

REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Fitiavana – Tanindrazana – Fandrosoana

ECOLE NORMALE SUPERIEURE
DE L'UNIVERSITE DE FIANARANTSOA

MINI-MEMOIRE PROFESSIONNEL

en vue de l'obtention de Maîtrise Spécialisée
en Formation et Développement

***Nécessité de l'expérimentation et
conception de quelques matériels
didactiques pour l'enseignement de
sciences physiques au lycée***

Présenté par : *JOEL Jean Pierre*

INTRODUCTION GENERALE

Comment faire pour valoriser les métiers à caractère scientifique et technologiques ? Cette question part du constat inquiétant de la désaffection des filières universitaires par les bacheliers scientifiques.

Tous les ans et c'est depuis de nombreuses années, les candidats au baccalauréat des séries C et D ne sont jamais nombreux que ceux des séries A. Et pourtant, les matières scientifiques constituent les bases de ce qu'on qualifie de progrès.

Tout doit être mis en œuvre pour lutter contre ce fléau des sociétés dites développées : pas seulement en faisant connaître les métiers de la technologie et de la recherche, en organisant des journées de la science, en ouvrant les entreprises et les laboratoires au public, mais aussi en modifiant les pratiques d'enseignement. Dans ce mémoire, nous espérons apporter une petite contribution à la résolution de ce problème.

Quand on parle de sciences physiques, c'est la physique et la chimie ensemble. Ces sont des disciplines scolaires enseignées dans les collèges et les lycées, elles préparent et construisent l'être humain à avoir un esprit créatif. Dans ce domaine, le rôle du professeur reste primordial.

L'appui sur la conduite d'expériences et la manipulation de dispositif par les élèves lors des travaux pratiques sont une nécessité affirmée depuis longtemps pour l'enseignement des sciences physiques : « la physique et la chimie sont des sciences expérimentales et doivent être enseignées comme telles ».

Cette référence à l'expérimental, voire au travail du scientifique a été également au cœur du choix de notre thème : ***« nécessité de l'expérience et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement des sciences physiques au lycée »***.

Pour ce thème, nous sommes convaincus que le professeur ne se limite pas à professer et que l'élève ou bien l'apprenant ne se limite plus à apprendre parce que d'une part, nombreux professeurs pratiquent seulement la distribution de cours théoriques et le traitement des expériences types ; d'autre part, des élèves retiennent par cœur des relations, des formules et des démonstrations pour pouvoir résoudre un problème de sciences physiques dans le but d'avoir une bonne note à l'examen. Cette mauvaise habitude favorise le manque d'intérêt pour la matière en question.

Nous proposons dans ce travail que l'enseignement puisse mettre en œuvre des activités centrées sur une approche expérimentale (manipulations, observations, prise de notes), appuyées, par le débat et l'argumentation, sur un questionnement et une implication personnelle des élèves (séances de TP) conduisant à l'acquisition de quelques savoirs scientifiques de base.

Pour ce faire, vu l'insuffisance ou l'inexistence même de subvention provenant du Ministère tutelle et d'autres problèmes liés à l'enseignement de sciences physiques aux lycées, nous avançons quelques conceptions de matériels didactiques simples à faibles coût, mais pouvant être utiles et réalisables par tous les concernés.

Comment se déroulera donc ce mémoire ?

Il se divise en trois parties :

La première partie, « **Enseignement de sciences physiques au lycée** », porte sur les objectifs de l'enseignement de cette discipline et les problèmes y rencontrés. Elle vise à rappeler l'histoire de la physique, le programme officiel en cours et enfin le diagnostic des obstacles au sein de quelques établissements publics que nous avons visités.

La seconde partie, « **Importance de l'expérimentation en sciences physiques** », illustre la place de l'expérimentation dans la démarche scientifique à l'école. L'expérience doit être au service de l'argumentation et pas seulement le point de départ d'un cours de sciences physiques ni un moyen de recherche ou vérification de lois. L'activité expérimentale est une partie importante du savoir-faire de notre discipline ; elle fait appel à plusieurs compétences, à savoir : suivre un protocole, exploiter des résultats expérimentaux. La manipulation est mise en place chaque fois que cela est possible. A l'école, c'est une des rares disciplines où les élèves sont confrontés avec le réel pendant le cours, au sens premier de ce terme.

Nous dédions la troisième partie, « **Conception de quelques matériels didactiques** », aux professeurs et aux futurs enseignants de sciences physiques en formation dans les Ecoles Normales Supérieures. Dans cette partie, nous montrerons des définitions de la didactique, le rôle et l'importance des matériels didactiques, ainsi des éléments de problématiques liés à leur réalisation. Enfin, à propos de la conception, nous sommes convaincus que la fabrication locale permet d'utiliser les ressources locales et les matériaux produits dans le pays, tout en éveillant l'esprit créatif de l'enseignant et surtout de l'élève.

PREMIERE PARTIE :

L'ENSEIGNEMENT DE SCIENCES PHYSIQUES AU LYCEE

Introduction

Depuis longtemps, l'homme cherchait toujours à expliquer les phénomènes naturels qui l'entouraient : cette curiosité ne cessait de réveiller jusqu'à la naissance de la science, la science qui se manifestait par plusieurs domaines, et son évolution n' jamais abordé sa limite.

A l'école, l'enseignement des sciences physiques mérite d'être approché si l'on veut exactement le développement d'un pays riche en matières premières comme le notre.

C'est dans ce volet que la première partie de ce mémoire nous parlera des différents objectifs de cette discipline à tous les niveaux d'étude du lycée.

Pendant notre stage pratique au Lycée Rahevivelo Ramamonjy, et les résultats de diverses enquêtes menées auprès des établissements publics aux environs de Fianarantsoa et quelques responsables au niveau des CESCO et DREN, nous avons constaté plusieurs facteurs qui influent sur l'enseignement de la physique et la chimie.

CHAPITRE I : UN APERÇU HISTORIQUE DE LA PHYSIQUE

I-1.PHYSIQUE

La physique est une science exacte de la nature ; elle correspond à l'étude du monde extérieur et des lois de son évolution. La modélisation des systèmes laisse de côté les caractères spéciaux aux être vivants. Il existe dans la nécessaire pratique du travail scientifique une distinction entre physique expérimentale et physique théorique. La physique fournit aux autres sciences des méthodes et techniques : elle intervient ainsi en chimie physique, astrophysique, géophysique, biophysique...

Les divisions anciennes en mécanique, chaleur, acoustique, optique, électricité, magnétisme sont complétées ou remplacées par :

- la taille des éléments de structure au centre de la modélisation : particules élémentaires, noyaux atomiques, atomes, molécules, macromolécules ou polymères, grains de matière...
- les caractères des interactions à l'origine des phases ou états de la matière : plasma, gaz, liquide, solide.

La physique classique est fondée sur des théories antérieures à la relativité et aux quantums. Elle n'est souvent qu'au cas limite où :

- soit la vitesse est très inférieure à la célérité de la lumière dans le vide,
- soit la discontinuité des niveaux d'énergie est impossible à mettre en évidence.

La physique née avec les expériences répétées de vieux Galilée n'accepte, au-delà des principes et des conventions issues du langage mathématique, comme résultat que ce qui est mesurable et reproductible par expérience. La méthode choisie permet de confirmer ou d'infirmer les hypothèses fondées sur une théorie donnée. Elle décrit de façon quantitative et modélise les forces qui s'y exercent et leurs effets. Elle développe des théories en utilisant l'outil des mathématiques pour décrire et prévoir l'évolution de systèmes.

Le mot physique a une longue histoire, il provient de φυσικη, formée sur l'étymon grec φυσικς, la nature. La physika ou physica gréco-romaine est étymologiquement ce qui se rapporte à la nature ou précisément le savoir harmonieux et cyclique sur la nature dénommée φυσικς. Dans un sens général et ancien, la physique désigne la connaissance de la nature qui se perpétue en restant essentiellement la même avec le retour des saisons ou des générations vivantes ; c'est le sens de René Descartes et de ses élèves Jacques Rohault et Régis. Elle correspond alors aux sciences naturelles ou encore à la philosophie naturelle. La signification de cette physique ancienne ne convient plus aux actuelles sciences exactes que sont la physique, la chimie et la biologie, cette dernière étant la plus tardive héritière des sciences naturelles.

Le terme « physique » vient du grec η φυσικη adopté dans le mode gréco-romain, signifiant "connaissance de la nature". Ce nom est obtenu en substantivant l'adjectif φυσικος, η,

ov qui se traduit alors par "qui concerne la nature". La racine de ces termes est φύσις, la nature au sens des Grecs anciens.

I-2.METHODES

I-2-1. Théorie

Les physiciens observent mesurent et modélisent le comportement et les interactions de la matière à travers l'espace et le temps de façon à faire émerger des lois générales quantitatives. Le temps défini par la durée, intervalle et la construction corrélatrice d'échelles et l'espace ensemble des lieux où s'opère le mouvement et où l'être ou l'amas matériel, c'est-à-dire la particule ou le grain, le corps de la matière... ou encore l'opérateur se positionnent à un instant donné sont des faits réels constatés, transformés en entités mathématiques abstraites et physiques mesurables pour être intégrées logiquement dans le schéma scientifique. Ce n'est qu'a priori de ces constructions qu'il est possible d'élaborer des notions secondaires à valeurs explicatives. Ainsi l'énergie, une description d'états abstraite, un champ de force ou une dimension fractale peuvent caractériser des « phénomènes physiques » variés. La métrologie est ainsi une branche intermédiaire capitale de la physique.

Une théorie ou un modèle appelé schéma une fois patiemment étayé par de solides expériences et vérifié jusqu'en ses ultimes conséquences logiques est un ensemble conceptuel formalisé mathématiquement, dans lequel des paramètres physiques qu'on suppose indépendants (charge, énergie et temps, par exemple) sont exprimés sous forme de variables (q , E et t) et mesurent avec des unités appropriées (coulomb, joule et seconde). La théorie relie ces variables par une ou plusieurs équations (par exemple, $E=mc^2$). Ces relations permettent de prédire de façon quantitative le résultat d'expériences.

I-2-2. L'expérience

Une expérience est un protocole matériel permettant de mesurer certains phénomènes dont la théorie donne une représentation conceptuelle. Il est illusoire d'isoler une expérience de la théorie associée. Le physicien ne mesure évidemment pas des choses au hasard ; il faut qu'il ait à l'univers conceptuel d'une théorie. Aristote n'a jamais pensé calculer le temps que met une pierre lâchée pour atteindre le sol, simplement parce que sa conception du monde sublunaire n'envisageait pas une telle quantification. Cette expérience a dû attendre Galilée pour être faite. Un autre exemple dicté nettement par un

cadre conceptuel théorique est la découverte des quarks dans le cadre de la physique des particules. Le physicien des particules Gell-Mann a remarqué que les particules soumises à la force forte se répartissaient suivant une structure mathématique élégante, mais trois positions fondamentales (au sens mathématique de la théorie des représentations) de cette structure n'étaient pas réalisées. Il postula donc l'existence de particules plus fondamentales (au sens physique) que les protons et les neutrons. Des expériences permirent par la suite, en suivant cette théorie, de mettre en évidence leur existence.

Inversement, des expériences fines ou nouvelles ne coïncident pas ou se heurtent avec la théorie. Elles peuvent :

- ou bien remettre en cause la théorie-comme ce fut le cas du problème du corps noir et des représentations de la lumière qui provoquent l'avènement de la mécanique quantique et des relativités restreinte et générale, de façon analogue à l'ébranlement des fondements du vitalisme en chimie ou de l'effondrement de la génération spontanée en biologie.
- Ou bien titiller la théorie et le schéma à intégrer des éléments complémentaires. L'exemple de la découverte de Neptune est édifiante à ce titre. Les astronomes pouvaient faire une première expérience, celle de mesurer la trajectoire d'Uranus. Or la théorie donnait une trajectoire différente de celle constatée. Pour maintenir la théorie, Urbain Le Verrier et, indépendamment, John Adams postulèrent l'existence d'une nouvelle planète, et d'après cette hypothèse prédirent sa position, ce qui fut avéré après une seconde expérience qui consista à braquer un télescope à l'endroit annoncé. Il est clair que l'interprétation de la première expérience est tributaire de la théorie, et la seconde n'aurait jamais pu avoir lieu sans cette même théorie et son calcul. Un autre exemple est l'existence du neutrino, supposée par Pauli pour expliquer le spectre continu de la désintégration bêta, ainsi que l'apparente non-conservation du moment cinétique.

CHAPITRE II : LES OBJECTIFS GENERAUX

II-1-RECOMMANDATIONS :

Les sciences physiques sont des sciences expérimentales, alors chaque leçon doit être bâtie sur des expériences simples ou sur des observations rattachées à l'environnement naturel de l'élève.

Inciter la participation active de l'élève lors d'une exploitation d'une expérience.

N'hésiter pas à faire un rappel mathématique chaque fois qu'il s'avère indispensable.

Chaque semaine doit comporter deux séances de physique et une séance de chimie.

Pour chaque leçon ne pas oublier de faire des exercices d'application.

L'enseignant ne doit pas manquer de mettre en œuvre des évaluations formatives, sommatives et d'intégration.

L'établissement formatif devrait avoir un laboratoire de physique et de chimie bien équipé.

L'établissement doit être périodiquement ravitaillé en document scientifique.

II-2. LES DIFFERENTS TYPES D'OBJECTIFS

II-2-1. OBJECTIFS DE LA MATIERE

Les sciences physiques doivent amener l'élève à :

- ❖ pratiquer une démarche expérimentale pour faire aboutir une recherche ;
- ❖ adopter une attitude scientifique en développant chez lui l'esprit scientifique ;
- ❖ interpréter des phénomènes naturels par les connaissances qu'elles lui apportent ;
- ❖ mieux connaître le monde technique qui nous entoure par le biais de l'analyse des réalités et de l'effort pour comprendre et expliquer.

II-2-2. OBJECTIFS PAR NIVEAU

Connaître tout d'abord tout le programme des sciences physiques de la classe de seconde jusqu'en terminale, ceci dans l'objectif d'une meilleure maîtrise des classes et des cours. Faire ensuite l'analyse de ce programme dans sa continuité et dans sa différence par niveau.

Après avoir réfléchi sur le contenu et l'objectif de ce programme préparer :

- les répartitions (mensuelles, trimestrielles ou semestrielles) ;
- le matériel pédagogique ;
- le matériel didactique.

Tout ceci devrait être fait durant la période des vacances scolaires.

Objectifs des sciences physiques en classe de seconde

A la fin de la classe de seconde, l'élève doit être capable de (d') :

- résoudre un problème de statique ;
- énoncer et appliquer le théorème de la conservation de la quantité de mouvement ;
- interpréter le passage du courant électrique dans un conducteur métallique ;
- définir l'intensité du courant électrique ;
- tracer les caractéristiques de quelques dipôles ;
- déterminer le point de fonctionnement d'un circuit ;
- utiliser une diode électroluminescente (D.E.L), une thermistance, une photorésistance et un transistor ;
- écrire la formule électronique des atomes de 20 premiers éléments chimiques du tableau de classification périodique ;
- équilibrer une équation chimique, l'interpréter en mole et en masse ;
- définir le pH d'une solution ;
- mesurer le pH d'une solution ;
- définir une solution acide et une solution basique à l'aide de son pH ;
- définir qualitativement et quantitativement la fin d'une réaction acido-basique (équivalence acido-basique) ;
- identifier quelques ions.

Objectifs des sciences physiques en classes de Premières C et D

A la fin de la classe de Première C et D l'élève doit être capable de (d') :

- identifier et définir l'énergie sous différentes formes ;
- énoncer et appliquer le théorème de l'énergie cinétique ;
- définir l'énergie potentielle de pesanteur et l'énergie potentielle d'un ressort élastique, donner leurs expressions respectives ;

Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement de sciences physiques au lycée

- appliquer la conservation de l'énergie mécanique dans quelques exemples simples ;
- distinguer la chaleur de la température ;
- définir les termes suivants : chaleurs massiques, chaleurs latentes et chaleurs de réaction ;
- appliquer l'étude énergétique en électricité ;
- donner les caractères généraux des phénomènes vibratoires et leur propagation ;
- interpréter des phénomènes d'interférences ;
- montrer le caractère ondulatoire de la lumière ;
- représenter les molécules de méthane (CH_4), de l'éthylène (C_2H_4), de l'acétylène (C_2H_2), et du benzène (C_6H_6) ;
- donner les noms des hydrocarbures saturés et insaturés ;
- donner les formules générales des hydrocarbures saturés et insaturés ;
- justifier la grande réactivité des dérivés insaturés ;
- donner les noms et les formules des composés organiques oxygénés ;
- expliquer les phénomènes d'oxydoréduction ;
- décrire des applications pratiques des phénomènes d'oxydoréduction.

II-2-3. OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT AU LYCEE

A la sortie du lycée, l'élève doit être capable de (d') :

- continuer ses études supérieures ;
- se servir du raisonnement scientifique ;
- interpréter avec finesse des faits scientifiques ;
- énoncer et appliquer correctement les lois physiques étudiées jusqu'à présent ;
- vérifier la concordance entre une prévision théorique et un résultat expérimentale ;
- écrire correctement un résultat numérique ;
- appliquer les lois mathématiques sur des phénomènes physiques et chimiques.

II-3. LES CONTENUS DU PROGRAMME AUX TROIS NIVEAUX DU LYCEE

II-3-1. PROGRAMME DE CLASSE DE SECONDE

PHYSIQUE

Mécanique

Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement de sciences physiques au lycée

Mouvement

Force et statique

Quantité de mouvement

Electricité

Electrification par frottement. Les deux espèces d'électricité et leur interaction

Nature du courant électrique dans un métal. Sens conventionnel du courant

Intensité d'un courant électrique

Tension électrique ou d.d.p. entre deux points d'un circuit électrique

Association en série des deux conducteurs ohmiques

Association en dérivation des deux conducteurs ohmiques

Existence de tensions variables

Dipôles

CHIMIE

La matière et ses transformations chimiques

Les solutions aqueuses ioniques

Test d'identification de quelques ions

II-3-2. PROGRAMME DE CLASSE DE PREMIERE SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Mécanique

Mouvement de translation d'un solide

Mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe

Théorème de l'énergie cinétique

Energie potentielle

Energie mécanique : sa conservation dans quelques exemples simples

Exemples de non conservation de l'énergie mécanique

Température et chaleur

Température et chaleur

Exemples de mesures calorimétriques

Electricité

Champ électrostatique les récepteurs- Bilan énergétiques

Les générateurs- Bilan énergétique dans un circuit

***Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour
l'enseignement de sciences physiques au lycée***

Le condensateur

Phénomènes vibratoires et propagation

Propagation d'un phénomène vibratoire entretenu

Réflexion ; Réfraction ; Diffraction

Interférences

CHIMIE ORGANIQUE

Importance de l'élément carbone

Les alcanes

Les dérivés insaturés

Les composés aromatiques

Pétrole et gaz naturels

Composés organiques oxygénés

II-3-3. PROGRAMME DE CLASSE TERMINALE SCIENTIFIQUE**PHYSIQUE****Mécanique**

Cinématique du point

Energie

Dynamique

Electricité

Courant alternatif

Phénomènes vibratoires

Etude expérimentale du mouvement périodique

Stroboscopie

Propagation

Propagation d'un mouvement vibratoire

Composition des mouvements vibratoires sinusoïdaux de même période et de même direction

Règle de Fresnel

Interférences mécaniques- Ondes stationnaires

Physique atomique et nucléaire

Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement de sciences physiques au lycée

Effet photoélectrique

Niveaux d'énergie atomique

Noyau atomique

Réactions nucléaires

CHIMIE

Chimie générale

Acides et bases en solution aqueuse

Réaction redox en solution aqueuse : dosage par oxydo-réduction

Chimie organique

Notion de stéréochimie

Alcools

CHAPITRE III : QUELQUES PROBLEMES RENCONTRES DANS L'ENSEIGNEMENT DE SCIENCES PHYSIQUES

III-1. DESAFFECTION DES ELEVES A SUIVRE LES SERIES SCIENTIFIQUES

Les sciences physiques connaissent aujourd'hui une situation très contrastée. D'une part, elles continuent à être très vivantes et productives : signalons que la physique est nécessaire dans la vie quotidienne et rien n'échappe à l'évolution de la technologie.

D'autre part, parmi les sciences expérimentales, la physique apparaît aujourd'hui comme la moins aimée et choisie par les jeunes, alors même que, par tradition, les physiciens ont toujours été très impliqués dans les actions de communication. Il était donc bien naturel que nous futur enseignant au lycée s'intéressant à la physique et à la chimie choisisse le présent thème.

L'enseignement des sciences à l'école, au collège et au lycée véhicule lui aussi une image de l'activité scientifique ; les conditions matérielles et la façon dont il est dispensé, le sens que les élèves trouvent aux diverses disciplines ou aux activités qu'on leur propose dans les enseignements scientifiques pèsent sur les choix de poursuites d'études universitaires. Les questions de la désaffection et de la rénovation des champs disciplinaires sont donc inévitablement liées aux enseignements des sciences à l'école, au collège et au lycée et donc aux compétences des enseignants qui lui dispenses. En classe, la constatation de l'importance de cette matière, dépend beaucoup de la qualité de l'enseignement (méthode et technique d'enseignement chez les professeurs). Le problème de l'insuffisance des matériels didactiques, sous l'excuse plus ou moins valable de la possibilité budgétaire est souvent relégué au second plan.

Mais nous, de notre côté, soutenons qu'on ne peut pas passer sans silence cet état de fait si l'on veut exactement instaurer non seulement un enseignement de quantité mais surtout un enseignement de qualité.

LYCEE RAHERIVELO RAMAMONJY (CISCO FIANARANTSOA)

Tableau 1 : Effectifs des élèves en Terminales durant l'année scolaire 2009-2010

TERMINALE	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	D1	D2	D3	D4
EFFECTIF	52	63	63	61	58	41	35	4	54	61	57	55
MOYENNE (effectif/niveau/série)	59,4					40			56,75			

Tableau 2 : Effectifs des élèves en Terminales durant l'année scolaire 2010-2011

TERMINALE	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	D1	D2	D3	D4	D5
EFFECTIF	49	55	63	61	59	50	50	53	52	52	54	50	56
MOYENNE (effectif/niveau/série)	57,4					51			52,8				

Source 1 : Tableau des effectifs des élèves, Bureau de surveillance, LRR Fianarantsoa

LYCEE JEAN RALAIMONGO (CISCO FIANARANTSOA II)**Tableau 3 : Effectifs des élèves en terminales durant l'année scolaire 2010-2011**

TERMINALE	A1	A2	C	D1	D2
EFFECTIF	55	51	29	44	35
MOYENNE (effectif/niveau/série)	53		29	39,5	

Source 2 : Tableau des effectifs, affichage au bureau du surveillant général, LJR Fianarantsoa II.

Insuffisance des travaux pratiques

Faute des travaux pratiques, les élèves n'arrivent pas à voir le lien entre la physique et la vie quotidienne. L'insuffisance des matériels didactiques résulte dans une large mesure du problème budgétaire. On rencontre beaucoup de pénurie de matériels en matière d'enseignement de la science physique. Les conséquences se font ressentir sur l'enseignement des autres disciplines scientifiques.

Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement de sciences physiques au lycée

Pour la science physique, le procédé d'enseignement est basé sur l'expérimentation. L'absence ou parfois l'inexistence des matériels oblige le professeur à donner un cours très théorique, incompatible avec la méthode, l'objet de la science physique.

Un cas identique se présente dans l'enseignement de la chimie où faute de matériels adéquats et produits chimiques, le professeur se borne à énoncer des résultats qui normalement devrait être déduits à partir d'une expérience faite devant les élèves.

C'est presque le même refrain dans l'enseignement des sciences naturelles, au moins cinq ou même six élèves se groupent autour d'un microscope, sans savoir procéder à une véritable manipulation.

En effet, les élèves disent : « les travaux pratiques sont insuffisants dans l'enseignement de la science physique ».

Tous ceux-ci entraînent le manque d'intérêt des élèves pour la matière. C'est pourquoi ils disent sans hésitations que cette matière ne les intéresse pas depuis qu'ils sont au lycée.

III-2. PROBLEMES DES ENSEIGNANTS

III-2-1. Problème de temps

Dans le guide de programme, il y a des horaires d'enseignement de la physique et de la chimie, ils se divisent en deux catégories :

Le nombre d'heures hebdomadaires où les élèves étant en classe entière,

Le nombre d'heures hebdomadaires de travaux pratiques où les élèves sont en groupes dont l'effectif est à déterminer.

Tableau 4 : Horaires d'enseignement des disciplines dans les lycées d'enseignement général

<i>MATIERE</i>	2nde	Premières			Terminales		
		A	C	D	A	C	D
Malagasy	4	4	4	4	4	4	4
Français	6	6	6	6	6	6	6
Anglais	3	4	2	2	4	2	2
Histoire	2	2	2	2	2	2	2
Géographie	2	2	2	2	2	2	2
Mathématiques	5	2	6	5	2	8	6
Sciences Physiques	5	2	6	5	2	8	6
Sciences Naturelles	4	2	3	5	2	3	5
Philosophie	-	-	-	-	6	4	4
Langue vivante	4	4	-	-	4	-	-
E.P.S.	2	2	2	2	2	2	2

Source 3 : Livre programmes scolaires

En réalité, ce partage n'est pas tout à fait exécuter par nombreux enseignants à cause des différents facteurs.

La physique est l'une des disciplines où la mathématique joue un rôle très important. Avant de donner ou d'établir une formule durant le cours et l'exercice, il faut procéder à des démonstrations mathématiques, ce qui demande un temps supplémentaire de la part du professeur de sciences physiques lorsque le programme concerné n'est pas encore vu par les élèves. La difficulté se pose aux élèves lorsqu'ils ne pouvaient pas utiliser directement une formule en répondant une question dans un exercice.

Faute de matériels aussi, durant une séance de travaux pratiques au laboratoire, chaque groupe d'élèves doit passer tour-à-tour en action, pour réaliser une même expérience. Pour cela, imaginons le temps qu'il faut consacrer pour une classe de cinquante élèves

qui se répartissent au moins dans huit groupes de six élèves. En plus, concernant l'infrastructure, nous le verrons ultérieurement.

Prenons le cas du Lycée RAHERIVELO RAMAMONJY à Fianarantsoa, un seul établissement public de la ville qui possède une infrastructure assez suffisante, mais on y trouve quelquefois des problèmes d'effectif par classe (tableaux 5 et 6). durant l'année scolaire 2009-2010, on y constate un sureffectif pour les classe de seconde (plus de 50 élèves par classe) ; pour l'année 2010-2011, l'effectif tend vers le normal (autour de 40 élèves par classe).

Tableau 5 : Effectif des classes de seconde du Lycée RR en 2009-2010

SECONDE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
EFFECTIF	56	55	52	54	55	52	53	53	56	55	56	57	56	55	765

Source 4 : Archives, Surveillant Général, LRR

Tableau 6 : Effectif des classes de seconde du Lycée RR en 2010-2011

SECONDE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
FILLES	19	25	23	21	14	18	13	26	19	16	14	22	226
GARÇONS	18	15	16	17	18	28	16	21	22	26	30	23	241
Effectif	37	40	39	38	32	36	29	47	41	42	44	45	467

Source 5 : Tableau des effectifs, Bureau de surveillance, LRR

A partir de ces tableaux, nous constatons les difficultés rencontrées par les professeurs de sciences physiques en partageant un seul laboratoire, pour renforcer leurs cours, entre un tel effectif avec un peu de temps consacré à chaque section. En plus, il y a aussi les classes de premières et terminales.

III-2-2. Problème de relation entre les professeurs

Les professeurs ont des choses en commun dans l'exercice de son métier : c'est la transmission de savoir à ses élèves. Mais ils n'ont pas reçue la même formation avant d'être revenir à ce métier, ses modes de recrutement sont différentes. En plus, ils n'ont pas vécu la même expérience (ancienneté, maturité, caractère, etc. . .). Dans ce cas, il est nécessaire d'éliminer ces différences.

Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement de sciences physiques au lycée

En effet, un conseil pédagogique interdisciplinaire devrait être établi dans l'établissement ou inter établissement. Cela pour veiller à la cohérence et le non contradiction entre deux ou trois matières.

Pour ce faire, il est indispensable de multiplier les possibilités de rencontre et cela devrait être figuré dans le calendrier d'activités de l'école, pour renforcer les liens professionnel, échanger des expériences et résoudre des problèmes pédagogiques.

III-2-3. Quelques compétences exigées pour les professeurs des lycées

On n'attend d'eux qu'ils soient capables de :

- préparer leurs étudiants au baccalauréat : il leur faut donc des compétences disciplinaires solides,
- donner une image réaliste de l'activité scientifique aux élèves des voies scientifiques pour qu'ils puissent se projeter dans des métiers scientifiques,
- avoir réfléchi sur le sens des activités expérimentales pour donner tout son sens à leur enseignement,
- avoir une vision ouverte de la discipline pour s'impliquer dans des pédagogies projet (itinéraires de découverte et travaux personnels encadrés au lycée),
- donner aux élèves qui ne feront pas d'études scientifiques une vision positive de l'activité scientifique, du fonctionnement de la science et de son rôle dans les choix de société offerts au citoyen,
- proposer dans leur enseignement des moments d'ouverture sur des questions éthiques ou des aspects historiques qui contribuent à inscrire la science dans l'histoire de la pensée et à donner du sens à la discipline enseignée.

Au cours de formation d'un professeur de sciences physiques, l'ensemble des **savoir-faire** et des **savoirs** qu'il doit posséder est :

- ✓ **savoir-faire** : modéliser un système physique simple, utiliser les outils mathématiques nécessaires aux savoir-faire en physique, construire un raisonnement, utiliser es outils informatiques, savoir-faire expérimental, recherche des documents, en faire une analyse comparative, une synthèse, communiquer (oral et écrit) ...

-
- ✓ **savoirs** : connaissances de base (première ébauche) : mécanique-électromagnétisme-optique-ondes-thermodynamique-relativité-physique quantique et culture scientifique.

Il y a une demande très forte de développer les travaux pratiques. Il convient de caractériser le savoir-faire expérimental et de définir les objectifs des travaux pratiques.

III-3. PROBLEMES D'INFRASTRUCTURE

Nous savons bien que la plupart des grandes infrastructures scolaires publiques à Madagascar a été construite durant la première République. Y compris le lycée RAHERIVELO RAMAMONJY : ce lycée est constitué de nombreux bureaux, plusieurs salles de classe, de salle d'infirmerie, de salle d'informatique, de laboratoire de physique. Durant l'année scolaire 2009-2010, l'établissement possédait classes de seconde en parallèle, en première C, en première D, en terminale C et en terminale D. Cette unique salle de laboratoire de physique empêche d'autres professeurs à ne pas pratiquer le cours basé sur l'expérience. On peut parler aussi du vieillissement des matériels utilisés. Ce problème d'infrastructure est d'autant plus important pour des lycées nouvellement implantés au niveau des districts, qui n'ont pas de salle autres que les salles de cours et un bureau des personnels : c'est le cas du lycée Jean RALAIMONGO, il possède une salle de laboratoire mais dépourvue de matériels didactiques, les responsables ont décidé de m'utiliser comme salle de classe.

Dans la CISCO de Vohibato, deux lycées, celle de Mahasoabe et de Mahaditra, ne possèdent que des salles de cours et des bureaux des personnels administratifs. Les tableaux ci-après nous montrent les résultats au baccalauréat 2010 dans cette CISCO :

Tableau 7 : Résultat au Baccalauréat, session 2010, du Lycée Mahasoabe

	Nombre d'élèves présentant à l'examen		Nombre des admis		Pourcentage du résultat
Sexe	Garçon	Fille	Garçon	Fille	
Série A	29	40	20	15	50,72%
Série C	-	-	-	-	-
Série D	11	06	02	00	11,76%

Source 6 : FPE, CISCO Vohibato, Année Scolaire 2009-2010

Tableau 8 : Résultat au Baccalauréat, session 2010 au Lycée Mahaditra

	Nombre d'élèves Présents à l'examen		Nombre des admis		Pourcentage du résultat
Sexe	Garçon	Fille	Garçon	Fille	
Série A	29	44	13	21	46,58%
Série C	-	-	-	-	-
Série D	11	11	00	0	00%

Source 7 : FPE, CISCO Vohibato, Année scolaire 2009-2010

Nous découvrons à partir de ces tableaux que les deux lycées n'ont pas de candidats en série C, et les effectifs des candidats en série D sont presque en dessous du tiers de ceux en série A. et voire même que les résultats en série scientifique sont très alarmants

Conclusion de la première partie

En résumé, cette première partie englobe les buts et objectifs de l'enseignement de sciences physiques au lycée et quelques problèmes jugés indisputables que l'on a rencontré.

En premier lieu, nous avons parlé des objectifs de la physique chimie : ceci nous permet de comprendre que dans la vie rien n'échappe à cette matière ; pour ce faire, il faut créer chez les élèves les comportements favorables. Puis on parle aussi des profils que chaque lycéen devra avoir à la fin de chaque niveau d'études et surtout avant de continuer leurs études supérieures. Dans la dernière section du premier chapitre, nous présentons les contenus du programme de sciences physiques pour la classe de seconde, les classes de premières et terminales scientifiques.

En second lieu, nous traitons quelques problèmes généraux liés à l'enseignement de sciences physiques à Madagascar. Depuis quelques dizaines d'années, on constate la chute d'effectif des étudiants qui préfèrent la filière scientifique. Et le pur, certains entre-eux décident de passer son examen du baccalauréat en choisissant la série littéraire (semi-scientifique : série A₂). L'une des causes, c'est la manière dont les professeurs des matières scientifiques transmettent leurs cours.

Dans ces cas, pour susciter des parcours scientifiques en nombre plus élevé, il faut en particulier s'appuyer sur le formidable intérêt des apprenants vis-à-vis des sciences.

Aussi, c'est pour ces raisons que nous proposons dans la deuxième partie de ce mémoire l'application des méthodes d'enseignement, de la physique et de la chimie, centrées sur l'élève (méthodes actives), où l'on interpelle l'élève dans toute sa personnalité.

En tant que sciences expérimentales, nous devons parler donc des différents types d'activités expérimentales en physique-chimie, la démarche expérimentale qu'il faut appliquer et son intervention dans l'élaboration du savoir.

DEUXIEME PARTIE :

L'IMPORTANCE DE L'EXPERIMENTATION EN SCIENCES PHYSIQUES

*Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour
l'enseignement de sciences physiques au lycée*

Introduction

Des progrès considérables sont réalisés par des enseignants dans les efforts visant à améliorer l'enseignement des sciences physiques. A tous les niveaux des cycles de l'enseignement, l'objectif est notamment d'améliorer et d'adopter une approche fondée sur l'expérimentation. Les activités expérimentales de physique-chimie doivent avoir pour objet, d'apprendre aux élèves à observer, à se poser des questions et à confronter les conséquences de leurs représentations personnelles à la réalité. Elles les aideront aussi à acquérir des connaissances, des savoir-faire et surtout une méthode d'analyse et de raisonnement logique leur permettant de formuler avec pertinence des jugements critiques.

De tels apprentissages ne peuvent être conduits que par des **méthodes actives** car sans elles, la plus grande partie des élèves mobilisent difficilement ses capacités d'abstraction et de concentration. De ce fait, un enseignement formel et abstrait des sciences physiques conduirait de plus en plus à l'échec. C'est aussi pour cela que cet enseignement doit comporter une large part d'activités expérimentales. Un proverbe chinois affirme à ce sujet « *ce que j'attends, je l'oublie ; ce que je vois, je le retiens ; ce que je fais, je le comprends mieux* ».

CHAPITRE IV : LA METHODE EXPERIMENTALE

IV – 1. QU'EST-CE QU'UNE METHODE EXPERIMENTALE ?

La **méthode expérimentale** consiste à tester par des expériences répétées la validité d'une hypothèse en obtenant des données nouvelles, qualitatives ou quantitatives, conformes ou non à l'hypothèse.

Elle est aussi définie par le chimiste Michel-Eugène Chevreul en 1856, avant d'être développé par Claude Bernard en médecine et en biologie : "*un phénomène frappe vos sens ; vous l'observez avec l'intention d'en découvrir la cause, et pour cela, vous en*

*supposez, une dont vous cherchez la vérification en instituant une expérience. Le raisonnement suggéré par l'observation des phénomènes institue donc des expériences (...), et ce raisonnement constitue la **méthode** que j'appelle **expérimentale**, parce qu'en définitive l'expérience est le contrôle, le critérium de l'exactitude du raisonnement dans la recherche des causes ou de la vérité "*

Il est important, afin d'éviter toute manipulation, de comprendre que la méthode expérimentale repose sur un principe : il s'agit de modifier un seul facteur à la fois pour mesurer son effet sur le comportement ou les pensées des participants.

L'expérience scientifique se distingue de l'expérience empirique en ce qu'elle exige un protocole conçu à partir d'une hypothèse. Claude Bernard distingue nettement les deux approches : *"L'empirisme est un donjon étroit et abject d'où l'esprit emprisonné ne peut s'échapper que sur les ailes d'une hypothèse."*

Les étapes de la démarche expérimentale ont été résumées par le sigle **OHERIC**, schéma très simplificateur, et des modèles plus proches d'une méthode expérimentale authentique ont été proposés.

L'expérience scientifique se réalise le plus souvent dans un laboratoire qui permet de s'assurer au mieux de la maîtrise de chaque facteur.

La conduite d'une expérience mènerait ainsi le schéma d'interprétation épistémologique classique à deux types de bénéfice :

1. D'abord la possibilité de vérifier ou, mieux, de corroborer l'hypothèse ou de la réfuter ;
2. Mais aussi dans tous les cas, un enseignement sur les causes de l'éventuel échec, enseignement qui sera réinvesti dans la définition d'une expérience plus adéquate. Le bénéfice est alors méthodologique.

IV – 2. PRINCIPE

Le plus souvent une hypothèse tente d'identifier une liaison cause-conséquence. Par exemple, mon hypothèse peut-être « la lumière permet la croissance d'une plante ».

L'expérience consiste à reproduire le phénomène « croissance d'une plante », de 2 manières :

- ✓ D'une part sans le facteur à tester (la lumière) ; c'est le témoin négatif.

-
- ✓ D'autre part, un témoin positif, avec le facteur à tester (avec lumière). Ce dernier dispositif permet de vérifier que tous les autres éléments non testés sont opérationnels (la plante fonctionne bien,).

Avant la mise en œuvre, les résultats de l'expérience doivent être prévus :

1. Si la croissance ne se produit pas dans les deux dispositifs, je ne peux rien déduire, si ce n'est que ma manipulation n'est pas adaptée à ma recherche.
2. Si la croissance ne se produit pas sans lumière, mais avec la lumière, alors l'hypothèse est validée : "*la lumière fait pousser les plante*".
3. Si le phénomène se produit dans les deux dispositifs, alors l'hypothèse n'est pas validée, mais elle n'est rejetée pour autant.

En dehors du facteur à tester qu'il faut faire varier, tous les dispositifs doivent être rigoureusement identiques. Sans cela d'autres facteurs pourraient être à l'origine de la différence de résultats avec le témoin. Par exemple, il fait plus froid dans le premier dispositif sans lumière, l'absence de croissance peut-être aussi bien imputée à ce facteur température.

Les résultats des expériences doivent être prévus avant leur mise en œuvre.

IV – 3. EXPERIENCE SCIENTIFIQUE A L'AIDE DE MODELE

Lorsque certains phénomènes naturels sont très complexes, trop vastes, trop dangereux, trop chers, ou trop long à reproduire dans une expérience, on a recours à un dispositif simplifié : le modèle.

Il peut s'agir :

- ✓ d'un modèle réduit (maquette). On parle de modélisation analogique ;
- ✓ d'un modèle numérique (programme de simulation par ordinateur) ;
- ✓ d'un modèle vivant, comme la souris qui permet d'éviter des expériences sur des humains.

Par exemple, pour représenter des atomes, on utilise des sphères de différentes couleurs et de diamètre appropriés à chaque atome considéré.

III – 4. STRUCTURE THEORIQUE D'UNE EXPERIENCE

D'un point de vue très général, l'expérience isolée comporte sommairement trois phases : la préparation ; l'expérimentation ; l'évaluation. Les deux dernières étant l'aboutissement simple de ce qui les a précédés.

Une expérience globale composée d'expériences partiellement individualisables comporte les trois mêmes pôles. Cependant si dans l'expérience isolée les trois phases constituent autant d'étapes réglées chronologiquement, dans l'expérience globale, il s'agit de trois registres qui interagissent en permanence. Ainsi :

- l'évaluation est plus ou moins associée aux paramètres pris en compte dans la préparation, par exemple, les résultats questionnent la méthode d'échantillonnage
- l'expérimentation peut être répétée, en fonction des deux autres phases ;

La préparation se réalise autour d'une double intention : la réussite de l'expérience, c'est-à-dire la conduite jusqu'à son terme ; la pertinence ou succès de l'expérience, c'est-à-dire à un résultat positif, à l'égard de l'objectif initial.

Chacune des intentions motivant et organisant l'expérience trouve ses limites dans au moins une forme d'incertitude : l'incertitude de base portant sur la réalisation de l'expérience est rejointe par autant d'incertitudes qu'il y a de choix possibles pour les conditions initiales

La préparation est donc basée sur des préventives et opérations d'anticipation ; supputations de l'expérience qui peuvent réduire l'incertitude sur tel ou tel paramètre.

La préparation aboutit ainsi à la réunion de facteurs d'efficacité.

Dans l'expérience globale, chaque phase ne résultant pas simplement de la précédente, les liens entre les conditions initiales et les résultats sont affectés par une complexité qui apporte une nouvelle charge d'incertitude.

CHAPITRE V : LES DIFFERENTS TYPES D'ACTIVITES EXPERIMENTALES

V - 1. LA PLACE DE L' EXPERIENCE EN SCIENCES PHYSIQUES

Lorsque les élèves arrivent en classe, l'idée souvent positive qu'ils ont des sciences physiques repose sur le côté expérimental de cette matière. Ceci se confirme à chaque début de cours où la traditionnelle question : « Monsieur, on fait des expériences aujourd'hui ? », se pose.

La pensée de Cécile Delannoy rejoint bien cette observation : « à priori, apprendre un savoir-faire est plus motivant qu'apprendre des savoir déclaratifs ».

Par ailleurs, elle ajoute : « par ce biais, on observe un gain d'efficacité » d'où l'utilité, voire la nécessité de l'expérimental en sciences physiques. Cette affirmation ne nous surprend guère car le fait de manipuler, de toucher réellement des objets, marque plus l'esprit des élèves et les motive pour acquérir des savoir-faire, il suscite un intérêt des élèves et les motive pour acquérir des savoir.

Nous connaissons l'intérêt porté aux expériences par les élèves, mais pour nous en assurer, nous avons posé la question suivante : « vous connaissez le titre du chapitre, quelles activités aimeriez-vous que le professeur vous propose ? »

Les réponses sur papier libre se répartissent comme suit :

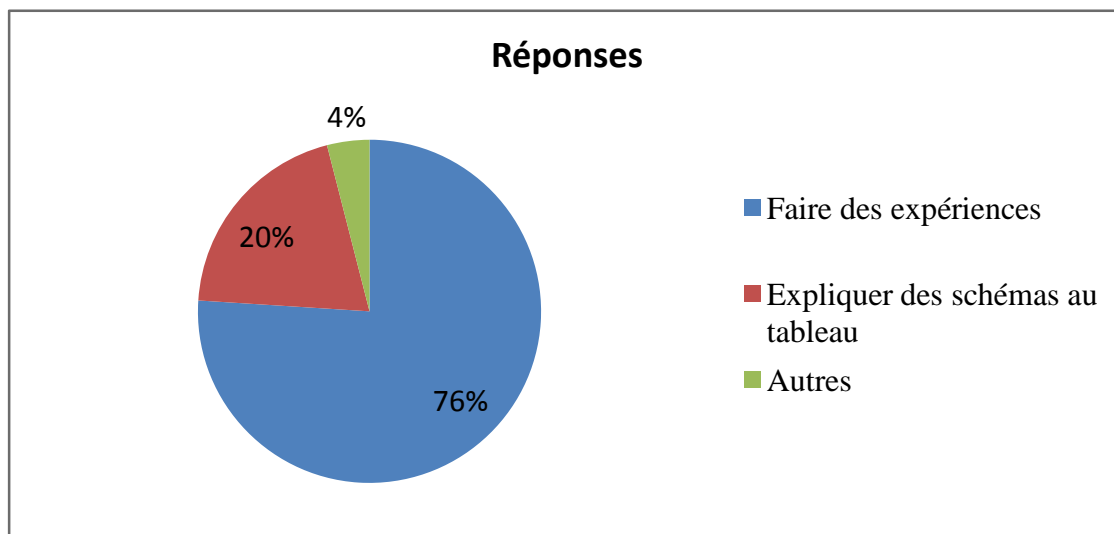


Figure 1 : Pourcentage des réponses

Ces résultats confirment bien nos dires, vu que plus de 70% des élèves sont intéressés par les expériences.

La nécessité de l'expérimentale, en accord avec les directions du programme, nous semble si évidente, que nous n'avons pas jugé utile de l'analyse en détail.

V - 2. LES EXPERIENCES EN COURS

On les appelle aussi expériences collectives, qui sont réalisées en classe entière. Certaines expériences ne se peuvent être réalisées par tous les élèves. C'est le cas par exemple lorsque le dispositif expérimental n'existe qu'en seul exemplaire, ou lorsque les expériences sont dangereuses (réactions chimiques réalisées sous la Sorbonne aspirante). Dans ce domaine, on peut également citer certaines expériences comportant la saisie et le traitement automatique de données par un ordinateur : l'apport d'un ordinateur est en effet tout à fait différent s'il est utilisé en illustration de cours ou s'il est à la disposition des élèves.

Une expérience de cours doit être visible par tous les élèves, sans que ceux-ci aient à se déplacer. Certes, le déplacement des élèves est préférable au fait qu'une expérience ne soit pas observable par une grande partie de la classe.

Pour éviter le déplacement d'élèves, une expérience de cours devra donc utiliser des matériels de taille suffisante ou bien des moyens modernes s'il est possible.

Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement de sciences physiques au lycée

V - 3. LES ACTIVITES EXPERIMENTALES REALISEES PAR LES ELEVES

Elles peuvent être regroupées en trois secteurs suivant les finalités pédagogiques recherchées :

V-3-1. Les activités expérimentales destinées à vérifier, pour les situations étudiées, la validité d'un modèle ou d'une loi

C'est la situation qui est le plus couramment rencontrée. Pendant les séquences de cours, le professeur présente une loi ou établit un modèle, soit par des démonstrations, soit à l'aide d'expériences. Pour les ordres de grandeurs, les méthodes de mesure, les difficultés à effectuer des mesures, il s'en remet aux travaux pratiques à venir.

V-3-2. Les activités expérimentales exploitant un modèle

On se propose cette fois de faire déterminer par les élèves la valeur d'un paramètre en utilisant un modèle qui prend en compte ce paramètre.

Faire prendre conscience à un élève qu'il est capable, à partir des éléments de cours qu'il connaît et d'informations qui lui sont apportées par le professeur en début de séance, de trouver une méthode de mesure susceptible d'être mise en œuvre avec un matériel donné, constitue un défi qu'il est en général capable de relever si les prémisses ont été posées, s'il est mis en confiance et si on le laisse dialoguer avec un groupe de camarades.

A ce sujet, il est certain que les travaux pratiques constituent une bonne initiation au nécessaire travail en groupe. Voir certains élèves adopter telle ou telle démarche pour atteindre un objectif précis assigné par le professeur, avec leur vocabulaire, leur humour et leurs fulgurances est un spectacle prometteur.

V-3-3. Les activités expérimentales permettant de répondre à une situation problème

Cette situation problème peut consister à construire, à structurer, voire à valider, un modèle modeste. Créer une situation problème à laquelle, faute de connaissances théoriques suffisantes, on pourra répondre, au moins partiellement, par l'expérience, permet de donner confiance aux élèves. Au passage, ils auront certainement à tester expérimentalement leurs propres représentations, plus souvent spontanément mobilisées que celles construites en classe : les relations entre le savoir, le professeur et les élèves s'en trouvent modifiées et généralement améliorées.

Eux-mêmes peuvent ainsi mettre en œuvre la méthode scientifique, non pour participer à l'élaboration de la science qui se construit, mais pour répondre aux questions qui sont susceptibles de les intéresser directement. Si, même modestement, l'enseignement de physique chimie peut ainsi contribuer à construire et à valoriser des jeunes, il ne faut pas en laisser passer l'occasion.

En formalisant quelque peu, les activités expérimentales permettant de répondre à une situation problème font généralement apparaître les cinq phases suivantes :

- **observations ;**
- **formulation d'une situation problème à laquelle il faudra répondre, entre autres, par l'expérience ;**
- **mise au point, pour cela, d'un protocole expérimental ;**
- **réalisation de ce protocole expérimental ;**
- **critique et exploitation des résultats**

V - 4. LE RÔLE DE L'EXPERIENCE DANS LA VALIDATION DES CONNAISSANCES

L'utilisation, en classe, de dispositifs matériels peut répondre à plusieurs objectifs. Le premier peut être la simple mise en évidence d'un évènement. Il ne s'agit pas, à proprement parler, d'une expérience mais d'une simple « monstration ». Dans une situation-problème, on associe plutôt le terme d'expérience à la recherche de preuves ; l'expérience est alors construite en vue de valider ou d'invalider les hypothèses retenues à la suite de la phase de formulation et de sélectionner celles qui seront gardées et utilisées par la suite. Les élèves sont invités à participer, totalement ou partiellement, à l'élaboration du protocole expérimental et à sa mise en œuvre. Ils sont guidés dans cette tâche par le souci de soumettre leurs hypothèses à l'épreuve des faits. Que la manipulation soit effectuée TP par les élèves, ou qu'elle soit réalisée devant eux sur le bureau du professeur, l'expérimentation intervient ici avec toute sa place dans la résolution du problème. Lors de cette phase de validation, le professeur aide les élèves à effectuer et à rendre compte de leurs observations et de leurs mesures. Cette phase donne lieu à des résultats qu'il convient alors d'écrire et d'examiner collectivement sous la conduite du professeur en vue de conclure.

CHAPITRE VI : LA DEMARCHE EXPERIMENTALE

VI-1. QU'EST-CE QUE LA DEMARCHE EXPERIMENTALE ?

Qu'est-ce que la démarche expérimentale ? On croit la connaître puisqu'on veut l'enseigner. Mais parfois des subtilités nous échappent. Est-ce la seule démarche scientifique ? Qu'est-ce qui la caractérisent au mieux ? Et comment intervient-elle dans l'élaboration du savoir ? . . .

Dans les temps anciens, quand il s'agissait d'expliquer ou de prévoir un phénomène, on se racontait une histoire, on allait chercher dans un livre sacré ou auprès d'un gourou une vérité générale. Aujourd'hui, aucune explication n'est plus acceptée d'emblée, du moins dans les milieux scientifiques. Les présupposés (hypothèse, loi, théorie, modèle,...) sont toujours soumis au test de la réalité : on réalise une expérience, des expériences devrait-on dire...

VI-2. Y A-T-IL UNE OU PLUSIEURS DEMARCHES EXPERIMENTALES ?

La démarche expérimentale n'est-disons-le tout de suite-toutefois pas la seule démarche dite "scientifique ". Cette investigation n'est pas toujours faisable ; certains objets comme les étoiles, sont trop lointains et par là inaccessibles. Seules des observations sont possibles, le plus souvent l'emploi d'instruments ou d'enregistrements suppléent les défaillances de notre vue. Dans d'autres cas, les objets d'études peuvent être dangereux ou difficile à manipuler, il faut se contenter de modèles et de simulations. Parfois l'expérimentation n'est pas souhaitable, elle irait à l'encontre de questions éthiques. Il en est ainsi en matière d'expérimentation humaine. En plus, un certain test expérimental pourrait gravement perturber le phénomène observé. On lui substitue des enquêtes, comme on les réalise en épidémiologie.

Observations, mesures, enregistrements de données, modélisation et simulation, enquêtes sont également des démarches scientifiques. L'important est de pouvoir faire émerger des éléments observables ou quantifiables, de les confronter à des hypothèses, de pouvoir maîtriser la démarche pour éventuellement la reproduire et de pouvoir discuter tous résultats. Car rien n'est simple en matière de recherche scientifique.

La démarche expérimentale, pour revenir plus précisément à elle, est très souvent défigurée en classe. Fréquemment, cette approche est proposée au travers d'un schéma simplifié, comportant six étapes :

-
- on Observe, **O**,
 - on émet une Hypothèse, **H**,
 - on fait une Expérience, **E**,
 - on Raisonne, **R**,
 - on Interprète, **I**,
 - on Conclut, **C**.

C'est la démarche "**OHERIC**" pour reprendre une expression que nous avons avancée dans une de nos premières études. Depuis, cette approche a connu quelques succès, sans forcément que ceux qui la manipulent sachent très bien toujours pourquoi. Pourtant rien n'est plus faux que concevoir la démarche expérimentale ainsi. Un tel processus est un modèle idéalisé ; en d'autres termes est trop beau pour être vrai !

Jamais on n'a pu expérimenter de la sorte dans aucun laboratoire. La méthode **OHERIC** est en fait une reconstruction par la pensée a posteriori ; une fois que le chercheur a trouvé une réponse à ses interrogations, il organise sa publication de la sorte pour des facilités de présentation.

En classe, son succès réel en matière d'apprentissage n'est d'ailleurs pas très grand ; les élèves ont beaucoup de difficultés pour entrée dans une démarche aussi épurée. Nombre d'expérimentations seraient mêmes impossibles si l'enseignant ne donnait pas quelques coups de pouce pour que l'expérience marche de la sorte...

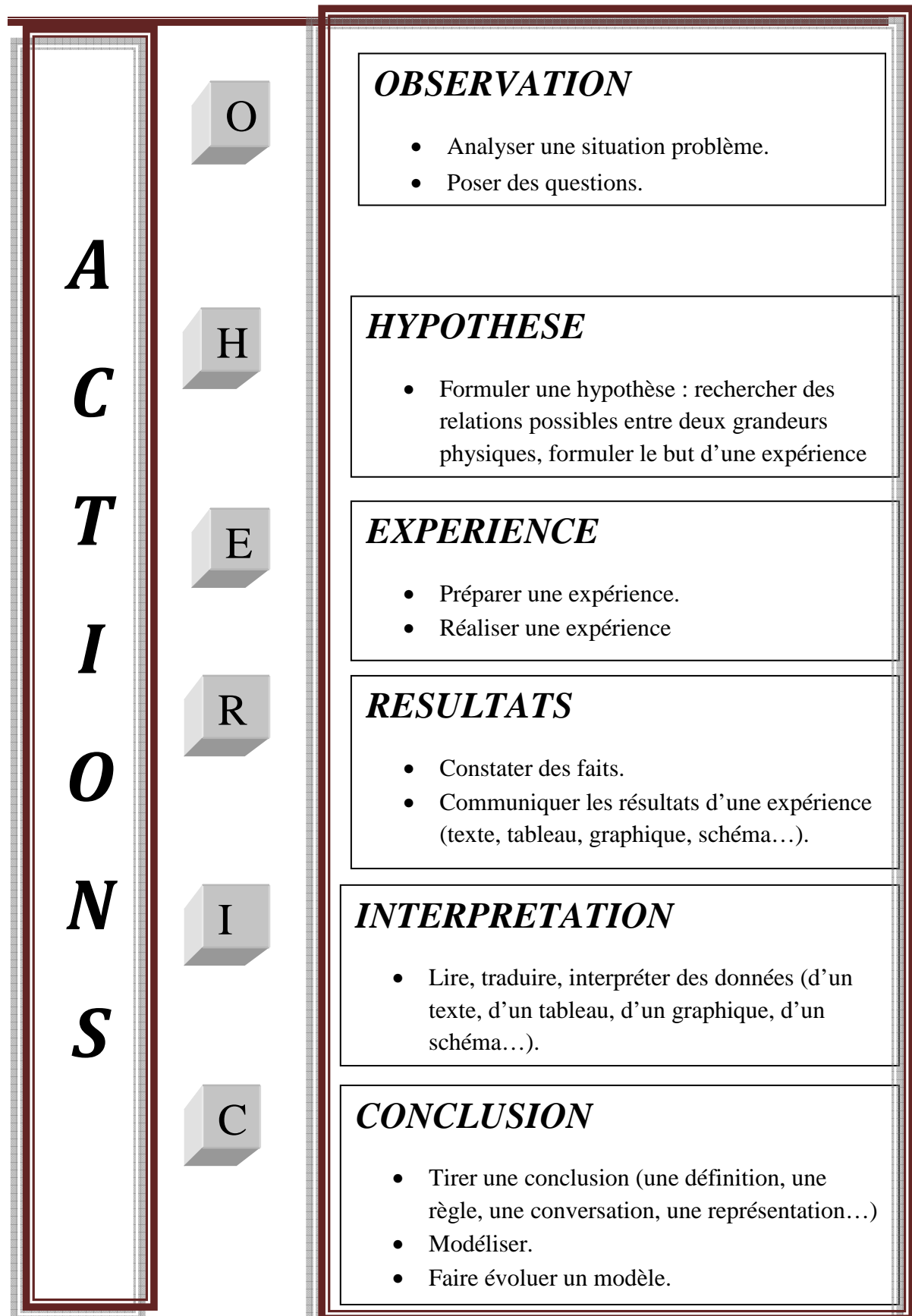


Figure 2 : Schématisation de la démarche expérimentale

METHODE GENERALE DE RESOLUTION DE PROBLEME D'UTILISATION D'OUTILS

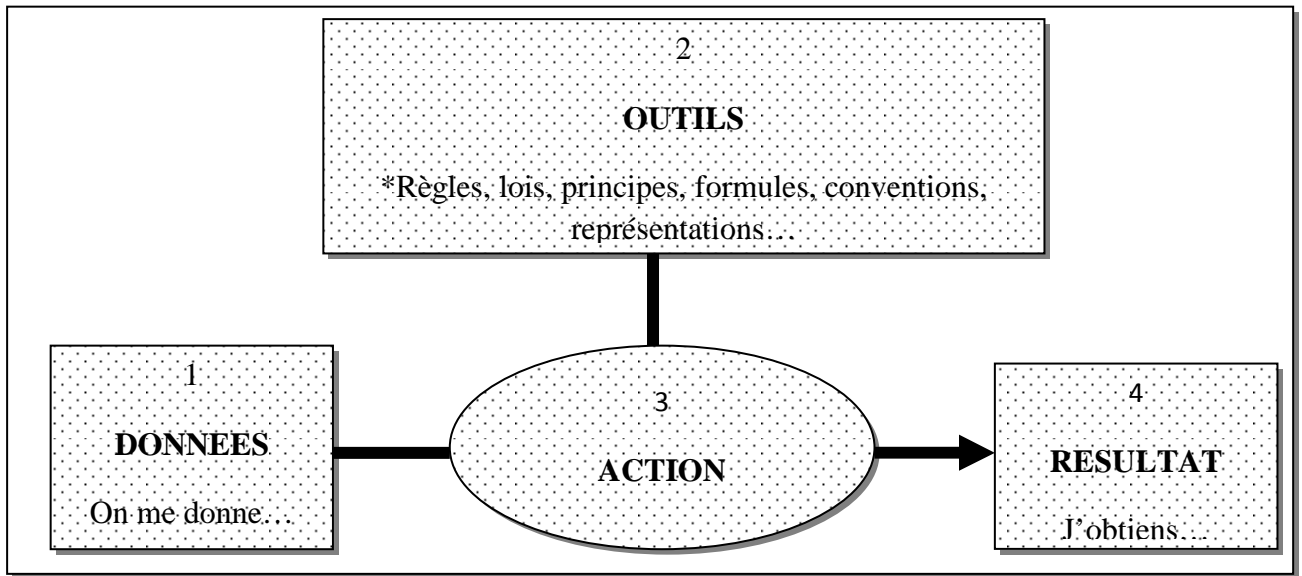


Figure 3: les problèmes d'utilisation d'outils

Tableau 9: méthode générale de résolution de problèmes d'utilisation d'out

1. DONNEES – « On me donne... On me demande... » <ul style="list-style-type: none"> • Quelle est la signification de la situation-problème ? Comment pourrais-je mettre en ordre Les données de l'énoncé ? 	
2. OUTILS – « J'utilise... » <ul style="list-style-type: none"> • Quels sont les outils (règle, principe, loi, formule, équation, convention, représentation...) qui me permettront de solutionner le problème ? Quelles sont les procédures (transformations, opérations, techniques...) qui me permettront d'utiliser ces outils ? • Quel pourrait être mon schéma de 	3. ACTION – « Je traite les données, j'exécute. » <ul style="list-style-type: none"> • Comment dois-je procéder pour réaliser (appliquer) mon schéma de résolution ?
4. RESULTAT – « J'obtiens... » <p>Quelle est la signification de mon résultat (valeur numérique et unités, ordre de longueur, conclusion éventuelle. vérification éventuelle) ?</p>	

VI-3. LA DEMARCHE EXPERIMENTALE

De fait, il n'existe pas une démarche expérimentale standard ; on dénote plutôt une variété de démarches expérimentales possibles. Entre une approche expérimentale en immunologie, une autre en ethnologie, une autre encore en physique des particules, il y a de multiples et profondes différences.

Alors comment caractériser toute démarche de type "expérimentale" ? Trois principaux moments forts sont présents en permanence. Ils sont d'ailleurs difficiles à séparer ; ils fonctionnent en général comme un tout, ou plutôt comme un système, avec des interactions multiples et des feed-backs. Ce système à trois paramètres comporte :

- une question,
- une hypothèse,
- une argumentation.

C'est dans ce dernier cadre qu'interviennent des expériences.

En premier, une démarche expérimentale est une tentative de réponse à une question. Le chercheur, le simple individu est face à quelque chose qui l'intrigue, qui l'interprète ou le préoccupe. Il constate un décalage entre le réel, du moins tel qu'il le perçoit, et l'idée qu'il s'en fait. La situation devient insatisfaisante, il a envie de savoir.

Parfois il est contraint pour des nécessités vitales, il doit trouver de nouvelles ressources alimentaires, il doit faire face à un nouveau danger en posant de question.

Pour répondre à cette question (ou à cette angoisse, c'est selon), le chercheur avance normalement des supputations. Ce sont les traditionnelles explications, "les plantes ont besoin de lumière pour se développer", «une carence est due à l'absence de vitamine"... Dans une démarche expérimentale, ces propositions prennent un statut différent. Le scientifique suspend ses affirmations le temps de les vérifier.

Cette simple activité change tout, elle constitue une mutation profonde dans la pensée humaine. Les explications prennent le statut de suppositions qu'ils' agit d'éprouver. On les dénomme désormais des hypothèses. L'hypothèse apparaît d'abord comme une

conjecture, non DNS ce sens qu'elle est matière à discuter mais parce qu'elle est reconnue comme possible et qu'Elle doit être confirmée.

La formulation d'une hypothèse est le moment le plus créatif de toute la démarche scientifique. Il s'agit d'inventer ou de fabriquer une explication plausible. C'est même un moment irrationnel, il faut dépasser les évidences habituelles pour fabriquer une idée originale ou pour mettre en relation des paramètres divergents ou inattendus.

Mais il ne s'agit pas de n'importe quelle imagination. En sciences, toute imagination n'est pas possible. Celle-ci est bridée de toutes parts. Plusieurs contraintes pèsent lourdement sur elle. L'hypothèse doit être cohérente. Elle doit être en phase avec les savoirs reconnus de l'époque ; du moins ceux qui ne souffrent d'aucune contestation. Elle doit être explicative sur des nombreux domaines. Il faut surtout qu'elle permette de travailler.

VI-4. INTERFERENCES ENTRE QUESTION, HYPOTHESE ET EXPERIENCE

A ce niveau quelques précisions supplémentaires sont nécessaires. D'abord, les expériences ne vérifient jamais complètement une hypothèse. On peut toujours réaliser un jour une expérience qui ira à l'encontre de l'hypothèse. L'épistémologue Popper qui a avancé cette idée disait que pendant l'essentiel de sa vie, il a cru vérifier l'hypothèse "tous les cygnes sont blancs". Et puis un jour, il a rencontré un cygne noir et son hypothèse s'est effondrée.

Une expérience peut seulement réfuter une hypothèse si le résultat contredit ce qui était prévu. Tant que l'hypothèse tient, on dit plutôt que l'expérience "corrobore" l'hypothèse. Si l'on voulait être encore plus précis, il faudrait dire l'expérience corrobore les conséquences de l'hypothèse. Si des moisissures apparaissent sur le pain à l'humidité, l'expérience ne corrobore pas l'humidité, mais le fait que l'humidité a pour conséquence de provoquer le développement de moisissures.

En fait, dans la vie du laboratoire, tout est encore plus complexe. Une expérience ne réfute jamais totalement une hypothèse, la plupart du temps, l'hypothèse résiste. Elle se transforme le plus souvent en s'adaptant aux circonstances. Plusieurs expériences convergentes sont indispensables pour conduire à l'abandon de l'hypothèse.

De plus, question, hypothèse et expérience ne sont jamais successifs, elles ne sont jamais uniques. Une situation signifie plusieurs problèmes qui entraînent à leur tour une série de

questions. Face à un problème plusieurs hypothèses peuvent être émises... Il n'est donc pas question de substituer une démarche QHE (question, Hypothèse et expérience) à une démarche OHERIC ! Ces trois paramètres interagissent en permanence l'un sur les deux autres soit directement, soit indirectement par feed-back.

VI – 4 - 1. Systèmes d'interactions

Au départ la question peut ne pas être précise, elle peut même être implicite. La formulation d'une hypothèse va affiner la question, celle qui est publiée est rarement la question que se posait le chercheur à l'origine ? C'est une nouvelle formulation qui résulte de discussions résultantes de l'expérimentation. Il en est de même pour l'hypothèse, les résultats d'une première série d'expériences conduisent à la retravailler, à l'affiner ou carrément à en proposer une autre.

En retour, l'expérimentation reste toujours un article. Elle n'apporte aucune information en soi. Elle ne prend sens que par interaction avec d'autres expériences et surtout en relation avec l'hypothèse qui lui procure son cadre de questionnement et d'interprétation. A la limite un fait n'existe pas en soi. Il n'est perçu déjà que si on a une grille d'analyse qui permet de l'enregistrer. Pour expérimenter sur "la chaleur", il faut avoir défini des grandeurs (température, degrés hygrométriques) sur lesquels sont construits les instruments de mesure. Les qualités sensibles ("chaud"-"froid", «sec"-"humide") sont nettement insuffisantes. Ainsi une démarche expérimentale doit être envisagée comme un processus dans le temps où question, hypothèse et expérience interfèrent mutuellement.

VI – 4 - 2. Evolution des hypothèses

Les patatoïdes et l'ellipse représentent les modèles successifs qui sous-tendent le questionnement et l'interprétation. Rien n'est linéaire cependant, parfois la démarche se fourvoie dans des fausses pistes. Dans chaque "bulle" du système ci-dessus, l'interaction question, hypothèse et expérience peut se schématiser de la manière suivante :

- microdéveloppement de la démarche expérimentale

On voit apparaître le rôle préalable de la phase "état de la question", la communauté scientifique intervient encore comme filtre lors de la publication. En retour, toutes les phases peuvent être reconsidérées.

- Le modèle

Il ne suffit donc pas pour comprendre "ouvrir les yeux" ou de regarder là où l'on ne regardait pas avant. Rares sont actuellement les phénomènes qui s'imposent d'eux-mêmes. Par exemple, interpréter une coupe d'organe au microscope ou un listing de données informatiques en physique des particules n'est pas très évident si on ne possède pas respectivement le modèle de cellule ou de quark.

Aujourd'hui, on parle plutôt de tester un modèle, car l'hypothèse s'inscrit dans un réseau d'idées plus large qui lui donne son sens. Elle intervient dans le cadre d'un modèle interprétatif pour lequel les expériences ont une importance stratégique. Leur but réel n'est pas uniquement la découverte en soi mais plutôt une tactique. IL faut tenter d'influer sur le champ du savoir en place. D'où le soin que porte tout scientifique à la délimitation de son domaine d'investigation ou encore à la mise au point d'une nouvelle technologie ou d'un nouveau vocabulaire. Il peut devenir très susceptible sur ce plan, c'est son "passage obligé".

Ne nous faisons pas d'illusions, des données expérimentales ne sont jamais totalement "originales" en soi. Elles dépendent sur les multiples acquis antérieurs. Elles ne le seront que si on arrive à en persuader ceux qui font ou défont la partie. Or cette perception dépend de la position des acteurs. D'où l'importance du crédit intellectuel qu'on aura su engranger au préalable.

Car il ne suffit pas de trouver, il faut encore d'une bataille ! A ce moment-là et à ce moment-là seulement, elle peut devenir un enjeu, le point d'appui indispensable pour emporter la bataille ! Une stratégie de recherche expérimentale est identique en beaucoup de convaincre de l'importance de son travail. Tout est terriblement dynamique en la matière. On ne marquera des "points" que s'il réussit progressivement à polariser l'attention sur son travail. Une métaphore militaire peut être très parlante, en la matière ; une position sur le terrain n'a aucune importance en soi. Elle n'est qu'un élément du paysage. Elle n'a d'intérêt, elle ne prend sa signification, qu'en fonction points. Encore faut-il, au moment opportun, mobiliser toutes les forces disponibles et tirer avantage des ressources de la position investie. On est loin de l'image stéréotypée que propage encore nombre de livres de la démarche scientifique...

VI – 4 – 3. Objectifs possibles à travers une démarche expérimentale

Sur le plan éducatif, la démarche expérimentale est très porteuse. Elle permet de développer une multitude de qualités et d'investigations. Il est possible de catégoriser ces divers objectifs en deux groupes : attitudes et démarches.

a. Attitudes

- avoir envie de se poser des questions (curiosité),
- avoir confiance en soi,
- être critique (esprit critique),
- être créatif (imagination créatrice),
- avoir envie de recherche par soi-même,
- avoir envie de communiquer,
- avoir envie de travailler en groupe,

b. Démarches

- savoir entreprendre une activité pour répondre à ses questions, à celles de ses camarades ou de l'animateur,
- savoir énoncer sa propre formulation du problème,
- savoir rechercher une relation causale (savoir établir une corrélation ou un système causal),
- savoir formuler plusieurs hypothèses,
- savoir faire un corpus documentaire,
- savoir repérer une grandeur,
- savoir imaginer un dispositif expérimental,
- savoir rechercher des indicateurs,
- savoir envisager des causes d'erreurs,
- savoir mettre au point du test,
- savoir observer,
- savoir faire des mesures,
- savoir enquêter,

-
- savoir lire les résultats d'une expérience,
 - savoir traduire les résultats sous forme d'un graphe,
 - savoir argumenter,
 - savoir discuter les apports de son expérimentation et la comparer avec celles d'autres,
 - savoir accueillir ou élaborer un modèle,
 - savoir mobiliser une hypothèse corroborée (ou un modèle) dans d'autres situations,
 - savoir reconnaître les limites d'une hypothèse

NB : Nombre d'objectifs les plus formateurs résultent des interactions entre les phases d'une démarche expérimentale :

- savoir fonder une hypothèse par rapport au corpus documentaire,
- savoir mettre en relation les résultats obtenus avec l'hypothèse,
- savoir discuter les résultats,
- savoir reformuler une hypothèse, éventuellement en émettre d'autres,
- savoir reformuler le problème,
- savoir rechercher la cohérence d'une hypothèse au travers le modèle utilisé, etc...

A côté de la démarche expérimentale de type analytique, il est important d'envisager des démarches systématiques où l'on apprend aux élèves à mettre en relation les différents facteurs (effets de synergie ou d'inhibition).

Conclusion de la deuxième partie

Le choix d'une méthode, compatible à l'enseignement d'une discipline, est un engagement que l'enseignant doit être pris s'il veut exactement réussir à son travail. Nous parlons entièrement de l'expérience et son environnement dans cette partie. En sciences physiques, les travaux pratiques sont unique sens pour que les élèves puissent associer les connaissances théoriques aux réalités qui l'entourent et qu'ils vivent.

L'explication portée sur les différents types d'activités expérimentales, nous admet aussi à renforcer le choix de cette méthode dite active, où la participation même de l'apprenant à construire son savoir figure parmi ses objectifs.

En outre, faire de l'expérience, ce n'est pas si facile ? Il y a toujours des conditions à suivre, à respecter : la démarche expérimentale, le protocole expérimental,...elles répondent aux but fixés pour l'enseignement des sciences physiques à Madagascar.

TROISIEME PARTIE

CONCEPTION DE QUELQUES MATERIELS DIDACTIQUES

Introduction

Précédemment, nous avons mis l'accent sur la nécessité de l'expérience. les diverses conditions qui l'accompagnent. Ainsi, nous avons parlé de la réalisation. Ce travail de mémoire a été bâti en effet de faire découvrir aux élèves, aux professeurs et surtout aux futurs professeurs en formation (dans les écoles normales supérieures à Madagascar) que les travaux pratiques sont essentiels dans les cours de physique et chimie.

Cependant, plusieurs établissements publics ne possèdent de laboratoire ni notamment des matériels didactiques indispensables pour la réalisation d'une expérience simple. Pour restaurer cette lacune, nous devons passer à la conception, c'est la principale cible de notre travail de mémoire. Et cette conception doit être simplifiée, en utilisant des matériels et composants recyclables.

Mais, avant de passer dans le détail de la conception, parlons d'abord de la "didactique", sa différence avec la "pédagogie". Puis, le rôle des matériels didactiques dans la transposition des savoirs ; et en dernier lieu, quelques obstacles qui les rendent inaccessibles par les établissements et les élèves.

CHAPITRE VII : LA DIDACTIQUE DES SCIENCES PHYSIQUES

VII – 1. HISTORIQUES ET ESSAI DE DEFINITION

VII -1- 1. Eléments historiques

A l'origine, "didactique" est utilisé comme synonyme de "pédagogie". C'est le sens adopté par COMENIUS dans "La Grande Didactique", ouvrage publié en 1649.

Au cours des années 60, le terme "didactique" redevient substantif avec des acceptions plus ou moins extensives. Exemples :

R. LAFON (1963) : "art d'enseigner exercé par un adulte" ;

H. PIERON (1963) : "Science auxiliaire de la pédagogie relative aux méthodes les plus propres à faire acquérir telle ou telle matière..." ;

G. MIALARET (1979) : "Ensemble des méthodes, techniques et procédés pour l'enseignement..."

Depuis une bonne vingtaine d'années, le mot didactique connaît une nouvelle carrière. De science auxiliaire de la pédagogie (cf. PIERON), la didactique se mue en science

Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement de sciences physiques au lycée

autonome s'inspirant à la fois de la psychologie, de l'épistémologie, de la recherche pédagogique et, plus récemment, des nouvelles "sciences cognitives". A ce titre, la nouvelle didactique ambitionne de faire la synthèse de tous les éléments d'une situation pédagogique.

Dans son acception commune, l'expression « didactique des langues », didactique des mathématiques », « didactique de la mécanique », etc., **renvoie à l'utilisation de techniques et de méthodes d'enseignement propres à chaque discipline.**

Les techniques retenues sont, bien entendu, différentes selon les matières, puisqu'elles dépendent directement des **contenus** à enseigner. L'enseignement des langues privilégie les techniques audio-orales, l'enseignement des sciences physiques la démarche expérimentale.

Les techniques pédagogiques retenues, leur adaptation aux caractéristiques de la discipline enseignée, ainsi que leur articulation, constituent la didactique de la discipline.

Dans son acception moderne, la didactique étudie **les interactions qui peuvent s'établir dans une situation d'enseignement / apprentissage entre un savoir identifié, un maître dispensateur de ce savoir et un élève récepteur de ce savoir.** Elle ne se contente plus de traiter la matière à enseigner selon des schémas préétablis, elle pose comme condition nécessaire **la réflexion épistémologique du maître sur la nature des savoirs** qu'il aura à enseigner, et la prise en compte des **représentations de l'apprenant** par rapport à ce savoir (épistémologie de l'élève).

VII – 1 – 2. Définitions

« Le terme didactique a longtemps été considéré comme un synonyme de pédagogie. Il a même parfois, dans une acception forte restreinte, désigné un sous-ensemble de la pédagogie : celui analysant les moyens et les procédés d'enseignement. On a alors parlé de "technologie de la fonction professorale" ».

P. JONNAERT. (1988)

« La didactique d'une discipline étudie les processus de transmission et l'acquisition relatifs au domaine spécifique de cette discipline ou des sciences voisines avec lesquelles elle interagit ».

G. VERGNAUD. (1985)

« Si l'on devait risquer une définition, on pourrait dire que la didactique d'une discipline est la science qui étudie, pour un domaine particulier, les phénomènes d'enseignement, les conditions de la transmission de la culture propre à une institution et les conditions de l'acquisition de connaissances par un apprenant »

J-J. DUPPIN et S. JOHSSUA. (1993)

« La didactique des disciplines n'est pas fondé sur des conseils et des directifs éducatifs, mais plutôt, c'est une recherche approfondie sur les moyens d'enseignement des concepts scolaires et les stratégies de leurs acquisitions ».

J.L. MARTINAUD. (1993)

Pour Philippe MEIRIEU : « La didactique est constituée par l'ensemble des procédés, méthodes et techniques qui ont pour but l'enseignement de connaissances déterminées ». En tant que telle, la didactique n'est évidemment pas une discipline récente... les didacticiens, pourtant, ont le sentiment d'être dans une phase où leur savoir se constitue, où leurs concepts se stabilisent et où leurs institutions tentent, parfois avec difficulté, de trouver une place dans la communauté universitaire. Elle étudie les processus d'élaboration d'un savoir à connaître, sa transmission et son acquisition pour une discipline donnée. Elle étudie donc les interactions entre le professeur, le savoir et l'élève ou apprenant. Ce triplet constitue **le triangle didactique**.

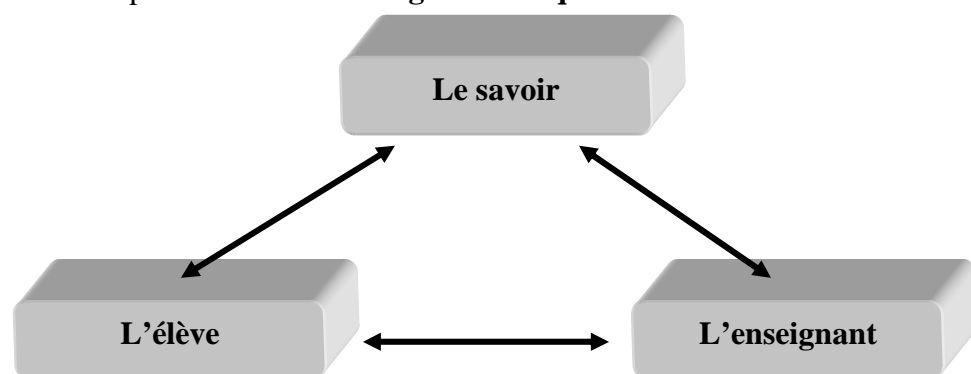


Figure 4: Le triangle didactique

VII – 1 – 3. La différence entre la didactique et la pédagogie

Ces deux disciplines s'intéressent aux trois pôles du triangle didactique. Mais ils se distinguent par la place qu'ils réservent à ces trois pôles et les relations qui les lient.

Rôle du pédagogue

Le pédagogue cherche à répondre à des questions intéressant directement son action éducative : que savons-nous de l'apprentissage humain qui nous permette de construire des stratégies d'enseignement efficaces ? Quelle serait la méthode d'enseignement la plus efficace pour tel type d'apprentissage ?

Il apparaît comme un praticien qui se préoccupe de l'efficacité de son action. C'est un homme de terrain, et ce titre il résout en permanence des problèmes concrets d'enseignement/apprentissage.

Rôle du didacticien

Le didacticien est avant tout un spécialiste de l'enseignement de sa discipline. Il s'interroge surtout sur les notions, les concepts et les principes qui dans sa discipline devront se transformer en contenus à enseigner.

Son rôle ne se limite pas à un travail de traitement de l'information : identifier et transformer le savoir savant (le savoir de référence) en savoir à enseigner. Son travail consiste aussi à chercher les moyens d'enseignement des concepts scolaires et les stratégies de leurs acquisitions en prenant en considération le déjà là des sujets apprenants.

VII – 2. LE MATERIEL DIDACTIQUE DANS NOTRE ETABLISSEMENT

Le matériel didactique est défini comme tout outil permettant l'apprentissage des apprenants (enfants, jeunes et adultes). Il se trouve que ces matériels didactiques font cruellement défaut dans nos établissements scolaires. Toutes les études effectuées à Madagascar sur l'enseignement l'attestent, et la moindre visite de classe et centres la prouve. Différents projets n'ont apporté que de remède sous forme de dotation. Ces opérations ne peuvent donc pas apporter des solutions durables et n'ont pas couvert tous les établissements scolaires.

Et pourtant, nos élèves et enseignants auront toujours besoin de matériels didactiques. Dans l'état actuel de nos moyens financiers, et compte tenu du niveau de qualification de nos formateurs, il est raisonnable de penser qu'un enseignement-apprentissage ne peut se concevoir sans matériels didactiques.

Par ailleurs, les résultats des recherches sur les matériels didactiques ont été confirmés, à savoir que dans les pays en développement, les matériels didactiques constituent un facteur déterminant pour la réussite de l'apprentissage.

En outre, depuis que l'éducation pour tous a été vulgarisée et reconnue comme un droit universel, l'utilisation généralisée des matériels didactiques s'est imposée comme une nécessité pour assurer l'efficacité de l'enseignement et de la réussite scolaire. Mais les moyens financiers et humains à mettre en œuvre dépassent les possibilités réelles du pays.

VII – 3. IMPORTANCE DU ROLE DES MATERIELS DIDACTIQUES DANS LA CONSOLIDATION DES ACQUIS

L'objectif de l'éducation au niveau préscolaire et primaire est de stimuler les sens des enfants, d'éveiller leur curiosité, de les amener à poser des questions et à réaliser une croissance significative de leur faculté perceptive.

Par conséquent, le rôle des enseignants a évolué en passant de celui de facteurs d'informations à celui de planification et d'organisation d'expériences scolaires, à l'aide d'une variété de matériels didactiques/autres équipements éducatifs en vue de créer un cadre stimulant pour l'apprentissage.

La présentation visuelle d'une idée ou d'un concept, à l'aide d'une image, d'un graphisme ou d'un modèle, aide l'enfant ou même l'adulte à mieux élaborer des images mentales de l'objet ou du concept car la présentation orale et écrite ne suffit pas.

L'image des médias ou d'autres supports audio-visuels sont essentiels dans tout genre d'apprentissage et de consolidation des acquis car ils conduisent à une meilleure compréhension, notamment dans le domaine éducatif.

***Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour
l'enseignement de sciences physiques au lycée***

Leur importance consiste dans le fait qu'ils sont un moyen de transmettre un savoir à des groupes cibles bien déterminés. En outre, la production des matériels supplémentaires comme les écrits s'avère indispensable pour la mémorisation et les réemplois.

L'importance des équipements éducatifs (mobilier, bancs, machines, outils,...) n'est pas à nier non plus dans le processus de transfert d'acquisition de connaissances. En effet, la disponibilité de ces équipements constitue des facteurs favorisant pour l'amélioration de l'environnement culturel et/ou éducatif.

L'insuffisance des matériels didactiques/équipements éducatifs dans les établissements d'apprentissage et des centres de formation est essentiellement due à la difficulté des nationaux à développer la conception, la production, la diffusion et la maintenance locale, afin de satisfaire les demandes.

CHAPITRE VIII : LES ELEMENTS DE PROBLEMATIQUES

VIII – 1. LA PAUVRETE DE LA POPULATION

En 2008, avec un Indicateur de Développement Humain (IDH) de 0,533, Madagascar entre dans le groupe des pays à développement humain moyen ($0,5 \leq \text{IDH} < 0,8$) (*), (143^e rang sur 177 pays émettant de données). Madagascar est classé parmi les pays les moins avancés (PMA), à faible revenu et à déficit vivrier. Plus de 68,7% de la population vit en dessous du seuil de pauvreté (**).

L'appauvrissement généralisé de la population malgache, avec un degré plus accentué en milieu rural (75% vit en milieu rural, soit environ 12 millions d'habitants), et l'importance en coût des importations en matériels et autres équipements éducatifs ont rendu l'inaccessibilité de ces matériels pour les couches défavorisées et les couches moyennes.

VIII – 2. INADEQUATION DU CONTENU DES MATERIELS EDUCATIFS

D'une part, les matériels importés conçus pour les élèves des pays développés ne conviennent pas aux enfants malgaches car les contenus et les objectifs fixés sont différents et ne répondent pas exactement au programme éducatif et la réalité nationale.

D'autre part, les matériels conçus et produits localement ne satisfont pas les demandes tant en quantité qu'en qualité.

La production de matériel didactique doit répondre aux besoins du système éducatif.

VIII – 3. PROBLEMES LIES A LA PERENNISATION DES ACQUIS

L'absence d'une politique nationale claire et cohérente dans le domaine de la conception, de la fabrication, de la production, de la diffusion et de la maintenance des matériels et équipements éducatifs est liée à l'insuffisance budgétaire si bien que les ressources humaines en souffrent sur les plans qualitatif et quantitatif. Il s'ensuit que la promotion des matériels didactiques est loin d'être atteinte.

D'ailleurs, la consolidation des acquis s'effectue d'une manière ponctuelle, surtout dans le domaine de l'Education non formelle (Alphabétisation), car les activités de la conception et la fabrication sont liées à l'existence de projet à court terme.

La déficience d'une coordination nationale est aussi un obstacle majeur à surmonter pour que les activités de différentes entités soient bien articulées et complémentaires.

Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement de sciences physiques au lycée

VIII – 4. POTENTIALITES LOCALES MAL EXPLOITEES

Un changement de mentalité s'avère nécessaire. En effet, le fait de considérer que tout produit local n'est pas compétitif vis-à-vis du produit importé n'est pas valable dans le domaine de l'éducation car l'exploitation des ressources locales est un atout et un départ pour le renforcement de la capacité endogène en matière de conception, de la fabrication des matériels didactiques mais compétitifs par rapport aux produits étrangers.

De plus, la prolifération des fascicules produits uniquement dans un but lucratif, ne favorise guère l'épanouissement de l'éducation, formelle comme non formelle car elle n'assure que la transmission des **connaissances trop livresques**.

VIII – 5. FAIBLESSE DU CIRCUIT DE DISTRIBUTION ETENDUE DU TERRITOIRE

Le défi de la scolarisation ou de la formation universelle est confronté au contexte d'austérité dans lequel se trouve Madagascar, si bien que les demandes individuelles en matériels didactiques ne sont pas satisfaites, car le circuit de distribution n'est pas très bien développé. En effet, ce circuit existe seulement dans les régions éloignées ou enclavées ne sont pas desservies.

VIII – 6. INSUFFISANCE DE LA SUBVENTION DE L'ETAT

Le secteur éducation figure parmi le plus favorisé par le pouvoir de la transition. Il dispose d'une enveloppe record de 614 milliards d'ariary tandis que la santé acquiert 285 milliards d'ariary. Pour ces deux départements, le Programme d'Investissement Public (PIP) est assez élevé.

Pour le Ministère de l'Education, la majeure partie de ces budgets est affecté au fonctionnement et au paiement de soldes. Notons que dans son exposé de motif, le projet de loi de finance 2011 propose l'intention de l'Etat de construire des écoles primaires, et 44 milliards d'ariary sont affectés dans leur réalisation.

La répartition des dépenses effectives par poste n'est comme que des circonscriptions régionales.

L'absence d'harmonisation du déblocage de crédit venant du Ministère du Budget, qui se fait par tranche de 25% par trimestre, complique la confection du compte des dépenses effectivement engagées pour l'ensemble du Ministère. Le prochain décaissement ne peut se faire sans l'épuisement de la tranche en cours. Ceci provoque deux périodes difficiles dans l'année scolaire : pendant la rentrée et dans le dernier trimestre en vue de la préparation des examens.

En un mot, l'insuffisance, voire l'inexistence de budget étatique pour le volet recherche et conception des matériels didactiques constitue l'un des points faibles de la conception des matériels didactiques.

CHAPITRE IX : CONCEPTION DE QUELQUES MATERIELS DIDACTIQUES

IX – 1. MATERIELS UTILISES EN PHYSIQUE

IX-1-1. Dynamomètre

Montage expérimental

Pour fabriquer un dynamomètre, on utilise le

Montage de la figure ci-contre.

On suspend successivement au ressort une série de masses marquées. Après chaque équilibre, on mesure la longueur du ressort. Les résultats des mesures sont reportés dans un tableau.

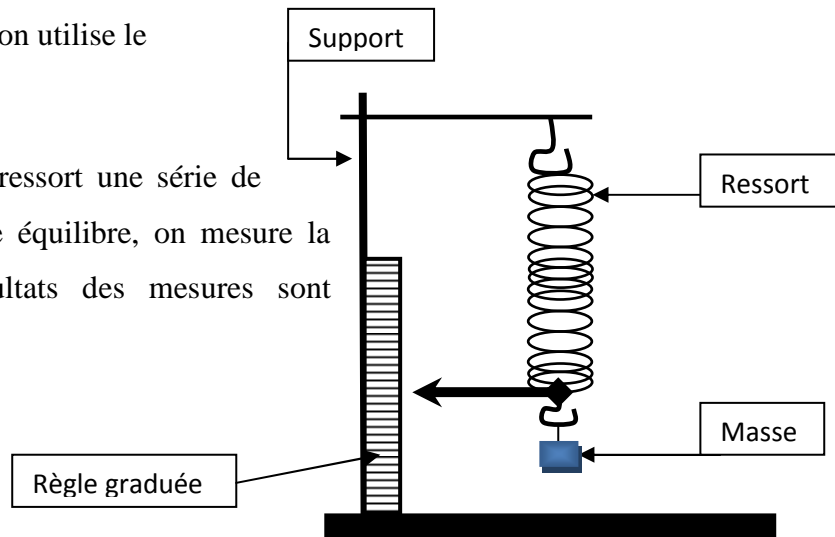


Figure 5 : montage expérimentale de la fabrication d'un dynamomètre

a- Mesures

Mesurer la longueur initiale l_0 du ressort (masse $m=0$)

Compléter le tableau en calculant pour chaque masse utilisée le poids P en Newton et l'allongement du ressort (on rappelle que l'allongement du ressort est la différence entre la longueur mesurée et sa longueur initiale quand $m=0$)

Masses m utilisées (g)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Longueur l du ressort (cm)										
Poids (NJ)										
Allongement Δl (cm)										

En prenant une valeur approximative de l'intensité de la pesanteur $g=9,81\text{N/Kg}$, on calcule le poids P correspondant à chaque masse marquée, on prend l'allongement

correspondant. A partir de ces deux valeurs, on peut graduer notre dispositif en valeurs des poids (en Newton) ; nous avons enfin un **dynamomètre**.

Remarque : la graduation du dynamomètre doit être changée, si on utilise un autre ressort car chacun a sa propre raideur. Pour ce faire, on doit établir un autre tableau des mesures.

IX- 1-2. Pendule simple

Matériel : différents pendules simples, support, fil, boules, rapporteur, balance.

a) Objectifs :

- Mesurer la période T d'un pendule simple
- Vérifier l'affirmation de Galilée : « carré de la période est proportionnel à la longueur du pendule ».

b) Réalisation du pendule simple

- Le pendule simple
 - Un pendule simple est constitué d'une petite boule suspendue à un fil inextensible fixé à un support.
 - La longueur du fil est grande devant le rayon de la boule : $l_{\text{fil}} \gg 10 R$
- Un phénomène périodique
 - Un phénomène périodique est un phénomène qui se produit identique à lui-même à intervalles de temps irréguliers.
 - La période T d'un phénomène périodique est la durée au bout de laquelle le phénomène se produit identique à lui-même. L'unité de période T est la seconde(s).
 - Dans le cas du pendule simple, la période T correspond à la durée d'une oscillation (aller-retour).
 - La fréquence f représente le nombre de période par seconde. On écrit $f = \frac{1}{T}$; unité de fréquence : Hertz (Hz) (il faut pour cela exprimer la période en seconde).
- Fabrication d'un pendule simple

Choisir une boule, déterminer la valeur de sa masse. Régler la longueur du fil de telle sorte que $l_m \gg 70\text{cm}$. Accrocher l'ensemble à un support.

- Description du pendule fabriqué

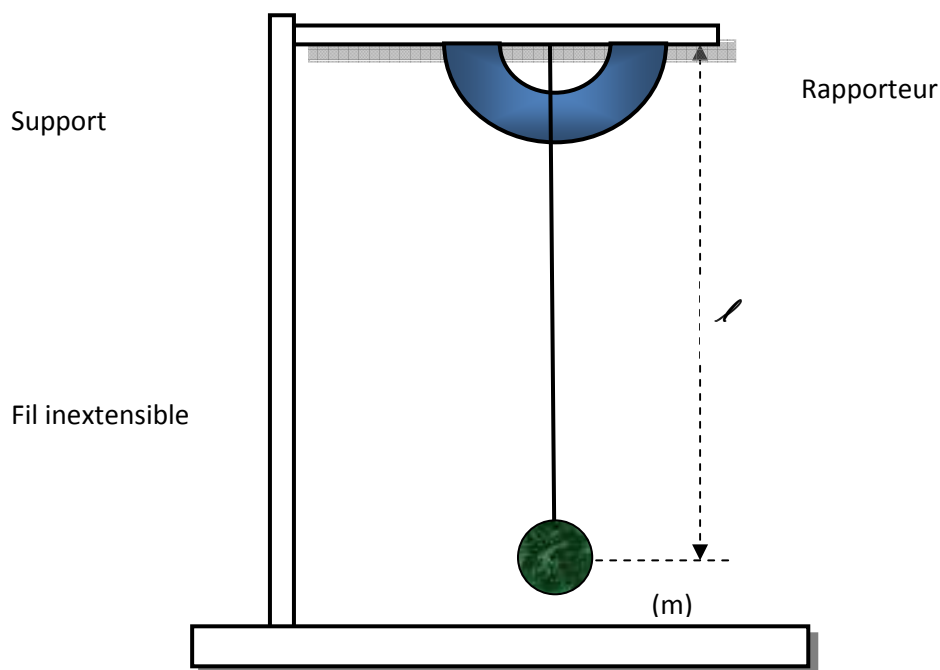


Figure 6: Schéma d'un pendule simple

c) Mesure de la période

- Mode opératoire :

Ecarter l'objet du fil tendu de façon à ce que l'angle α entre la verticale soit d'environ 10° . Lâcher l'objet et laisse osciller. Mesurer avec un chronomètre la durée Δt de 10 oscillations (une oscillation correspond à un aller-retour).

En déduire la valeur de la période T du pendule puis sa fréquence.

- Influence de l'angle de départ : recommencer l'expérience précédente :
 - Avec un angle α voisin de 15°

Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement de sciences physiques au lycée

➤ Avec un angle α voisin de 5° .

- Conclure : comparer les valeurs des périodes mesurées et conclure.

Que signifie l'expression : isochronisme des petites oscillations ?

Que se passe-t-il si l'angle α devient trop grand ?

d) Influence de la longueur l du pendule sur sa période T

- Expérience

• Mode opératoire

- ✓ Raccourcir le fil du pendule de 10cm.
- ✓ Mesurer la longueur l_1 du nouveau pendule puis déterminer sa période T_1 en utilisant la méthode précédente.
- ✓ Recommencer et reproduire et compléter le tableau suivant :

Longueur du pendule	l (cm)					
Durée de 10 oscillations	Δt (s)					
Période	T (s)					

- Exploitation

Reproduire et compléter le tableau suivant :

Longueur du pendule	l (m)						
Période au carrée	T^2 (s ²)						

Tracer la courbe donnant les variations de T^2 en fonction de l et conclure.

Calculer la valeur du coefficient directeur a de la droite moyenne tracée.

Donner la valeur de a à $\frac{4\pi^2}{g}$. Prendre $g=9,81\text{m/s}^2$). Conclusion.

IX – 1 – 3. Dispositif permettant d'étudier l'équilibre d'un solide soumis à des forces concourantes

a) Matériel :

Plaque d'isorel ou de carton (au moins 50cm*50cm), des petites poulies d'axe démontable, support en bois pur maintenir la plaque verticalement, un anneau, des fils de nylon inextensibles.

b) Objectifs :

Montrer expérimentalement l'équilibre d'un solide soumis à des forces concourantes (puis à trois forces concourantes).

c) Montages :

Expérience 1 : deux forces de mêmes droites d'action, de sens contraires et de même intensité sont dites opposées. La somme de ces deux forces est nulle.

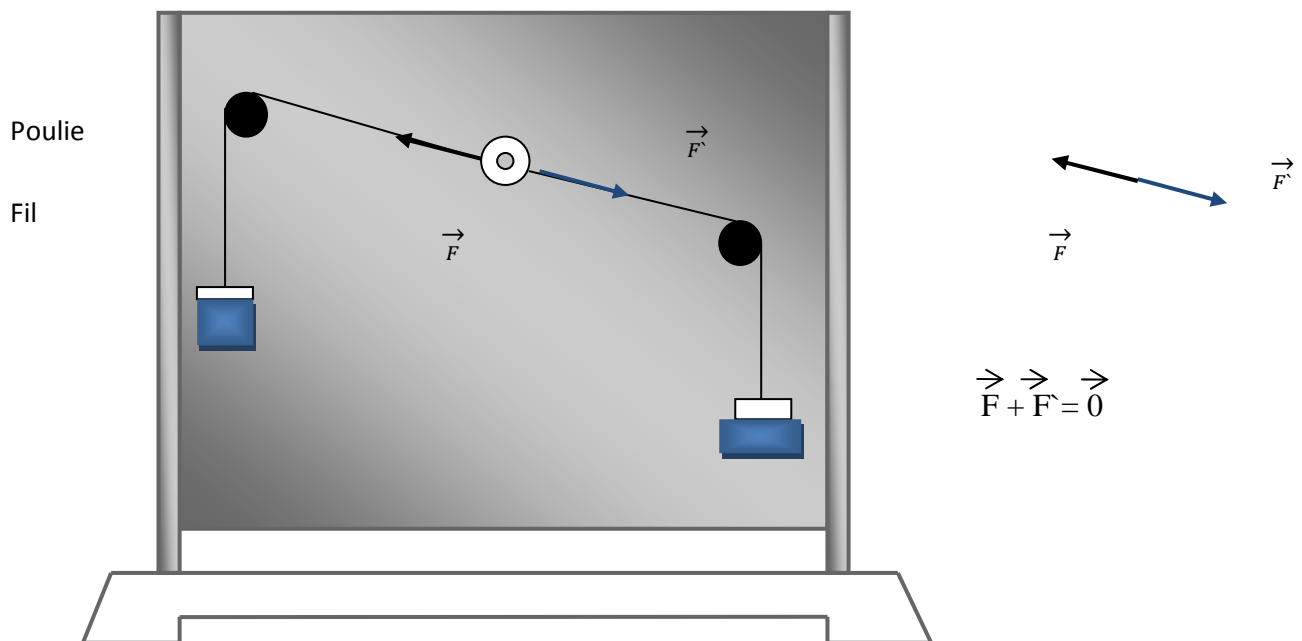


Figure 7: Equilibre d'un solide soumis à deux forces opposées

Expérience 2 : Lorsqu'un solide est en équilibre sous l'action de trois forces concourantes, on peut remplacer deux quelconques d'entre-elles par une force unique qu'on appelle leur résultante.

Dans notre expérience, les droites d'actions des forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 sont dans un même plan. Repérons sur la plaque ses droites d'actions et traçons-les ; les droites d'actions sont concourantes en un point O.

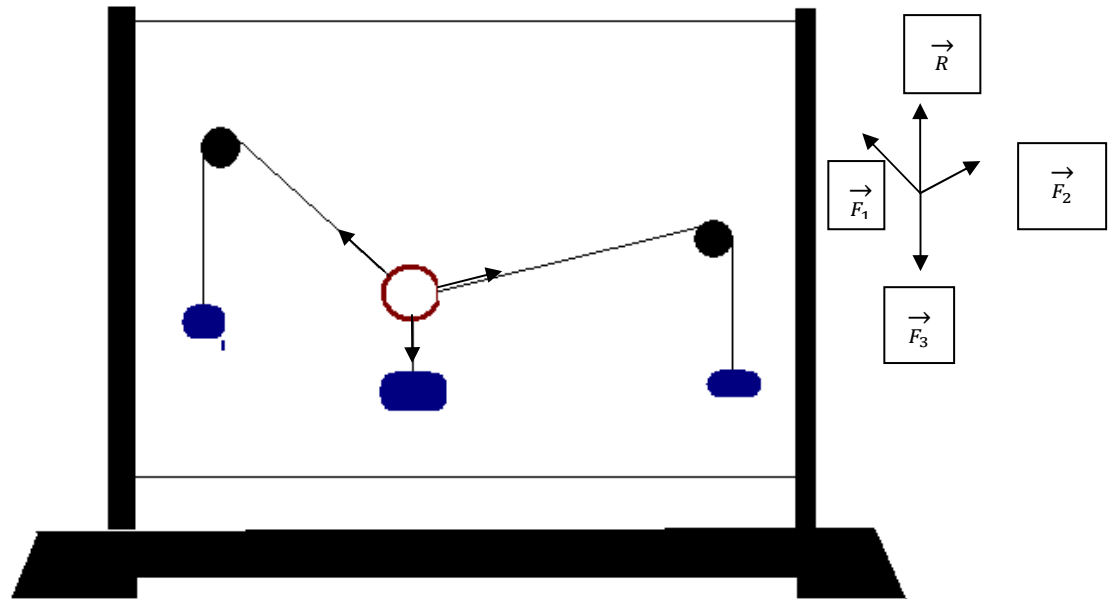


Figure 8: Equilibre d'un anneau soumis à trois forces concourantes

La résultante \vec{R} de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 est opposée à \vec{F}_3 . C'est pourquoi l'anneau est en équilibre.

IX – 1- 4 – Fabrication d'un électro-aimant

- a) **Matériels nécessaires :** fil de cuivre vernissé, un morceau de fer de forme cylindrique, un scotch pour carton, une pile de 4,5 volts, deux morceaux de fils électriques, des limailles de fer.

b) **Montages :**

A l'aide du scotch, on a recouvert le fer cylindrique, et on y embobine le fil de cuivre vernissé : nous venons donc de réaliser une bobine de fil e cuivre à noyau de fer. Fixons les morceaux de fils électriques aux deux bornes de la bobine et réalisons l'expérience suivante :

- Expérience 1 : Une borne de la bobine n'est pas reliée à a pile.

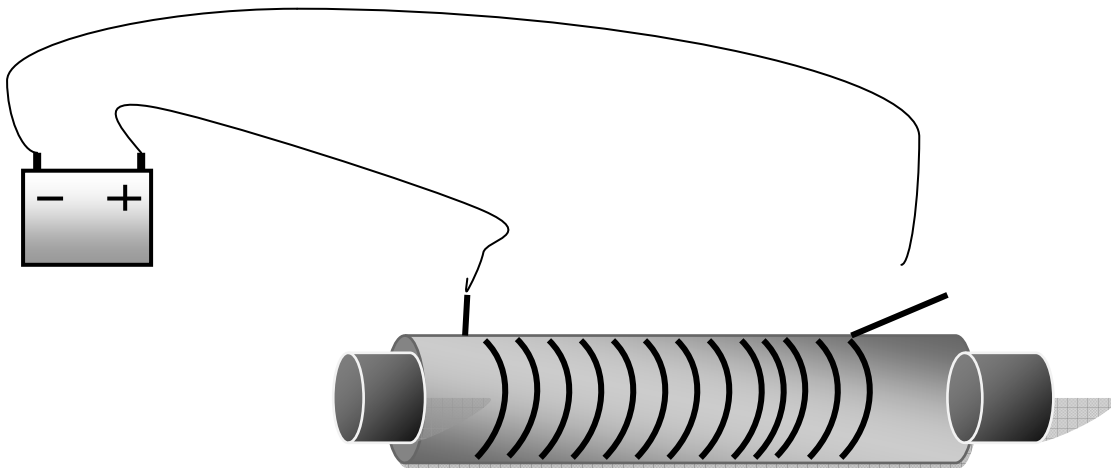


Figure 9: 1er montage expérimental d'un électro-aimant

Résultat : Rien ne se passe.

- Expérience 2 : les deux bornes sont liées à la pile

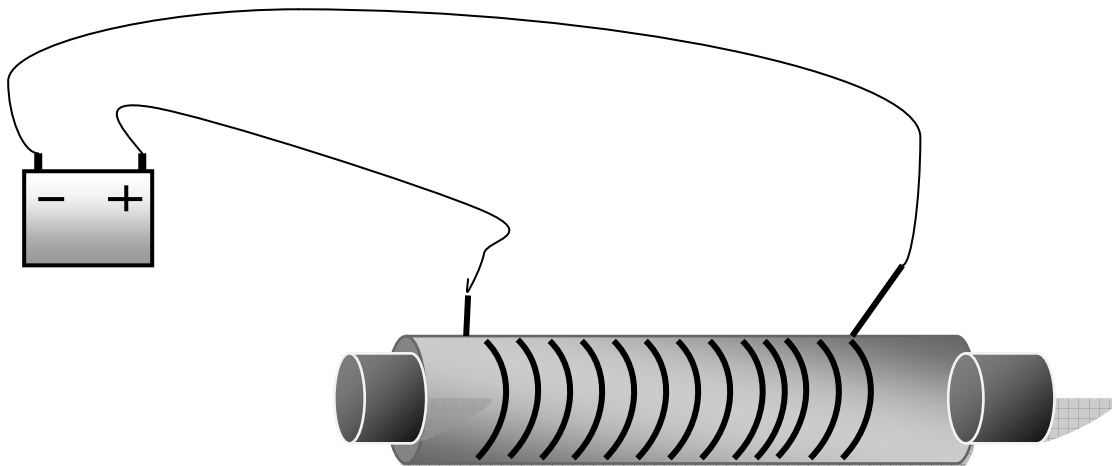


Figure 10 : 2ème montage expérimentale d'un électro-aimant

ies pour

Résultat : les limailles de fer sont attirées par le noyau de fer cylindrique (il se comporte comme un aimant)

IX - 1 - 5 - Redressement d'un courant alternatif

- a) Matériels : transformateurs, un pont à diodes(ou quatre diodes), deux condensateurs, fer à souder, étain, des fils, une plaquette vierge ...
- b) Schéma de la réalisation :

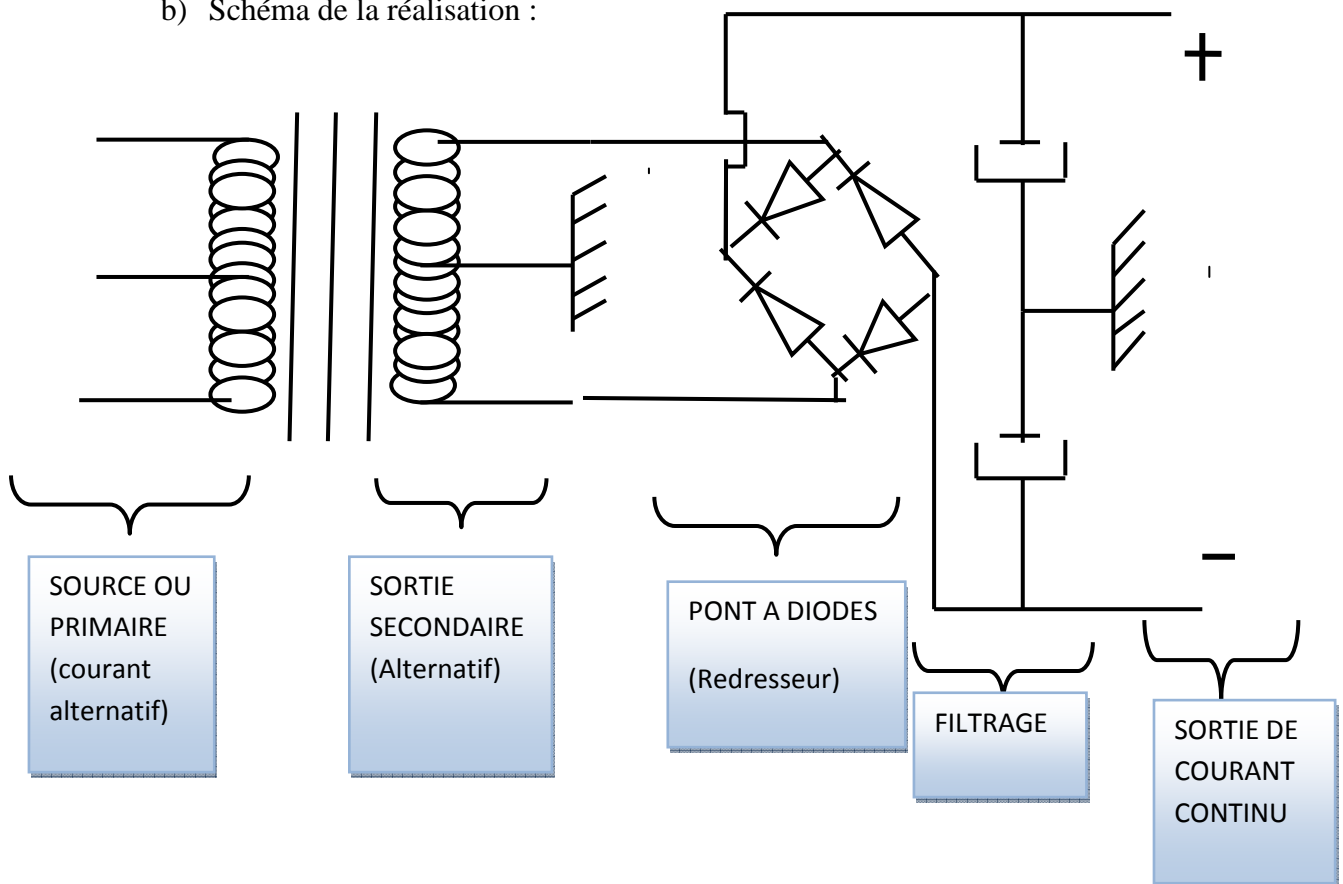


Figure 11 : Montage d'une alimentation symétrique

IX - 2. MATERIELS UTILISES EN CHIMIE

IX – 2 – 1. Modèles moléculaires

Il n'existe actuellement aucun microscope capable de produire des images des molécules biologiques à l'échelle de résolution de l'atome. Les microscopes les plus performants (**MET**=Microscope Electronique à effet Tunnel et **MCP**=Microscope à Champ Proche) permettent d'observer la forme de très longues molécules comme l'ADN, des complexes multiprotéïques et des polysaccharides, avec peu de détail de leur structure interne. Dans ce contexte, les modèles moléculaires sont les seuls outils dont nous disposons pour "voir" à quoi les molécules ressemblent.

Les modèles moléculaires sont rien que des représentations symboliques des molécules. A ce titre, la modélisation moléculaire utilise un langage de description arbitraire fondé sur des codes de couleurs et de formes reconnus à l'échelon international.

Codes de couleurs

Il y a plusieurs codes de couleurs. Citons le code dit "CPK" (pour Corey, Pauling et Koltun)

Tableau 10: Code de couleurs

Carbone	C	Noir
Oxygène	O	Rouge
Hydrogène	H	Blanc
Azote	N	Bleu
Soufre	S	Jaune
Phosphore	P	orange

Le code de couleurs CPK

Codes de formes

Il existe également différentes conventions pour représenter les formes, chacune avec une utilité spécifique.

Ici nous avons choisi le modèle compact où les atomes sont des sphères dont les diamètres de Van der Waals spécifiques des atomes représentés. Ce mode de représentation ressemble aux modèles mécaniques introduits par Corey, Pauling et Koltun, également connus sous le nom de modèles compacts ou CPK (d'après les initiales des inventeurs). Cette représentation est particulièrement utile pour montrer les volumes et les formes. Notez l'emboîtement des sphères représentant les atomes liés par liaisons covalentes (oxygène et hydrogène) et l'absence d'emboîtement entre les atomes qui ne sont pas directement liés (les deux hydrogènes).

Remarque : Autres codes de formes : Wireframe, Stick, Ball and Stick

Géométrie des molécules

Les coordonnées internes qui permettent de décrire la géométrie d'une molécule sont : les distances interatomiques, les angles de liaison et les angles dièdres (de torsion autour d'une liaison).

En chimie, la théorie des domaines de paires électroniques, connue sous le nom de théorie VSEPR (Valence Shell Electron Pair Répulsion), est fondée sur le principe d'exclusion de Pauli (appariement d'électrons de même spin). Les paires d'électrons dans les couches de valence des atomes se comportent comme s'ils se repoussaient en restant les plus éloignés les uns aux autres.

Tableau 11: Description de quelques atomes

ATOMES	DIAMETRE	COULEURS	HYBRIDATION	FONCTIONS
Hydrogène	3cm	Blanc		Composés organiques
Carbone	3,8cm	Noir	sp^3	Alcanes, cyclanes
			sp^2	Alcènes, cycles aromatiques
			sp	Alcynes, CO_2 , Allèles
Azote	3,8cm	Bleu	sp^3	Amines, ammoniac
			sp^3	Ammonium
			sp^2	Hétérocycles amines, amides
Oxygène	3,8cm	Rouge	sp^3	Alcools, éthers, oxydes, oses
			sp^2/sp	Carbonyles, CO_2
Chlore	4,95cm	Vert		-Cl
Fluor	5cm	Gris vert		-F
Brome	5cm	Marron		-Br

Description des liaisons

Tableau 12: Description des liaisons atomiques

TYPE	LONGUEUR	EXEMPLE
Eclatée courte	52cm	C-H, N-H, O-H
Eclatée longue	70cm	C-C, C-N, C-O
Eclatée double	70cm	C=C, C=N ; C=O ; N=O
Compactes	16cm	Toutes liaisons

Avantages/points forts :

- molécules de grande taille
- idéal pour les démonstrations

Fabrication :

- Matière d'œuvre :
 - tiges de bonbon
 - débris de matière plastique ou nylon
 - des boules de diamètres différentes
 - peinture à l'huile (blanche, noire, bleue, rouge,...)
 - de l'argile.
- Outillage :
 - pince coupante
 - boîte à Nestlé
 - perceuse
 - pinceau
- Fabrication :
 - ✓ A l'aide de l'argile et la boule de diamètre correspondant, construisons une moule pour chaque atome. Et faisons-le sécher.
 - ✓ Mettons le nylon ou le plastique dans la boîte, une fois fondu, versons-le dans la moule correspondant à chaque atome, on

Echelle de représentation : **5cm/Å** en représentation éclatée ;

1,5cm/Å en représentation compacte.

Modèles éclatés :

Constitué par des petites boules de couleurs et de diamètres variés par des tiges figurant les liaisons.

Les modèles moléculaires éclatés sont opposés aux modèles compacts.

Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement de sciences physiques au lycée

Modèles compacts :

À sphères interpénétrées ; donnant une idée approchée de l'encombrement de la molécule.

LA MOLECULE D'HYDROGENE :

A la température ordinaire, l'hydrogène est un gaz formé de molécules diatomiques (H_2).

En ce qui concerne le schéma, l'échelle employée est :

-le rayon atomique de l'hydrogène est de $0,78 \text{ \AA}$ ($0,78 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$) le réel, dans nos fabrications $1,25 \text{ cm}$; donc l'agrandissement est :

$$(1 / 0,78 \cdot 10^{-8}) \times 1,25 = 1,6 \cdot 10^8$$

-la liaison covalente : le réel est $0,74 \text{ \AA}$ ($0,74 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$) dans nos fabrications $5,2 \text{ cm}$; donc l'agrandissement est : $7,027 \cdot 10^8$.

Tous les atomes d'hydrogène représentent une » demi-sphère.



Figure 12: Structure de la molécule de dihydrogène

L'hydrogène est un gaz incolore, sans odeur ni saveur ; c'est le plus léger de tous les corps connus ;

L'hydrogène est utilisé dans l'industrie chimique pour les transformations des huiles végétales, animales ou minérales (composés non saturés) en graisses compactes et la fabrication de certains solvants. On l'utilise également comme combustible non polluant.

LA MOLECULE D'EAU :

La molécule d'eau est de formule générale H_2O . La structure de Lewis de l'eau montre **deux paires électroniques non liantes**. Le modèle VSEPR prédit une géométrie tétraédrique assez peu différente de celle du méthane. Les paires non liantes sont plus diffuses et plus répulsives que les paires liantes. L'angle H-O-H est un peu moins (105°) ouvert que les angles H-C-H du méthane. La molécule d'eau se trouve dans tous ses états : état solide, état liquide, l'état gazeux qui sont formés toutes les molécules identiques. Autrement dit, la molécule d'eau conserve sa nature chimique dans tous les états physiques.

Pour qu'on puisse voir clairement la mesure réelle de ces molécules, l'agrandissement utilisé est :

- pour l'oxygène qui forme une sphère, le rayon atomique réel est $0,89\text{\AA}$ ($0,89 \cdot 10^{-8}\text{cm}$), dans nos fabrications, il est de 1,4cm. L'agrandissement de rayon atomique est $1,57 \cdot 10^8$.
- pour la liaison covalente H-O (type : éclatée courte), elle est de $0,96\text{\AA}$ ($0,96 \cdot 10^{-8}\text{cm}$), dans nos fabrications elle est de 5,2cm ; l'agrandissement est donc : $5,41 \cdot 10^8$.

On représente le schéma de la molécule d'eau :

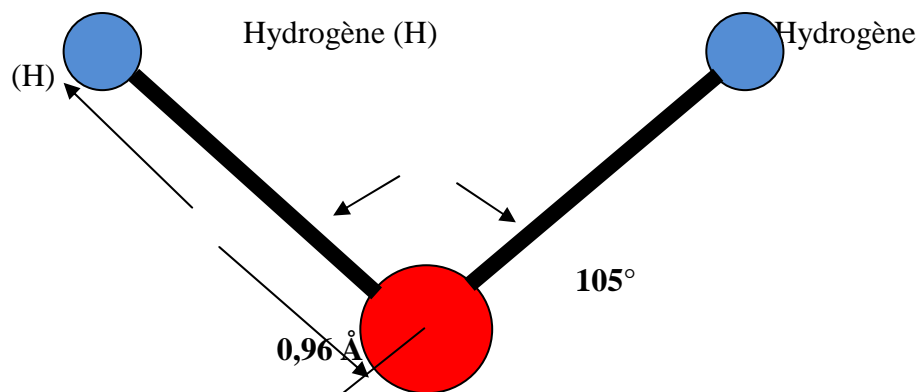


Figure 13: Structure e la molécule d'eau

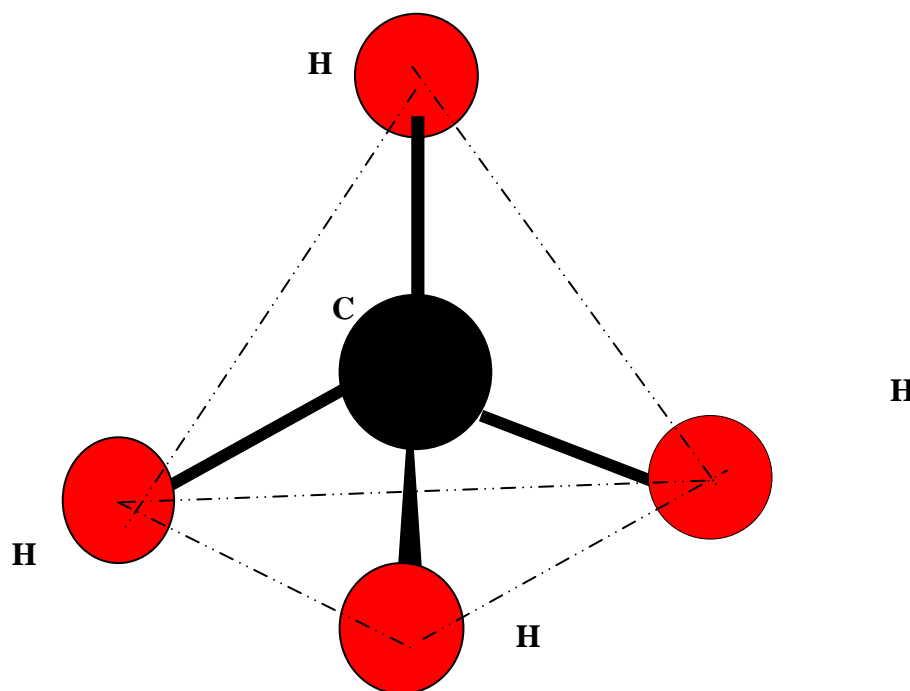
LA MOLECULE DE METHANE

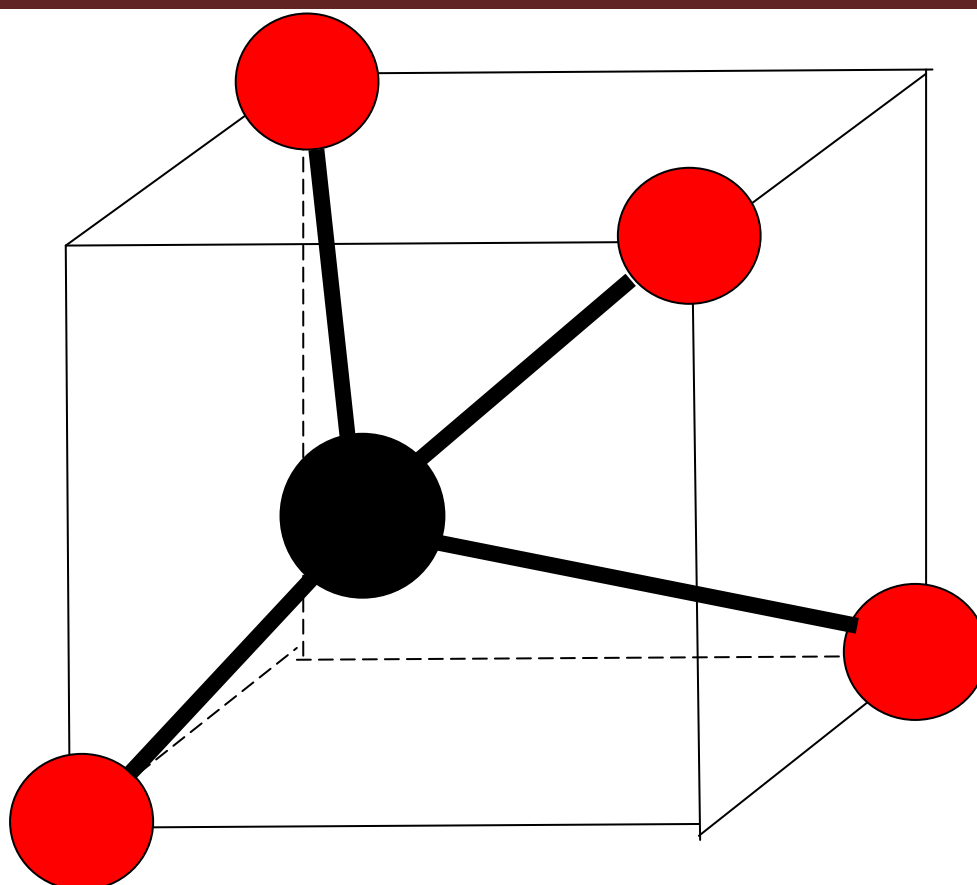
Le méthane est de formule CH_4 . C'est un gaz incolore, inodore lorsqu'il est pur, un gaz nettement moins dense que l'air, peu soluble dans l'eau. Il est difficilement liquéfiable. Il est utilisé comme combustible et carburant. Il constitue aussi la somme 10% de biogaz (30% de CO_2) résultant de la fermentation anaérobie de déchets cellulosiques et/ou d'excréments des animaux.

La structure de Lewis du méthane montre quatre paires électroniques liantes. La théorie VSEPR propose une géométrie tétraédrique où les quatre liaisons C-H du méthane pointent vers les quatre sommets du tétraèdre et le centre est occupé par le noyau carbone. Les angles formés par ces liaisons ont la même valeur de $109,5^\circ$.

La longueur de la liaison covalente simple C-H est de $1,09 \text{ \AA}$ ($1,09 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$), dans nos fabrications : $5,2 \text{ cm}$; l'agrandissement est $4,77 \cdot 10^8$).

La représentation de la molécule de méthane est :



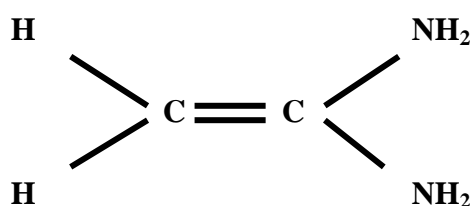


Le tétraèdre CH₄

LA MOLECULE D'AMMONIAC NH₃ :

Le gaz ammoniac est incolore et a une odeur piquante. Il est facile à liquéfier ; c'est un gaz le plus soluble dans l'eau.

Le gaz ammoniac liquéfié est utilisé comme agent frigorigène. Il sert également d'engrais ou réactif départ des autres engrais (urée) :

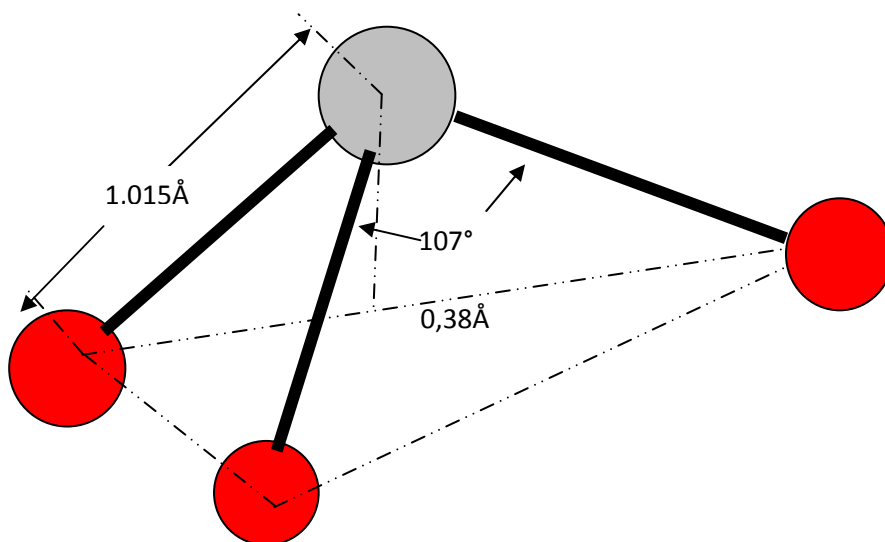


La molécule NH_3 ressemble à une pyramide à base triangulaire : l'atome d'azote en occupe le sommet et les trois atomes d'hydrogène forment le triangle équilatéral qui sert de base.

-La longueur de la liaison N-H est de $1,015 \text{ \AA}$ ($1,015 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$), dans nos fabrications 7 cm ; l'agrandissement est donc : $6,9 \cdot 10^8$; l'angle HNH vaut 107° .

-L'atome d'azote est représenté par une sphère de rayon $0,92 \text{ \AA}$, dans nos fabrications : 2 cm .

-l'agrandissement est : $2,17 \cdot 10^8$.



STRUCTURE DE LA MOLECULE D'AMMONIAC

LA MOLECULE DE DIOXYDE DE CARBONE

Le gaz carbonique est de formule CO_2 (formule développée $\text{O}=\text{C}=\text{O}$) :

L'étude stéréochimique de sa molécule est linéaire. C'est un gaz incolore, de saveur aigrelette, un peu plus dense que l'air.

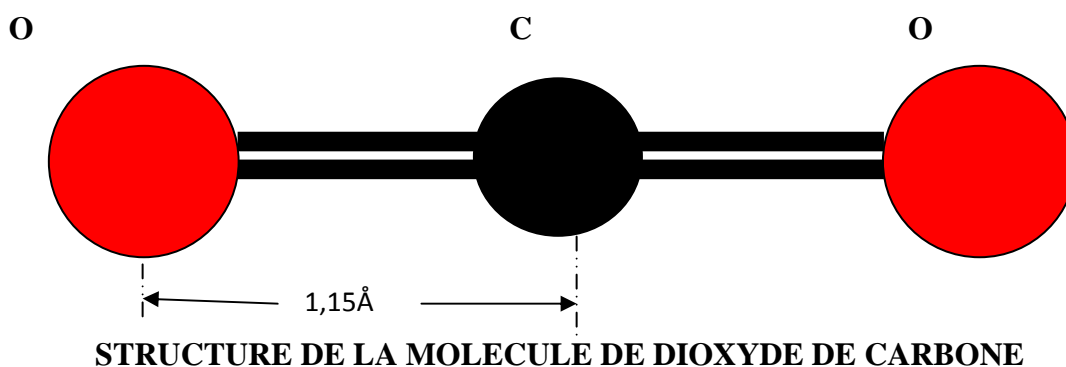
Le gaz carbonique sert à la préparation du carbonate de soude, de la céruse qui est un carbonate basique de plomb, appelé aussi blanc de céruse ou blanc d'argent, et que l'on employait en peinture à l'état liquide. Il est utilisé en tant qu'agent frigorigène, agent de mûrissement de fruit, nécessaire aussi pour produire de la neige **carbonique**. Il est l'une

des causes le plus acide, la fabrication des eaux gazeuses (eau de Selterz, boissons gazeuses, bière. . .).

Les noyaux de trois atomes sont en ligne droite, ceux des atomes d'oxygène étant placés symétriquement de part et d'autre du noyau de carbone, à une distance moyenne de l'ordre de $1,15 \text{ \AA}$ ($1,15 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$) liés par une double liaison.

Pour qu'on puisse voir clairement la mesure réelle de ces molécules, l'échelle employée est :

- Pour la liaison covalente ($8,75 \text{ cm}$ dans nos fabrications) : l'agrandissement est $7,61 \cdot 10^8$
- Pour le rayon atomique de carbone $0,92 \text{ \AA}$ ($0,92 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$) le réel et dans nos fabrications $1,75 \text{ cm}$; l'agrandissement est $1,90 \cdot 10^8$:
- Le schéma de la molécule de dioxyde de carbone est :



H

L'éthylène est un gaz incolore, d'odeur légèrement éthérée. Il est le point de départ des composés macromoléculaires (matières plastiques).

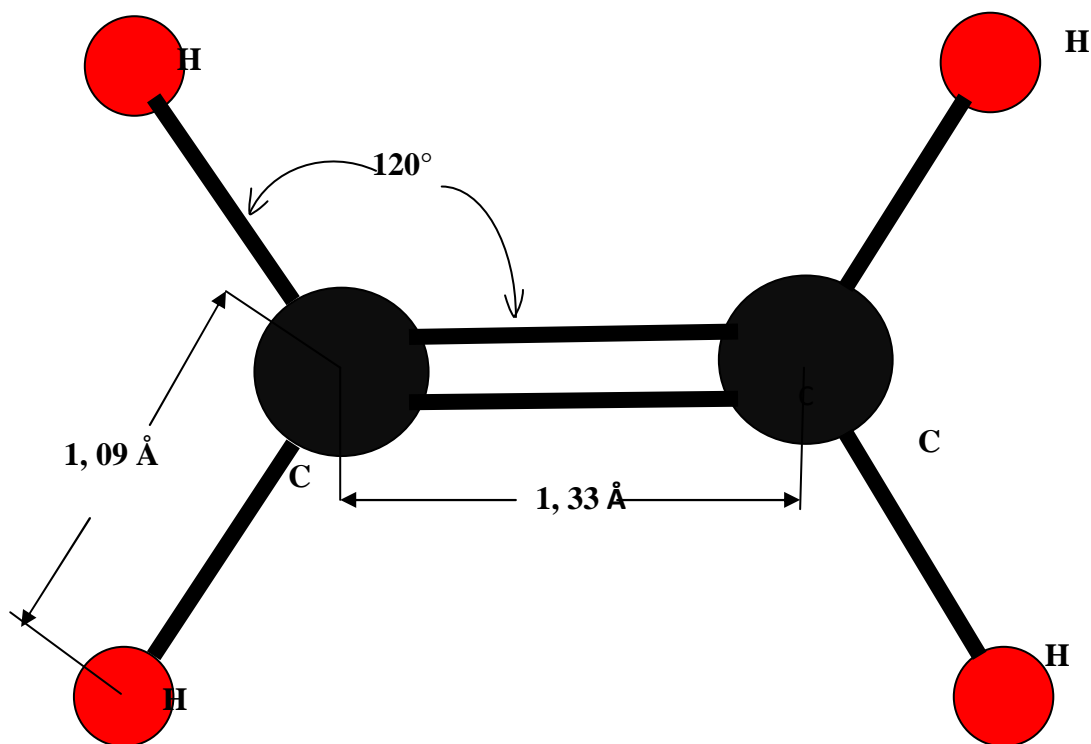
La molécule d'éthylène ne contient que quatre atomes d'hydrogène pour deux atomes de carbone, renferme une double liaison.

Elle est plane, les noyaux de ses six atomes sont situés dans un même plan.

Les liaisons **C-H** ont sensiblement la même longueur moyenne ($1,09 \text{ \AA} = 1,09 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$)

que dans les molécules de méthane et d'éthane ($\text{CH}_3 - \text{CH}_3$), alors que la double liaison $\text{C} = \text{C}$ est plus courte ($1,33 \text{ \AA} = 1,33 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$) que la simple liaison $\text{C} - \text{C}$ de la molécule d'éthane ($1,54 \text{ \AA}$).

Les angles valenciens $\widehat{\text{HCH}}$ et $\widehat{\text{HCC}}$ ont pratiquement la même mesure ; voisine de 120° .



STRUCTURE DE L'ETHYLENE

L'agrandissement employé pour la double liaison $\text{C} = \text{C}$ est $6,39 \cdot 10^8$ car la longueur dans nos fabrications : $8,5 \text{ cm}$.

LA MOLECULE D'ACETYLENE

L'acétylène a pour formule moléculaire C_2H_2 ($\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$) :

L'acétylène est un gaz incolore, d'odeur désagréable que l'on perçoit lorsqu'on le prépare à partir du carbure de calcium commercial qui contient en général des impuretés.

L'acétylène pur n'a qu'une très faible odeur. Il est facile à liquéfier.

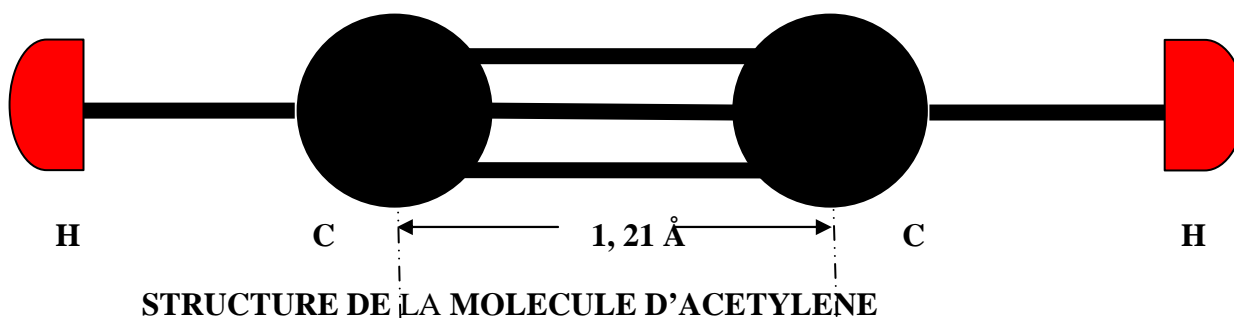
Cette molécule est linéaire. La distance moyenne des deux noyaux de carbone n'est que $1,21 \text{ \AA}$ ($1,21 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$), lié par une triple liaison. L'agrandissement de la liaison covalente

est $7,02 \cdot 10^8$ car la longueur de liaison dans nos fabrications est 8,5 cm. Et l'angle formé par \widehat{CCH} est 180° .

On utilise la grande chaleur de combustion de l'acétylène dans le « Chalumeau oxyacétylénique », qui permet d'atteindre (à la pointe du lard) des températures supérieures à 3000°C . L'emploi industriel de ce chalumeau ne cesse de s'étendre : oxycoupage des plaques de fer et d'acier, fusion des corps réfractaires, soudure des verres peu fusibles.

L'acétylène est à peine moins dense que l'éthylène. Sa liquéfaction peut provoquer des explosions dangereuses, aussi le stocke-t-on en le dissolvant dans l'acétone.

Le schéma de la molécule d'acétylène est ci-dessous :



LES ALCOOLS

Les alcools saturés sont caractérisés par le radical fonctionnel oxhydryle $-\text{OH}$. Leur formule générale est $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$. Ils sont liquides jusqu'en C_{10} , puis deviennent des solides à point de fusion peu élevé.

On constate entre les homologues, des variations de point d'ébullition de 20°C environ. La densité des alcools est inférieure à 1.

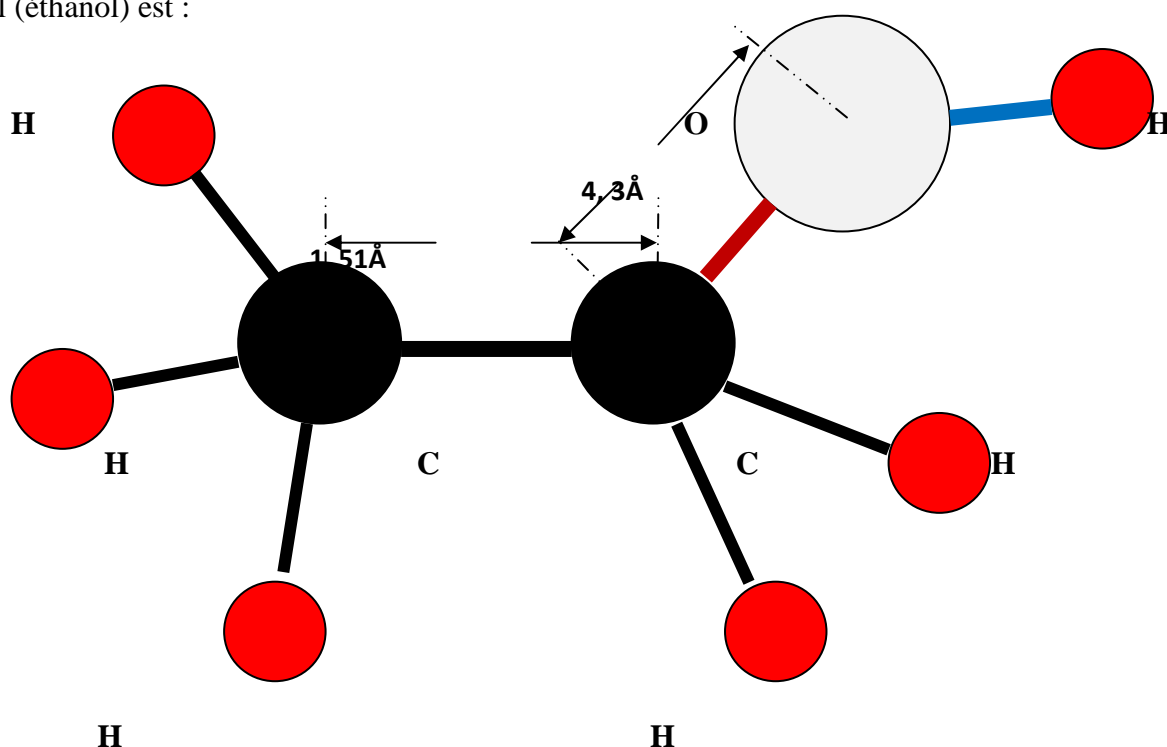
On prend l'alcool éthylique ou éthanol :

-l'alcool éthylique a pour formule moléculaire $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ et de formule semi-développé $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$, est un liquide incolore, très mobile, d'odeur agréable et de saveur brûlante. Il est moins dense que l'eau ; il est aussi miscible à l'eau en toutes proportions.

L'alcool plus ou moins dilué est largement employé comme solvant, il dissout (alcool iodé ; teinture d'iode) la soude, certains sels, (NaCl). . . Et de nombreux composés du carbone :

- essences d'origine végétale (préparation des eaux de Cologne et de lavande, des parfums, des boissons apéritives, des liqueurs, . . .) ;
- résines et gomme (fabrication de vernis) ;
- camphre et divers produits pharmaceutiques.

Il est aussi le point de départ des composés macromoléculaires. Le schéma de la molécule d'alcool (éthanol) est :



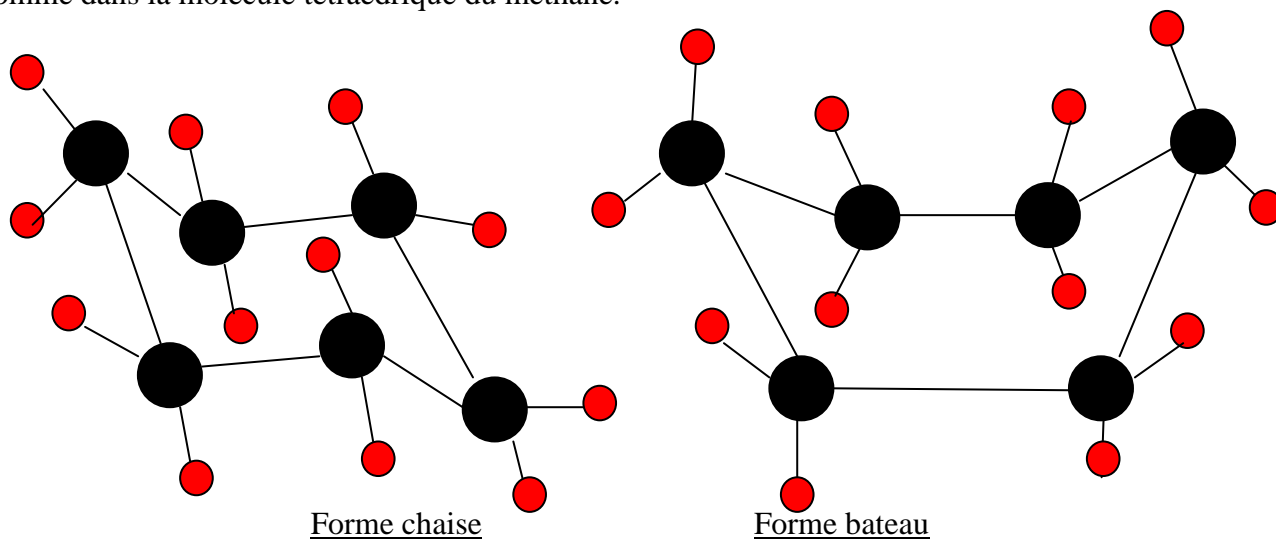
STRUCTURE DE LA MOLECULE D'ALCOOL ETHYLIQUE

LA MOLECULE DE CYCLOHEXANE

La molécule de cyclohexane a pour formule C_6H_{12} :

L'hydrogénation de la molécule plane et hexagonale du benzène la transforme en molécule de cyclohexane, ayant la forme d'une chaise et la forme bateau.

De plus, les quatre liaisons covalentes établies par chaque atome de carbone sont orientés comme dans la molécule tétraédrique du méthane.



MODELES DE LA MOLECULE DE CYCLOHEXANE

IX – 2 – 3 – PREPARATION D'UN INDICATEUR COLORE POUR TESTER UNE SOLUTION ACIDE ET UNE SOLUTION BASIQUE

1) Pervenche de Madagascar

La plante à partir de laquelle sera extrait l'indicateur coloré est la pervenche de Madagascar ou *Cantharantus roseus*. C'est une plante très rustique à fleurs mauves ou blanches.

2) Préparation

a- Indicateur coloré liquide

Nous avons cueilli des fleurs de pervenche de couleur mauve que nous avons faites sécher au soleil pendant une journée afin de rendre l'indicateur plus sensible. Puis nous avons également placé une cuiller pour absorber la chaleur et empêcher ainsi le verre d'éclater ? Nous avons versé alors un quart de tasse d'eau bouillante sur les fleurs de pervenche. Nous avons laissé reposer jusqu'à ce que nous ayons obtenu une solution de couleur mauve.

b- Indicateur coloré sur papier en rouleau ou languette

Nous avons découpé du papier mouchoir en bandes étroites que nous avons trempé dans la solution obtenue précédemment. Nous avons laissé le papier absorber autant de liquide de qu'ils en peuvent contenir. Puis, nous avons laissé les bandelettes sécher complètement à l'ombre.

c- Test de l'indicateur coloré liquide et sur papier

Nous avons préparé une solution acide en diluant de l'acide sulfurique (ou de jus de citron) et une solution basique en faisant dissoudre de la soude caustique dans de l'eau distillée.

Le test des deux types d'indicateurs colorés a donné les résultats suivants :

Tableau 13 : Résultats du test de l'indicateur coloré

Indicateur	Solution liquide	Solution neutre	Solution basique
Indicateur coloré liquide	Violet	Incolore	Jaune
Indicateur coloré sur papier	Violet	Incolore	jaune

Remarque : on a découvert que le vinaigre est un acide organique.

IX - 2 - 4. ELECTROLYSEUR :

1- Matières d'œuvre :

- Une boîte de CD en matière plastique (grand format) ;
- Deux tiges de graphite extraites de piles hors d'usage ; de fils électriques ;
- De la colle pour plastique ;
- Deux tubes en matière plastique (tube de médicament pour recueillir les gaz formés), ou deux flacons vides de déodorant ;
- Un morceau de planche de sapin (utilisé comme support de l'électrolyseur).

2- Fabrication :

On perce deux trous sur le fond de la boîte (cuve en plastique ou nylon), on y enfonce les deux électrodes de graphite jusqu'en son milieu. Pour empêcher la fuite au fond de la cuve, on utilise la colle pour maintenir chaque électrode. et enfin, on perce deux trous

(ayant la même distance et diamètre que ceux de la cuve) sur la planche pour bien renforcer le dispositif. On vient de réaliser un électrolyseur à électrodes en graphite.

Remarque : selon les besoins du protocole expérimental, on peut, par exemple, utiliser des électrodes en platine ou en métal inattaquable par la solution utilisée.

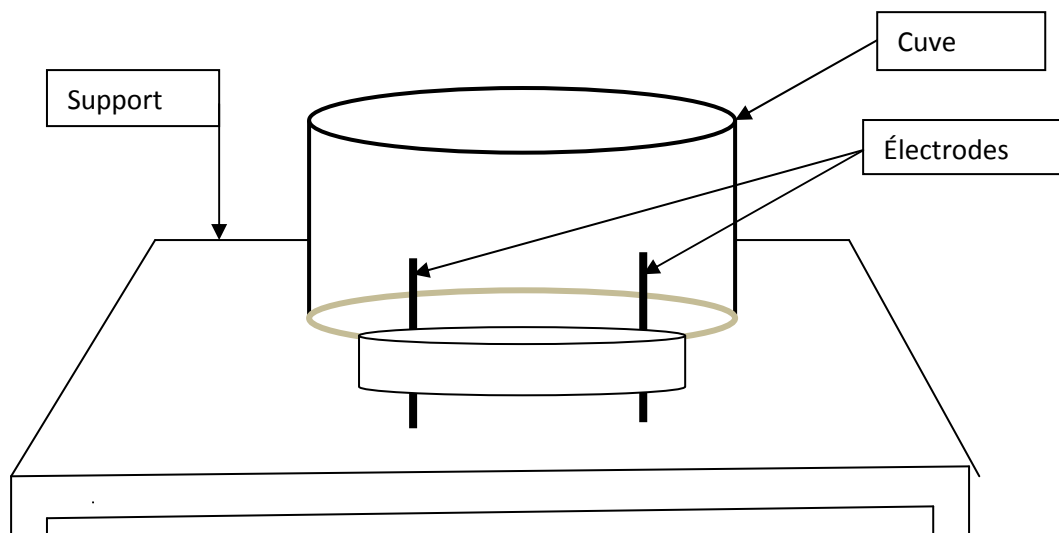


Figure 14 : Schéma d'un électrolyseur

Exemple de l'électrolyse de l'eau :

- Le dispositif expérimental utilisé :

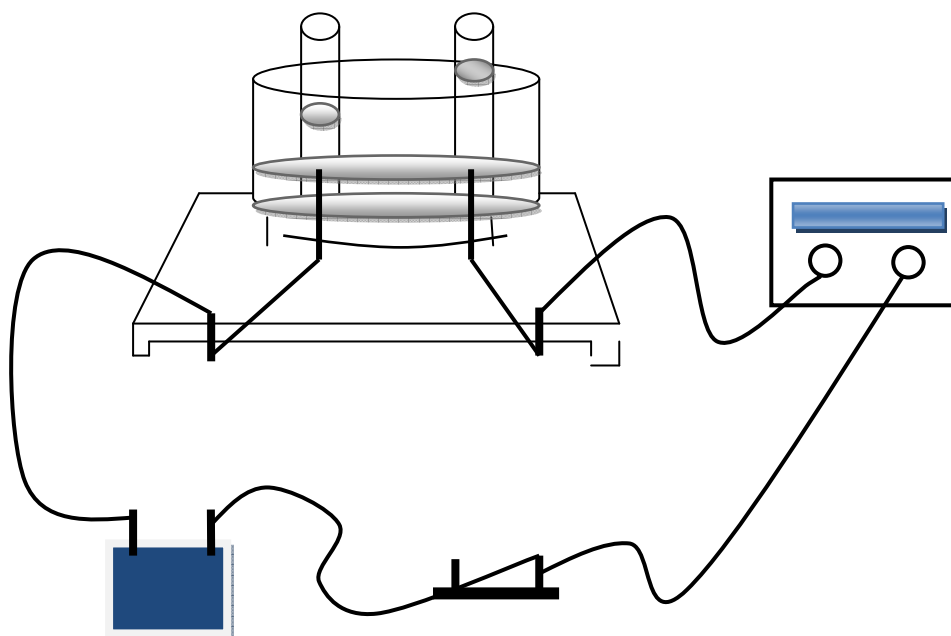


Figure 15 : montage pour l'analyse de l'eau

Versons de l'eau distillée dans la cuve et fermons le circuit, l'ampèremètre indique la valeur nulle. Ce qui explique que l'eau distillée ne conduit pas le courant.

Ajoutons dans l'eau de la cuve quelques pastilles de soude. L'ampèremètre indique une valeur et des bulles de gaz dégagent simultanément sur les deux électrodes. Nous en concluons qu'un courant électrique traverse la solution et produit une électrolyse.

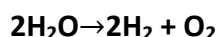
Nous constatons ainsi que le volume gazeux recueilli à la cathode est le double du volume recueilli à l'anode.

Identifions ces gaz :

- Le gaz incolore venant de la cathode s'enflamme en produisant un léger bruit et brûle avec une flamme pâle : il s'agit donc de l'hydrogène.
- Le gaz incolore obtenu à l'anode rallume l'incandescence d'une tige d'allumette : il s'agit du dioxygène.

Nous pouvons conclure que la disparition de l'eau d'une part et la formation d'hydrogène et d'oxygène d'autre part, montre que l'électrolyse de l'eau est une transformation chimique au cours de laquelle les molécules d'hydrogène et d'oxygène qui apparaissent se forment aux dépens des molécules d'eau qui disparaissent.

Le bilan de l'électrolyse s'écrit :



Conclusion de la troisième partie

« *A cœur vaillant, rien d'impossible* » : voilà bien la conclusion que nous pouvons avancer en abordant cette dernière partie de travail. Les problèmes existent toujours mais sans effort de la part des personnes concernées, les solutions sont loin d'être trouvées.

Les matières et les outils que nous avons utilisés » pour les créations sont faciles à trouver, ils aident les élèves ou groupes d'élèves à faire eux-mêmes l'expérience à la

maison. Et surtout ; ils réveilleront l'esprit créatif chez l'apprenant : c'est l'objectif même de l'enseignement des sciences physiques au lycée.

Dans notre formation à l'ENS, en second cycle, la pratique manuelle devra être renforcée où chaque étudiant réalisera un dispositif expérimental, qui lui permettra d'atteindre les objectifs de son thème.

CONCLUSION GENERALE

L'homme des sciences ne cesse de sacrifier leur temps à la recherche dans le but d'améliorer la condition de vie humaine, c'est un levier qui assure le développement économique et social. « Madagascar a besoin des scientifiques » déclare récemment, un responsable de la haute autorité de la transition. La formation doit être commencée dès que les élèves soient à l'école, en améliorant l'enseignement des matières scientifiques, y compris la physique et la chimie.

Concernant ce domaine, la méthode de travail envisagée dans ce mémoire a permis aux élèves de se positionner comme acteurs de leurs apprentissages, ce qui n'est pas le cas dans le cadre d'un cours classique où l'élève reçoit un savoir déjà structuré.

Les élèves ont pu non seulement acquérir des connaissances relatives à la physique et la chimie, mais également à d'autres disciplines ; cela a permis de donner plus de cohérence au thème étudié et plus de réalité par le biais des TP. Dans le cadre des TP où l'élève est actif et se trouve confronté à la résistance de l'expérience, ce dernier état de savoir. Le savoir enseigné apparaît donc directement lié à l'interaction entre l'élève et le milieu conçu par l'enseignant pour permettre les apprentissages souhaités.

Ainsi, nous parlons de la « démarche scientifique » basée sur l'observation, l'expérimentation, la mise en relation des données la modélisation et l'application. Elle participe à la mise en œuvre d'une approche didactique de type constructiviste ('construction du savoir).

Les capacités d'analyse et de synthèse qu'elle permet de développer sont essentielles pour l'appropriation des représentations et compétences nécessaires à la compréhension du milieu de vie de tout citoyen.

Elle ne peut valablement se pratiquer que dans le contexte du laboratoire, avec un matériel minimum, un nombre raisonnablement limité d'élèves et du temps. Dans ce domaine, il faudra savoir clairement ce que l'on veut.

En parlant aussi des matériels scientifiques et locaux, ils offrent aux élèves des conditions de travail meilleurs et plus agréables.

Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement de sciences physiques au lycée

L'enseignement expérimental nécessite du matériel et du temps. Sa mise en œuvre suppose donc que les moyens financiers dégagés à son effet pour la rémunération du personnel technique et des enseignants qui travaillent à effectif réduit pour les TP, l'achat et la maintenance du matériel, soient utilisés de manière optimale.

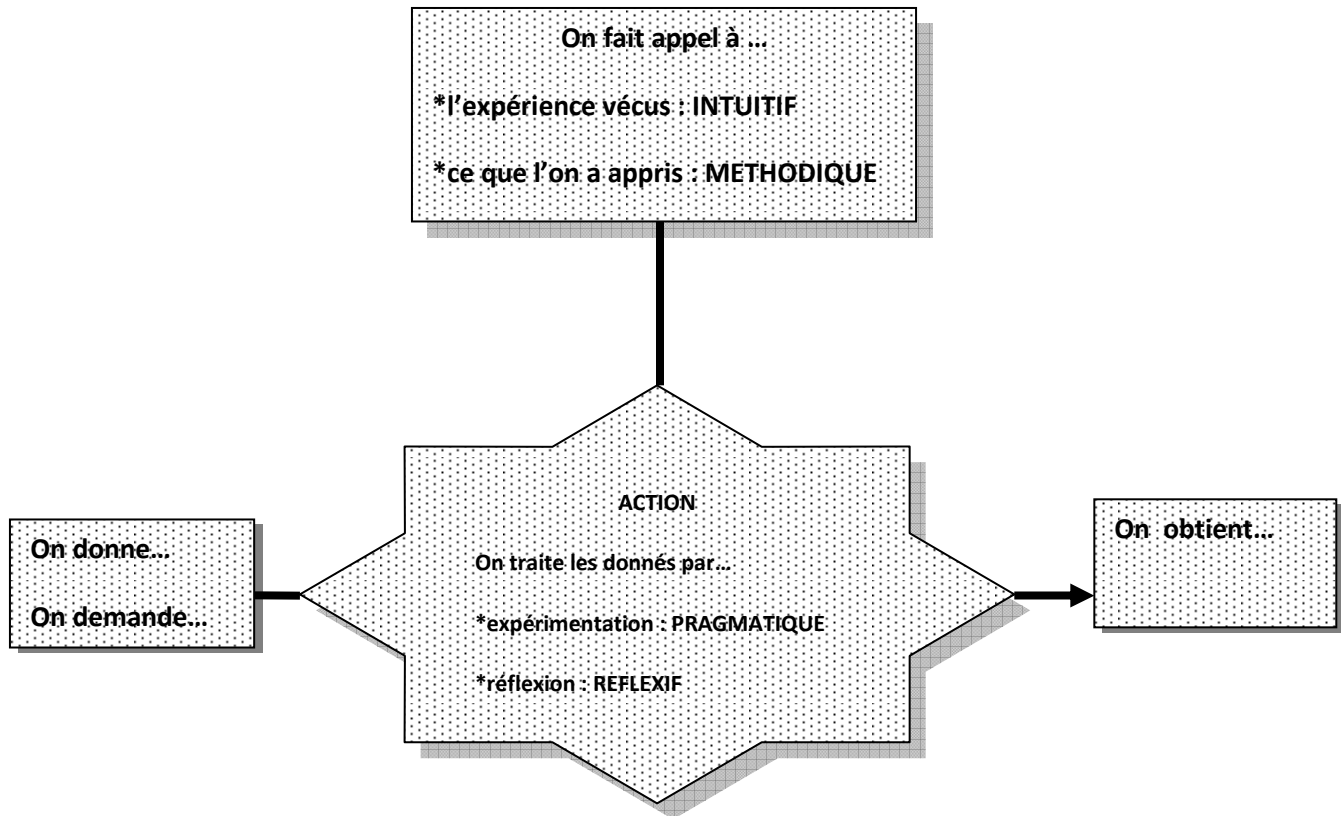
Pour terminer, ce travail de mémoire n'est qu'une minimale contribution à l'amélioration de la tâche des enseignants, nous nous estimons donc pleinement satisfaits s'il vous apporte une aide quelconque.

Notre étude est loin d'être achevée car aujourd'hui, l'évolution de la technologie nous permet aussi d'introduire des nouvelles méthodes d'apprentissage par ordinateur, en utilisant des logiciels. Citons : la méthode ExAO (méthode expérimentale assisté par ordinateur), le SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) : TP électronique assisté par ordinateur, sans passer au laboratoire...

Un dernier message dédié aux divers responsables du Ministère de l'éducation : « **L'évolution des matériels et technologies et les nouveaux textes réglementaires devront être pris en compte pour les équipement et aménagements futurs** ».

ANNEXE

LES STYLES D'APPRENTISSAGE



QUATRE STYLES D'APPRENTISSAGE :

- ❖ Intuitif (on fait appel à l'expérience vécue)- pragmatique (expérimentation)
- ❖ Intuitif (on fait appel à l'expérience vécue)- réflexif (réflexion)
- ❖ Méthodique (on fait appel à ce que l'on apprend) – pragmatique (expérimentation)
- ❖ Méthodique (on fait appel à ce que l'on apprend) – réflexif (réflexion)

LES STYLES D'ENSEIGNEMENT

- ❖ **TRANSMISIF** : l'enseignant expose la matière
- ❖ **INCITATIF** : question-réponse, l'enseignant garde le contrôle du groupe et de la matière
- ❖ **ASSOCIATIF** :
 - **Associatif directif** : travail de groupe, l'enseignant intervient à la demande des élèves, support très directif ;
 - **Association non directif** : travail de groupe, l'enseignant n'intervient pas sur le fond.
 - **Permissif** : l'enseignant n'intervient pas sur le fond.

Nécessité de l'expérimentation et conception de quelques matériels didactiques pour l'enseignement de sciences physiques au lycée

BIBLIOGRAPHIE

1. Ouvrages et articles :

- ❖ C. BERNARD, Principes de médecine expérimentale, PUF, 1947, réed Paris, PUF, 1987, 77p.
- ❖ COURS DE DIDACTIQUE PHYSIQUE de Mme RANIVONANDRASANA F. Ecole Normale Supérieure de FIANARANTSOA.
- ❖ DURENDEAU, J.P. et al. : Sciences physiques 3ème, Hachette collèges, Paris, 1988.
- ❖ DURPHY, A. JAUBERTO, R. BAUITRANT, Chimie 1ères S et E, Collection EURIN-GIE, HACHETTE, Paris, 1988, 272p.
- ❖ F.M.J.R. RATSIMBAZAFY, Conception des matériels didactiques des sciences physiques en classe Terminales, Mémoire de CAPEN ENS/Fianarantsoa, 1997, 42p.
- ❖ GUIDE D'EQUIPEMENT PHYSIQUE ET CHIMIE EN LYCEE D'ENSEIGNEMENT GENERAL, MEN, DES, Paris Cedex 07, Edition Juin 1998, 75p.
- ❖ IPAM, Guide pratique du maître, EDICEF, Paris, 1993, 672p.
- ❖ J. CESSAC, G. TREHERNE, Physique 2°C, FERNAND NATHAN, Paris, 1966, 286p.
- ❖ J. DEQUIN, J. JOURDAN, M. PONCELET, SCIENCES PHYSIQUES 4°, nouvelle édition Dirand, BORDAS, Paris, 1988.
- ❖ M. CAILLOT, vers une didactique cognitive, Ministère de l'Education Nationale de la Recherche et de la technologie- Direction de l'Enseignement scolaire, Intellectica, 1992, pp 273-289.
- ❖ M. J. SAADI, La didactique des sciences physiques, Institut Supérieur de l'Education et de la Formation Continue (ISEFC), Université de Tunis, 2004/2005, 71p.
- ❖ P. ARNOULD, J. FURNEMONT, P. COLLETTE, Didactique de la chimie: les étapes d'un travail collectif, Informations Pédagogiques n°37 et n°33, novembre 1997.
- ❖ PROGRAMMES SCOLAIRES, 2nd-1ères-Terminales.
- ❖ R. PENTANELLA, Les TPE vers une autre pédagogie, CRPD d'Amiens, 2000, 234p.
- ❖ VELONKAJA, L'enseignement des sciences physiques aux lycées, sources de progrès, Mémoire de CAPEN, ENS/Fianarantsoa, 2007, 70p.

2. Sites internet :

- ✚ DIALLO, « Utilisation d'un indicateur coloré obtenu à partir d'une plante locale pour l'enseignement/apprentissage des acides et des bases au collège ». RADISMA, n°3, 28 Février 2008 ; disponible sur : <http://www.radisma.info/document.php?id=587>
- ✚ Ph. DESSUS, Enseigner la démarche expérimentale, IUFM et LES GRENOBLES, Sept 2005, disponible sur : <http://www.upmf-grenoble.fr/sciedu/pdessus>
- ✚ JEULIN, Modèles moléculaires compact-éclatés-102 atomes ; disponible sur <http://www.jeulin.fr/a-a1054129-edc1000003/article/70205084-Modèles-moléculaires-compact-eclates-102-atomes.html>
- ✚ C. M. VICTORIN, Evaluation d'outils pédagogiques utilisant l'expérimentation assisté par ordinateur (ExAO) afin d'utiliser un concept scientifique, disponible sur : <http://www.cdc.ca/parea/786646-caron-ExAO-marie-victorin-article-PAREA-2007.pdf>
- ✚ C d'HAM, La construction de protocole expérimentale : objet et moyen d'apprentissage, Dossier « Faire des sciences physiques et chimiques », n°469, janvier 2009 ; disponible sur : <http://www.cahiers-pedagogiques.com/protocoleexperim.php.html>
- ✚ Méthode expérimentale, consultez : <http://fr.wikipedia.org/wiki/methodeexperimentale>
- ✚ OHERIC, consulter : <http://fr.wikipedia.org/wiki/OHERIC>
- ✚ Pervenche de Madagascar, Revue "électronique international publié par l'ENS de Nouakchott avec le soutien de l'agence Universitaire de la Francophonie (AUF), 28 Février 2008, consultez : <http://www.auf.org/indic>