = f.d</math>. L'énergie sera présentée comme « <b>capacité de travailler</b> ». Se limiter à l'aspect qualitatif. Si des lois sont écrites, il est exclu de les démontrer.</p> <p>Examiner des exemples de transformations d'énergie mécanique en l'absence de frottements. Dans ce cas, il y a <u>conservation de cette énergie</u>.</p> <p>Montrer ensuite (qualitativement) qu'il n'y a pas conservation d'énergie mécanique quand il y a des frottements. Dans ce cas, il y a apport d'énergie thermique. Indiquer qu'il y a conservation globale de l'énergie, avec transformation.</p> <p>Situer les différentes transformations d'énergie dans une centrale (NB : opérer le lien avec les notions vues en chimie, notamment la notion d'<i>isotope radioactif</i> et les <i>applications de la radioactivité</i>). L'énergie thermique produite de différentes manières (combustion, fission) est utilisée pour actionner une turbine puis un alternateur. D'autres transformations d'énergie peuvent être abordées, par exemple dans un moteur thermique (énergie « chimique » dans l'essence, thermique lors de l'explosion, finalement mécanique), dans un alternateur de voiture, une magnéto de mobylette, de vélo... Envisager le problème de stockage des déchets radioactifs. Mettre en évidence l'ordre de grandeur des énergies mises en jeu. Se limiter aux aspects qualitatifs de la fission et de la fusion.</p>



## BIBLIOGRAPHIE

Physique

Hecht

De Boeck Université

ISBN 2-7445-0018-6

Physique 1 – Mécanique

Harris Benson

De Boeck Université

Physique 2 – Électricité et magnétisme

Harris Benson

De Boeck Université

Physique 3 – Ondes, optique et physique moderne

Harris Benson

De Boeck Université

La nature des lois physiques

Richard Feynman

Collection Marabout Université, n° 213

Mémophysique : synthèse des formules et des lois essentielles de la physique.

A Vande Vorst

De Boeck Université

Guides des énergies renouvelables

Ministère de la région wallonne

Physique et société

Michel Wautelet

Presses Universitaires de Mons

Université de Mons-Hainaut

Sciences, technologies et société

Questions et réponses pour illustrer les cours de sciences

De Boeck

ISBN 2-8041-3579-9

## E.- PROGRAMME DE CHIMIE

### 1.- INTRODUCTION

*La chimie étudie, selon sa perspective particulière, la composition des corps, leurs transformations et leurs propriétés.*

Dans ce programme, l'objectif poursuivi est d'aider le futur citoyen à comprendre le monde qui l'entoure, à travers le prisme de la chimie, à utiliser à bon escient les produits chimiques qu'il est amené à manipuler dans la vie quotidienne.

Ainsi formé, le futur citoyen pourra participer en connaissance de cause aux débats et aux choix de société qui nécessitent la connaissance des substances chimiques et de leurs propriétés, ainsi que la compréhension des grands principes et des grandes lois qui régissent la chimie.

Dans la perspective d'une compréhension suffisante de notre environnement et des problèmes liés plus particulièrement aux transformations de la matière lors d'activités humaines, les domaines d'étude suivants présentent un intérêt indéniable :

- \* *Constitution de la matière de l'Univers : particules élémentaires (atomes, ions, isotopes...), diversité des formes de matière (mélanges, corps purs, solutions, solides, liquides, gaz, cristaux...).*
- \* *Origine, constitution et transformations des minéraux et roches qui nous entourent (calcaire, graphite, diamant...), des substances organiques qui sont à la base de l'industrie des polymères plastiques et des carburants..*
- \* *Origine et propriétés de substances impliquées dans certains processus biologiques : eau, oxygène, protéines, sucres, graisses ...*
- \* *Effets des substances sur les systèmes écologiques : phénomènes de pollution et moyens de lutter contre la pollution (pluies acides, couche d'ozone, gaz à effet de serre,...), comportements citoyens visant à économiser l'énergie et à préserver l'environnement.*
- \* *Phénomènes de transformation et d'utilisation de l'énergie : utilisation de carburants et combustibles, fabrication de l'acier, piles,...*
- \* *Utilisation des substances et risques d'accidents.*
- \* *Origine, propriétés et utilisations de substances qui contribuent à améliorer nos conditions de vie : substances utilisées dans les domaines de l'agriculture, de la santé, du confort, de la sécurité et de l'hygiène, ....*

Il s'agira de rencontrer les intérêts spécifiques des élèves du secteur concerné, tout en s'efforçant de diversifier les domaines d'étude. Dès lors, il conviendra d'opérer un choix aussi varié que possible des contextes d'intérêt et des situations d'apprentissage, compte tenu des finalités de la formation et de l'intérêt manifesté par les élèves de la classe, tout en gardant à l'esprit l'objectif plus large d'une formation citoyenne.

2.- *COMPÉTENCES MISES EN ŒUVRE et NOTIONS*

5e TQ	Compétences mises en œuvre	Notions
<p><b>MODULE 1 : LES ACIDES, LES BASES ET LES SELS (4 leçons)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ <b>Mettre en évidence les propriétés des acides, des bases et des sels.</b></li> <li>• Opérer la distinction entre acide et base, en comparant leur action sur les indicateurs colorés et de leurs réactions caractéristiques. Induire la formule générique d'un acide (hydracide HM' ou oxacide HM'O) et d'une base hydroxylée (MOH).</li> <li>• Établir l'équation de la dissociation ionique d'un acide et d'une base en solution aqueuse : <math>HM'(aq) ? H^+(aq) + M^-(aq)</math> ou <math>HM'O(aq) ? H^+(aq) + M'O^-(aq)</math> et <math>MOH ? M^+(aq) + OH^-(aq)</math></li> <li>• Montrer que les sels obtenus par réaction de neutralisation entre un acide et une base en solution aqueuse sont à l'état d'ions libres, soit <math>M^+(aq)</math> et <math>M^-(aq)</math> ou <math>M^+(aq)</math> et <math>M'O^-(aq)</math>. Équation de dissociation ionique des sels en solution : <math>MM'(aq) ? M^+(aq) + M^-(aq)</math> ou <math>MM'O(aq) ? M^+(aq) + M'O^-(aq)</math></li> <li>• Envisager quelques réactions d'association d'ions (d'intérêt analytique) : réactions de précipitation et de volatilisation.</li> <li>• Les acides, les bases et les sels dans la vie courante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rappel (succinct) de la distinction entre atome (électriquement neutre) et ion (porteur d'une charge électrique + ou -).</li> <li>• Rappel (succinct) de la distinction entre métaux et non métaux.</li> <li>• Rappel des formules, des propriétés et des règles de nomenclature des oxydes, (oxydes basiques et oxydes acides).</li> <li>• Action d'un acide (fort) sur un métal, un oxyde basique, un hydroxyde et sur certains sels (d'acides faibles) : carbonates, sulfures, sulfites, nitrites... Écrire les équations moléculaires correspondantes.</li> <li>• Réaction d'une base (forte) hydroxylée avec un acide en solution (cf. ci-dessus), action d'une base (forte) hydroxylée avec certains sels en solution.</li> <li>• Interactions entre les solutions aqueuses d'acides, de bases et de sels. Équations d'association d'ions. Classification de ces réactions en réactions de précipitation, de neutralisation (neutralisation acidobasique) et de volatilisation.</li> <li>• Compléments (au choix) : étude particulière de quelques substances de la vie courante.</li> </ul>	

<p><b>MODULE 2 : LA LIAISON IONIQUE - LA LIAISON COVALENTE - LES PROPRIÉTÉS DISSOLVANTES DE L'EAU (5 leçons)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ <b>Établir un lien entre les propriétés d'une substance (solubilité, température de fusion, par ex.) et le type de liaisons représenté dans la molécule de cette substance.</b></li> <li>◇ <b>Mettre en relation les caractéristiques de la molécule d'eau et son pouvoir dissolvant.</b></li> <li>◇ <b>Comparer l'eau à d'autres solvants (solvants organiques, notamment) sur le plan de leur pouvoir dissolvant respectif.</b></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure de l'atome (rappel).</li> <li>• Les ions, comme témoins de l'existence de la liaison ionique.</li> <li>• Notion d'électronégativité.</li> <li>• Polarité d'une liaison.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La liaison ionique et la liaison covalente.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La liaison covalente apolaire et la liaison covalente polarisée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bref rappel de la structure atomique.</li> <li>• Rappel du Module 1.</li> <li>• Introduction <u>qualitative</u> de la notion d'électronégativité comme <i>une mesure de l'affinité électronique</i> de l'atome d'un élément.</li> <li>• Caractère polaire ou non polaire d'une liaison en termes d'importance de la différence d'électronégativité entre les deux éléments impliqués dans la liaison.</li> <li>• Comparaison du caractère polaire ou non <u>des liaisons</u> dans des molécules telles que H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NaCl, HCl, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et CCl<sub>4</sub>.</li> <li>• La liaison ionique résulte d'un <i>échange d'électrons</i>.</li> <li>• La liaison covalente résulte d'une <i>mise en commun d'électrons</i>.</li> <li>• La polarisation d'une liaison covalente résulte d'une asymétrie dans le partage des électrons de liaison. Elle dépend de l'importance de la <i>différence d'électronégativité</i> entre les éléments impliqués dans la liaison.</li> </ul>
---	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molécule polaire et molécule non polaire.</li>   <li>• Composés polaires et composés non polaires.</li>   <li>• Notions de solvant polaire et de solvant non polaire.</li>   <li>• Réactions d'association d'ions en solution aqueuse.</li>   <li>• Liaison par pont d'hydrogène.</li>   <li>• Solvant aqueux et solvant non aqueux.</li>   <li>• Applications.</li>   <li>• Notion de concentration d'une solution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importance de la géométrie moléculaire pour le caractère polaire ou non polaire d'une molécule (limiter impérativement à des cas simples : H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> et CCl<sub>4</sub>).</li>   <li>• Comparaison de propriétés physiques (température de fusion et solubilité) de composés polaires et non polaires.</li>   <li>• L'eau comme exemple-type de solvant polaire et le tétrachlorure de carbone, CCl<sub>4</sub>, comme exemple-type de solvant non polaire.</li>   <li>• Réactions de précipitation, de neutralisation et de volatilisation.</li>   <li>• L'existence de liaisons par pont d'hydrogène permet d'expliquer la structure cristalline de la glace et la variation de la masse volumique de l'eau avec la température.</li>   <li>• Comparaison de la solubilité des graisses ou des huiles dans l'eau et dans les solvants non polaires.</li>   <li>• Utilisation des solvants dans divers domaines de la vie courante.</li>   <li>• La concentration et ses différents modes d'expression.  <u>NB</u> : on se limitera à envisager l'expression de la concentration en mol dm<sup>-3</sup> (mol L<sup>-1</sup>), en g dm<sup>-3</sup> (g L<sup>-1</sup>) et en g % (g pour 100 mL de solution) qui sont les modes d'expression les plus couramment usités.</li> </ul>
--	---

6e TQ	Compétences mises en œuvre	Notions
<p><b>MODULE 3: LA CHIMIE ORGANIQUE, UNE CHIMIE DE COMPOSÉS CARBONÉS. (5 leçons)</b></p> <p>◇ <i>Distinguer les substances minérales des substances organiques.</i></p> <p>◇ <i>Comprendre l'origine, les propriétés et l'utilisation des substances dérivées du pétrole.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Substances naturelles et substances de synthèse. Composés minéraux et organiques.</li> <li>• Exemples d'utilisation courante de produits de transformation du pétrole. Sujet(s) au choix en rapport avec des situations de vie courante.</li> <li>• Fonctions de chimie organique associées aux hydrocarbures (alcane, alcène) et noms des substances étudiées.</li> <li>• Compositions et réactions principales conduisant à la formation des macromolécules ou polymères.</li> <li>• Fonctions oxygénées de chimie organique et noms des substances étudiées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Composés minéraux et composés organiques.</li> <li>• Les produits issus des traitements du pétrole (distillation ...) et leurs utilisations (essence, pétrochimie ...)</li> <li>• Hydrocarbures aliphatiques saturés (alcane) et insaturés (limité aux alcènes principaux).</li> <li>• Les matières plastiques.</li> <li>• Alcools, acides carboxyliques et esters.</li> </ul>	

**MODULE 4 : QUELQUES SUJETS DE CHIMIE ORGANIQUE  
OU DE BIOCHIMIE. (4 leçons)**

- ◇ ***Comprendre l'origine, les propriétés et le rôle de quelques substances impliquées dans des processus biologiques.***
- ◇ ***Relever de manière succincte l'implication de ces molécules dans les domaines alimentaires, pharmaceutiques, cosmétiques et dans la fabrication de produits d'entretien.***

- Quelques composés chimiques d'importance biologique.

- Approche de la nature chimique des substances utilisées dans la vie quotidienne dans le domaine de l'hygiène et de la santé.
- Approche de quelques problèmes environnementaux.

- Notions élémentaires de biochimie : nature et rôle de quelques composés organiques d'importance biochimique (alcools, aldéhydes, cétones, acides carboxyliques et esters).
- Sujets (*deux thèmes au choix*) en rapport avec des situations d'apprentissage relevant du cours de biologie (les sucres, les huiles et les graisses, les savons et les détergents, les acides aminés et les protéines).
- Ex. : arômes, parfums, produits cosmétiques ...
- La pollution atmosphérique, la pollution des eaux naturelles ...

## 3.- EXEMPLES DE MODULES et DIRECTIVES MÉTHODOLOGIQUES

Première partie : 5<sup>e</sup> année

## MODULE 1 : LES ACIDES, LES BASES ET LES SELS

## Compétences mises en œuvre

- ◇ Mettre en évidence les propriétés des acides, des bases et des sels.
- ◇ Construire le modèle de l'acide, de la base et du sel.
- ◇ Construire le modèle de la dissociation ionique d'un acide, d'une base et d'un sel en solution aqueuse.
- ◇ Utiliser la représentation des dissociations/associations d'ions pour établir les équations de bilan des réactions étudiées expérimentalement ainsi que des réactions analogues.

<i>Exemples de questionnement</i>	<i>Notions</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Qu'est-ce qui distingue un atome d'un ion ?</i></li> <li>○ <i>Par quelles propriétés chimiques les métaux et les non métaux se distinguent-ils ? (Comportement vis à vis de O<sub>2</sub>(g)).</i></li> <li>○ <i>Par quelles propriétés chimiques les oxydes basiques et les oxydes acides se distinguent-ils ? (Réaction avec l'eau).</i></li> <li>○ <i>Quelles sont les propriétés chimiques caractéristiques des acides ?</i></li> <li>○ <i>Qu'est-ce qu'un acide ?</i></li> <li>○ <i>Sous quelle forme se trouve un acide en solution aqueuse (forme moléculaire ou forme dissociée en ions) ?</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rappel (bref) de la distinction entre atome (électriquement neutre) et ion (porteur d'une charge électrique + ou -).</li> <li>• Rappel (bref) de la distinction entre métaux et non métaux.</li> <li>• Rappel des formules, des propriétés et des règles de nomenclature des oxydes (oxydes basiques et oxydes acides).</li> <li>• Action d'un acide (fort) sur un métal, un oxyde basique, un hydroxyde et sur certains sels (d'acides faibles) : carbonates, sulfures, sulfites, nitrites... Écrire les équations moléculaires correspondantes.</li> <li>• Première définition d'un acide (substance hydrogénée dont le H peut être substitué par un métal) et formule générale d'un acide (hydracide HM' ou oxacide HM'O).</li> <li>• Démontrer l'existence des ions H<sup>+</sup>(aq) dans une solution d'acide (électrolyse d'une solution HCl(aq) dans un voltamètre d'Hoffman : dégagement de H<sub>2</sub>(g) à l'électrode (-) et de Cl<sub>2</sub>(g) à l'électrode (+)).</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Quelle est l'espèce chimique responsable du caractère acide ?</i></li> <li>○ <i>Reformulation de la définition d'un acide.</i></li> <li>○ <i>Quelles sont les propriétés chimiques caractéristiques des bases hydroxylées ?</i></li> <li>○ <i>Quelle est l'espèce chimique responsable du caractère basique ?</i></li> <li>○ <i>Sous quelle forme se trouve un sel dissous en solution aqueuse (forme moléculaire ou forme dissociée en ions) ?</i></li> <li>○ <i>Est-il possible de mettre en évidence l'existence d'ions <math>\text{Na}^+(\text{aq})</math> et <math>\text{Cl}^-(\text{aq})</math> dans une solution <math>\text{NaCl}(\text{aq})</math> ? (Dissociation ionique de <math>\text{NaCl}</math> en solution aqueuse).</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Effectuer l'électrophorèse d'une solution d'acide sur un support imprégné d'un indicateur coloré → migration de la tache indiquant un caractère acide en direction de la borne (-) → <math>\text{H}^+(\text{aq})</math> est l'espèce chimique responsable du caractère acide [cf. Annexe 1].</li> <li>● Un acide est une substance qui, en solution aqueuse, se dissocie en produisant des ions <math>\text{H}^+(\text{aq})</math>.</li> <li>● Action d'une base sur certains sels (sels d'hydroxydes insolubles) en solution (<math>\text{CuSO}_4</math>, <math>\text{FeCl}_2</math>, <math>\text{FeCl}_3</math>...). Écrire les équations moléculaires correspondantes.</li> <li>● Effectuer l'électrophorèse d'une solution de base sur un support imprégné d'un indicateur coloré → migration de la tache indiquant un caractère basique en direction de la borne (+) → <math>\text{OH}^-(\text{aq})</math> est la particule responsable du caractère basique [cf. Annexe 1].</li> <li>● Montrer qu'une solution de <math>\text{NaCl}(\text{aq})</math> est conductrice du courant → la solution contient des ions libres : ions sodium et ions chlore.</li> <li>● Effectuer l'électrolyse d'une solution de chlorure de sodium, <math>\text{NaCl}(\text{aq})</math>, en utilisant des électrodes en graphite et après avoir ajouté quelques gouttes de phénolphtaléine (f f ) incolore à la solution. Observer le virage au rouge amarante de la phénolphtaléine (f f ) au voisinage de l'électrode (-) → formation d'une base = <math>\text{NaOH}(\text{aq})</math> par réaction avec l'eau du Na formé à l'électrode (-).[NB : rappeler la réaction du Na(s) avec l'eau]. Observer le dégagement gazeux à l'électrode (+) : il s'agit de <math>\text{Cl}_2(\text{g})</math>, reconnaissable à son odeur caractéristique. <b>Conclusion</b> : lors de l'électrolyse de la solution de <math>\text{NaCl}(\text{aq})</math>, les ions sodium ont migré vers l'électrode (-) → dans la solution <math>\text{NaCl}(\text{aq})</math>, ils sont donc sous la forme d'ions positifs <math>\text{Na}^+(\text{aq})</math>, tandis que les ions chlore ont migré vers l'électrode (+) → dans la solution <math>\text{NaCl}(\text{aq})</math>, ils sont donc sous la forme d'ions négatifs <math>\text{Cl}^-(\text{aq})</math>. L'équation de dissociation ionique de <math>\text{NaCl}(\text{aq})</math> en solution aqueuse s'écrira :</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b><math>\text{NaCl}(\text{aq}) ? \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})</math></b></p>
--	--

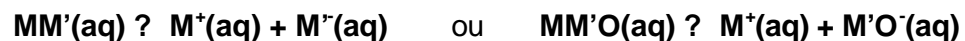
○ *Comment formuler la dissociation ionique d'un sel en solution aqueuse ?*

Généralisation : La même expérience peut être répétée avec d'autres solutions aqueuses de sels (choisir des sels dont les produits d'électrolyse sont facilement identifiables à chaque électrode :  $\text{CuCl}_2$  (dépôt de cuivre, odeur du chlore),  $\text{ZnBr}_2$  (dépôt de zinc, coloration brune de la solution due au brome dissous),  $\text{KI}$  (virage de la f f due à la formation de  $\text{KOH}$ , coloration brune due la l'iode que l'on peut caractériser avec l'empois d'amidon).

L'électrophorèse de sels colorés (comme  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \dots$ ) permet de montrer le sens de migration des ions en fonction de la charge positive ou négative qu'ils portent.

Conclusion : en solution aqueuse, un sel soluble,  $\text{MM}'(\text{aq})$  ou  $\text{MM}'\text{O}(\text{aq})$ , est complètement dissocié en ses ions constitutifs  $\text{M}^+(\text{aq})$  et  $\text{M}'^-(\text{aq})$  ou  $\text{M}^+(\text{aq})$  et  $\text{M}'\text{O}^-(\text{aq})$ . [ M désigne un métal, tandis que M' désigne un non métal].

La dissociation ionique d'un sel en solution peut s'écrire sous la forme générale

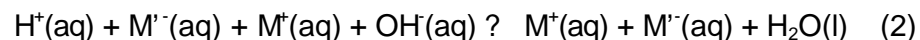


○ *Pourquoi la réaction entre un acide et une base en solution aqueuse est-elle qualifiée de «Réaction de neutralisation» ?*

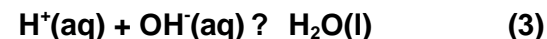
• Réaction de neutralisation acide-base. Écrire les équations moléculaires et ioniques correspondantes [équations (1) et (2) ci-dessous].

Montrer que l'équation bilan d'une réaction de neutralisation écrite sous forme ionique se réduit à une «neutralisation» mutuelle de l'espèce acide  $\text{H}^+(\text{aq})$  et de l'espèce basique  $\text{OH}^-(\text{aq})$  pour former un composé «neutre», l'eau [équation (3) ci-dessous].

En considérant la neutralisation d'un hydracide par une base hydroxylée, les équations suivantes peuvent être formulées :



Soit l'équation-bilan :



<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pourquoi l'eau de ville se trouble-t-elle lorsqu'on y ajoute une solution de nitrate d'argent ?</li> <li>○ Pourquoi le calcaire bouillonne-t-il lorsqu'on le met en présence de vinaigre ou d'esprit de sel ?</li> <li>○ Quels produits chimiques utilise-t-on dans la vie courante ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interactions entre les solutions aqueuses d'acides, de bases et de sels. Équations d'association d'ions. Classification de ces réactions en réactions de précipitation, de neutralisation (neutralisation acidobasique) et de volatilisation. Envisager quelques réactions de précipitation ou de volatilisation d'intérêt analytique : précipitation des chlorures par <math>\text{AgNO}_3(\text{aq})</math>, des sulfates par <math>\text{BaCl}_2(\text{aq})</math>, dégagement de <math>\text{NH}_3(\text{g})</math> par traitement d'un sel d'ammonium cristallisé par <math>\text{CaO}(\text{s})</math> ou <math>\text{NaOH}(\text{s})</math>...</li> <li>• Compléments (au choix) : étude particulière de quelques substances de la vie courante, telles que l'esprit de sel pour le décapage des métaux, la soude caustique comme agent de débouchage des canalisations d'évacuation, l'eau de Javel comme agent de désinfection ou de blanchiment, les savons et les détergents, l'acide sulfurique des batteries d'accumulateurs automobile, le sulfate de cuivre (II) comme antifongique en horticulture...</li> </ul>
<p><i>Exemples d'activités</i></p>	<p><i>Remarques et conseils</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparer l'action de quelques acides et de quelques bases en solution sur les indicateurs colorés (teinture de tournesol et phénolphtaléine).</li> <li>• Action d'un acide en solution [<math>\text{HCl}(\text{aq})</math>] sur un métal [<math>\text{Mg}(\text{s})</math> ou <math>\text{Fe}(\text{s})</math>].</li> <li>• Action d'un acide en solution, par exemple <math>\text{HCl}(\text{aq})</math>, sur un oxyde métallique [<math>\text{MgO}(\text{s})</math>, <math>\text{FeO}(\text{s})</math>, <math>\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})</math>, <math>\text{CuO}(\text{s})</math>].</li> <li>• Action d'un acide en solution, par exemple <math>\text{HCl}(\text{aq})</math>, sur un hydroxyde [<math>\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})</math>, <math>\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})</math>, <math>\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})</math>, <math>\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})</math>].</li> <li>• Action d'un acide en solution, par exemple <math>\text{HCl}(\text{aq})</math>, sur certains sels (d'acides faibles) [<math>\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})</math>, <math>\text{CaCO}_3(\text{s})</math>, <math>\text{NaNO}_2(\text{aq})</math>].</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veiller à utiliser un acide qui donne lieu à une réaction rédox n'impliquant <u>que</u> le couple <math>\text{H}^+(\text{aq})/\text{H}_2(\text{g})</math>. Ainsi, par exemple, la réaction entre <math>\text{HNO}_3(\text{aq})</math> et <math>\text{Cu}(\text{s})</math> ou <math>\text{Zn}(\text{s})</math> est à exclure.</li> <li>• Réaction générale (dans le cas d'un hydracide) : <math>\text{HM}'(\text{aq}) + \text{M}(\text{s}) \rightarrow \text{MM}'(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})</math></li> <li>• Réaction générale (dans le cas d'un hydracide) : <math>\text{HM}'(\text{aq}) + \text{MO}(\text{s}) \rightarrow \text{MM}'(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})</math></li> <li>• Réaction générale (dans le cas d'un hydracide) : <math>\text{HM}'(\text{aq}) + \text{MOH}(\text{aq ou s}) \rightarrow \text{MM}'(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})</math></li> <li>• Réaction générale (dans le cas d'un hydracide) : <math>\text{HM}'_1(\text{aq}) + \text{MM}'_2(\text{aq ou s}) \rightarrow \text{MM}'_1(\text{aq}) + \text{HM}'_2(\text{aq})</math></li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Action d'une base (forte) hydroxylée en solution, NaOH(aq) par exemple, sur un acide HM'(aq) ou HM'O(aq) (voir plus haut).</li> <li>• Action d'une base (forte) hydroxylée en solution, NaOH(aq) par exemple, sur certains sels (de bases faibles).</li> <li>• Sur la base des expériences précédentes, tirer une conclusion générale quant à la réactivité comparée des acides et des bases hydroxylées.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser les expériences d'électrolyse et d'électrophorèse évoquées dans ce module [cf. Annexe 1].</li> <li>• Réaliser quelques expériences pour illustrer les réactions de précipitation et de volatilisation.</li> <li>• Envisager expérimentalement quelques applications pratiques de la chimie analytique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaction générale (dans le cas d'un hydracide) : <math>HM'(aq) + MOH(aq \text{ ou } s) \rightarrow MM'(aq) + H_2O(l)</math> [Réaction de neutralisation].</li> <li>• Réaction générale (dans le cas d'un sel d'hydracide) : <math>M_1OH(aq) + M_2M'(aq) \rightarrow M_1M'(aq) + M_2OH(s)</math></li> <li>• Les réactions auxquelles donnent lieu les acides peuvent être décrites comme résultant de la substitution de l'hydrogène de l'acide par un métal [<math>HM' \rightarrow MM'</math> ou <math>HM'O \rightarrow MM'O</math>]</li> <li>• Les réactions auxquelles donnent lieu les bases hydroxylées peuvent être décrites comme des réactions de double substitution conduisant à la formation d'une autre base (volatile ou insoluble) [<math>M_1OH \rightarrow M_2OH</math>].</li> </ul> <p>NB : Dans le présent module, le recours à la formulation généralisée, telle que présentée ci-dessus, n'est pas indispensable.</p> <p><i>En ce qui concerne la nomenclature, il n'y a lieu que de considérer les composés les plus courant et ceux qui seront utilisés lors des expériences réalisées en classe.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Privilégier des réactions qui présentent un intérêt analytique (précipitation d'un chlorure en solution par <math>AgNO_3(aq)</math>, d'un sulfate par <math>BaCl_2(aq)</math>, d'un hydroxyde par NaOH (aq) ou KOH(aq) [ex. précipitation de <math>Cu(OH)_2 (s)</math> bleu, de <math>Fe(OH)_2</math> vert, de <math>Fe(OH)_3</math> brun...].</li> <li>• Mise en évidence d'ions dans des eaux naturelles ou des eaux minérales, des aliments (lait), des liquides physiologiques (sérum sanguin, urine)...</li> </ul>
--	---

## MODULE 2 : LA LIAISON IONIQUE - LA LIAISON COVALENTE

### LES PROPRIÉTÉS DISSOLVANTES DE L'EAU

#### *Compétences mises en œuvre*

- ◇ Construire le modèle de la liaison chimique à partir de données et de faits expérimentaux.
- ◇ Opérer la distinction entre une liaison ionique et une liaison covalente dans le cadre du modèle de la liaison chimique.
- ◇ Établir un lien entre les propriétés d'une substance (solubilité, température de fusion, par ex.) et le type de liaisons représenté dans la molécule de cette substance.
- ◇ Expliquer les propriétés dissolvantes de l'eau.

#### *Exemples de questionnement*

- *Comment la structure de l'atome permet-elle de justifier l'existence des ions ?*
  
- *Les ions libres résultent-ils de la rupture d'une liaison ?*

#### *Notions*

- Le modèle élémentaire suffit à expliquer les phénomènes rencontrés dans ce module. On se limitera au rappel des notions suivantes :
  - modèle planétaire de l'atome (Rutherford) avec un noyau central chargé positivement (les protons) et un nuage électronique chargé négativement (la structuration du nuage électronique n'est pas requise);
  - neutralité de l'atome résultant d'une égalité du nombre de charges positives du noyau (nombre de  $p^+$ ) et du nombre de charges négatives (nombre de  $e^-$ ).
  - conséquences d'une perte d'électron(s) ou d'un gain d'électron(s) sur la charge de l'atome ( $\rightarrow$  notion d'ion) ;
  
- Le Module 1 a permis de mettre en évidence l'existence d'ions dans les solutions d'acides, de bases et de sels solubles. Ces ions résultent de la rupture de liaisons chimiques préexistantes, lesquelles sont généralement de nature *ioniques*. Exemples : liaison entre Na et Cl dans  $\text{NaCl(s)}$  [ $\rightarrow$   $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  après rupture de la liaison lors de la dissolution dans l'eau], liaison entre Na et le groupe OH dans  $\text{NaOH(s)}$  [ $\rightarrow$   $\text{Na}^+$  et  $\text{OH}^-$  après rupture de la liaison lors de la dissolution dans l'eau].

<p>○ Comment rendre compte de la tendance d'un atome à se transformer en un ion positif ou en un ion négatif ? (Notion d'électronégativité d'un élément).</p> <p>○ De quelle manière l'électronégativité des éléments impliqués dans une liaison influence-t-elle la nature de la liaison ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'aspect quantitatif n'est pas requis. On se limitera à introduire l'électronégativité comme une estimation de l'affinité électronique, soit, plus simplement, comme une mesure de la tendance de l'atome d'un élément à capter un (des) électron(s). D'un point de vue pratique, on mentionnera que l'électronégativité augmente globalement des éléments métalliques situés en bas à gauche aux éléments situés en haut à droite du tableau de la classification périodique des éléments.  <u>NB</u> : une justification élémentaire mais partielle peut être apportée en considérant le rayon atomique : plus il est faible, plus l'attraction exercée par le noyau (+) sur un électron périphérique (-) est importante (ex. le fluor, F, <math>r_{at} = 64</math> pm) et inversement (ex. le césium, Cs, <math>r_{at} = 262</math> pm). Ainsi, le fluor est l'élément dont l'électronégativité est la plus élevée, tandis que le césium est celui qui possède l'électronégativité la plus faible.</li> <li>• La liaison entre deux atomes s'opère par les électrons les plus périphériques (qualifiés d'électrons « valentiels »), car ce sont les seuls qui peuvent être « partagés » entre les deux partenaires, c'est-à-dire soumis simultanément à l'attraction électrostatique des deux noyaux.  <u>NB</u> : Expérience décrite dans la fiche n°27, pages 100 et 101 du Manuel CHIMIE de 4 G édité par le Centre Technique et Pédagogique de Frameries (1999), ISBN 2-873444-430-4.  Plus précisément, la liaison s'opère par le biais d'une paire d'électrons (doublet de liaison) que les deux atomes se partagent (plus ou moins équitablement).  Comparer la situation des électrons liants dans le cas d'une liaison entre deux atomes : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ de même électronégativité (ex. toute molécule biatomique telle que H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ou P et H dans PH<sub>3</sub>,) ou d'électronégativités très voisines (ex. C et H dans CH<sub>4</sub>) ;</li> <li>▪ d'électronégativités <u>très</u> différentes (ex. Na et Cl dans NaCl, Ca et O dans CaO, H et F dans HF) ;</li> <li>▪ d'électronégativités différentes, sans toutefois que cette différence ne soit extrême = situation intermédiaire des précédentes (ex. H et Cl dans HCl, H et O dans H<sub>2</sub>O, N et H dans NH<sub>3</sub>, C et O dans CO<sub>2</sub>).</li> </ul> <u>NB</u> : Les trois situations précédentes peuvent être caractérisées en termes de <i>différence d'électronégativité</i> entre les deux partenaires (sans pour autant qu'il soit nécessaire d'introduire des valeurs numériques) : différence nulle ou faible, différence très grande, différence moyenne.</li> </ul>
---	--

<p>○ En quoi la liaison ionique se distingue-t-elle de la liaison covalente et une liaison covalente apolaire, d'une liaison covalente polarisée ?</p> <p>○ Quelle est l'incidence de l'existence de liaisons covalentes polarisées sur la polarité de la molécule ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• On remarquera que : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ lorsque la différence d'électronégativité est faible, les électrons de liaison sont équitablement partagés entre les deux partenaires → pas de déséquilibre de charge = liaison non polarisée ou <b>liaison covalente non polarisée</b> ou <b>apolaire</b> = mise en commun parfaitement équitable des électrons de liaison ;</li> <li>▪ lorsque la différence d'électronégativité est très grande, l'élément le plus électronégatif «capture» définitivement l'électron de son partenaire pour devenir un ion négatif (ex. Cl<sup>-</sup> dans NaCl), tandis que son partenaire devient un ion positif (ex. Na<sup>+</sup> dans NaCl) → la liaison est de nature électrostatique et résulte de l'attraction mutuelle qu'exercent les deux ions = <b>liaison ionique</b> = échange d'un électron entre deux atomes d'éléments ayant des électronégativités très différentes ;</li> <li>▪ lorsque la différence d'électronégativité entre les deux partenaires est appréciable, sans être extrême, la mise en commun des électrons liants n'est pas «équilibrée» : l'élément le plus électronégatif (ex. O dans H<sub>2</sub>O ou Cl dans HCl) attire davantage le doublet de liaison que son partenaire moins électronégatif (H dans les deux exemples cités) → apparition de charges partielles sur les deux atomes = <b>liaison covalente polarisée</b>. Pour distinguer les charges «partielles» des charges «entières» présentes dans un composé ionique (Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>), les charges partielles qui apparaissent dans un composé à liaisons covalentes polarisées sont notées δ<sup>+</sup> et δ<sup>-</sup> (H<sup>δ+</sup> et Cl<sup>δ-</sup> dans HCl, H<sup>δ+</sup> et O<sup>δ-</sup> dans H<sub>2</sub>O).</li> </ul> </li> <li>• À l'aide de modèles moléculaires, rechercher les positions relatives des résultantes des charges positives et négatives liées à l'existence de pôles positifs et négatifs sur les différents atomes impliqués dans des liaisons covalentes polarisées. Ex. HCl, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, CCl<sub>4</sub>.</li> <li>• Constaté que ces «centres» (résultantes) positifs et négatifs peuvent être distincts (HCl, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>) ou confondus (CO<sub>2</sub>, CCl<sub>4</sub>), <u>selon la géométrie de la molécule</u>. → <b>la présence de liaisons polarisées ne suffit pas à rendre une molécule polaire, il faut prendre en considération sa géométrie, plus spécialement ses propriétés de symétrie.</b></li> </ul>
--	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Quelle est l'incidence du caractère ionique ou covalent d'un composé sur des propriétés physiques telles que sa température de fusion ou sa solubilité dans l'eau ?</i></li>   <li>○ <i>Pourquoi l'eau de chaux (solution d'hydroxyde de calcium, <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math>, se trouble-t-elle lorsqu'on y fait barboter un courant de <math>\text{CO}_2</math> ? Pourquoi ce trouble disparaît-il lorsque le dégagement gazeux est prolongé ?</i></li> <li>○ <i>Pourquoi peut-on utiliser du vinaigre pour «détartrer» un percolateur à café ?</i></li>   <li>○ <i>Pourquoi la glace flotte-t-elle sur l'eau liquide ?</i></li> <li>○ <i>Pourquoi une bouteille bouchonnée et remplie d'eau éclate-t-elle sous l'effet du gel ?(même problème avec les canalisations d'eau en période hivernale).</i></li> </ul>	<p>Répéter l'expérience de la déviation d'un filet d'eau par un corps chargé d'électricité statique. Réaliser la même expérience avec <math>\text{CCl}_4</math> (en observant strictement les mesures de sécurité et en travaillant sous hotte !).</p> <p>NB : cette expérience est décrite dans la fiche n°44, page 172 du Manuel CHIMIE de 4 G édité par le Centre Technique et Pédagogique de Frameries (1999), ISBN 2-873444-430-4.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparer les températures de fusion de composés ioniques (sels) et de composés covalents (hydrogène, chlore, oxygène, chlorure d'hydrogène, eau, méthane, ammoniac, soufre...).</li> <li>• Justifier les différences observées sur la base des types d'interaction assurant la cohésion du solide.</li> <li>• Comparer la solubilité dans l'eau de composés ioniques et de composés covalents.</li> <li>• Justifier les différences observées sur la base des types d'interaction entre les molécules de soluté et les molécules d'eau (solvant) → la dispersion des molécules de substances non polaires opposée à la dissociation ionique des substances ioniques.</li> <li>• Notion de solvant polaire et de solvant non polaire</li>   <li>• Réactions d'association d'ions en solution aqueuse : réactions de précipitation, de neutralisation et de volatilisation.</li>   <li>• Notion de <i>liaison par pont d'hydrogène</i> («Liaison H»). La structure cristalline de la glace – La variation de la masse volumique de l'eau avec la température. À titre facultatif et optionnel, on pourra envisager le fait que la température d'ébullition de l'eau soit très supérieure à celle des autres composés hydrogénés du groupe VIa.</li> </ul>
---	--



<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pourquoi les corps gras sont-ils solubles dans <math>CCl_4</math> et pas dans l'eau ? (principe des «détachants»).</li> <li>○ Pourquoi utilise-t-on l'acétone comme dissolvant du vernis à ongles ?</li> <li>○ Pourquoi utilise-t-on le tétrachloréthylène dans les magasins de nettoyage à sec ?</li> <li>○ Pourquoi les solvants de peintures et de vernis sont-ils des solvants «organiques» (White spirit, trichloréthylène, toluène...) et non de l'eau ?</li>   <li>○ Qu'est-ce que la «concentration» d'une solution ?</li> <li>○ Que signifient des indications telles que «alcool 45°» ou «solution de soude caustique à 50% en masse» ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparer la solubilité d'une graisse ou d'une huile (composés non polaires) dans l'eau (solvant polaire) et dans le tétrachlorure de carbone (solvant non polaire).</li> <li>• Répéter l'expérience avec d'autres solvants non polaires (ex. tétrachloréthylène, <math>C_2Cl_4</math>, utilisé dans le «nettoyage à sec», thinner synthétique, trichloréthylène, White spirit... utilisés en peinture, hexane). NB : l'utilisation de solvants organiques (volatils, toxiques et parfois inflammables) doit s'accompagner des mesures de sécurité appropriées, notamment le travail sous hotte et en l'absence de toute flamme ou de toute source de chaleur.</li> <li>• Expliquer ces observations sur la base des interactions entre solvant et soluté. En tirer une règle générale (et non absolue !!!) selon laquelle <i>les composés polaires sont plus solubles dans les solvants polaires (ex. eau) et les composés non polaires sont plus solubles dans les solvants non polaires (ex. la plupart des solvants organiques)</i>. Applications : l'utilisation des solvants organiques comme agents dégraissants, comme solvants dans l'industrie des peintures, l'acétone comme agent dissolvant du vernis à ongles, vitamines hydrosolubles (vitamine C, par ex.) et vitamines liposolubles (vitamines du groupe B, par ex.), mode d'action des savons et des détergents ... [Énumération non exhaustive !].</li> <li>• Notion de concentration (le cas échéant, opérer un rappel de la notion de <i>mole</i> dans l'expression de la quantité de matière). NB : Se limiter à envisager l'expression de la concentration en <math>mol\ dm^{-3}</math> (<math>mol\ L^{-1}</math>), en <math>g\ dm^{-3}</math> (<math>g\ L^{-1}</math>) et en g % (g pour 100 mL de solution) qui sont les modes d'expression les plus couramment usités.</li> </ul>
---	---

<i>Exemples d'activités</i>	<i>Remarques et conseils</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Illustration expérimentale du caractère liant du doublet d'électrons dans la molécule H<sub>2</sub>. [Cf. expérience décrite dans la fiche n°27, pages 100 et 101 du Manuel CHIMIE de 4 G édité par le Centre Technique et Pédagogique de Frameries (1999), ISBN 2-873444-430-4].</li> <li>• Utilisation des modèles moléculaires pour évaluer le caractère polaire ou non d'une molécule.</li> <li>• Illustration expérimentale du caractère polaire de la molécule d'eau et du caractère non polaire de la molécule de CCl<sub>4</sub>. [Cf. expérience décrite dans la fiche n°44, page 172 du Manuel CHIMIE de 4 G édité par le Centre Technique et Pédagogique de Frameries (1999), ISBN 2-873444-430-4].</li> <li>• Étude expérimentale de la solubilité comparée de diverses substances polaires ou non polaires dans différents solvants polaires ou non polaires. [NB : n'utiliser que des substances dénuées de risques].</li> <li>• Expériences sur la dissolution de CO<sub>2</sub>(g) dans l'eau de chaux, Ca(OH)<sub>2</sub>.</li> <li>• Démonstration de l'action du vinaigre sur le carbonate de calcium (calcaire).</li> <li>• Préparation de solutions de concentration donnée, soit à partir du soluté pur (solide ou liquide), soit à partir d'une solution-mère appropriée de concentration connue. [NB : n'utiliser que des substances dénuées de risques].</li> <li>• À titre facultatif et optionnel, expliciter des indications commerciales telles que «Acide chlorhydrique 30%», «Alcool iodé 2%», «Alcool 45°», «Vinaigre 8°»...</li> </ul>	<p>Dans toute la mesure du possible, les exemples retenus pour illustrer ce module seront proches de situations de la vie quotidienne et seront mis en rapport avec des applications pratiques.</p> <p>Les théories explicatives seront limitées à l'essentiel et illustrées par des cas simples, en faisant largement appel à la schématisation.</p> <p>La notion de concentration sera traitée d'un point de vue essentiellement pratique et ne sera envisagée qu'en termes de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ concentration molaire : mol dm<sup>-3</sup> (mol L<sup>-1</sup>),</li> <li>▪ concentration massique : g dm<sup>-3</sup> (g L<sup>-1</sup>),</li> <li>▪ pourcentage massique : g pour 100 mL de solution (g% en masse).</li> </ul> <p>À titre facultatif, la concentration volumique (g% en volume) pourra être mentionnée.</p> <p><u>Référence utile</u> : Manuel CHIMIE de 4 G édité par le Centre Technique et Pédagogique de Frameries (1999), ISBN 2-873444-430-4.</p>

Deuxième partie : 6<sup>e</sup> année

## MODULE 3 : LA CHIMIE ORGANIQUE, UNE CHIMIE DE COMPOSÉS CARBONÉS

## Compétences mises en œuvre

- ◇ Comprendre les raisons de la grande variété des composés organiques et de leur importance économique (combustibles, carburants, matières plastiques...).
- ◇ Comprendre les enjeux écologiques liés à l'utilisation des substances issues de la distillation du pétrole brut et de leurs dérivés.

Exemples de questionnement	Notions
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Quelle est l'origine des substances qui contribuent à améliorer nos conditions de vie ?</li> <li>○ Qu'est-ce qu'un produit «organique» ?</li> <li>○ Où les trouve-t-on ?</li>   <li>○ Qu'est-ce qu'une «matière plastique», une «macromolécule» ?</li>   <li>○ Quelles sont les conséquences environnementales de l'accumulation des déchets de matériaux plastiques ? Peut-on les recycler ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude expérimentale de la combustion d'un morceau de carton, d'un morceau de sucre, d'un fragment de polyéthylène provenant d'une bouteille en plastique...</li> </ul> <p><i>Montrer ainsi que la combustion complète fait apparaître de la vapeur d'eau, que le gaz produit (CO<sub>2</sub>) trouble l'eau de chaux → présence de C, H, (O).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition et généralisation de la définition de composé organique</li> <li>• Importance de la tétravalence du carbone sur la formation des différents types de liaisons carbone-carbone.</li> <li>• Classification des hydrocarbures avec nomenclature des plus usités</li> </ul> <p><i>Envisager la classification des hydrocarbures en alcanes et alcènes (NB : les alcynes seront mentionnés mais ne seront pas étudiés).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la polymérisation et les matériaux plastiques</li> </ul> <p><i>Sur la base de la structure du polyéthylène (PE), envisager d'autres polymères contenant des hétéroatomes : comparer le polyéthylène (PE), le chlorure de polyvinyle (PVC), les polyuréthanes (PU). Il est possible à ce moment d'envisager les problèmes environnementaux que soulève la combustion des plastiques.</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>D' où proviennent les énergies fossiles ?</i></li>   <li>○ <i>Quelles sont les conséquences possibles de l'utilisation des carburants et des combustibles d'origine fossile ? (Aspects économiques et écologiques – Alternatives possibles à l'utilisation des combustibles fossiles).</i></li>   <li>○ <i>Quel est l'impact négatif de l'utilisation des énergies fossiles sur l'environnement ? Comment pouvons-nous contribuer à le réduire dans notre comportement quotidien ?</i></li>   <li>○ <i>Quels sont les risques liés à l'utilisation de combustibles ?</i></li>   <li>○ <i>Que sont les composés organiques appelés «CFC» ?</i></li>   <li>○ <i>En quoi constituent-ils une menace pour l'environnement ?</i></li>   <li>○ <i>Comment remédier à cet inconvénient ?</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Le pétrole et le gaz naturel - l'industrie pétrochimique <i>NB : En partant des documents CAF traitant du pétrole (fiches de cours et diaporama), des notions telles que la distillation fractionnée, le craquage, le reformage peuvent être abordées simplement.</i></li>   <li>● Par le biais d'un exemple numérique, on pourra montrer que le GPL (<b>G</b>az de <b>P</b>étrole <b>L</b>iquéfié) est un carburant plus économique et moins polluant que l'essence (utiliser, par ex., une publicité automobile comme document de travail). Lutte contre la pollution résultant de l'utilisation des carburants automobiles : essences sans plomb, pots catalytiques. Les alternatives aux carburants automobiles : le moteur électrique, le moteur à l'alcool.</li>   <li>● Effet de serre (rôle de CO<sub>2</sub>, de CH<sub>4</sub> et des NO<sub>x</sub>) – «Smog» urbain</li> <li>● Quels comportements citoyens devons-nous adopter (précautions, mesures d'économie...) pour préserver l'équilibre naturel ?</li>   <li>● Risques encourus et précautions à prendre lors de l'utilisation de combustibles (gaz naturel, bonbonnes de butane/propane) et de carburants (essence) ?</li>   <li>● Les composés organiques chlorofluorés utilisés comme gaz propulseur dans les aérosols (sprays) sont appelés CFC (de l'anglais «chlorofluorocarbons»).</li> <li>● Rôle des CFC dans l'altération de la couche d'ozone stratosphérique («trou» d'ozone).</li> <li>● Remplacement des gaz CFC par un gaz inerte (l'azote) dans les aérosols. Suppression du gaz au profit d'un système de propulsion mécanique (pompe).</li> </ul>
--	--

**MODULE 4 : QUELQUES SUJETS DE CHIMIE ORGANIQUE OU DE BIOCHIMIE**

*Compétences mises en œuvre*

◇ Comprendre l'origine, les propriétés et le rôle de quelques substances impliquées dans des processus biologiques.

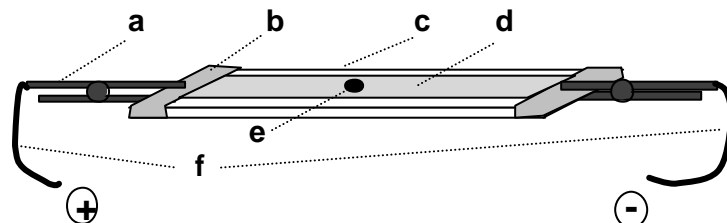
<i>Exemples de questionnement</i>	<i>Notions</i>
<p><i>Origine et propriétés de substances impliquées dans certains processus biologiques.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qu'est-ce qu'un alcool, un aldéhyde, une cétone, un acide carboxylique ?</li> <li>• Comment fabrique-t-on de la bière, du vin... ? Quels risques l'abus d'alcool présente-t-il pour la santé ?</li> <li>• Comment se forme l'alcool, le vinaigre,... ?</li> </ul> <p><i>Origine, propriétés et utilisations de substances qui contribuent à améliorer nos conditions de vie.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quelle différence y a-t-il entre un savon et un détergent ?</li> <li>• Comment agissent-ils ? Quels problèmes écologiques leur rejet dans la nature soulève-t-il ?</li> <li>• Quelles sont les molécules qui entrent dans la composition des produits cosmétiques ?</li> <li>• Qu'est-ce qu'un parfum ?</li> <li>• Qu'est-ce qu'un acide « gras » ? Quelle est leur importance sur le plan de la santé humaine ?</li> </ul> <p><i>Risques que présentent certaines substances organiques.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quelles précautions faut-il prendre lors de l'utilisation d'alcool à brûler (méthanol) ? d'acétone ?</li> <li>• Le méthanol (alcool méthylique ou alcool à brûler) est-il comparable à l'éthanol (alcool éthylique présent dans les boissons alcoolisées) sur le plan des propriétés physiologiques ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude succincte de quelques composés organiques d'importance biochimique (en rapport avec des situations d'apprentissage relevant essentiellement de la biologie).</li> <li>• Thèmes à aborder :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ les alcools ;</li> <li>○ les aldéhydes et les cétones ;</li> <li>○ les acides carboxyliques ;</li> <li>○ les esters.</li> </ul> </li> <li>• Deux thèmes au choix parmi les suivants:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ les sucres ;</li> <li>○ les huiles et les graisses ;</li> <li>○ les savons et les détergents ;</li> <li>○ Les produits cosmétiques ;</li> <li>○ les acides aminés – les protéines (notamment les enzymes).</li> </ul> </li> <li>• L'importance des acides gras saturés et insaturés (notamment Oméga-3) en matière de diététique (risques cardiovasculaires associés à la consommation de graisses saturées).</li> <li>• Risques particuliers liés à l'utilisation de produits organiques (inflammabilité, toxicité par inhalation ou par contact cutané...).</li> <li>• Caractère hautement toxique du méthanol par ingestion (cécité causée par l'absorption de vins ou d'alcools frelatés au méthanol).</li> </ul>

<i>Exemples d'activités</i>	<i>Remarques et conseils</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonctions oxygénées et fonctions azotées de chimie organique et noms des substances étudiées.</li> </ul> <p><i>Exemples de sujets :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>Les alcools : réaliser la fermentation alcoolique (CH-BIO).</i></li> <li>* <i>Les aldéhydes et les cétones : les molécules "sucrées", les molécules "parfumées" – Étude de quelques parfums (fleurs, fruits, parfums ou arômes synthétiques) (CH-BIO).</i></li> <li>* <i>Les acides carboxyliques et les esters : réaliser une estérification – Étude de quelques esters (présents dans les fruits). [Cf. Annexe 2].</i></li> <li>* <i>Les huiles végétales et les graisses : mise en évidence de quelques propriétés caractéristiques des corps gras (viscosité, solubilité, température de fusion et d'ébullition...).</i></li> <li>* <i>Les savons : réaliser la saponification d'une graisse ou d'une huile (préparation d'un savon) (CH-BIO). [Cf. Annexe 3]</i></li> <li>* <i>Des acides aminés aux protéines : les molécules de la "vie" – Étude d'une réaction enzymatique (ex. : hydrolyse du maltose sous l'effet de l'amylase salivaire) (CH-BIO).</i></li> </ul>	<p>Pour que l'étude des substances concernées soit significative, il convient de l'aborder en liaison avec le cours de biologie.</p> <p>Les fonctions organiques qui seront envisagées ne doivent pas donner lieu à une étude exhaustive et fouillée. Il convient de se limiter aux notions et aux réactions qui débouchent sur des exemples familiers ou sur des applications pratiques en lien étroit avec la vie quotidienne.</p> <p>Il importe d'opérer des choix qui, dans toute la mesure du possible, tiennent compte du contexte d'intérêt et des motivations des élèves.</p> <p>Chaque fois que les conditions le permettent, on optera pour une étude <u>expérimentale</u>, plutôt que pour un exposé théorique.</p> <p>À cet égard, la publication CHIMIE ORGANIQUE de J-L. Bouxin et R. Vanwuytswinkel, réédition du CTP Frameries de 1996 (réf. D/1996/3125/29), constitue une ressource incontournable.</p> <p>Cette publication est un recueil très complet de manipulations de chimie organique et de biochimie réalisables avec un matériel minimal et des produits présentant un risque réduit.</p>

## ANNEXES : Exemples de modes opératoires

### Annexe 1 : Électrophorèse

#### Montage utilisé :



- a : pince crocodile
- b : feuille d'aluminium de ménage
- c : lame porte-objet (lame de microscope en verre)
- d : support (papier filtre, papier indicateur...)
- e : échantillon soumis à l'électrophorèse
- f : fils électriques [à raccorder à un générateur de courant continu basse tension (0-24 V)].

#### Mode opératoire :

Rendre le support (d) conducteur du courant en l'imprégnant d'une solution aqueuse de  $\text{KNO}_3$ .

Étendre le support sur la lame porte-objet (c) et le recouvrir à chacune de ses extrémités d'une bandelette de feuille d'aluminium de ménage (b), afin d'assurer un contact électrique franc.

Fixer deux pinces «crocodile» (a).

Brancher deux fils conducteurs (f) sur les pinces (a) et les raccorder à un générateur de courant continu basse tension (0-24 V).

Déposer l'échantillon (e) soumis à l'électrophorèse (une goutte de solution déposée avec une baguette en verre ou un cristal s'il s'agit d'un sel) au centre du support (\*).

Brancher le générateur de courant et appliquer une tension d'environ 10 V.

Laisser fonctionner pendant environ 30 minutes en observant régulièrement les modifications qui se produisent.

(\*) Dans le cas de l'électrophorèse

- d'un acide, soit  $\text{HCl}(\text{aq})$   $0,1 \text{ mol L}^{-1(**)}$ , utiliser du papier de tournesol *bleu* (ou du papier indicateur universel) comme support ;
- d'une base, soit  $\text{NaOH}(\text{aq})$   $0,1 \text{ mol L}^{-1(**)}$ , utiliser du papier de tournesol *rouge* (ou du papier indicateur universel) comme support ;
- d'un sel [ $\text{CuSO}_4(\text{s})$ ,  $\text{KMnO}_4(\text{s})$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s})$ ], l'échantillon sera constitué d'un cristal du sel et une bandelette de papier filtre servira de support.

**Remarque** : La mise en évidence des ions  $\text{Cu}^{2+}$  (légère coloration bleue) est renforcée par l'imprégnation du support (papier filtre) à l'aide d'une solution diluée d'ammoniaque (formation d'un ion complexe  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$  bleu foncé).

(\*\*) On peut utiliser un acide (l'acide oxalique) et une base (l'hydroxyde de sodium) sous forme cristallisée, ce qui empêche la diffusion trop rapide du soluté et permet d'obtenir une concentration appréciable de la substance soumise à l'électrophorèse. On peut ainsi mieux visualiser la migration des ions sur le support.

**Annexe 2 : Synthèse de quelques arômes caractéristiques (esters)**

Dans un tube à essais, introduire successivement :

- 6 mL de la solution **A** (un alcool),
- 8 mL de la solution **B** (un acide carboxylique),
- 1 mL d'acide sulfurique concentré, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ajouter très lentement, avec toutes les précautions requises),
- un grain de pierre ponce pour régulariser l'ébullition.

Mélanger à l'aide d'un agitateur en verre.

Adapter un condenseur à air (t) au tube à essais (e) (bouchon muni d'un tube en verre dans lequel les vapeurs pourront se condenser)

Plonger le tube à essais, pourvu de son condenseur, dans un bain marie (m) placé sur une plaque chauffante (p).

Chauffer le mélange à reflux pendant une dizaine de minutes en l'agitant régulièrement.

Veiller, le cas échéant, à ne pas dépasser le point d'ébullition de l'ester formé (cf. tableau).

Laisser refroidir le mélange.

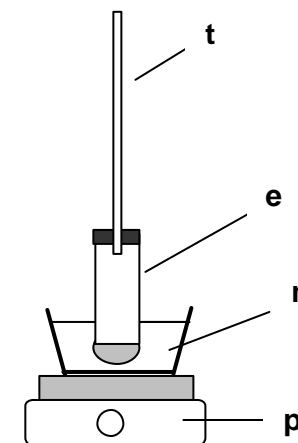
Verser le mélange dans un becher contenant une solution concentrée de chlorure de sodium, NaCl (c = 30 g.L<sup>-1</sup>).

Agiter avec une baguette en verre, laisser décanter. La phase organique se sépare à la partie supérieure du becher.

Verser la phase organique dans un tube à essais contenant quelques grains de CaC<sub>2</sub> (déshydratant).

Identifier prudemment (par déplacement d'air) l'ester (arôme) obtenu, grâce à son odeur caractéristique.

<b>Solution A (alcool)</b>	<b>Solution B (acide carboxylique)</b>	<b>Ester obtenu</b>	<b>Q ébullition/ °C</b>	<b>Arôme correspondant</b>
Éthanol absolu	Acide méthanoïque	Méthanoate d'éthyle	53	<i>Essence de rhum</i>
Éthanol absolu	Acide butanoïque	Butanoate d'éthyle	121	<i>Essence d'ananas</i>
Méthyl-3 butan-1-ol (alcool isoamylique)	Acide éthanoïque (acide acétique)	Éthanoate de 3-méthylbutyle (acétate d'isoamyle)	142	<i>Essence de banane</i>





### Annexe 3 : Synthèse d'un savon (saponification d'un corps gras)

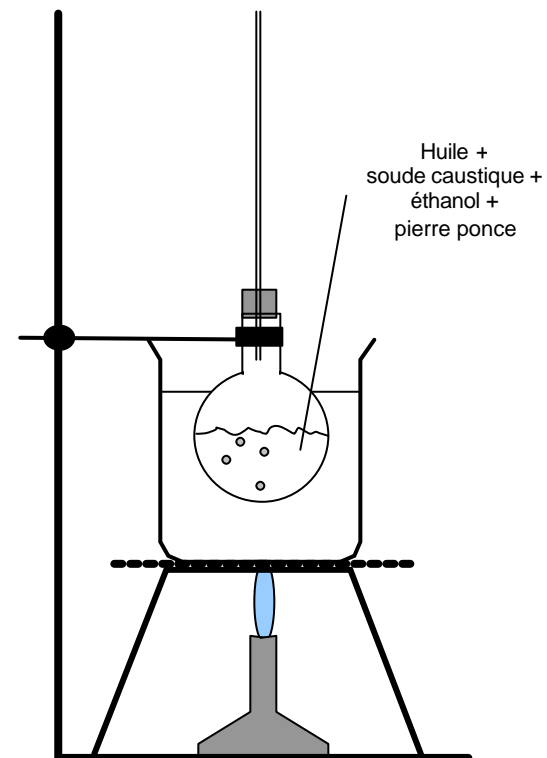
Dans un ballon de 100 mL, introduire 5 mL d'huile d'olive, 5 mL d'une solution de NaOH à 30% en masse, 5 mL d'éthanol à 90° et quelques grains de pierre ponce.  
Adapter un condenseur à air au sommet du ballon (voir schéma).  
Chauffer au bain marie le mélange jusqu'à l'ébullition douce pendant une quinzaine de minutes.

Lorsque le mélange paraît homogène et commence à mousser, interrompre le chauffage.  
Verser le contenu de l'erenmeyer dans un becher contenant une solution concentrée de NaCl ( $c = 30 \text{ g.L}^{-1}$ ).  
Agiter avec une baguette de verre, laisser décanter et filtrer (la filtration est plus rapide si l'on utilise un filtre Büchner).

Récupérer le précipité de savon (peu soluble dans l'eau salée).

Illustrer expérimentalement quelques propriétés caractéristiques des savons (pouvoir moussant, pouvoir détergent, comportement dans une eau dure).

**ATTENTION : ce savon ne doit pas être utilisé car il peut contenir des résidus d'hydroxyde de sodium (soude caustique) !**



## BIBLIOGRAPHIE

◇ **PUBLICATIONS DU CENTRE TECHNIQUE ET PÉDAGOGIQUE (C.T.P.) DE LA C.F. DE FRAMERIES**

**Adresse: Route de Bavay, 2B à 7230 - FRAMERIES.**

**Tél. 065/66.73.22. /67.62.61 Fax. 065/66.14.21.**

### Deuxième degré

- C.04 - Chimie 4 : Travaux pratiques, deuxième degré (1985).
- C.07 - Chimie 7 : Relations massiques et volumétriques (1981).  
Fascicule 1 : Fiches de l'élève.  
Fascicule 2 : Fiches du professeur.
- C.08 - Chimie 8 : Acides et bases qui nous entourent (1982).  
Fascicule 1 : Fiches de l'élève.  
Fascicule 2 : Fiches du professeur.  
*(Également exploitable au troisième degré).*
- C.09 - Chimie 9 : Oxydants et réducteurs qui nous entourent (1983).  
Fascicule 1 : Fiches de l'élève.  
Fascicule 2 : Fiches du professeur.  
*(Également exploitable au troisième degré).*
- C.10 - Expériences de cours I : L'air, l'oxygène, l'hydrogène, l'eau (1984).
- C.11 - Expériences de cours II : Halogènes, carbone (1985).
- C.14 - Emploi des produits dangereux (1989).

### Troisième degré

C.06 - Chimie 6 : Cinétique et équilibre (1985).

Fascicule 1 : Fiches de l'élève.

Fascicule 2 : Fiches du professeur.

C.08 - Chimie 8 : Acides et bases qui nous entourent (1982).

Fascicule 1 : Fiches de l'élève.

Fascicule 2 : Fiches du professeur.

C.09 - Chimie 9 : Oxydants et réducteurs qui nous entourent (1983).

Fascicule 1 : Fiches de l'élève.

Fascicule 2 : Fiches du professeur.

C.12 - Expériences de cours III : Soufre, eau oxygénée, métaux (1986).

C.13 - Expériences de cours IV : Azotides, cinétique, équilibre (1987).

C.14 - Emploi des produits dangereux (1989).

Recyclage de chimie 5 : Chimie organique. (*Édition 1996*).

◇ DOCUMENTS D'ACCOMPAGNEMENT DES PROGRAMMES

(PH. ARNOULD, J. FURNÉMONT, P. COLLETTE)

**Les documents d'accompagnement mentionnés ci-dessous, ainsi que d'autres outils didactiques (diaporamas, logiciels etc.), peuvent être téléchargés librement sur le site DIDACHIM à l'adresse suivante :**

**<http://www.restode.cfwb.be/didachim>**

- *Les équilibres acidobasiques - pH des solutions aqueuses* (CAF Tihange, 1996).
- *Le tableur EXCEL en chimie* (CAF Tihange, 1999-2000).
- *WINSTAB: Didacticiel de simulation de titrages acidobasiques* (pour PC et compatibles, 2000).
- *SEA : Didacticiel de calcul de pH de mélanges de solutions aqueuses* (pour PC et compatibles, 2000).
- *Fiches de séquences de leçons : les réactions acidobasiques et le pH* (CAF Tihange, 1997).
- *Fiches de séquences de leçons : Chimie organique* (CAF Tihange 2003).
- *Des piles aux oxydoréductions* (CTP 2002)
- *CHIMIE - DEUXIÈME DEGRÉ (4G et 4 TTr) - Fiches de séquences de leçons Travail collectif réalisé par des professeurs de chimie sous la direction des Inspecteurs Philippe ARNOULD et Jacques FURNÉMONT et de Pierre COLLETTE, Professeur-animateur au CAF TIHANGE, Direction générale de l'Organisation des Études - CTP, 1999.*
- *L'EXPERIMENTATION EN SCIENCES - REPERTOIRE DE FICHES METHODOLOGIQUES DE LABORATOIRE 3 G - 4 G, L. MATHOT, L. MERCINY, P. BEAUJEAN ; VERSION ACTUALISEE PAR P. ARNOULD, P. COLLETTE, J. FURNEMONT, CAF 1994.*

◇ MANUELS DE CHIMIE

**Deuxième et troisième degrés**

COLLECTION PIRSON *et al.*, «Chimie», Éditée chez DE BOECK – Bruxelles (de nouvelles éditions pour les deuxième et troisième degrés ont été publiées en 2003 et en 2004)

COLLECTION DURUPHTY, *Chimie*, Éditée chez HACHETTE EDUCATION, PARIS (cf. catalogue Hachette).

***Ouvrages de référence pour le Professeur***

P. ARNAUD, Éditions DUNOD, Paris :

- *Chimie-physique*, 1998.
- *Chimie organique*, 1996.
- *Exercices de chimie organique*, 1991.

Mc QUARRIE, ROCK, *Chimie générale*, traduit de l'anglais par P. DEPOVERE, Éditions DE BOECK-Université, Bruxelles, 1992.  
(Cet ouvrage contient un chapitre de chimie organique utilisant la nomenclature conforme aux dernières prescriptions de l'I.U.P.A.C. de mai / juin 1989).

VOLLHARDT, *Traité de chimie organique*, traduit de l'anglais par P. DEPOVERE, Éditions DE BOECK-Université, Bruxelles, 1990.  
(NB : la nomenclature utilisée n'a pas été actualisée).

ALLINGER *et al.*, *Chimie organique*. (3 volumes), traduit de l'anglais sous la direction de E. BROWN, Éditions Mc GRAW-HILL, Paris, 1976.  
(Ouvrage très complet ; nomenclature antérieure à la réforme).

◇ **DOCUMENTS RELATIFS À LA SÉCURITÉ**

*LABORATOIRES DE SCIENCES. RISQUES - PRÉVENTIONS - GESTION, Fichier relatif à la sécurité dans les laboratoires de Sciences, A.G.E.R.S., C.T. Frameries, 1998.*

*DIVERS DOCUMENTS RELATIFS À LA SÉCURITÉ DANS LES LABORATOIRES SCOLAIRES, publiés par le SIPPT (ancien Service SHELТ). Ces publications peuvent être obtenue en s'adressant au SIPPT, Bureau 3C095, Espace 27 Septembre, Boulevard Léopold II, 44 à 1080 BRUXELLES (site web : <http://www.espace.cfwb.be/sippt/>).*

André LEGROS, *Le bon sens lié à l'utilisation des produits dangereux*, Novembre 2001. Cette publication peut être obtenue en s'adressant à l'auteur : André Legros, Jagerdal, 12 1600 Sint Pieters-Leeuw. E-mail: [sorgel@freegates.be](mailto:sorgel@freegates.be).

<b>ADRESSES UTILES</b>
------------------------

• **PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT ORGANISÉ PAR LA C.F.**

Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique (A.G.E.R.S.). Service général des Affaires pédagogiques, de la Recherche en pédagogie et du Pilotage de l'enseignement organisé par la Communauté française. Direction " Méthodes - Expériences pédagogiques - Programmes - Documentation et statistique pédagogique ",  
Rue du Commerce, 68A, 1040 BRUXELLES  
Tél.: 02/500.48.11 ; fax : 02/500.48.23

• **CENTRE D'AUTOFORMATION DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE (C.A.F.)**

La Neuville, 1 - 4500 TIHANGE (HUY) - Tél. : 085/27.13.60.  
Formateur pour les cours de chimie : Pierre COLLETTE. Tél. direct : 085/27.13.77 - Tél.: Secrétariat : 085/27.13.60 - Tél. Service vente publications : 085/27.13.63

• **CENTRE TECHNIQUE ET PÉDAGOGIQUE (C.T.P.) DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE**

Publications – Matériel scientifique  
Route de Bavay, 2B - 7230 Frameries - Tél.: 065/66.73.22 - 67.62.61.  
Formatrice pour les cours de chimie: Louissette LHOIR

- **ASSOCIATION BELGE DES PROFESSEURS DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE (A.B.P.P.C.)**  
**PÉRIODIQUE TRIMESTRIEL**

Cotisation: 15 €- A.B.P.P.C. compte bancaire (CCP) n° 000-0192256-02, Trésorier : M. Alain BRIBOSIA, Rue de la Couture, 51, 5570 BEAURAING.

- **FÉCHIPLAST Association des transformateurs de Matières Plastiques**

Square Marie-Louise 49, 1000 BRUXELLES

M. Bruno PHILIPPE Tél.: 02/238.98.04 (heures de bureau) : KIT Plastiques, dossier «PODIUM» sur les matériaux plastiques, PVC Info,...

- **WALCHIM**

Section régionale pour la Wallonie de la Fédération des Industries Chimiques de Belgique.

Square Marie-Louise 49, 1000 BRUXELLES. Action "La chimie et les jeunes" : conférences dans les écoles et visites d'usines, Monique Hennico. Tél.: 02/238.98.57.

- **SERVICES UNIVERSITAIRES D'AGRÉGATION (CHIMIE)**

***ULB***

Prof. Cécile MOUCHERON (ULB, Faculté des sciences, Département de chimie organique et de photochimie – CP 160/08 – 50, Ave. FD Roosevelt, 1050 BXL), responsable du CUDEC (Centre Universitaire de la Didactique pour l'Enseignement de la Chimie, CP 160/04, Avenue F.D. ROOSEVELT 50 - 1050 BRUXELLES).

***ULg***

Prof. André CORNÉLIS

UNIVERSITÉ DE LIÈGE – Faculté des sciences, département COSM, bâtiment B6a, Sart Tilman -4000 LIÈGE

\* \* \* \* \*

## F.- PROGRAMME DE BIOLOGIE

### 1.- INTRODUCTION

Au troisième degré, la biologie étudie l'anatomie et la physiologie humaine en relation avec la nécessité de se garder en bonne santé via le respect d'une hygiène de vie comprenant l'équilibre alimentaire et le rejet des assuétudes liées à l'absorption de substances toxiques et les interactions entre les êtres vivants et leur environnement ainsi que les pollutions.

Dans ce programme, les objectifs de l'enseignement de la biologie visent à aider le futur citoyen à mieux se connaître en tant qu'entité biologique et, comme en chimie, à comprendre le monde qui l'entoure et à se situer par rapport à cet environnement. Ce futur citoyen pourra alors participer aux choix de société dans lesquels les notions de biologie sont impliquées.

Dans la perspective d'une compréhension suffisante de notre environnement et des problèmes liés plus particulièrement aux transformations de la matière lors d'activités humaines, un intérêt particulier est accordé aux domaines d'études suivants :

- La cellule : un tout fonctionnel avec ses organites et son métabolisme.
- Des notions d'anatomie et de physiologie permettant d'appréhender l'hygiène alimentaire et le danger des assuétudes.
- Les problèmes de société liés au mode de vie.
- Écologie, pollution, protection de l'environnement, etc ...

Il s'agit de rencontrer les intérêts spécifiques des élèves du secteur 7.

Tout en s'efforçant de diversifier les domaines d'étude, un choix aussi varié que possible des contextes d'intérêt et des situations d'apprentissage se fera compte tenu de la formation concernée par les élèves de la classe.

### **COMPÉTENCES TERMINALES ET DISCIPLINAIRES**

Par définition, lorsque l'élève aura reçu un objectif fixé au préalable, il exécutera une tâche en s'appropriant des notions indispensables dans un cadre adapté et en exerçant, à cet effet, les compétences requises pour la résolution de ladite tâche, soumise à des contraintes connues et définies à l'avance. Dès lors, l'élève se trouvera en «situation d'apprentissage» et il utilisera des ressources (savoirs et savoir-faire) lui permettant de finaliser la tâche à résoudre, opération(s) qui fourniront au(x) professeur(s) des indicateurs et des critères lui/leur permettant d'évaluer les compétences acquises par l'élève.

#### **A. Développement personnel**

*C1 : Connaître son corps et ses limites, le protéger.*

L'acquisition de savoirs relatifs aux notions de base en biologie, d'anatomie et de physiologie humaines (alimentation et digestion, reproduction, ...) permet de choisir, tant sur le plan préventif que curatif, des choix adaptés aux besoins en matière de santé. Cela suppose notamment l'acquisition de notions propres à l'alimentation, à l'usage des médicaments, etc...

#### **B. Se situer par rapport aux sciences et aux technologies.**

*C2 : Connaître les cycles influençant les équilibres de l'environnement (cycles de l'eau, du CO<sub>2</sub>,...) et leur influence sur les conditions climatiques.*

*C3 : Connaître l'influence des choix politiques, économiques, industriels et technologiques sur les écosystèmes.*



*C4 : Connaître et choisir les modes de vie et de consommation respectueux de l'environnement*

*C5 : Savoir construire un modèle interdisciplinaire de l'environnement*

*C6 : Avoir tous les éléments de formation scientifique et technologique permettant de participer aux débats de société sur l'impact des pollutions, de la gestion des déchets, de l'ingénierie génétique, du contrôle des substances hallucinogènes, etc...*

## **EXEMPLES DE SITUATIONS D'APPRENTISSAGE**

Ces exemples sont donnés à titre indicatif ; les professeurs concernés s'en inspireront pour construire et élaborer d'autres exemples de situations d'apprentissage appropriées aux formations concernées par les élèves dans leur(s) classe(s).

### **1. LA CELLULE**

Compétences mises en oeuvre : C1 et C6

Tâches (à réaliser au laboratoire de biologie et dans le respect des consignes) :

- ◇ Identifier les techniques expérimentales les plus adéquates.
- ◇ Prendre connaissance de l'utilisation correcte d'un microscope optique.
- ◇ Planifier correctement le travail.
- ◇ Observer différents types de tissus cellulaires humains et identifier les constituants principaux de la cellule humaine au microscope optique : membrane, noyau, cytoplasme avec inclusions.
- ◇ Exploiter de manière pertinente et critique les résultats expérimentaux.
- ◇ Extrapoler les résultats qui seraient obtenus en microscopie électronique (via une documentation adéquate).
- ◇ Rédiger un rapport précis et fidèle.

Matériel didactique : microscopes, coupes de tissus humains (préparations commerciales ou prélèvements de muqueuses buccales,...), transparents, diapositives, etc...

### **2. Les O.G.M.**

Problématique des O.G.M.

Compétences mises en oeuvre : C9

Matériel didactique : Cassettes vidéo, journaux- revues.  
Étiquettes de produits alimentaires.  
Recherches sur Internet.

Tâches : Qu'est-ce qu'un O.G.M. ?  
Comment les fabrique-t-on ? Où ? Pourquoi ?  
Est-ce utile ? nécessaire ?

Exploitation : mise en évidence des avantages et des inconvénients des O.G.M.

## 2.- COMPÉTENCES MISES EN ŒUVRE et NOTIONS

5 <sup>e</sup> TQ      Compétences mises en œuvre	Notions
<p><b>MODULE 1 : LA CELLULE - Unité fonctionnelle du monde vivant</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Concevoir la cellule comme un tout fonctionnel.</li> <li>▪ Concevoir l'organisme humain comme un tout fonctionnel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cellule, unité de fonctionnement de la vie :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organites ;</li> <li>- métabolisme cellulaire ;</li> <li>- reproduction ;</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>MODULE 2 : ANATOMIE et PHYSIOLOGIE HUMAINES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Connaître les principes de fonctionnement du corps humain.</li> <li>▪ Comprendre la physiologie de la digestion.</li> <li>▪ Comprendre le mode de fixation et le danger des assuétudes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anatomie et physiologie humaines, l'appareil digestif et le système nerveux de l'homme et de la femme (compléments du cours du 2<sup>e</sup> degré TQ).</li> </ul>
<p><b>MODULE 3 : PROBLÈMES DE SOCIÉTÉ LIÉS AU MODE DE VIE (5TQ/6TQ)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prendre conscience des facteurs qui influencent l'équilibre physiologique et le développement de l'individu.</li> <li>▪ Veiller à la santé des membres de la famille.</li> <li>▪ Comprendre comment le psychique peut influencer le physique et vice versa.</li> <li>▪ Connaître les attitudes préventives pour sauvegarder son patrimoine santé.</li> <li>▪ Identifier les signes de dysfonctionnement de l'organisme en vue de consulter un professionnel de la santé.</li> <li>▪ Comprendre les principes de base de quelques techniques médicales courantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hygiène de vie.</li> <li>• Défenses immunitaires de l'organisme.</li> <li>• Dysfonctionnements de l'organisme.</li> <li>• Gestion de la santé et des maladies.</li> <li>• Techniques médicales courantes.</li> </ul>

6 <sup>e</sup> TQ      Compétences mises en œuvre	Notions
<p><b>MODULE 4 : ÉCOLOGIE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modéliser la terre comme un tout fonctionnel.</li> <li>▪ Savoir expliquer l'importance des végétaux.</li> <li>▪ Repérer et schématiser les éléments d'un cycle et d'un réseau.</li> <li>▪ Comprendre qu'il existe des interactions entre tous les êtres vivants entre les êtres vivants et leur milieu, en particulier entre l'homme et son environnement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Équilibre des écosystèmes.</li> <li>• Population, réseau alimentaire, biocénose, biotope.</li> <li>• Cycles naturels de quelques éléments et effets de substances sur les équilibres écologiques.</li> <li>• Transfert d'énergie dans les écosystèmes.</li> <li>• Traitements biotechnologiques touchant le capital héréditaire des espèces.</li> </ul>
<p><b>MODULE 5 : PROBLÈMES DE SOCIÉTÉ LIÉS À L'ENVIRONNEMENT (POLLUTION, DÉCHETS,...)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Évaluer l'impact des découvertes des sciences et des innovations technologiques sur notre mode de vie.</li> <li>▪ Évaluer l'impact de nos actes quotidiens sur l'environnement.</li> <li>▪ Acheter et consommer de manière responsable.</li> <li>▪ Être apte à participer, de manière rationnelle, aux grands débats sur les questions posées à la société : énergie, radioactivité, déchets, santé, environnement, clonage...</li> <li>▪ Être capable d'appréhender les situations avec autonomie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conditions de vie utiles pour assurer hygiène et sécurité optimales.</li> <li>• Enjeux écologiques liés certains modes de vie, à la production d'aliments, de déchets et à diverses pollutions.</li> <li>• Surexploitation des ressources naturelles.</li> </ul>

### 3.- EXEMPLES DE MODULES et DIRECTIVES MÉTHODOLOGIQUES

#### Première partie : 5<sup>e</sup> année

<i>MODULE 1 : La cellule, unité fonctionnelle du monde vivant</i>	
<i>Compétences mises en œuvre</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Concevoir la cellule comme un tout fonctionnel</li> <li>▪ Concevoir l'organisme humain comme un tout fonctionnel</li> </ul>	
<i>Exemples de questionnement</i>	<i>Notions</i>
<p>Qu'est-ce qu'une cellule ?</p> <p>Comment fonctionne-t-elle ?</p> <p>Comment les cellules se reproduisent-elles ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cellule, unité de fonctionnement de la vie :             <ul style="list-style-type: none"> <li>– structure, organites ;</li> <li>– métabolisme et reproduction cellulaires.</li> </ul> </li> <li>• La respiration cellulaire.</li> </ul>
<i>Exemples d'activités</i>	<i>Remarques et conseils méthodologiques</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Analyse de toute documentation : microscopique, audio-visuelles (cassettes-vidéo, diapositives, transparents...), bibliographiques....</li> <li>▪ Simulation par l'outil informatique (logiciels adéquats)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'ultrastructure cellulaire sera limitée à l'essentiel et l'accent sera mis sur la relation structure-fonction et sur l'interdépendance des cellules, des tissus, des organes et des systèmes.</li> </ul>

## *MODULE 2 : Anatomie et Physiologie humaines*

### *Compétences mises en œuvre*

- Connaître les principes de fonctionnement du corps humain
- Comprendre la physiologie de la digestion
- Comprendre le mode de fixation et le danger des assuétudes

<i>Exemples de questionnement</i>	<i>Notions</i>
<p>Quels sont les mécanismes de la digestion ?</p> <p>Que faut-il faire pour respecter les principes d'une bonne hygiène alimentaire ? Quel est le rapport entre les habitudes alimentaires et l'obésité ou d'autres dysfonctionnements de l'organisme?</p> <p>Comment s'installent les assuétudes ? Quels en sont les dangers ? Comment s'en débarrasser quand elles sont installées ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anatomie et physiologie humaines, l'appareil digestif et le système nerveux de l'homme et de la femme (cf. cours du 2<sup>e</sup> degré TQ).</li> <li>• Hygiène alimentaire et hygiène psychique.</li> </ul>

<i>Exemples d'activités</i>	<i>Remarques et conseils méthodologiques</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Organiser des manipulations en relation avec le module.</li> <li>▪ Utiliser toute documentation (microscopique ou audiovisuelle) adéquate, des dossiers spécifiques, des planches anatomiques...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les élèves seront sollicités afin d'apporter de la documentation relative aux sujets retenus ; exploitation en petits groupes suivie d'une synthèse finale.</li> </ul>

## *MODULE 3 (5/6 TQ) – Problèmes de société liés au mode de vie*

### *Compétences mises en œuvre*

- Prendre conscience des facteurs qui influencent l'équilibre physiologique et le développement de l'individu
- Veiller à la santé des membres de la famille
- Comprendre comment le psychique peut influencer le physique et vice versa.
- Connaître les attitudes préventives pour sauvegarder son patrimoine santé.
- Identifier les signes de dysfonctionnement de l'organisme en vue de consulter un professionnel de la santé.
- Comprendre les principes de base de quelques techniques médicales courantes

<i>Exemples de questionnement</i>	<i>Notions</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment aménager son espace de vie, son habitation ?</li> <li>• Comment s'assurer une hygiène de vie convenable et veiller à la santé des membres de la famille ?</li> <li>• Comment le psychique peut-il influencer le physique et vice versa ?</li> <li>• Comment gérer la santé et faire face à la maladie?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hygiène de vie.</li> <li>• Défenses immunitaires de l'organisme.</li> <li>• Dysfonctionnement de l'organisme.</li> <li>• Gestion de la santé et des maladies.</li> <li>• Techniques médicales courantes.</li> </ul>

<i>Exemples d'activités</i>	<i>Remarques et conseils méthodologiques</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire appel à des professionnels de la santé et/ou</li> <li>• Visiter des laboratoires et des services médicaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le volet physiologique sera vu en 5 TQ, les volets «santé» et «médecine» en 6 TQ.</li> <li>• Les élèves seront invités à faire part de leurs expériences personnelles et de leurs préoccupations éventuelles en rapport avec les problèmes de santé.</li> </ul>

## Deuxième partie : 6<sup>e</sup> année

<i>MODULE 4 : Écologie</i>	
<i>Compétences mises en œuvre</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modéliser la terre comme un tout fonctionnel</li> <li>▪ Savoir expliquer l'importance des végétaux</li> <li>▪ Repérer et schématiser les éléments d'un cycle et d'un réseau</li> <li>▪ Comprendre qu'il existe des interactions entre tous les êtres vivants, en particulier entre l'homme et son environnement</li> </ul>	
<i>Exemples de questionnement</i>	<i>Notions</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ De quels facteurs dépendent les équilibres écologiques ?</li> <li>▪ Pourquoi les équilibres sont-ils fragiles ?</li> <li>▪ Quelle est l'influence de l'homme sur ces équilibres ?</li> <li>▪ Qu'entend-on par «cycle de la matière» ?</li> <li>▪ Qu'entend-on par «transfert d'énergie» ?</li> <li>▪ Quelles attitudes faut-il privilégier pour éviter les catastrophes écologiques ?</li> <li>▪ Comment poser des choix réfléchis en matière d'environnement ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Équilibre des écosystèmes.</li> <li>• Population, réseau alimentaire, biocénose, biotope.</li> <li>• Cycles naturels de quelques éléments et effets de substances sur les équilibres écologiques.</li> <li>• Transfert d'énergie dans les écosystèmes.</li> <li>• Traitements biotechnologiques touchant le capital héréditaire des espèces.</li> </ul>
<i>Exemples d'activités</i>	<i>Remarques et conseils</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Expliquer comment on étudie un écosystème réel (mare, ruisseau, forêt,...) et des modèles écologiques.</li> <li>▪ Recourir à la documentation abondante sur le sujet (Région Wallonne, Internet,...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Privilégier le travail en équipe.</li> <li>• Modéliser.</li> </ul>

*MODULE 5 : Problèmes de société liés à l'environnement (pollution, déchets...)*

*Compétences mises en œuvre*

- Évaluer l'impact des découvertes des sciences et des innovations technologiques sur notre mode de vie
- Évaluer l'impact de ses actes quotidiens sur l'environnement
- Acheter et consommer de manière responsable
- Être apte à participer, de manière rationnelle, aux grands débats sur les questions posées à la société : énergie, radioactivité, déchets, santé, environnement, clonage,...
- Être capable d'appréhender les situations avec autonomie

<i>Exemples de questionnement</i>	<i>Notions</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comment l'homme et les animaux agissent-ils sur l'environnement ?</li> <li>▪ Comment gérer et éviter la pollution ? Quelles sont les conséquences de celle-ci ?</li> <li>▪ Comment enrayer la surproduction de gaz à effet de serre ? la surexploitation des forêts, des minerais,....sources d'énergie fossiles ?</li> <li>▪ Comment participer aux débats sur les questions posées par la société (énergie, environnement, santé, radioactivité, clonage...) ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conditions de vie utiles pour assurer hygiène et sécurité optimales.</li> <li>• Surexploitation des ressources.</li> <li>• Enjeux écologiques liés à certains modes de vie.</li> </ul>

<i>Exemples d'activités</i>	<i>Remarques et conseils</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Activités sur le terrain en collaboration avec les CDPA, les CRIE (stage d'écologie).</li> <li>▪ Gestion d'une documentation appropriée, livresque ou audiovisuelle, visites de sites appropriés sur INTERNET...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toutes les notions seront abordées succinctement et simplement, quoique de manière rigoureuse.</li> </ul>



# BIBLIOGRAPHIE

## 1. Ouvrages de pédagogie générale

cf. programme de BIOLOGIE du 2e degré

## 2. Didactique des Sciences : idem

## 3. Ouvrages de référence

**CAMPBELL, « Biologie » ; Éd. De Boeck, Université (1995)**

**MIRAM, W., SCHARF K.H. BIOLOGIE Des Molécules aux Écosystèmes**

LEP, 1998 (c/o Éd. LABOR, Bruxelles)

RIDLEY, « Évolution Biologique » ; idem idem (1997)

GALETTI, S. et coll. BIOLOGIE Cours ORIA, Terminale D., Éd. Hatier  
(1969)

DION, M. et coll. BIOLOGIE, Coll. ADN, Terminale D, Éd. Hachette  
(1989)

DECERIEN A., et coll. BIOLOGIE, Terminale D, Éd. Fernand Nathan  
(1982)

TAVERNIER R., LIZEAUX C., Sciences de la Vie et de la Terre, 1e S,  
Éd. Bordas, Larousse Bordas 1996.

Les catalogues du **C.A.F. (Tihange)** et du **Centre Technique de Frameries** seront consultés et utilisés avec profit ; les titres de **Biologie**, en particulier, se doivent de figurer dans la bibliothèque de chaque établissement, voire dans chaque laboratoire de biologie. Ils seront mis à contribution à chaque occasion.

**ADRESSES UTILES**

- PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT ORGANISÉ PAR LA C.F.

Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique (A.G.E.R.S.). Service général des Affaires pédagogiques, de la Recherche en pédagogie et du Pilotage de l'enseignement organisé par la Communauté française. Direction " Méthodes - Expériences pédagogiques - Programmes - Documentation et statistique pédagogique ",  
Rue du Commerce, 68A, 1040 BRUXELLES  
Tél.: 02/221.88.11

- CENTRE D'AUTOFORMATION DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE (C.A.F.)

La Neuville, 1 - 4500 TIHANGE (HUY)

Tél. : Secrétariat : 085/27.13.60 –

Tél. Service vente publications : 085/27.13.63

- CENTRE TECHNIQUE DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE

Publications, matériel de biologie, etc.

Route de Bavay, 2B - 7230 Frameries - Tél.: 065/66.73.22 - 67.62.61.

Animatrices de chimie et biologie: Mme Louissette LHOIR et Mme Viviane HOOGHE-LEFORT

- ASSOCIATION DES PROFESSEURS DE BIOLOGIE, 29, rue Vautier 1000 BRUXELLES

PÉRIODIQUE TRIMESTRIEL: PROBIO revue – c/o M. Gérard Cobut, Mme J. Mignolet

<http://www.probio.be> ; Tél. 32 (0) 2 627 42 44 ; Fax: 32 (0) 10 61 22 80

E-Mail : info@probio.be

- ASSOCIATION BELGE DES PROFESSEURS DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE (A.B.P.P.C.)

PÉRIODIQUE TRIMESTRIEL

Cotisation: 15 € - A.B.P.P.C. n° 000-0192256-02, Trésorier : M. Alain BRIBOSIA, Rue de la Couture, 51, 5570 BEAURAING.

- SITE WEB DE BIOLOGIE: BIODIDAC

<http://users.skynet.be/caf> (c/o «liens» du portail d'accueil)