

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE NORMALE SUPERIEURE

Département de Formation Initiale Scientifique

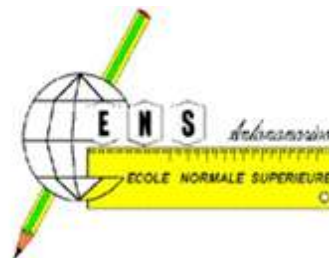
C.E.R : PHYSIQUE CHIMIE

Mémoire de fin d'études pour l'obtention
du Certificat d'Aptitude Pédagogique
de l'Ecole Normale Supérieure (C.A.P.E.N.)

LA REPRESENTATION DE L'ENERGIE CHEZ LES ELEVES EN CLASSE DE
PREMIERE SCIENTIFIQUE : ETUDE MENEES AU LYCEE MODERNE
AMPEFILOHA

Présenté par : RASAMIMANANA Onjaniaina Patrick

Année universitaire : 2015 – 2016



Département de Formation Initiale Scientifique
C.E.R : PHYSIQUE CHIMIE

Mémoire de fin d'études pour l'obtention
du Certificat d'Aptitude Pédagogique
de l'Ecole Normale Supérieure (C.A.P.E.N.)

N° d'ordre : 393/ PC

**LA REPRESENTATION DE L'ENERGIE CHEZ LES ELEVES EN CLASSE DE
PREMIERE SCIENTIFIQUE : ETUDE MENEES AU LYCEE MODERNE
AMPEFILOHA**

Présenté par : RASAMIMANANA Onjaniaina Patrick

Soutenu le : 18 Novembre 2016

Membres de jury :

Président : Dr RASOLONDRAMANITRA Henri, *Ph.D* et Maître de Conférences

Juges :

- Mr RAKOTONANAHARY Mamy Lalao, Assistant d'enseignement et de Recherche
- Dr RATOMPOMALALA Harinosy, Maître de Conférences

Rapporteur : Pr RAZAFIMBELO Judith, Professeur Titulaire

Année universitaire : 2015 – 2016

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Notre Dieu tout puissant qui m'a donné la force et la santé durant la réalisation de ce mémoire.

J'adresse mes sincères remerciements au Pr RAZAFIMBELO Judith, Professeur Titulaire, mon directeur de mémoire pour ses conseils éclairés et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire. Son appui a été pour moi un présent inestimable.

Mes sincères remerciements s'adressent aussi à :

- Dr RASOLONDRAMANITRA Henri, *Ph.D* et Maître de Conférences, qui m'a fait le plus grand honneur de présider les jurys de cette soutenance.
- Mr RAKOTONANAHARY Mamy Lalao, Assistant d'enseignement et recherche et
- Dr RATOMPOMALALA Harinosy, Maître de Conférences.

Malgré vos multiples occupations, vous avez accepté avec bienveillance d'examiner mon travail. Vos conseils et suggestions seront pris en considération pour améliorer ce mémoire.

Au cours de ces 5 années d'études, j'ai reçu les meilleures formations de la part de tous les enseignants du CER Physique Chimie. Je tiens à exprimer ici toute ma reconnaissance pour le rôle déterminant qu'ils ont joué.

Notre gratitude va aussi à tous ceux qui ont rendu possible ce travail surtout :

- A ma famille, pour les soutiens matériels et moraux précieux.
- Aux lycéens de la classe première C₄ et D₈ du lycée d' Moderne Ampefiloha ; ainsi que tous les personnels administratifs de l'établissement. Ils m'ont convié à profiter de leur compagnie et de leur collaboration aussi enrichissante qu'agréable et dont je garde le meilleur souvenir.
- A la promotion FANANTENANA qui ont contribué à rendre ces cinq années distrayantes, mouvementées et particulièrement enrichissantes.
- A mademoiselle RAHARISOA Florette pour ses conseils, ses soutiens et ses encouragements tout au long de la réalisation de ce mémoire.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
Chapitre 1 : REPRESENTATION.....	4
I. Des notions à clarifier	4
I.1. Elève.....	4
I.2. Concept	5
I.3. Connaissance et savoir	6
I.4. Motivation	6
I.5. Obstacle.....	7
I.6. LE CURRICULUM	8
I.6.1. Quelques acceptions sur le curriculum	8
I.6.2. Distinction entre curriculum et programme d'enseignement.....	8
I.6.3. Différentes composantes du curriculum	9
I.6.4. Analyse du contenu du programme sur le concept d'énergie	12
II. La représentation des élèves	14
II.1. Quelques acceptions du concept de représentation :.....	14
II.2. Origine des représentations des élèves.....	15
II.2.1. Les représentations de l'élève proviennent de son propre expérience	15
II.2.2. Les représentations de l'élève proviennent de son entourage.....	15
II.3. Caractéristiques de la représentation :.....	15
II.3.1. Diversités des représentations des élèves	16
II.3.2. Résistance de la représentation des élèves.....	16
II.3.3. Caractère évolutif des représentations des élèves.....	17
III. La place de la représentation à l'école.....	17
III.1. Rôle et intérêt des représentations des élèves	17
III.2. Utilisation des représentations	18
IV. Les limites et les difficultés de l'utilisation des représentations.....	21
V. L'émergence des représentations des élèves.....	22
V.1. Image de l'iceberg.....	22
V.2. Méthode pour faire émerger la représentation	23
Chapitre 2 : ENERGIE	24

I.	L’historique du concept de l’énergie	24
I.1.	Origine du concept d’énergie : La dynamique.....	24
I.2.	Naissance de l’énergie mécanique	25
I.3.	Chaleur	26
I.3.1.	La théorie matérialiste	26
I.3.2.	La théorie cinétique	27
I.4.	Naissance de la thermodynamique.....	28
I.4.1.	La notion de système	29
I.4.2.	Le premier principe de la thermodynamique	29
I.4.3.	Le deuxième principe de la thermodynamique.....	31
I.5.	Apport de la physique statistique sur le concept d’énergie:.....	31
I.6.	Apports des grandes révolutions de la physique du XX ^{ème}	31
II.	Le concept de l’énergie	32
II.1.	Définition du terme énergie	32
II.1.1.	L’énergie	32
II.1.2.	L’énergie libre	32
II.1.3.	L’unité de mesure de l’énergie	33
II.2.	Différentes sources d’énergie.....	33
II.2.1.	L’origine de l’énergie	33
II.2.2.	La ressource en énergie renouvelable et non renouvelable	35
II.3.	Principales formes d’énergies	41
II.3.1.	L’énergie cinétique	41
II.3.2.	L’énergie potentielle.....	41
II.3.3.	L’énergie mécanique :	44
II.3.4.	L’énergie thermique	44
II.3.5.	L’énergie lumineuse	44
II.4.	Principales caractéristiques de l’énergie	45
II.4.1.	L’énergie se conserve	45
II.4.2.	L’énergie se transforme	46
II.4.3.	L’énergie se transfère	47
II.4.4.	L’énergie se dissipe	48
II.5.	La puissance et l’énergie	48
	CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE	49

DEUXIEME PARTIE : ENQUETES et PROPOSITION D'UNE SEQUENCE	
D'APPRENTISSAGE.....	50
Chapitre 1 : ENQUETES.....	51
I. Méthodologie d'enquête.....	51
I.1. Population ciblée.....	51
I.2. Présentation de l'établissement cible : Le Lycée Moderne	
d'Ampefiloha.....	51
I.2.1. Localisation géographique.....	51
I.2.2. Historique du lycée.....	53
I.3. Echantillonnage.....	54
I.3.1. Renseignements concernant la classe :.....	54
I.3.2. Notes des deux classes.....	55
I.4. Présentation du questionnaire.....	56
II. Résultat de l'enquête sur la représentation des élèves.....	57
Chapitre 2 : PROPOSITION D'UNE SEQUENCE D'APPRENTISSAGE SOUS	
FORME FICHE PEDAGOGIQUE EN VUE D'AMELIORER LES	
REPRESENTATIONS DES ELEVES.....	66
CONCLUSION GENERALE.....	81
BIBLIOGRAPHIE.....	i
WEBOGRAPHIE.....	iii
ANNEXES.....	iv
ANNEXE I : Questionnaire pour les élèves de première pour faire émerger leurs	
représentations.....	iv
ANNEXE II: Outils pour l'activité de transformation d'énergie.....	vi

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Tableau représentatif du concept selon Kane.....	6
Tableau 2 : Les ressources d'énergie qui assurent les besoins de l'être humain	34
Tableau 3 : Quelques formes d'énergie et leur expression mathématique.....	45
Tableau 4 : Note du 1 ^{er} et du 2 ^{ème} trimestre des deux classes	56
Tableau 5 : Objectifs des questions du questionnaire	57
Tableau 6 : Répartition des réponses des élèves sur cette question	57
Tableau 7 : Tableau récapitulatif des représentations relevées dans la question n°2 et n°3	58
Tableau 8 : Tableau récapitulatif des réponses des élèves sur la forme d'énergie.....	61
Tableau 9 : Tableau récapitulatif des réponses des élèves sur la source d'énergie.....	64

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : La métaphore de l'iceberg d'après Jonnœrt.....	22
Figure 2 : Lagrange et Hamilton	25
Figure 3: Dispositif de Joule	28
Figure 4 : Plaque photovoltaïque	36
Figure 5 : Four Solaire	36
Figure 6 : Hélices à Eolienne	37
Figure 7 : La biomasse	38
Figure 8 : La géothermie	38
Figure 9 : Ressort en mouvement.....	43
Figure 10 : Réaction de combustion de méthane	43
Figure 11 : Schématisation de la transformation de l'énergie, dans le cas de l'énergie hydraulique.....	46
Figure 12 : Schématisation de la transformation de l'énergie dans le cas d'une voiture à moteur à explosion	47
Figure 13: Carte de localisation du lycée	52
Figure 14 : Le lycée Moderne Ampefiloha	53
Figure 15 : Histogramme de l'âge des élèves de classe de la première C ₄	54
Figure 16 : Histogramme de l'âge des élèves de classe de la première D ₈	55
Figure 17 : Histogramme des réponses des élèves sur la forme d'énergie.....	62
Figure 18 : Histogramme des réponses des élèves sur la caractéristique de l'énergie.....	65

INTRODUCTION

L'énergie est un mot qu'on entend souvent dans la vie courante. On trouve ce mot partout, dans les médias (la télévision, le radio, l'internet...) qui en font un sujet omniprésent.

Avec les progrès de la technologie et l'industrie, le monde a plus que jamais besoin de l'énergie. Les projets de développement, l'évolution même est vaine sans énergie. Actuellement, au niveau mondial, la demande énergétique a tendance à accroître, sous l'effet de la croissance démographique et de la croissance économique des pays émergents notamment la Chine, le Brésil, l'Inde...

L'augmentation galopante de la consommation d'énergie dans le monde d'aujourd'hui engendre des problèmes économiques et environnementaux car 77,2 %¹ des ressources utilisées sont des ressources d'énergie non renouvelable². Particulièrement, le cas de Madagascar, la dépendance croissante aux produits pétroliers a eu pour effet de rendre vulnérable le système de production de l'énergie électrique malgache. Le JIRAMA n'arrive plus à subvenir aux besoins en électricité du pays. Le délestage est une réalité que la population malgache vit au quotidien. Une baisse de productivité, des dégâts matériels et une colère grandissante en sont quelques conséquences.

Mais c'est quoi cette énergie ? Du point de vue commun, le concept de l'énergie est très difficile à décrire puisqu'il demeure avant tout quelque chose de très abstrait. Autrement dit, l'énergie ne peut pas être vue, ni même être mesurée directement. Son existence n'est révélée que par sa transformation ou son transfert. Le concept de l'énergie permet de comprendre énormément de chose, il nous permet de voir les choses, la vie, d'une autre manière. Notons que l'objectif principal de la science physique est de comprendre les phénomènes qui nous entourent, plus précisément les physiciens essaient de dégager des lois par les relations de cause à effet. Pour cela, ils utilisent des théories comme celle de l'énergie.

Le mot énergie est victime d'une polysémie problématique. C'est un mot qui est rattaché à la fois la force, la puissance, la vigueur, le travail, etc. Lorsqu'il est placé dans une phrase, on le comprend facilement mais si on le sort individuellement, ce mot devient mystérieux.

Les élèves, grâce aux outils de communication, ou tout simplement par leur entourage, sont en contact avec le mot énergie. Ils connaissent ce mot et peuvent l'utiliser sans comprendre vraiment son sens. Cependant ces images qu'ils ont de l'énergie peuvent être un

¹ Pourcentage donné par le Conseil mondial de l'énergie

² A décortiquer à la page 30

outil pour nous, en tant qu'enseignant, pour enseigner ce concept. L'idée que l'élève n'entame pas l'étude la tête vide est actuellement universellement admise et commence à se répandre chez les enseignants. C'est pour cela que dans ce mémoire nous avons choisi le thème : la représentation de l'énergie chez les élèves.

L'étude de la représentation des élèves offre à l'enseignant une nouvelle alternative pour entamer son cours. Ainsi, il peut éviter le modèle classique et habituel de l'enseignement ou le modèle transmissif c'est-à-dire l'enseignant enseigne et l'élève reçoit.

Il faut noter que l'enseignement au collège et au lycée vise la formation d'un futur citoyen qui sera amené à participer au progrès scientifique, qui sera apte à contribuer au développement économique et social de Madagascar.

Les contenus du programme de physique chimie au lycée chez nous sont mis en œuvre depuis 1996. Pendant tous ces temps, des changements défilent sans cesse, plus particulièrement des nouvelles technologies sur l'énergie renouvelable. Après la classe de première scientifique, l'élève devrait être capable d'identifier et définir l'énergie sous différentes formes.

Mais est ce que ces objectifs sont-ils vraiment atteints ? **L'étude de l'énergie mécanique est-elle suffisante à apprendre ce concept ?**

Ces interrogations nous ont amené à formuler une hypothèse : **l'émergence des représentations des élèves sur l'énergie permet d'élaborer des séances dont les objectifs et les contenus seront adaptés à l'enseignement/apprentissage de ce concept.** Afin de tester cette hypothèse et de répondre à ces questions, notre mémoire se divise en deux grandes parties : la première partie, référence théorique sera consacrée à une clarification des différents concepts qui seront utilisés dans ce travail, plus particulièrement le concept de représentation des élèves et le concept de l'énergie où les représentations feront l'objet d'étude.

La deuxième partie est consacrée aux résultats des enquêtes menées au Lycée Moderne Ampefiloha concernant la représentation des élèves sur l'énergie et nous proposons aussi une séquence d'enseignement/apprentissage sous forme des fiches pédagogiques comme moyen d'aider l'enseignant à l'amélioration des représentations des élèves.

PREMIERE PARTIE :
REFERENCE THEORIQUE

Cette première partie est divisée en deux chapitres : représentations des élèves et concept d'énergie.

Chapitre 1 : REPRESENTATION

I. Des notions à clarifier

Nous présentons quelques concepts qui nous semblent être reliés à notre étude.

I.1. Elève

Qu'est-ce qu'un élève ?

L'apparente simplicité de cette question ne saurait nous cacher la complexité de la notion même de l'élève.

Un élève est une personne assujettie dans l'école à des apprentissages. Selon le petit Larousse (1998), un élève est celui, celle qui reçoit ou qui a reçu les leçons, l'enseignement de quelqu'un dans les arts ou dans les sciences. Au-delà de cette délimitation qui en soi pose déjà de nombreuses questions, la notion même d'élève appelle des approches sémantiques, sociologiques même politiques.

Elever, c'est faire grandir, n'est pas dresser mais épanouir, révéler. Il ne faut pas oublier qu'un élève est d'abord un enfant, un jeune adolescent avec ses pulsions, ses affects, son besoin de jouer, bouger, courir, son désir de « devenir grand », son besoin d'amour et de reconnaissance. Il convient sans doute de poser la question « qu'est-ce qu'un élève malagasy ? ». Car il est important pour nous, futur enseignant de connaître son statut, sa posture, son rôle, son action, la manière dont est construit son devenir. La question qu'on se pose régulièrement est que notre connaissance, notre formation porte-t-elle l'espoir de faire évoluer le traitement de l'élève malagasy ? Souvent les problèmes de l'école sont abordés à travers le prisme de l'institution, de ses réformes, de ses courants pédagogiques, du statut et du métier de l'enseignant et enfin à travers des inquiétudes et des exigences des parents. Mais l'élève ? Il n'est pas le plus souvent défini en creux par rapport aux paramètres cités ci-dessus. De quel élève souhaitons-nous parler ? Est-ce le même selon son appartenance sociale, selon son âge, son sexe, selon son orientation scolaire ? A-t-il les mêmes besoins éducatifs et pédagogiques, ses attentes sont-elles de même nature ? Ce sont les questions auxquelles chaque enseignant doit se confronter³.

³ <http://librairie.cahiers-pedagogiques.com/673-qu-est-ce-qu-un-élève-%C3%A9l%C3%A8ve-.html>

1.2. Concept

Dans le dictionnaire Robert (1990), le concept est défini comme « une représentation mentale abstraite et générale ». Cette définition identifie le concept à une création d'esprit, à quelque chose d'abstrait. On retrouve cette idée de création d'esprit dans la plupart des définitions données au concept.

Dans le Petit Larousse (1998), « le terme concept correspond à une représentation intellectuelle d'un objet par l'esprit ». Ici le mot objet peut être matériel ou non.

Le mot concept, selon Vergnaud⁴, est défini par sa fonction : « un concept rend intelligible une situation grâce à une sélection de fait, une interprétation de leurs occurrences, une mise en relation qui elles-mêmes génèrent et justifient cette relation ». Guyon et *al* (1993) identifient le concept à un instrument de pensée, qui sert à mettre en perspective, à articuler les questionnaires, à répondre au problème. Pour eux, le concept fournit un éclairage dans la dualité permanente entre l'abstrait et le concret, l'universel et le particulier. Ainsi un concept peut être défini par une double fonction :

- Produire du sens, organiser le chaos apparent des événements
- Produire une forme qui génère d'autre possibilité d'intelligibilité, transformables d'une situation à une autre.

Selon De Vecchi (1992), un concept peut être défini par un nom, des attributs essentiels et des exemples signifiants. Il a cité un exemple de concept : « un carré est une figure géométrique délimité par une portion d'espace plan; il comprend quatre cotés égaux formant quatre angles droits ». D'autres exemples peuvent être énumérés en physique, le concept de « force » renvoie à une représentation par un vecteur avec ses caractéristiques (point d'application, sens, direction et module), le concept de transformateur : système qui reçoit, qui donne mais ne semble rien avoir, un moteur qui transforme de l'énergie électrique en une énergie du mouvement (cinétique).

Pour rendre compte de la définition opérationnelle du concept, Kane (1998) le schématise comme suit :

⁴Cité par Guyon et *al*(1993)

Tableau 1: Tableau représentatif du concept selon Kane

	Définie par	Exemple d'un concept
Un concept est	Une étiquette Non pas isolé mais désigne une liste d'...	Concept de : Carré
	Un Attribut Laquelle est susceptible d'être appliquée à des...	Une figure fermée comportant : 4 segments de droite de mêmes longueurs, formant 4 angles droits

Source : Kane, S. (1998). *Modélisation du concept d'indicateur coloré dans les manuels de chimie du secondaire*. Mémoire de D.E.A. Inédit. CUSE de Dakar.

I.3. Connaissance et savoir

Une connaissance est liée à un individu, un savoir à une communauté. Selon le dictionnaire Larousse (1998), la connaissance est la faculté de connaître, de se représenter, la manière de comprendre, de percevoir. Dans le domaine de l'enseignement, il représente l'ensemble des choses acquises par l'étude. Ceci nous permet de dire que la connaissance peut être acquise par l'apprentissage.

La connaissance est intérieure, personnelle, pas stockable ailleurs que dans la mémoire où le temps la transforme.

Le savoir c'est ce qui relève d'une communauté qui a statué sur une connaissance érigée alors en savoir. Par exemple, pour les savoirs académiques, un groupe de pairs a décrété que telle ou telle chose devait être enseignée.

Selon Meirieu (1995), on peut empiler des savoirs mais pas des connaissances. Les connaissances se transforment, se combinent en fonction de chaque individu, des représentations qu'ils se font du savoir et de son socle de connaissances.

Ainsi, en sortant de formation, chacun aura retenu des concepts différents même si le plan du cours est à la base identique.

I.4. Motivation

Qu'entend-t-on par le terme « motivation » ?

Dans la vie quotidienne, bon nombre de mots désignent les « forces » qui influent sur nos activités : besoin, envie, désir, pulsion, intérêt, curiosité, volonté, projet, but, ... tous ces termes dans un contexte scientifique, peuvent être regroupés sous le terme motivation.

Selon Le petit Larousse (ibid), il s'agit d'un « processus physiologique et psychologique, responsable du déclenchement de la poursuite et de la cessation d'un comportement.

Les théories concernant la motivation, sont nombreuses, celle de Viau (2009) explique bien ce concept dans le domaine de l'apprentissage, « la motivation est un phénomène qui tire sa source dans les perceptions que l'élève a de lui-même et de son environnement, et qui a pour conséquence qu'il choisit de s'engager, d'accomplir l'activité d'apprentissage qu'on lui propose et de persévérer dans l'accomplissement de celui-ci et cela dans le but d'apprendre »

I.5. Obstacle

En didactique, les obstacles sont définis comme des structures et mode de pensée faisant résistance dans l'enseignement et l'apprentissage. L'obstacle n'est pas à envisager que d'un point purement négatif car il participe à un certain fonctionnement intellectuel. En effet, pour l'élève, l'obstacle «... lui permet de construire son réflexion et lui donne l'impression de comprendre » (Cohen-Azria, Daunay, Delcambre et Lahanier-Reuter, 2010). Cohen-Azria (2010) ajoute également que dépasser un obstacle, c'est réorganiser un fonctionnement pouvant faire paraître confortable et efficace à un apprenant.

Astolfi et Develay (1989), ont synthétisé les théories relatives aux principales origines des obstacles. Il y a cinq origines principales des obstacles :

✚ des origines sociologiques (théorie de Moscovici) qui proviennent des représentations sociales et des préjugés de l'environnement de l'élève, pouvant avoir une influence sur la construction de la pensée de celui-ci.

✚ des origines psychogénétiques (théorie de Piaget) liés aux capacités psychologiques qui témoignent l'inachèvement du développement de l'enfant (élève) empêchant la prise en compte de la réalité objective.

✚ des origines psychanalytiques (théorie de Freud) qui tiennent compte des contenus psychiques de la part inconsciente de la pensée, de l'affect et de l'histoire personnelle de l'enfant (l'élève).

✚ des origines épistémologiques (théorie de Bachelard) portant sur le savoir en lui-même, il est constitutif d'une connaissance inachevée. Bachelard invente ce terme pour parler de ce qui interfère entre le désir de connaître du savoir scientifique et l'objet étudié.

✚ des origines didactiques (théorie de Brousseau) : conséquences involontaires qui peuvent être liées à la transposition didactique, au choix pédagogique apporté par les enseignants, à la manière dont les savoirs scolaires sont délivrés qui peut inférer contre l'apprentissage des nouvelles connaissances pour les élèves voire les induire en erreur. Les outils pédagogiques peuvent également poser des obstacles chez les élèves (manuel scolaire, didacticiel...). Les obstacles d'origine didactique peuvent-être évités, voire effacés, en réajustant les situations didactiques d'enseignement.

I.6. Le curriculum

Les programmes d'étude sont à la base de toute activité scolaire. Aujourd'hui, le curriculum est préféré au programme d'études pour définir le système de finalisation de l'action éducative.

I.6.1. Quelques acceptions sur le curriculum

Le curriculum est comme la planification et la programmation de ce qui va être enseigné et par quel moyen il le sera, en fonction des finalités et des objectifs opérationnels (Martinand, 2003).

Le curriculum comprend non seulement ce qui est planifié mais aussi les processus d'instructions et l'ensemble des expériences d'apprentissage vécues dans l'école, en privilégiant leur nature pratique (Eliot, 1990).

Mialaret (1991), définit le curriculum comme un ensemble d'actions de planifier pour susciter l'instruction : il comprend la définition des objectifs de l'enseignement, les contenus, la méthode (y compris l'évaluation), les matériels (y compris les manuels scolaires) et les dispositions relatives à la formation adéquate des enseignants.

I.6.2. Distinction entre curriculum et programme d'enseignement

Les réflexions et politiques éducatives actuelles en matière de contenus d'enseignement nécessitent une distinction entre la notion de curriculum et les programmes d'enseignement.

D'abord le curriculum est un ensemble plus large encore que le programme d'enseignement. Le curriculum inclue les objectifs de formation, les contenus d'enseignement, la mise en œuvre, l'évaluation...

Il se consacre à la :

- cohérence interne entre les différents niveaux ou les disciplines d'enseignement.
- cohérence externe avec l'ensemble des fonctions éducatives : finalités générales, manuels, évaluations, etc.
- prise en compte de la réalité de la mise en œuvre dans les écoles et des apprentissages affectifs des élèves.

Le curriculum s'intéresse donc à l'ensemble des carrières étudiantes des élèves sur l'ensemble des années scolaires. Il ne se limite pas seulement à la juxtaposition des matières prescrites dans un programme c'est-à-dire les savoirs, savoir-faire, savoir être ou de compétences à (faire) acquérir.

Les programmes d'enseignement sont des documents relativement autonomes, rédigés par disciplines, si possible renouvelés par année d'étude⁵ :

- parfois sans références à des finalités éducatives générales dont il dépendrait hiérarchiquement.
- souvent tournés vers une idéale d'enseignement que vers une effectivité d'apprentissage.
- se prononçant peu sur l'outillage matériel nécessaire, les questions d'évaluation ou même le niveau d'atteinte attendu des élèves.

D'ailleurs, pendant notre stage à responsabilité, nous avons constaté qu'il y a parfois un écart important entre les objectifs affichés et les objectifs atteints. Cet écart entre les objectifs fixés et ceux qui sont atteints par l'enseignement nécessite une révision du programme.

I.6.3. Différentes composantes du curriculum⁶

a. Les finalités de l'éducation

L'éducation doit avant tout répondre au besoin de l'élève et surtout de la société, que cela soit des besoins fonctionnels (ex : formation des enseignants) ou des besoins systématiques (ex : fonctionnement de l'Etat).

⁵ Revue internationale de l'éducation n° 56

⁶Source : Ministère de l'éducation nationale et de formation de base, (1996). ARRETE N°96-120 /MENFB/CAB fixant les programmes de sciences physiques en classes de premières C et D. Abidjan (Côte D'Ivoire).

Les finalités du système éducatif sont les objectifs ultimes, ou souhaités, vers lesquels tend l'école à long terme. Ces finalités sont fixées par des responsables politiques. On en trouve la formulation intégrale dans les textes officiels (Constitution, Loi sur l'éducation, discours officiels, etc.)

b. L'ambition éducative, but et objectif

Les ambitions, les buts et les objectifs sont cruciaux dans l'élaboration d'un curriculum.

Ambition éducative

Les ambitions ont quatre perspectives :

- **intellectuelle** : se concentre sur le progrès de l'intelligence.
- **sociale** : s'occupe des relations interpersonnelles.
- **personnelle** : se consacre sur l'épanouissement de soi
- **productive** : s'intéresse aux aspects économiques de la société, à petite et à grande échelle.

But

Le but est la mise en œuvre plus concrète des ambitions, donc ils mènent quelque part. Ils comportent des moyens pour accomplir ce qui est envisagé.

Contrairement aux ambitions, les buts éducatifs nous indiquent comment faire pour parvenir à nos fins en déployant certains efforts pour un programme, un cours, une matière, une quantité de temps donnée pour accomplir une certaine tâche du curriculum, etc.

Les buts d'un programme sont les objectifs globaux que poursuit ce programme, en fonction des finalités de l'école et des besoins qui ont été identifiés. Ils disent ce qui est visé par l'enseignement de tel programme, à quoi serviront les savoirs, les savoir-être, et les savoir-faire qui y sont dispensés.

Objectifs

Les objectifs d'un curriculum sont généralement planifiés pour un niveau d'enseignement. Ils traduisent les buts du programme en dispositions, cognitives, affectives et psychomotrices, que l'élève doit acquérir. Ils visent un développement équilibré des connaissances, des attitudes et des comportements de l'enfant dans une discipline donnée.

L'objectif d'apprentissage permet donc :

- de faciliter et de diriger la décision dans la sélection des contenus d'apprentissage.
- de préciser quelles habilités doivent être développées chez l'élève et dans quelle mesure.
- aux enseignants d'informer leurs élèves ce qu'ils doivent accomplir, ce qui facilite leur évaluation.

Les buts et les objectifs d'apprentissage constituent une stratégie fondamentale pour aider les élèves à se concentrer sur ce qu'ils doivent faire dans leur apprentissage.

c. Les contenus d'enseignement et les activités pédagogiques

Le terme « contenu » renvoie aux données, aux concepts, aux généralisations et aux principes, dans le domaine scolaire, tels que les mathématiques, la physique et la chimie ; des connaissances regroupées sous le nom de disciplines.

Les **contenus d'enseignement** sont les notions, les connaissances ou les capacités que l'élève doit acquérir et qui constituent les objectifs de l'enseignement ou de l'apprentissage dans une discipline donnée.

Les **activités pédagogiques** sont les activités, les exercices, les interventions, et les situations que l'enseignant doit planifier et organiser pour réaliser un enseignement ou un apprentissage, afin d'atteindre un objectif déterminé.

Les critères de sélection du contenu :

Il y a un grand nombre de critères qui doivent être pris en considération, soit la pertinence, l'importance, l'utilité, la cohérence avec les réalités sociales.

La pertinence : il devrait exister un lien étroit entre le contenu et le but à atteindre. Le contenu n'est pertinent que s'il soutient les conséquences qu'il est censé promouvoir.

L'importance : l'importance du curriculum se traduit par la probabilité qu'a le matériel choisi de satisfaire les besoins et le niveau d'aptitude des apprenants.

L'utilité : le contenu d'un curriculum devrait être choisi selon son utilité pour l'apprenant dans la résolution de dilemmes actuels et futurs.

La cohérence avec les réalités sociales : pour que le curriculum soit une formule utile, son contenu et les conséquences qu'il tente de provoquer doivent être en harmonie avec les réalités sociales, et culturelles de l'époque.

d. L'approche pédagogique – la démarche d'apprentissage

Pour aider les enseignants à faciliter l'apprentissage, le curriculum doit offrir des approches et des démarches d'apprentissage.



Les approches pédagogiques :

Les approches pédagogiques guident et éclairent toutes les interventions de l'enseignant : c'est une façon générale de concevoir la relation entre l'enseignant et l'élève, qui devrait présider aux choix et à l'organisation de toutes les activités et de toutes les stratégies pédagogiques.

L'approche pédagogique souhaitée doit rester simple et concrète. Elle privilégiera le travail de groupe afin de développer chez l'élève certaines attitudes, certaines habiletés autres que cognitives.

Pour la physique chimie, les études devront être centrées sur les situations expérimentales concrètes prises dans l'environnement naturel et technique de l'élève.



La démarche d'apprentissage :

La démarche d'apprentissage est un découpage logique et séquentiel des différentes étapes méthodologiques, d'un processus d'apprentissage.

Parfois cette démarche est dictée par la discipline ou bien elle est fondée sur les principes généraux de l'apprentissage.

Il conviendra d'éviter une démarche trop abstraite qui ne pourra que détourner la majorité des élèves des sciences physiques. De façon générale, l'enseignant doit suivre une démarche scientifique et expérimentale.

I.6.4. Analyse du contenu du programme sur le concept d'énergie

Il est primordial de connaître les pré-requis et les pré-acquis des élèves avant d'entamer un cours. Connaître les représentations préalables des élèves permet à l'enseignant d'avoir une bonne marge de manœuvre quant aux choix des approches et des démarches d'apprentissage et ainsi atteindre les objectifs de l'enseignement.

D'après Baltas (1990), l'étude du concept d'énergie devrait être réalisée dans différents cadres conceptuels, et dans chacun d'eux, le concept d'énergie doit obtenir un sens systémique et empirique, c'est-à-dire une autonomie conceptuelle relative. Dans le programme de physique chimie, on parle de l'énergie dans les cadres conceptuels de la

Mécanique, de l'Electricité, et de la Chimie. Notons que ce programme n'a pas été renouvelé depuis 1996.

Dès la classe de sixième, l'élève devrait être capable de distinguer la chaleur et la température à partir de la transformation physique. Le passage réciproque entre les trois états physiques, c'est-à-dire la fusion, la solidification et la vaporisation. On introduit la notion de chaleur aux élèves à partir d'expériences simples comme le chauffage de l'eau; on leur montre que la quantité de chaleur cédée ou reçue par un corps peut provoquer un changement d'état. Tout cela sans considéré la chaleur comme une forme majeure de l'énergie.

En électricité, on apprend aux élèves que la pile est la cause de la circulation d'un courant électrique et qui peut faire briller une lampe. A notre avis, l'apprentissage de cette notion de pile permet d'initier les élèves sur la notion de source d'énergie, et les inciter à se poser la bonne question, pour faire briller une lampe, il nous faut de l'énergie, d'où vient cette énergie ?

En chimie, la notion de combustion est considérée comme la meilleure façon d'introduire la notion de réaction chimique aux élèves, elle revient dans la classe de cinquième et troisième. Or, l'introduction du concept de combustion permet de montrer aussi le caractère transformable de l'énergie. La combustion permet de transformer l'énergie potentielle chimique du combustible en chaleur avec le dioxygène de l'air comme autre réactif. En outre, l'étude de l'aspect pratique des combustions permet aussi de connaître l'aspect utilitaire de l'énergie dans notre société, autrement dit donner aux élèves une représentation fonctionnelle de l'énergie car elle peut rendre notre vie plus confortable.

Dans la classe de quatrième, avec l'introduction des notions d'atome et de molécules en chimie, on peut aussi initier les élèves sur la notion d'énergie de liaison. Pour combiner ou séparer deux atomes, il faut une énergie considérable, c'est l'énergie de liaison. Cette énergie joue un rôle primordial dans le bilan énergétique d'une réaction chimique.

En classe de troisième, les élèves apprennent des notions sur l'énergie électrique. On leur apprend à lire les indications sur un appareil électrique (ex : une lampe), de calculer l'énergie consommée par un appareil qui fonctionne à courant continu. En plus, il étudie aussi l'électricité à la maison, on leur apprend comment lire l'indication portée sur un compteur électrique, ainsi l'élève peut calculer l'énergie électrique consommée par une installation domestique et aussi la puissance électrique c'est-à-dire l'énergie électrique consommée en un intervalle de temps.

Et enfin, dans la classe de première, l'enseignement se consacre surtout à l'énergie mécanique autrement dit à l'énergie cinétique (un corps en mouvement possède de l'énergie

du fait de sa vitesse) et l'énergie potentielle (un corps de masse m étant situé à une altitude h au-dessus du sol est susceptible de fournir un travail.)

II. La représentation des élèves

II.1. Quelques acceptions du concept de représentation

Dans le dictionnaire de psychologie⁷, la notion de représentation désigne « le processus de mise en correspondance entre deux éléments qui aboutit à ce que l'un (le représentant), répète, remplace ou « présenté autrement » l'autre (le représenté) ».

En didactique, plusieurs études ont déjà été réalisées concernant la représentation. Nous relèverons ci-après quelques acceptions.

Selon Giordan (1994), la représentation c'est une perception d'un modèle explicatif sous-jacent qui est à l'origine de ce que pensent, disent, écrivent, dessinent les apprenants. Ainsi la « représentation » constitue les pré-savoirs dominants chez les élèves.

Les représentations sont généralement considérées comme un système de connaissance que le sujet ou l'élève mobilise spontanément face à une question ou un problème, que ceux-ci aient ou non fait l'objet d'un apprentissage (Reuter et *al*, 2007).

D'après Clenet (1999), les représentations peuvent être considérées comme le produit de l'esprit humain qui recrée en lui une « image complexe » de son environnement afin de mieux penser et agir sur celui-ci.

Une représentation peut être considérée comme une « conception » que le sujet a, à un moment donné, d'un objet ou d'un phénomène (Meirieu, 1995).

La représentation (ou conception) est le lien symbolique entre l'environnement extérieur et notre monde mental. Elle se construit quand nous encodons notre expérience du monde, et va jouer un rôle essentiel dans notre compréhension et dans nos apprentissages ultérieurs (Clenet, 1999).

D'une manière plus générale, la représentation sociale est définie comme : « Un ensemble organisé d'informations, d'opinions, d'attitudes et de croyances à propos d'un objet donné construits par des groupes lors d'interactions sociales portant sur un objet » (Moscovici, 1994).

⁷ Ecrit par Doron, R. et Parot F en (2003).

II.2. Origine des représentations des élèves

D'où viennent les représentations des élèves ?

La représentation des élèves dépend étroitement de leur développement intellectuel. Le savoir commun ou « connaissance naïve » est largement impliquée dans la construction des modèles explicatifs que sont les représentations des élèves.

D'après Giordan (1994), les représentations des élèves sont des traductions du réel, du monde qui les entoure. Ce sont le fruit de leurs expériences antérieures et des résonances affectives. Comme Giordan, différents chercheurs sont arrivés à une conclusion que les représentations des élèves proviennent de leur propre expérience ou de leur entourage.

II.2.1. Les représentations de l'élève proviennent de son propre expérience

Clenet (1999), a mentionné qu'«elles se forment lorsque nous encodons notre expérience du monde et elles jouent un rôle essentiel dans notre compréhension et dans notre apprentissage à venir. Elles se construisent à travers la communication avec les autres, l'interaction avec ses pairs, et par le contact avec la réalité et l'action ».

II.2.2. Les représentations de l'élève proviennent de son entourage

Ce sont l'ensemble de ce qu'il voit, ce qu'il entend, ce qu'il ressent, etc. En général, ce sont les représentations collectives de son entourage qui sont à l'origine des représentations individuelles.

Aujourd'hui, avec l'avancement technologique, l'existence des masses médias (la télévision, surtout l'internet), la transmission de connaissances est facilitée et devient plus accessible aux élèves, ce qui peut être un avantage sur l'amélioration de leur représentation, cependant ils peuvent créer des confusions avec leur image ultérieure. Ce qui amène à poser les questions suivantes. Que caractérisent ces représentations ? Par quel processus se construisent-elles ?

II.3. Caractéristiques de la représentation

Comme on a évoqué précédemment, les représentations des élèves sont des traductions qu'ils ont des faits, du réel. Ces représentations ne résultent pas d'une analyse rigoureuse, ce sont des images non épurées, qui s'appuient sur des analogies superficielles, dont les termes ne sont pas définis de façon précise c'est-à-dire univoque et bien sûr difficile à communiquer. Malgré tout cela, on ne peut pas minimiser ses images car aux yeux des élèves, elles sont

cohérentes et ont une valeur explicative en fonction de la mode de pensée qui est le leur (Giordan, 1994).

Une représentation se construit sur le long terme et trouve souvent l'occasion de se renforcer grâce notamment au sens commun et au modèle rencontré quotidiennement, si bien qu'elle est forcément enracinée dans l'esprit de l'individu.

Pour Develay (1995), il y a trois caractéristiques des représentations

- **Elles sont un ensemble d'informations**
- **Elles ont un noyau dur qui relie ces informations**

L'image du noyau dur ici nous permet d'affirmer l'existence d'un long processus dans l'assemblage des représentations, ce qui rend son cœur difficilement accessible. En effet, les informations ne s'empilent pas simplement les unes sur les autres mais des multiples relations se tissent entre elles. Ce qui engendre un nœud rigide qui est difficile d'accès.

- **Elles engendrent aussi des comportements déterminés.**

A partir de ces analyses et affirmations des chercheurs, trois caractères principaux des représentations des élèves peuvent être déduits : les diversités des représentations des élèves, la résistance de la représentation des élèves, le caractère évolutif des représentations des élèves.

II.3.1. Diversités des représentations des élèves

Les représentations sont des connaissances antérieures et on a indiqué précédemment qu'elles résultent des expériences pratiques des élèves. Or, ces derniers n'ont pas les mêmes origines, ils n'ont pas tous les mêmes connaissances et donc les processus d'assemblage d'informations sont souvent différents pour chacun d'eux. Selon Giordan « la représentation est individuelle », il est donc possible que tous les élèves d'une même classe ont tous des représentations différentes concernant un concept donné.

II.3.2. Résistance de la représentation des élèves

Le fait que les représentations proviennent d'un processus long et complexe, elles se sont fortifiées à travers le temps, et pratiquement quasi-inaccessibles. Durkheim (1893), utilise le concept de représentation pour analyser des différents domaines sociaux, il a évoqué le caractère cohérent et stable des représentations et affirme qu'il n'est pas facile de les modifier. D'ailleurs, il est plus facile d'introduire aux élèves une notion tout à fait nouvelle que de corriger une fausse représentation (Schneeberger, 1978).

Le caractère résistant des représentations des élèves apparaît à travers leur persistance. Certaines représentations se retrouvent chez les élèves de l'école primaire, du collège, du lycée, de l'université.

II.3.3. Caractère évolutif des représentations des élèves

Malgré les caractères cohérents et stables des représentations, certains chercheurs ont mentionné la possibilité d'évolution des représentations. Elles peuvent se modifier sous l'influence des facteurs sociaux, collectifs et bien sûr des propres expériences que l'élève a reçu. Elles vont évoluer à travers son vécu. « L'enfant, en grandissant, va acquérir une autonomie de sa propre représentation » (Piaget, 1980). L'enseignement utilise ce caractère évolutif de la représentation. Ce qui sera développé dans le paragraphe qui suit concernant la prise en compte des représentations à l'école.

III. La place de la représentation à l'école

III.1. **Rôle et intérêt des représentations des élèves**

Tout d'abord, avant tout enseignement, les enseignants doivent être conscients que les élèves possèdent leur propre image, leur propre vision du thème qu'ils vont aborder. Cette idée que les élèves n'entament pas les savoirs scolaires la tête vide est actuellement admise par les chercheurs. Giordan (1994) affirme que « le savoir ne remplit pas le vide mais se substitue peu à peu à des représentations « spontanées » qui expriment la vision que les élèves (les enfants) ont du monde ». Ensuite, bien que l'enseignant réserve une place essentielle dans leur discipline à l'enseignement des concepts ou encore de notions fondamentales, il doit éviter à tout prix d'enfermer les élèves dans des connaissances figées et soi-disant vraies et objectives.

D'après Giordan (1994), si l'on ne tient pas compte des représentations des élèves, on aboutit chez eux à la coexistence de deux systèmes d'explications. L'un est utilisé en classe, dans la situation scolaire qui est étroitement orientée par le professeur et l'autre resurgit avec ténacité lorsque la situation est différente à son habitude. Le plus gros inconvénient c'est qu'elles conduisent à faire dévier de leur sens le discours du maître et bien sûr ses explications car il faut noter que chaque information, chaque concept sont interprétés par l'élève en fonction de sa logique individuelle.

Les intérêts de prendre en compte les représentations des élèves vont maintenant être détaillés suite à l'étude des travaux des chercheurs, notre discussion avec des professeurs expérimentés, ainsi que notre expérience professionnelle.

Dans un premier temps, l'émergence des représentations permet de mieux connaître les élèves, elles peuvent aider à faire un diagnostic, évaluer leurs connaissances et leur manque afin d'élaborer des séances dont les contenus et objectifs seront adaptés au besoin de la classe. Autrement dit, la connaissance des représentations des élèves permet à l'enseignant de faire des prévisions et de réajuster en fonction de la réalité de la classe.

La prise en compte des représentations des élèves permet également d'impliquer les élèves. Lors du stage pratique que nous avons effectué au Lycée Moderne d'Ampefiloha, nous avons constaté un manque de motivations chez les élèves. Il faut chercher alors des moyens pour rendre les élèves plus attentifs et plus actifs car leur participation est une condition indispensable pour qu'il y ait apprentissage. Or, quand on part du vécu de la classe, qu'on s'intéresse aux idées exprimées par des élèves ceux-ci se sentent plus concernés et participent volontairement.

La connaissance des représentations des élèves permet aussi de repérer les obstacles qu'il faut surmonter pendant la séance. Ces obstacles sont les fausses représentations, les difficultés qui persistent avec un noyau dur. Selon Piaget (1948), ces obstacles sont des difficultés rencontrées par l'enfant et celle-ci ne sont pas aberrantes mais sont des produits normaux de la logique de la pensée de l'enfant qui utilise les instruments dont il dispose. S'il veut penser autrement, il faut qu'il utilise d'autres instruments.

La prise en compte de représentations permet d'échapper au cours « traditionnel » c'est-à-dire l'enseignant donne et les apprenants reçoivent. Connaître à l'avance les représentations des élèves laisse aux enseignants plus d'options sur les méthodes ou démarches qu'il veut utiliser.

III.2. Utilisation des représentations

Après avoir constaté les intérêts de prendre en compte les représentations des élèves, la question se pose sur la façon de mobiliser ces connaissances préalables et quels sont les pré-requis à un bon usage pédagogique. Dans le paragraphe précédent nous avons remarqué que la connaissance des représentations initiales des élèves peut être utilisée dans différentes stratégies pédagogiques, elle peut servir également d'outil de diagnostic pour l'élève. Ici particulièrement, nous allons nous intéresser à la représentation en tant qu'outil d'apprentissage. D'abord si on s'intéresse à ce que pensent les élèves, c'est avant tout dans le

but de les faire accéder à la conception scientifique d'un phénomène. Pour cela, il paraît donc indispensable que l'enseignant lui-même soit au fait des connaissances scientifiques sur ce sujet. « Analyser les représentations des élèves en terme de vrai/faux ou de présence/absence implique que l'on ait un savoir de référence dont les contours et les caractéristiques soient à peu près correctement cadrés » (Audigier, 1988). En outre, la maîtrise du savoir de référence est indispensable pour cibler le concept du sujet, dans un premier temps, ensuite c'est en fonction de ce concept que la question de la représentation initiale des élèves pourra se poser. Pour Develay (1992), le travail didactique doit commencer pour le professeur par un décodage des représentations car elles sont par leur nature, un frein, un obstacle pour les élèves dans son chemin d'apprentissage. Cerner les concepts revient alors à anticiper les représentations dominantes qu'il faudra déplacer ou transformer.

Il est important de ne pas perdre de vue que la confrontation entre les représentations d'enseignant et celles de l'élève est qu'on le veuille ou non quotidienne et inéluctable.

En choisissant de la prendre en compte, cela peut se faire selon trois directions majeures⁸ :

- d'abord, on peut susciter l'intérêt des élèves en utilisant ses représentations comme un levier. Autrement dit, on peut utiliser l'interprétation proposée par l'élève comme un point de départ de la séance.
- on peut aussi se concentrer sur le savoir des élèves, l'objectif ici est de réduire l'écart entre les représentations de l'enseignant et celles des élèves.
- enfin, il est possible d'assimiler les représentations à un point d'encrage du savoir à acquérir par les élèves. Ce point d'encrage peut être considéré comme appui ou un obstacle à l'apprentissage.

Les différentes approches que l'enseignant peut prendre pour faire évoluer ou modifier les représentations des élèves

Depuis les années 70, des didacticiens et des chercheurs se sont penchés sur la question de représentations, ils ont essayé de trouver des moyens pour les modifier vers un savoir plus scientifique tout en prenant compte du fait qu'elles peuvent être assez résistantes à la transformation.

⁸ Proposer par Audigier et *al* en (1992)

a. Objectifs-obstacles

Une théorie de l'apprentissage qui permet de dépasser les obstacles par le concept objectifs-obstacles a été conçue par Martinand (1986). Il envisage les objectifs d'enseignement en termes d'obstacles franchissables. Il propose donc une situation didactique centrée sur le franchissement d'obstacles identifiés, ceux-ci deviennent ainsi un moteur à la construction de connaissance en transformant les structures de pensée.

Astolfi (1989), propose un processus de mise en œuvre :

- repérer les obstacles à l'apprentissage, identifier les conceptions (représentations) ou erreurs, fréquentes des élèves.
- définir le savoir à acquérir en fonction des obstacles décelés.
- choisir un ou plusieurs obstacles franchissables, pour la séquence
- se fixer pour objectif le franchissement de ces obstacles, ce qui constituera un progrès intellectuel pour les élèves.
- construire des dispositifs pour atteindre l'objectif, ainsi que des procédures de remédiation en cas de difficultés.

b. Théorie constructiviste : situation-problème

Son partisan le plus célèbre est J. Piaget. Cette théorie de l'apprentissage développe l'idée que la connaissance se construit par ceux qui apprennent. Pour Piaget (1948), celui qui apprend n'est pas simplement en relation avec la connaissance qu'il apprend, il organise son monde au fur et à mesure qu'il apprend en s'adaptant.

La situation-problème est la situation d'apprentissage de base constructiviste. Car elle favorise le développement d'un conflit cognitif qui est capable de générer un changement de représentation et de faire progresser les élèves.

Pour Barnier (2000), la situation-problème comporte quatre étapes :

1. L'élève pense qu'il va pouvoir résoudre le problème en le ramenant à des savoirs et des savoir-faire qu'il maîtrise déjà.
2. S'il n'y parvient pas, il va se retrouver déstabilisé par cet échec temporaire. Il peut alors prendre conscience des limites, des insuffisances de son mode de traitement actuel du problème auquel il est conforté.
3. Il peut persévérer, essayer de revisiter ce qu'il sait et construire ce qui lui manque afin d'adapter sa manière de s'y prendre avec son savoir et son savoir-faire.

4. Si ce type d'effort aboutit, la résolution du problème s'accompagnera d'une amélioration dans la manière dont l'élève mobilise savoir et savoir-faire pour en faire des outils de résolution de problème.

Faire confronter l'élève à ce qu'il sait déjà est un moyen d'entraîner la restructuration de son propre représentation car il ne faut pas oublier que les connaissances se construisent sur la base des connaissances antérieures.

c. Erreur et représentations

L'erreur est un outil pour enseigner. Si on apprend en changeant ses représentations, il faut que les professeurs soient au courant de celles des élèves. Les erreurs qu'ils produisent, fournissent une occasion de savoir « ce qui se passe à l'intérieur de leur tête ». Ici l'erreur serait comme un symptôme de maladie, c'est-à-dire qu'elle serait l'indice, le signe extérieur de la représentation. Tout comme il est important de déceler une maladie grâce aux symptômes apparents, on peut dire aussi « heureusement que les élèves ont fait cette erreur » sans quoi nous n'aurions pas pu nous poser les bonnes questions quant à ces représentations. Il faudrait donc plutôt souhaiter l'erreur que la rejeter, et l'utiliser comme outil pour enseigner.

IV. Les limites et les difficultés de l'utilisation des représentations

Les représentations peuvent être utilisées de multiples manières tant pour construire une séance que pour la mener. Cependant, l'utilisation de ces représentations, sans pour autant négliger leurs intérêts, comportent certaines limites et peuvent amener à des difficultés. Giordan (1990), a particulièrement travaillé sur cet aspect qui va être développé ci-après.

Tout d'abord, une approche centrée sur la représentation des élèves demande du temps, à la fois concernant l'apprentissage de notions abordées par les élèves (nombreuses phases de recherche, questionnements...) mais aussi concernant la préparation des séances et de sa conduite. En effet, s'intéresser aux représentations, induit qu'à chaque public correspondent des représentations propres. Donc une nouvelle séance demande souvent un nouveau temps de préparation souvent complexe et long du fait de l'élaboration d'une activité originale et adaptée à un public propre. Or, Giordan (1990) affirme qu'une « situation en classe ne peut être que collective ».

Ensuite le choix de l'activité dépend à la fois du savoir à enseigner mais aussi de la capacité de l'enseignant à repérer une question d'un élève ou une suggestion d'un groupe, il

doit être capable d'établir une correspondance entre les remarques des élèves et les objectifs poursuivis pour ensuite sélectionner une activité susceptible de transformer leurs représentations. Ici, il s'agit de privilégier la logique de l'apprenant plutôt que celle de la matière, ceci rend difficile le travail de l'enseignant, qui demande un minimum d'expérience afin d'anticiper les obstacles que pourront rencontrer les élèves.

Aujourd'hui, bien que l'élève ne puisse plus être considéré comme une page vierge face à la connaissance qu'on souhaite lui apporter, la notion de représentations comme point de départ de toute situation d'enseignement est à relativiser, car comment faire si l'élève ne se pose pas la question qui permet d'aborder une notion au programme ? En plus que, faire émerger les représentations des élèves n'est souvent facile.

V. L'émergence des représentations des élèves

V.1. Image de l'iceberg

Selon Philippe Jonnœrt⁹, la représentation est comparable à un iceberg dont seule est apparente la partie émergée. La partie immergée, elle doit être reconstituée à partir d'indices donnés comme ceux fournis par un sonar.

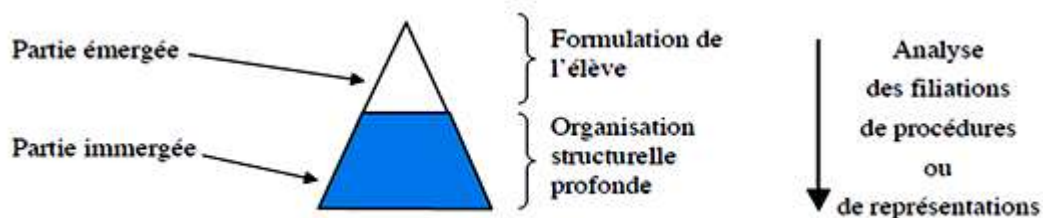


Figure 1 : La métaphore de l'iceberg d'après Jonnœrt

Source : https://spirale-edu-revue.fr/IMG/pdf/3_SANNER_W5.pdf

D'après cette structure proposée par Jonnœrt, les questions sont les suivantes : comment fait-on pour faire émerger cette partie immergée qui est l'organisation structurelle profonde ? Jusqu'à quel point peut-on la reconstituer et quelle consistance a-t-elle ?

⁹ Image défendu par Jonnœrt dans sa thèse (1985-1986). Cf. aussi Philippe Jonnœrt, Conflits de savoirs et didactique, 1988, p.58.

V.2. Méthode pour faire émerger la représentation

Faire émerger ses représentations consiste à questionner les élèves sur leur connaissance, le point de vue qu'ils ont sur un thème donné. Cette opération peut s'effectuer par le biais d'un questionnaire simple ou d'une question très générale qui sera distribué aux élèves au préalable par le professeur. Ce questionnement peut également être adressé aux élèves par le biais du langage oral, par l'élaboration ou le fait de compléter un dessin, un croquis, un schéma.

Le rôle de l'enseignant est donc : dans un premier temps, de permettre aux élèves de prendre conscience de leur propre représentation, puisque « la première caractéristique de la représentation est leur fonctionnement inconscient, la prise de conscience pour chacun contribuerait déjà à leur évolution » (Astolfi & Develay, 1989).

Dans un deuxième temps, il s'agit de créer un dispositif adapté aux représentations des élèves. Ce dispositif devra proposer une tâche et une procédure qui placera l'apprenant devant un obstacle épistémologique que l'apprenant a intérêt à surpasser.

Chapitre 2 : ENERGIE

I. L'historique du concept de l'énergie

Selon Balian¹⁰, la meilleure façon de définir l'énergie c'est d'utiliser une approche historique. Le concept d'énergie est l'un des plus abstraits et des plus multiformes de la science ; il ne date seulement que d'un siècle et demi. Il a fallu plusieurs siècles pour commencer à dégager cette idée d'énergie, au début c'est seulement dans le cadre de la dynamique et ensuite les études des transformations entre chaleur et travail a conduit au premier principe de la thermodynamique dont la formulation précise a fait émerger au milieu du XIX^{ème} siècle une notion plus générale d'énergie couvrant chaleur et énergie mécanique. Quelques décennies plus tard, en terme mécanique, la chaleur a pu être interprétée à l'échelle microscopique. Et puis les développements plus récents de la physique ont considérablement enrichi et précisé ce concept d'énergie.

I.1. Origine du concept d'énergie : La dynamique

Le terme « énergie » provient du mot grec « ἐνέργεια », qui signifie travail ou action interne. En 1717, le terme apparaît dans la langue française, pour la première fois, dans une lettre écrite par le mathématicien Jean Bernoulli adressée au mécanicien Pierre Varignon où il définit l'énergie comme « le produit de la force appliquée à un corps par le déplacement infinitésimal subi par ce corps sous l'effet de cette force », ce produit est défini plus tard comme le travail mécanique de cette force. Cependant le concept, de la chaleur à l'énergie, de la pulsion à la puissance, un chemin complexe de clarification et d'expression mathématique, était encore les défis à surmonter pour les chercheurs de l'époque.

Les mathématiciens et les physiciens du XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècle, qui étudiaient le mouvement sous l'angle de son utilisation et de sa transformation dans les machines simples, avaient l'intuition que quelque chose se conservait. Ils ne s'intéressent pas encore sur la nature de cette quantité. Le principe de conservation est l'un des principes fondamentaux de l'énergie. Ce principe a été déjà l'objet d'étude des scientifiques de l'époque. Galilée (1564-1642), reconnaît que la vitesse $\vec{V}$ d'un corps ne varie pas en absence d'action extérieure. René Descartes (1596-1642) a exposé des lois du choc et a admis que c'est la quantité de mouvement $m\vec{V}$ qui se conserve en communiquant d'un objet à l'autre lors de leur interaction (m : la masse de l'objet, $\vec{V}$: la vitesse). Christian Huygens, physicien et astronome (1629-1695), a reconnu aussi la conservation au cours du temps, pour un système isolé, de la

¹⁰ Physicien, théoricien française, membre de l'académie de science française

quantité du mouvement totale $\sum m\vec{V}$, somme des vecteurs $m\vec{V}$, où m désigne la masse de chaque partie du système et $\vec{V}$ sa vitesse. Il énonce aussi que lors d'un choc élastique, la somme $\sum mV^2$ des quantités mV^2 est conservée. Son disciple Leibniz (1646-1716) reprend cette idée sous la forme de conservation de la « force vive ». D'après lui, non seulement la quantité de mouvement $\sum m\vec{V}$ se conserve mais aussi la « force vive », nouveau concept exprimé par la quantité $\sum mV^2$, dans les processus (non dissipatif) d'échange de mouvement. Cette force vive est dite « absolue » car la mise au carré implique l'élimination de la direction et le sens de la vitesse $\vec{V}$.¹¹

I.2. Naissance de l'énergie mécanique

Nous savons aujourd'hui que, les processus non dissipatifs (qui ne dissipent pas de l'énergie), tel que les mouvements des astres, la dynamique des fluides non visqueux, l'oscillation d'un pendule non amorti, conservent de l'énergie mécanique, qui est la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle. Ce concept de l'énergie mécanique ne s'émerge qu'au milieu du XIX^{ème} siècle grâce à la contribution de plusieurs chercheurs.

	
Joseph-Louis de Lagrange est un mathématicien, mécanicien et astronome célèbre par le développement de la mécanique analytique	William Rowan Hamilton (1805-1865), mathématicien, physicien et astronome Irlandais. Il contribue au développement de la dynamique.

Figure 2 : Lagrange et Hamilton

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Joseph-Louis_Lagrange_Hamilton

¹¹ **Source :** http://sfp.in2p3.fr/Debat/debat_energie/E2PHY/balian.pdf

L'emploi du langage mathématique croissant a conditionné des progrès majeurs sur le concept d'énergie mécanique, le moment le plus crucial est lors de la publication en 1788 de la Mécanique analytique de Louis de Lagrange. Il a élaboré un formalisme unifié basé sur l'emploi du calcul différentiel. Il a déduit des équations du mouvement le « théorème des forces vives » : au cours d'un processus non dissipatif, le travail reçu par chaque point matériel (de masse m et de vitesse $\vec{V}$) d'un système est égal à la moitié de l'accroissement de sa force vive mv^2 . Pour passer de cette idée à la conservation de l'énergie mécanique, somme de l'énergie potentielle U et cinétique T , il restait à reconnaître que les forces appliquées au système dérivent en général d'un potentiel, à en déduire que leur travail s'identifie à la diminution d'une certaine fonction U des variables de position appelées plus tard par « l'énergie potentielle » par William Rankine (1853), et à interpréter la demi force vive

$$T = \frac{1}{2} \sum mV^2 \text{ définie comme énergie cinétique par Gaspard-Gustave Coriolis (1829).}$$

En 1833, Sir William Hamilton Dublin (1805-1865) montre que les équations de la dynamique non dissipative peuvent être engendrées non seulement à partir du lagrangien mais aussi à partir de l'hamiltonien $H = T + U$. La Somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle est considérée comme fonction des variables de position et de leur moment conjugué (à la place des vitesses). Pour un système isolé, l'hamiltonien ne dépend pas explicitement du temps et les équations de mouvement admettent une intégrale première au Hamiltonien lui-même. L'énergie mécanique apparaît finalement comme la valeur, qui demeure constante au cours du temps, du hamiltonien.¹²

I.3. Chaleur

La chaleur était un objet de réflexion scientifique depuis longtemps. L'évolution du concept de la chaleur demeure une étape cruciale au développement du concept de l'énergie. Pendant un certain temps, le concept de la température et de la chaleur est utilisé avec confusion. Les chercheurs proposent deux grandes visions pour expliquer ce concept de chaleur, une théorie matérialiste et une théorie cinétique.

I.3.1. La théorie matérialiste

Les partisans de cette théorie considère la chaleur comme une substance et tente d'expliquer sa nature. Même si cette théorie est aujourd'hui démodée, elle a contribué à la construction de la notion de chaleur. Elle explique que la chaleur est une propriété positive

¹²**Source** : http://sfp.in2p3.fr/Debat/debat_energie/E2PHY/balian.pdf

d'un corps, c'est-à-dire quelque chose qui le caractérise, et qui n'est pas là naturellement. Pour Joseph Black (1728-1799)¹³, adepte de la théorie matérialiste, le froid est simplement une absence de chaleur donc elle est là naturellement.

I.3.2. La théorie cinétique

Pour les partisans de cette théorie, la chaleur est considérée comme un mouvement de la matière. Suite à des expériences, ils ont conclu que la chaleur peut être produite par des effets mécaniques et ne peut donc pas être autre chose qu'un mouvement mécanique des particules élémentaires constituant le corps chauffé.

L'étude quantitative des phénomènes calorifiques ne commence effectivement qu'avec les premières mesures de colorimétrie dues à Pierre Simon de Laplace, astronome, mathématicien et physicien, et à Antoine Laurent de Lavoisier (Paris 1743-1794), il détermine les chaleurs spécifiques et la chaleur de réaction entre 1780 et 1784. Une relation remarquable entre propriété mécanique et thermique a été mise en place par Laplace. Il montre que : lorsqu'un gaz se dilate sans perdre ni recevoir de la chaleur, le produit PV^γ reste constant, P étant la pression, V étant le volume et γ le rapport entre les chaleurs spécifiques à pression et à volume constant.

Divers inventeurs avaient déjà réussi à extraire empiriquement une « force motrice » à partir de la chaleur. Les mécaniciens anglais Thomas Savery et Thomas Newcomen mettent au point en 1699 et 1705 les premières machines à feu améliorées par James Watt, mécanicien écossais (1736-1819). Il découvre que celles-ci peuvent être considérablement perfectionnées. Il prend en 1769 un brevet sur la première véritable machine à vapeur.

On interprète aujourd'hui toutes ces expériences et ces réalisations comme des transformations en chaleur d'une énergie mécanique ou chimique ou vice-versa. Pourtant à l'époque, en absence du concept de l'énergie, on considérait la chaleur à côté de la lumière, l'électricité et le magnétisme comme l'un des quatre « fluide impondérable » appelé calorique. Ce calorique peut se conserver lors de ses transformations. Malgré la généralisation des machines à vapeur, la conception du calorique en tant que fluide était encore conservée et répandue jusqu'en 1840.¹⁴

¹³ Joseph Black, chimiste et physicien écossais, découvreur du dioxyde de carbone

¹⁴ **Source** : <http://www.claudegabriel.be/Ecosoc%20chapitre%205.pdf>

I.4. Naissance de la thermodynamique

Joseph Fourier (1768-1830), physicien et mathématicien, a publié en 1822 un livre sous le titre *Théorie analytique de la chaleur*. Dans ce livre, il résout le problème de la chaleur ; il parvient d'abord à trouver les équations du problème en exprimant la proportionnalité du flux de chaleur au gradient de température (en 1811), et ensuite invente les séries dites Fourier (1812) et tente de résoudre ces équations et les intégrales de Fourier qui lui permettent enfin d'aboutir à une solution complète.

Sadi Carnot (1796-1832), inspiré par l'étude théorique de la machine à vapeur, a pris conscience de l'équivalence entre chaleur et travail.

Cette équivalence du travail et de la chaleur est établie avec plus de précision par James Prescott Joule, physicien anglais (1815-1889), avec son célèbre expérience en 1843.

En utilisant une palme rotative immergée dans l'eau et entraînée par une masse en chute libre, il provoque une augmentation de la température du liquide, qu'il mesure avec une grande précision. James Prescott Joule établit ensuite la relation entre le travail dépensé et la chaleur produite : **4,2 joules par calorie**. Joule jouissait d'une réputation d'un expérimentateur hors pair, ainsi la relation qu'il publie fut la première considérée comme crédible.

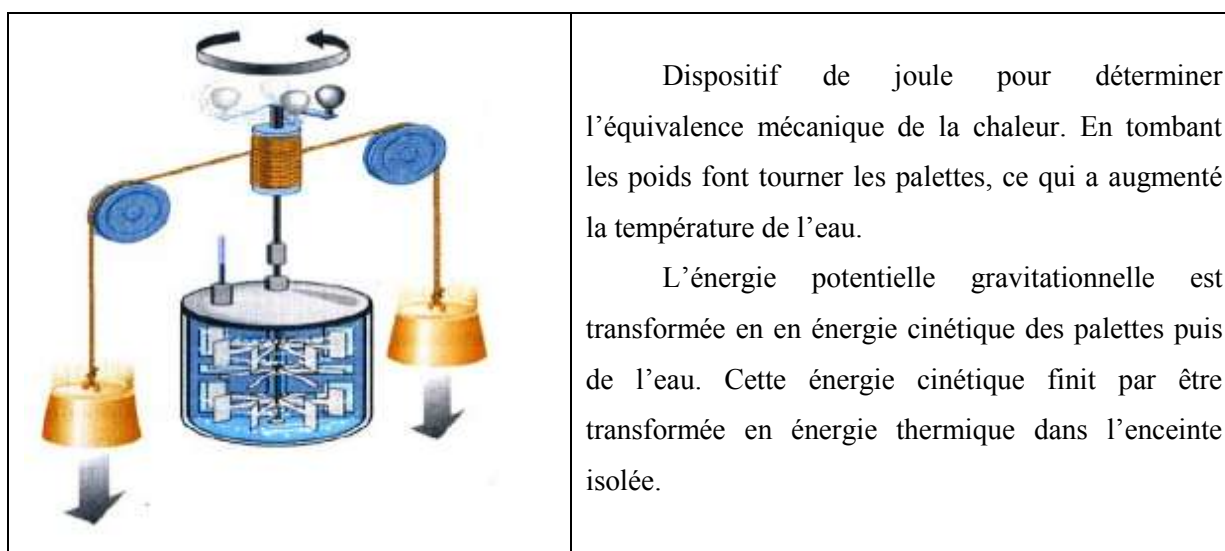


Figure 3: Dispositif de Joule

Source : <http://www.claudegabriel.be/Ecosoc%20chapitre%205.pdf>

L'introduction des notions de thermodynamique ont apporté une grande révolution sur le concept de l'énergie, avec l'énoncé des deux grands principes. La thermodynamique selon Etienne Klein¹⁵ est une science qui étudie et décrit le comportement de la matière ou des systèmes, en fonction des notions de température et d'énergie (chaleur Q , travail W).

I.4.1. La notion de système

Système : c'est un corps ou ensemble de corps de masse déterminée et délimitée dans l'espace.

Milieu extérieur du système : on considère le système dont on étudie les transformations et qu'on délimite par une frontière. Tout ce qui se trouve à l'extérieur de cette frontière est appelé milieu extérieur.

Système isolé : le système est dit isolé lorsqu'il n'échange ni énergie, ni matière avec le milieu extérieur.

Système ouvert : le système échange de l'énergie et de la matière avec le milieu extérieur.

Système fermé : pas d'échange de matière, le système échange uniquement de l'énergie avec le milieu extérieur

I.4.2. Le premier principe de la thermodynamique

Le premier principe de la thermodynamique, appelé aussi principe de la conservation, stipule que :

- l'énergie du système se conserve au cours des transformations, autrement dit, elle ne se dégrade pas
- l'énergie du système est seulement transformée d'une forme d'énergie en une autre (équivalence des formes d'énergie, similaire à l'expérience de joule)

L'énergie totale d'un **système isolé** reste constante, $U = \text{cste}$. Par contre l'énergie d'un système non isolé peut varier à la suite des échanges des chaleurs et de travail (Q , W) avec le milieu extérieur, on dit que le système subit une transformation.

Dans le cas des systèmes thermodynamiques **fermé** (pas d'échange de matière), le premier principe de la thermodynamique s'énonce de la manière suivante :

« Aucours d'une transformation quelconque d'un système fermé, la variation de son énergie est égale à la quantité d'énergie échangée avec le milieu extérieur sous la forme de chaleur et sous forme de travail »

¹⁵ Lors de l'exposition sur l'énergie, les conférences cyclopes du CEA Saclay

La variation de l'énergie d'un système fermé qui subit une transformation peut s'exprimer selon la relation suivante :

$$\Delta E = \Delta U + \Delta E_c + \Delta E_p = Q + W$$

- ΔE : Variation totale de l'énergie du système
- ΔU : Variation de l'énergie interne du système, c'est-à-dire son énergie propre correspondant à l'énergie cinétique et potentielle microscopique, des particules qui le constituent.
- ΔE_c : Variation de l'énergie cinétique à l'échelle macroscopique (mouvement du système dans un référentiel donné)
- ΔE_p : Variation de l'énergie potentielle à l'échelle macroscopique en interaction avec des champs gravitationnels ou électromagnétiques
- W : La partie de l'énergie qui correspond au travail échangé avec le milieu extérieur. Le travail n'est pas une fonction d'état mais une mode de transfert ordonné d'énergie entre le système et le milieu extérieur.
- Q : Quantité d'énergie mise en jeu sous forme de chaleur. Elle est transmise essentiellement par trois processus d'échange thermique : conduction thermique, convection, rayonnement. La chaleur n'est pas non plus une fonction d'état mais un mode de transfert d'énergie microscopique désordonnée. C'est en quelque sorte un transfert d'agitation thermique entre le système et le milieu extérieur qui est par nature désordonné.

A titre de remarque, pour que l'énergie totale d'un système varie il faut qu'il y ait un échange d'énergie entre celui-ci et le milieu extérieur, que ce soit sous la forme de travail, de chaleur, ou des deux à la fois.

Lorsque les systèmes sont au repos à l'échelle macroscopique, ce qui est en générale le cas pour les transformations thermodynamiques, les énergies cinétiques E_c et potentiel E_p restent constants et seule l'énergie interne U du système varie.

Le principe s'écrit alors :

$$\Delta U = Q + W$$

I.4.3. Le deuxième principe de la thermodynamique

Le premier principe qui stipule la conservation de l'énergie permet de faire le bilan énergétique des systèmes sans imposer de conditions sur les types de condition. Mais ce bilan énergétique ne permet pas de prévoir le sens d'évolution du système. Par exemple, le sens des réactions chimiques ou transformations naturelles, ou le transfert spontané de la chaleur est du chaud vers le froid.

Le premier principe ne peut pas expliquer l'irréversibilité de certaines transformations spontanées ou naturelles.

Il faut donc introduire un deuxième principe, on l'appelle aussi principe d'évolution, déduit des faits expérimentaux qui permettra de prévoir l'évolution du système.

Le deuxième principe introduit une nouvelle fonction d'état dite entropie S qui décrit le comportement du système par la maximalisation de leur entropie :

- l'entropie S d'un système augmente si le système tend vers son équilibre : d'où $\Delta S > 0$
- l'entropie S est maximum si le système est à l'équilibre¹⁶

I.5. Apport de la physique statistique sur le concept d'énergie

Dans la thermodynamique traditionnelle, les concepts fondamentaux chaleur, température, énergie, entropie sont difficiles à appréhender même si la théorie permet leur manipulation mathématique en conduisant à des provisions en accord avec l'expérience. La physique statistique fut un apport majeur en donnant à ces concepts, à l'échelle microscopique, une interprétation mécaniste et probabiliste.

I.6. Apports des grandes révolutions de la physique du XX^{ème}

Depuis le début du XX^{ème} siècle, on connaît quelques révolutions importantes en matière de conception de l'«énergie».

En décembre 1900, Max Planck fait un premier pas vers la théorie de la quantification, il établit qu'une substance ne peut émettre de la lumière qu'à certaines énergies.

En 1905, Albert Einstein publie son fameux équation $E = mc^2$, cette équation établit l'équivalence entre la matière et l'énergie (la matière se transforme en énergie et vice versa). L'avènement de la mécanique quantique a fondamentalement modifié notre représentation en

¹⁶<http://www.claudegabriel.be/Ecosoc%20chapitre%205.pdf>

énergie. Celle-ci n'est plus considérée comme une grandeur continue mais discrète : dans un système donné, elle ne peut prendre des valeurs bien déterminées et passe de l'une à l'autre par saut. Cette quantification de l'énergie ne nous apparaît pas au niveau macroscopique car la différence d'énergie en deux niveaux successifs est si faible que l'on a l'impression qu'elle varie continuellement. Par contre au niveau atomique, ce phénomène joue au rôle primordial.¹⁷

II. Le concept de l'énergie

Les paragraphes précédents ont rappelé combien l'établissement du concept d'énergie n'est pas chose aisée et a demandé beaucoup de temps mais grâce aux apports des chercheurs comme Carnot, Joule, Leibnitz, Lagrange, Planck, Einstein, et beaucoup d'autres encore, actuellement ce concept a beaucoup progressé.

II.1. Définition du terme énergie

II.1.1. L'énergie

Au sens physique, l'énergie caractérise la capacité à modifier, à produire un travail, entraînant des mouvements, de la lumière ou de la chaleur.

D'après Etienne Klein¹⁸, l'énergie, en langage plus moderne, c'est quelque chose qui jauge la capacité à effectuer de transformation autrement dit fournir de travail, donner de mouvement, modifier de température, changer l'état de la matière etc.

Toute action ou changement d'état nécessite donc que de l'énergie soit échangée.

L'énergie désigne donc une capacité, un moyen, une aptitude à agir, quelque soit les modes : mettre en mouvement, chauffer, comprimer, éclairer, sonoriser, transmettre une information...

II.1.2. L'énergie libre

Dans le langage courant, le terme « énergie » est employé en substitution de l'« énergie utilisable par l'homme » ou encore appelée « énergie libre ». Ainsi quand les médias font référence à la consommation d'énergie, il faut comprendre consommation d'énergie utilisable par l'homme ou encore consommation d'énergie libre. Cette précision est importante dans le monde scientifique car le premier principe de la thermodynamique a démontré que dans un système isolé (comme peut l'être notre univers) l'énergie totale est toujours conservée, mais

¹⁷ **Source :** <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/Elaboration-concept-energie-Balian.xml>

¹⁸ Etienne Klein : physicien théoricien français, membre de l'académie de science

l'énergie libre qui constitue une sous partie de l'énergie totale, peut effectivement être consommée.

II.1.3. L'unité de mesure de l'énergie

En physique, l'énergie est une grandeur scalaire dont la dimension est de ML^2/T^2 (masse fois longueur au carré sur temps au carré).

Le joule : c'est la quantité d'énergie nécessaire pour élever une masse de 1Kg à un 1 mètre de hauteur. C'est l'unité de l'énergie dans le *système international d'unité* (SI) notée J.

La calorie : c'est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à un gramme d'eau pour augmenter sa température de 14,5°C à 15,5°C sous la pression atmosphérique normale. 1cal = 4,1855 J.

L'électronvolt : c'est l'unité d'énergie utilisée dans la physique des particules. 1 eV = $1,602 \cdot 10^{-19}$ J

Le wattheure : il mesure la consommation d'énergie des installations électriques.

$$1Wh = 3600 J$$

La tonne d'équivalent pétrole (T.E.P) : c'est l'unité d'énergie utilisée dans les industries.

$$1TEP = 11,6 MWh = 4,3 \cdot 10^{10} J$$

II.2. **Différentes sources d'énergie**

II.2.1. L'origine de l'énergie

Quand on parle de source d'énergie, on s'intéresse principalement à sa provenance. L'énergie stockée dans les objets, dans les molécules, dans les atomes fournissent aux humains des moyens pour survivre, pour faciliter leur vie de tous les jours. Pour un physicien, ce terme source n'est pas très approprié car l'énergie n'est pas créée. Le terme source d'énergie ici est utilisé pour décrire un système qui convertit de l'énergie non utilisable en une énergie utilisable par l'homme.

Le tableau 2 ci-dessous, présente surtout les ressources d'énergie qui assurent les besoins de l'être humain.

Tableau 2 : Les ressources d'énergie qui assurent les besoins de l'être humain

RESSOURCE D'ENERGIE	UTILISATION
Les aliments	Le corps humain utilise la nourriture pour produire de l'énergie, par transformation chimique des aliments. Elle permet à l'homme de maintenir à une température constante (environ 37°C), de faire fonctionner tous les organes (le cœur, les poumons, le cerveau etc.) et aussi de faire de mouvement.
Le soleil	Le rayonnement solaire est utilisé pour chauffer et pour produire de l'électricité.
L'air en mouvement	Le déplacement de l'air peut être utilisé pour actionner des mécanismes (éolienne) qui peuvent servir à produire de l'électricité, pour voler (exemple les cerfs-volants)
L'eau en mouvement	Le mouvement de l'eau peut être utilisé pour produire de l'électricité à l'aide d'un barrage hydraulique par exemple.
Les combustibles fossiles (le pétrole le gaz, le charbon)	Le pétrole, le gaz et le charbon sont utilisés comme combustibles, principalement pour le transport.
La biomasse : matière organique (végétaux, animaux)	La biomasse est transformée par voie chimique en espèce pouvant servir de carburant (exemple l'éthanol) et de combustible (ici à Madagascar on utilise surtout le charbon de bois comme combustible pour la cuisson)
Batterie et les piles électrique	Les piles et les batteries sont utilisées pour emmagasiner l'énergie électrique sous la forme chimique comme les batteries de voiture, batterie d'un téléphone, les piles. Aujourd'hui, il y a la pile à combustible. ¹⁹

Source :

http://www.2020energy.eu/sites/default/files/pdf/sources_d_energie_renouvelable.pdf

¹⁹ Contrairement aux piles électriques ou aux batteries, une pile à combustible ne se décharge pas ou n'a pas besoin d'être rechargée ; elle fonctionne tant qu'un combustible et un oxydant alimentent la pile en continu, par apport extérieur.

Il convient de noter qu'en général la ressource d'énergie est classée selon les phénomènes qui leur donnent naissance. L'énergie peut être primaire ou secondaire. Les énergies primaires sont celles qu'on trouve dans la nature, plus ou moins prêtes à l'emploi et susceptibles de satisfaire notre besoin de manière directe ou indirecte. Les énergies secondaires au contraire n'existent pas dans la nature et sont obtenues à partir de(s) transformation(s) d'une autre source d'énergie.

II.2.2. La ressource en énergie renouvelable et non renouvelable

Il demeure primordial de distinguer les ressources d'énergie renouvelable et non renouvelable. D'une part, dans un souci de formation de citoyen et de sensibilisation au problème énergétique de son temps, d'une autre car cela met en avant le rôle central qu'occupe notre soleil en ce qui concerne les ressources d'énergie (Colomb, 1985).

Ainsi les ressources en énergie primaire peuvent être classées en deux catégories : ressource d'énergie renouvelable et ressource d'énergie non renouvelable.

a. Ressource d'énergie renouvelable

Une ressource d'énergie est dite renouvelable lorsqu'elle se renouvelle assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de temps humain (l'espérance de vie humaine en 2015 est de 71,4 ans)²⁰. Et puisque la nature renouvelle sans cesse ses ressources, elles sont donc naturellement illimitées.

Les cinq grandes familles de ressources d'énergie renouvelable sont :

▪ L'énergie solaire

Ce terme désigne l'énergie fournie par les rayons solaires. Le soleil bien que distant de plus 150 millions de kilomètre de nous, demeure notre plus grande ressource d'énergie même si elle est intermittente. Il existe deux formes d'énergie solaire : l'énergie lumineuse, et l'énergie thermique. Les avancées technologiques d'aujourd'hui permettent d'exploiter ces deux formes d'énergie solaire pour les besoins quotidiens des gens.

²⁰ Publié par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

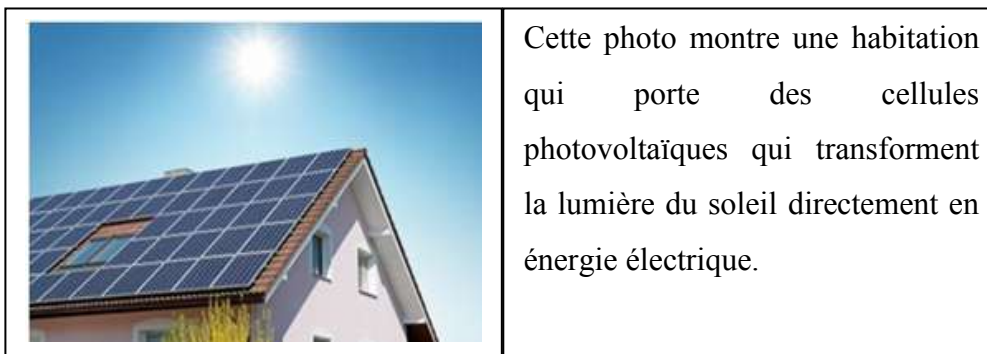


Figure 4 : Plaque photovoltaïque



Figure 5 : Four Solaire

Source : <http://energiwallonie.com/le-cuiseur-ou-four-solaire-domestique>

➤ **L'énergie éolienne**

La force éolienne est connue et exploitée depuis des milliers d'années, au travers des moulins à vent et de la navigation par exemple. L'énergie éolienne c'est l'énergie cinétique des masses d'air en mouvement autour du globe.

L'énergie éolienne est une forme indirecte de l'énergie solaire, les rayons solaires absorbés dans l'atmosphère entraînent des différences de température et de pression. De ce fait, les masses d'air se mettent en mouvement, se déplacent du milieu à haute pression vers la basse pression et ainsi acquièrent de l'énergie cinétique. Et actuellement, ce dernier peut être exploité à l'aide d'hélice spéciale qui emmagasine l'énergie du vent et avec de(s) machine(s) qui la transforme (ent) en énergie électrique.

	Des hélices à éolienne installées dans les endroits où le vent souffle en permanence. L'énergie éolienne peut alimenter même une ville. Le problème c'est que ces infrastructures ont besoin de beaucoup d'espace et qu'une hélice à éolienne coûte cher.
---	---

Figure 6 : Hélices à Eolienne

Source : <https://eolienne.ooreka.fr>

➤ **L'énergie hydraulique**

L'énergie apportée par le mouvement d'eau est aussi une ressource en énergie renouvelable puisqu'elle se régénère grâce au cycle d'évaporation et de précipitation. L'énergie hydraulique exploite l'énergie potentielle et l'énergie cinétique des flux d'eau. Ces énergies sont ensuite transformées en énergie mécanique par une turbine et en énergie électrique par un alternateur.

Cette énergie est connue et exploitée depuis des milliers d'années à travers des moulins à eau, des systèmes d'irrigation. Actuellement, on utilise principalement l'énergie apportée par le mouvement d'eau pour produire de l'électricité.

➤ **L'énergie chimique de la biomasse**

La biomasse désigne l'ensemble des matières organiques pouvant se transformées en énergie. Ici, on entend par matière organique les matières d'origine végétale (résidus alimentaires, bois, feuilles) et d'origine animale (des cadavres d'animaux et des cadavres des êtres vivants dans le sol). L'énergie des plantes provient du soleil, grâce à la photosynthèse.

Actuellement, il existe des variétés de technologie pour convertir l'énergie de la biomasse en forme réutilisable. Ces technologies changent l'énergie en forme utilisable directement (chaleur ou électricité) ou d'autres formes comme le biocarburant ou le biogaz. La biomasse n'est considérée comme une ressource d'énergie renouvelable que si sa régénération est au moins égale à sa consommation, autrement dit l'utilisation du bois comme la fabrication du charbon ne doit pas conduire à la diminution du nombre d'arbre.



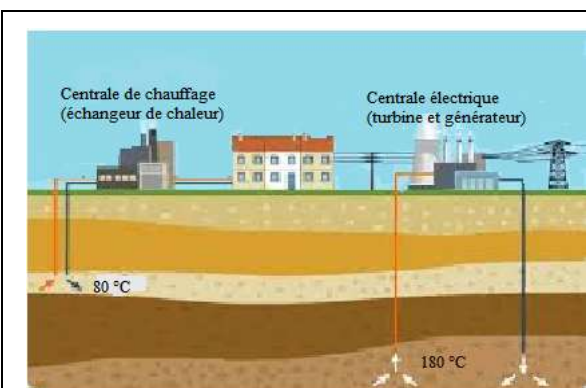
Le bois constitue une part importante de la biomasse, on l'utilise généralement comme combustible pour le feu, ou bien il est transformé en charbon.

Figure 7 : La biomasse

Source : <http://www.apbb.qc.ca/fr/bois-beauce-foret/accueil>

➤ L'énergie géothermique

L'énergie géothermique désigne l'énergie créée et emmagasinée dans la terre sous forme thermique. Elle est parfois libérée à la surface par des volcans ou des geysers, mais elle peut aussi être accessible à tout moment, comme dans les sources d'eau chaude. L'énergie géothermique peut aussi servir à produire de l'électricité. Cette énergie est extraite de réservoirs souterrains enfouis très profondément et accessibles grâce à des forages, ou de réservoirs plus proches de la surface.



La géothermie est exploitée pour produire du courant électrique et chauffer la maison. La centrale de chauffage fonctionne à 80°C (à basse température) tandis que la centrale électrique à 180°C donc elle est exploitée d'une plus grande profondeur que celle de la centrale de chauffage

Figure 8 : La géothermie

Source :

<http://college.lutterbach.free.fr/EISE/exposes2015/lageothermie/Lageothermie.html>

Importance du soleil

Le soleil joue une place vraiment importante sur la ressource d'énergies sur terre. D'abord, il constitue une part importante de l'énergie primaire en donnant directement de la lumière et de la chaleur. Puis, le soleil participe aussi à la photosynthèse des plantes qui est la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique, il joue donc un rôle primordial dans

l'obtention de la biomasse. Ensuite, le soleil est responsable du déplacement des masses d'air en entraînant des différences de température et de pression, autrement dit l'énergie du vent. Et enfin, le soleil contribue aussi au renouvellement de l'eau (cycle d'eau) pour l'énergie hydraulique.

b. Ressource d'énergie non renouvelable

Une ressource d'énergie est dite non renouvelable lorsqu'elle se renouvelle très lentement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle humaine. Les principales ressources d'énergie non renouvelable sont des produits possédant des propriétés énergétiques intrinsèques (comme les matières fissiles utilisées dans le nucléaire) ou des produits créés à partir des biomasses fossiles qui se transforment en charbon à travers le temps, ou en hydrocarbure (comme le pétrole ou le gaz naturel).

On peut donc classer les énergies non renouvelables en deux grandes familles distinctes : les énergies fossiles et l'énergie nucléaire

Les énergies fossiles

Comme leur nom l'indique, les énergies fossiles proviennent de la fossilisation des matières organiques, provenant de la décomposition des végétaux et des animaux ayant vécu lors de la préhistoire. Un combustible fossile est un combustible issu des résidus d'êtres vivants accumulés dans le sous-sol au fil des ères géologiques. Chimiquement, les énergies fossiles appartiennent à la famille des hydrocarbures (composés de carbone et d'hydrogène).

Parmi les énergies fossiles, on distingue les énergies chimiques qui proviennent du pétrole, du charbon et du gaz naturel.



Le pétrole

Le pétrole vient du mot latin *petra- oleum*, soit « huile de roche ». C'est une huile minérale naturelle extraite d'un gisement et utilisée comme source d'énergie.

Une vase riche en matière organique en décomposition se dépose au fond d'une mer pauvre en oxygène. Sa dégradation en milieu anaérobique fait naître un mélange de matière organique : le kérogène (futur pétrole). D'autres terrains recouvrent les roches pétrolifères (sédimentation) : lentement en profondeur le kérogène évolue en pétrole. Moins dense que les autres roches le pétrole produit migre vers le haut à travers des couches poreuses.



Le charbon

Le charbon est une roche organique sédimentaire. Il s'est formé surtout lors de la période géologique du carbonifère (de 350 à 290 millions d'années).

Le charbon résulte de l'enterrement et de la sédimentation de grandes quantités de bois et de débris végétaux, accumulés dans les marais et les tourbières.

Les gisements de charbon se situent près de la surface de sol ou sont enfouis à des kilomètres de profondeur.



Le gaz naturel

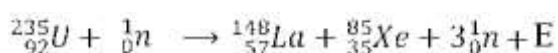
Le gaz naturel est un gaz hydrocarboné provenant du sous-sol terrestre. Composé en grande majorité de méthane. Le gaz naturel libère son énergie chimique par combustion en émettant relativement peu de substances polluantes. Ses gisements sont souvent liés à ceux du pétrole et l'exploitation de champs pétrolifères amène généralement à une production simultanée de pétrole et de gaz naturel.

➤ L'énergie nucléaire

La théorie de la relativité d'Einstein a permis de démontrer que la matière peut se transformer en énergie et inversement : c'est le principe d'équivalence masse-énergie. Cette équivalence est la base de la réaction nucléaire de fusion et de fission. Dans le cas de la fission, le noyau atomique se sépare en deux noyaux dont la masse totale est inférieure à la masse totale du noyau initial. Le défaut de masse est transformé en énergie qui est libérée sous forme d'énergie cinétique des fragments et de rayon gamma.²¹

En résumé, l'énergie se trouve partout dans la nature sous différentes formes, utilisables ou non utilisables. Certaines résultent des phénomènes naturels qui sont considérées comme inépuisables car ils se renouvellent assez vite (à l'échelle humaine) et d'autres qui sont les produits d'un long processus voire des millions d'années. Ces dernières sont facilement utilisables car il suffit d'une réaction chimique, la combustion, pour les libérer, pour transformer l'énergie chimique en chaleur. Néanmoins, ces énergies ne se renouvellent pas assez vite donc elles peuvent s'épuiser. Toutefois la nature regorge d'une quantité énorme d'énergie et le plus grand défi des chercheurs, est de transformer ces énergies sous une forme directement utilisable dans la vie quotidienne.

²¹ Equation de fission : exemple $^{235}_{92}\text{U}$



Il faut remarquer que d'un point de vue sociétal, une source d'énergie est souvent associée à une forme d'énergie (énergie solaire, énergie hydraulique,...), cependant cette association forme- source d'énergie est erronée du point de vue scientifique.

II.3. Principales formes d'énergies

On ne peut pas voir l'énergie, mais on peut en observer les effets : c'est grâce à l'énergie que la terre peut tourner autour du soleil, que les végétaux poussent et que les animaux grandissent etc.

L'énergie peut exister sous différentes formes:

II.3.1. L'énergie cinétique

Le terme énergie cinétique provient du physicien William Thomson. L'énergie cinétique est l'énergie que possède un corps du fait de son mouvement. L'énergie cinétique d'un corps est égale au travail nécessaire pour faire passer un corps au repos en mouvement de translation ou de rotation. Elle est proportionnelle à la masse « m » de l'objet et de sa vitesse.

II.3.2. L'énergie potentielle

C'est l'énergie que possède un corps du fait de sa position dans un état par rapport à un autre. Moyennant un petit changement, possible sans travail, un système instable se transforme en un système plus stable, grâce à la différence d'énergie entre les deux systèmes (le plus stable ayant l'énergie la plus basse).

a. Énergie potentielle mécanique

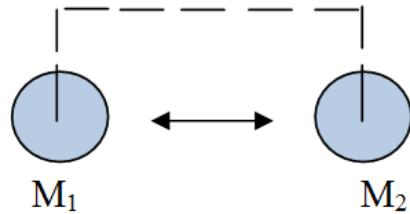
L'énergie potentielle mécanique est un concept qui est difficile à transmettre aux élèves du fait que cette énergie est en réserve et elle ne se manifeste que quand elle se transforme en énergie cinétique.

▪ Énergie potentielle de gravité

En générale, on peut associer une énergie potentielle gravitationnelle à un système de deux masses ponctuelles. Des forces gravitationnelles s'exercent entre elles selon la distance qui sépare les deux masses.

Force gravitationnelle

Attraction gravitationnelle entre deux masses.



Les deux masses M_1 et M_2 s'attirent mutuellement avec une force $\vec{F}_{1-2}$ telle que

$$\vec{F}_{1-2} = -G \frac{M_1 M_2}{r^2} \vec{u}_{1-2}$$

Avec

G constante de gravitation universelle : $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

M_1 et M_2 masses respectives de l'objet S_1 et S_2

r distance entre M_1 et M_2

$\vec{u}_{1-2}$ vecteur unitaire même direction que $\vec{F}_{1-2}$

Sens du vecteur unitaire : la même que $\vec{F}_{1-2}$ de 1 vers 2

Il faut noter que cette force de gravitation est faible pour des petits objets, mais devient plus importante pour les grands objets comme les astres (terre et lune par exemple).

L'énergie potentielle de pesanteur

Quand le solide est en interaction avec la terre, il possède une énergie potentielle de pesanteur liée à sa position. Plus l'objet est en hauteur par rapport à la terre, plus son énergie potentielle est importante. Et plus il est susceptible de se transformer en énergie cinétique en tombant.

▪ **Energie potentielle élastique**

Il s'agit d'une énergie potentielle qui est associée à la déformation des objets élastiques, par exemple, la tension d'un ressort.

Un expérimentateur amène la masse O en un point A , où le ressort est étiré (ou comprimé), et la maintient immobile. Pour cela, il doit compenser au moins la force de rappel du ressort. La force exercée est proportionnelle à la constante de raideur et à la variation de longueur (par rapport à la longueur au repos) du ressort. Cette énergie emmagasinée par la déformation du ressort peut produire un effet. Par expérience, on sait que la masse, une fois

lâchée, va se mettre en mouvement. On dit que le système masse-ressort acquiert une énergie potentielle élastique.

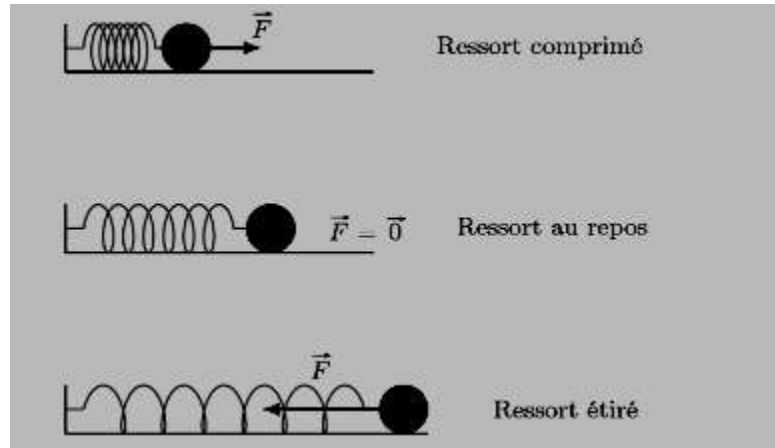


Figure 9 : Ressort en mouvement

Source : Auteur

b. Énergie potentielle chimique

L'énergie potentielle chimique est associée à la liaison des atomes dans les molécules. Une réaction modifie l'énergie chimique d'un corps. En principe, lors d'une réaction chimique, de l'énergie est dégagée sous forme de chaleur (par exemple la combustion du charbon qui nous permet de faire la cuisine) ou sous forme de lumière (comme une bougie qui en brûlant nous permet de nous éclairer).

L'énergie potentielle chimique est plus élevée lorsque les atomes sont séparés que lorsqu'ils sont liés en molécule. Et plus la liaison est forte, plus cette différence d'énergie est grande.

La figure 10 qui suit schématise le dégagement d'énergie sous forme de chaleur et de lumière après une réaction de combustion de méthane. Ce sont les énergies potentielles chimiques emmagasinées dans les molécules de CH_4 et d' O_2 .

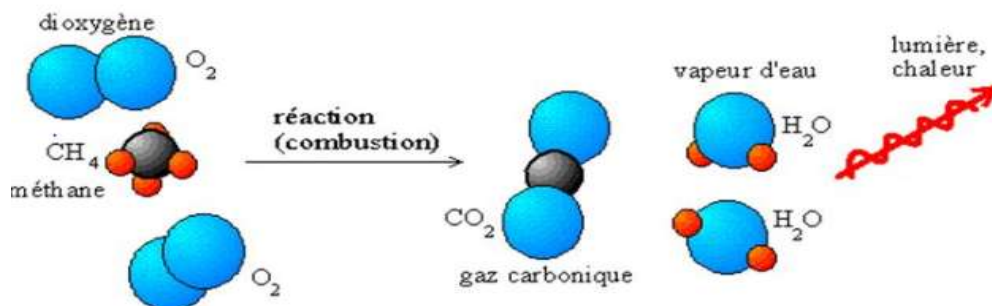


Figure 10 : Réaction de combustion de méthane

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Équation_chimique

c. Energie potentielle électrique

Dans le principe de la pile électrique, une énergie potentielle chimique est convertie en mouvement d'électron, c'est-à-dire en courant électrique. Cette énergie provient aussi de la conversion de l'énergie cinétique d'une dynamo en rotation, selon le principe d'induction électromagnétique. D'un point de vue microscopique, l'énergie potentielle électrique provient du mouvement des électrons dans les conducteurs électriques c'est-à-dire de leur énergie cinétique.

II.3.3. L'énergie mécanique

L'énergie mécanique est une quantité utilisée en mécanique classique pour désigner l'énergie d'un système emmagasinée sous forme d'énergie cinétique et d'énergie potentielle mécanique. C'est une quantité conservée en absence de frottement ou de choc.

C'est la somme de deux formes d'énergie : l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur.

$$E_m = E_c + E_p$$

II.3.4. L'énergie thermique

La chaleur est la forme d'énergie la plus commune. Elle consiste en un mouvement désordonné de molécules et d'atomes, appelé agitation thermique. Elle est omniprésente dans les transformations d'énergie dont elle constitue souvent un déchet inutilisable.

La température mesure le degré d'agitation des particules (atome ou molécule). Plus les molécules d'un objet sont agitées et plus la température de cet objet est élevée. Moins les molécules s'agitent et plus la température de l'objet est basse.

Il convient de souligner que certaines substances sont de bons conducteurs thermiques, (permettent le transfert de chaleur), comme les métaux, alors que d'autres sont des bons isolants thermiques, les bois par exemple.

II.3.5. L'énergie lumineuse

La nature de lumière a constitué un grand débat dans l'histoire de la science physique. La lumière est considérée à la fois comme une onde et comme une particule.

La lumière est d'abord une onde qui se propage à la vitesse environ $300.000 \text{ Km.s}^{-1}$. Elle transporte de l'énergie depuis une source de lumière (comme une lampe ou notre soleil)

jusqu' à un récepteur (œil, panneau solaire). La lumière c'est l'énergie de rayonnement des ondes électromagnétiques visible à l'œil nu. L'énergie lumineuse est portée par des particules appelées photons.

Le tableau 3 ci-dessous présente quelques formes d'énergie mise en jeu dans des phénomènes macroscopiques avec leur expression mathématique.

Tableau 3 : Quelques formes d'énergie et leur expression mathématique

Forme d'énergies d'un corps	Energie potentielle de pesanteur	Energie cinétique	Energie calorifique	Energie potentielle d'un ressort
Paramètre physique mis en jeu	Masse m Altitude Z Accélération de pesanteur g	Masse m Vitesse V	Masse m Température T Chaleur massique c	Raideur k Allongement x
Expression Mathématique	$E_p = mgZ$	$E_c = \frac{1}{2}mV^2$	$Q = mcT$	$E = \frac{1}{2}kx^2$

Source : Auteur

Ces formes sont les principales formes d'énergie qu'on retrouve dans la vie quotidienne et qui se trouvent dans le programme de physique chimie au lycée.

II.4. Principales caractéristiques de l'énergie

II.4.1. L'énergie se conserve

L'étude de la conservation de l'énergie a été l'objet de recherche des scientifiques depuis Galilée (1564-1642) mais elle a connu son apogée avec l'énoncé du premier principe de la thermodynamique.

L'énergie est en quantité invariable dans la nature. On ne peut pas le produire à partir de rien, on ne peut que l'échanger ou la transformer d'une forme à une autre, c'est la caractéristique la plus remarquable de l'énergie (elle se conserve toujours). Lorsqu'elle est transférée d'un système à un autre, ou lorsqu'elle change de nature, il n'y a jamais ni création, ni destruction d'énergie. Si un objet a perdu de l'énergie, la même quantité d'énergie a obligatoirement été gagnée par un autre objet qui communique avec lui. Lavoisier²² a trouvé une façon beaucoup plus élégante pour l'énoncer « rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »

²² Antoine Laurent Lavoisier : chimiste français considéré comme le fondateur de la chimie moderne

Le principe de conservation d'énergie a fait de ce dernier un concept central de la physique. C'est d'ailleurs le principal enjeu de son enseignement.

Quand on parle donc de « production d'énergie » ou de « perte d'énergie » dans les journaux, c'est juste de l'abus de langage car l'énergie ne peut ni être créée, ni être perdue.

II.4.2. L'énergie se transforme

La connaissance du fait que l'énergie peut se transformer d'une forme à une autre a fait révolutionner le concept de l'énergie et aussi a permis de mieux l'exploiter. C'est à travers ces transformations que l'énergie se manifeste à nous.

La transformation d'énergie est définie par deux lois :

- pendant la transformation, l'énergie se conserve (elle obéit au premier principe de la thermodynamique)
- l'énergie ne peut être créée ni détruite, elle se transforme

Les deux figures 11 et 12 ci-dessous schématisent les transformations d'énergie qui existent dans une centrale hydraulique et dans une voiture à moteur à explosion.

Dans la figure 11, dans une centrale hydro-électrique, l'énergie potentielle de pesanteur de l'eau du fait de sa hauteur se transforme en énergie cinétique en tombant. L'énergie cinétique est ensuite transférée à la turbine et au rotor sous forme d'énergie mécanique. Enfin dans le rotor à alternateur, l'énergie mécanique de la turbine est transformée en une énergie électrique.

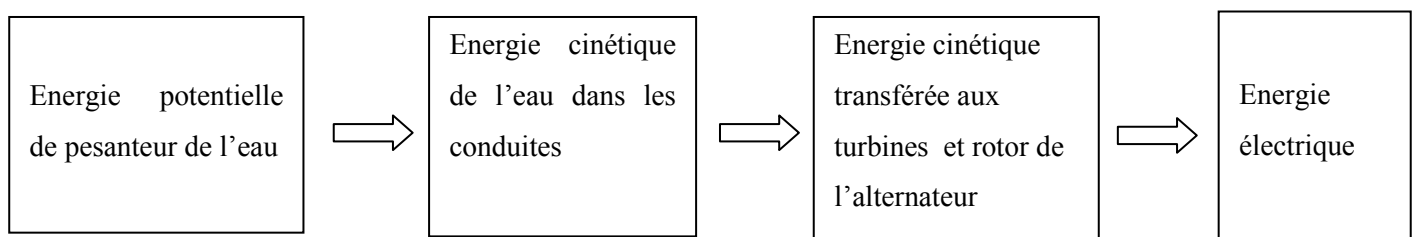


Figure 11 : Schématisation de la transformation de l'énergie, dans le cas de l'énergie hydraulique

Source : Auteur

Dans la figure 12, cas d'une voiture avec un moteur à explosion, l'énergie potentielle chimique du carburant est transformée en chaleur par combustion. Après, la chaleur est transmise sous forme cinétique par la production de gaz chaud au piston, à ce stade, elle se transforme en énergie mécanique ce qui déclenche le mouvement de la voiture qui acquière une énergie cinétique. D'autre partie de l'énergie est transformée en énergie électrique pour les fonctionnements internes de la voiture, phare, radio etc. Certaines énergies sont perdues sous forme de chaleur.

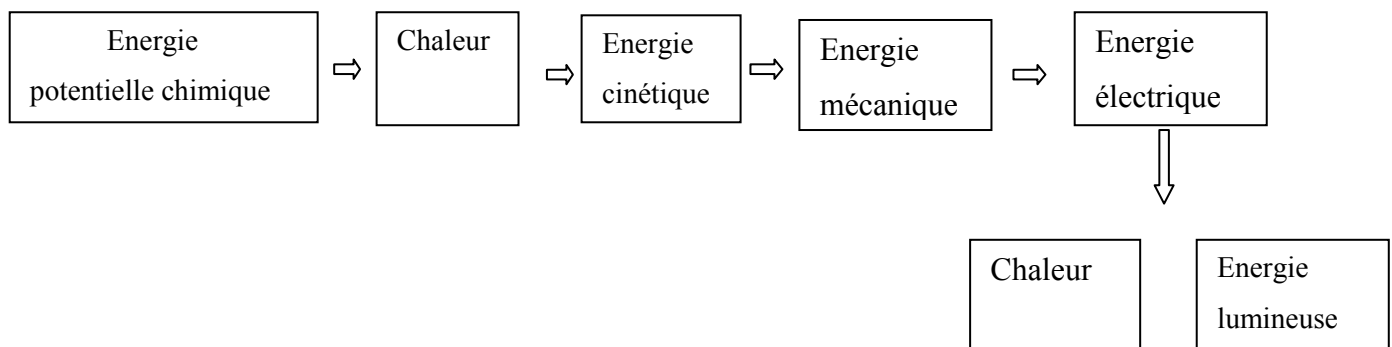


Figure 12 : Schématisation de la transformation de l'énergie dans le cas d'une voiture à moteur à explosion

Source : Auteur

II.4.3. L'énergie se transfère

L'énergie peut se transférer d'un système à une autre sans changer de forme.

De l'énergie peut être transférée d'un système à un autre sous la forme de chaleur et de rayonnement.

Le cas de transfert thermique se produit lorsque deux corps de températures différentes sont mis en contact. Le transfert se fait du corps le plus chaud vers le corps le plus froid jusqu'à ce que ces deux corps aient la même température.

Le cas de transfert sous forme de rayonnement intervient chaque fois qu'on est en présence de lumière et, plus généralement, d'ondes électromagnétiques. Si on laisse une bouteille d'eau fraîche à l'ombre, sa température augmente peu à peu. Si on laisse la bouteille au soleil, sa température augmente beaucoup plus. Au soleil, l'eau reçoit, par rapport à l'ombre, un supplément d'énergie sous forme de rayonnement.

II.4.4. L'énergie se dissipe

Au cours de toute transformation, il y a disparition d'énergie sous forme thermique. Cette énergie est dissipée dans l'environnement et n'est plus directement utilisable par l'homme, c'est pourquoi on parle souvent de perte ou de dégradation de l'énergie. Dans les appareils mécaniques, par exemple, on ne peut éviter la conversion d'un certain pourcentage en énergie en chaleur de friction dans les pièces. De même, dans les circuits électriques, des pertes de travail proviennent de la conversion de l'énergie électrique en chaleur dans les fils (effet joule).

On appelle rendement le rapport de l'énergie obtenue et l'énergie initiale avant transformation.

$$\rho = \frac{E_{\text{sortie}}}{E_{\text{initiale}}}$$

II.5. La puissance et l'énergie

La plupart des transformations d'énergies s'opère au cours du temps. Par exemple, le carburant d'une voiture se consomme petit à petit pour fournir à la voiture de l'énergie mécanique.

Dire qu'une énergie ΔE est transformée est équivalent à dire qu'un travail $W = \Delta E$ est effectué.

Pendant un intervalle de temps Δt une énergie ΔE est transformée. Le rapport $\frac{\Delta E}{\Delta t}$ exprime la quantité d'énergie transformée par unité de temps. Ce rapport définit la **puissance moyenne**.

Souvent la puissance moyenne est indépendante de la durée Δt . Dans ce cas, on parle de puissance sans ajouter le mot moyenne.

En mécanique la puissance est définie comme le quotient du travail par sa durée d'exécution. Elle renseigne la rapidité avec laquelle est effectuée le travail

En électricité la puissance P d'un appareil est l'énergie électrique qu'il consomme par unité de temps.

L'unité dans le système international de la puissance est le Watt [W]

Des exemples sur la vie quotidienne illustrent bien cette notion de puissance :

1. Une ampoule électrique sur laquelle il est écrit : 100W, signifie que dans des conditions normales d'utilisation, elle consomme 100 joules par seconde.

2. Dans le cas d'une voiture à essence, plus elle consomme d'essence par seconde, plus elle fournit une grande puissance.

CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE

Cette première partie a été consacrée à développer les éléments essentiels nécessaires dans le cadre de notre sujet. Elle traite aussi deux principaux concepts concernés par notre travail : celui de la « représentation » et celui de l'« énergie ».

Dans la partie d'ordre didactique, nous avons défini d'abord quelques notions liées telles que celles de « élève », « connaissance », « concept », « obstacle », « curriculum ». Nous avons défini aussi le concept de représentation, plusieurs acceptions sont présentées. Pour Giordan (1994), la représentation constitue le pré-savoir dominant chez les élèves; elle est un « déjà-là conceptuel » pour Astolfi et Develay (1989), pour Moscovici (1990), elle est un ensemble organisé d'informations et d'opinions à propos d'un objet donné. D'après ces auteurs, l'origine des représentations des élèves provient soit de leur expérience personnelle, soit de leur entourage. Les représentations peuvent être résistantes mais en même temps être évolutives, elles peuvent provenir de plusieurs origines. Elles sont considérées comme un processus mais non comme un produit pour l'action pédagogique. La prise en compte des représentations est primordiale pour un bon déroulement de l'enseignement surtout en physique chimie, une science qui étudie les phénomènes du quotidien.

Dans la partie concernant la notion d'énergie, l'établissement de l'historique de l'élaboration du concept de l'énergie nous semble nécessaire pour comprendre ce concept. Nous avons défini ce concept de l'énergie dans sa représentation épistémologique actuelle. On s'est intéressé sur les ressources qui existent à notre époque (renouvelable ou non renouvelable), les diverses formes qui existent dans la vie quotidienne et quelques caractéristiques fondamentales de l'énergie : conservation, transformation, transfert, dissipation. Quelques précisions sur la notion sur la puissance terminent cette première partie.

DEUXIEME PARTIE : ENQUETES
et PROPOSITION D'UNE
SEQUENCE D'APPRENTISSAGE

Chapitre 1 : ENQUETES

Cette enquête a comme principal objectif de faire émerger les représentations des élèves sur l'énergie. Nous avons choisi la classe de première S car dans cette classe les élèves commencent l'étude de l'énergie à travers l'énergie mécanique.

I. Méthodologie d'enquête

I.1. Population ciblée

Elle est constituée de l'ensemble des élèves de première scientifique de Madagascar. Cependant pour des raisons pratique et économique, nous nous limiterons aux élèves d'Antananarivo ou plus précisément ceux du Lycée Moderne Ampefiloha.

Nous avons choisi le Lycée Moderne Ampefiloha pour les raisons qui suivent : d'abord c'est dans cet établissement que nous avons fait notre stage en responsabilité donc elle nous est facilement accessible car nous entretenons une bonne relation avec les responsables, et aussi, l'enquête est proche de la période d'examen et on n'a pas pu avoir de rendez-vous pour les autres lycées.

I.2. Présentation de l'établissement cible : Le Lycée Moderne d'Ampefiloha

La présentation de ce lycée nous paraît essentielle car elle permet de tracer d'une manière concrète l'environnement social où se déroule, l'enseignement et l'apprentissage des élèves.

I.2.1. Localisation géographique

Comme son nom l'indique, le lycée se situe dans le quartier d'Ampefiloha, dans le premier arrondissement. Il est délimité à l'Ouest par le ministère de l'intérieur, au Sud par le canal d'Andriantany, au Nord par le ministère de la l'agriculture, de l'élevage et de la pêche.

La figure 13 ci-dessous montre la carte de localisation du lycée



Figure 13: Carte de localisation du lycée
Source : psy-jeune-ados.psymada.com

I.2.2. Historique du lycée²³

Ce lycée a été construit dans le cadre de la coopération franco-malgache signée en avril 1960, l'année où Madagascar a obtenu son indépendance.

- En 1965 a eu l'inauguration des nouveaux bâtiments et l'ouverture officielle.
- Initialement, le site a été le siège des différentes annexes d'établissements : annexe du lycée JJ Rabeharivelo, annexe du lycée Gallieni et annexe du CEG de Tsimbazaza
- En 1972, l'établissement est devenu le Lycée Moderne d'Ampefiloha (LMA).
- En 2003, après la visite du Président de la République Ravalomanana Marc, le Lycée Moderne d'Ampefiloha devient « le premier lycée Pilote de Madagascar » et a fait l'objet de réhabilitation.
- En 2005, le LMA devint le premier lycée de l'Océan Indien, nous n'avons pas encore l'information nécessaire concernant son rang actuel.

Le sérieux de l'établissement a attiré les élèves issus de la classe sociale aisée mais aussi ceux des classes moins aisées qui sont de plus en plus nombreux, fuyant la cherté des frais d'écologie dans les établissements privés.



Figure 14 : Le lycée Moderne Ampefiloha

Source : psy-jeune-ados.psymada.com

²³ Source : <http://psy-jeunes-ados.psymada.com/lycee-moderne-ampefiloha.html>

I.3. Echantillonnage

Notre échantillon est constitué de 87 élèves répartis comme suit : 41 élèves de la classe de première C et 46 élèves de la classe de première D.

Pour mieux analyser et bien interpréter les résultats de notre recherche, il est avant tout nécessaire de connaître les caractéristiques de l'échantillon c'est-à-dire les élèves de la classe de première C₄ et ceux de la classe de première D₈.

I.3.1. Renseignements concernant la classe

Des informations sur la classe ont été fournies par le responsable de l'école lui-même, d'autres sont réunies par le biais des questionnaires que nous avons distribués auprès des élèves (annexe 1, p. iv). La classe de première C₄ contient 48 élèves mais 41 réponses seulement ont été recues. Parmi ces derniers, 42% ont étudié dans une école privée au collège et 58% dans une école publique. Le diagramme de la figure 15 suivante montre la moyenne d'âge des élèves de la classe 1^{ère} C₄

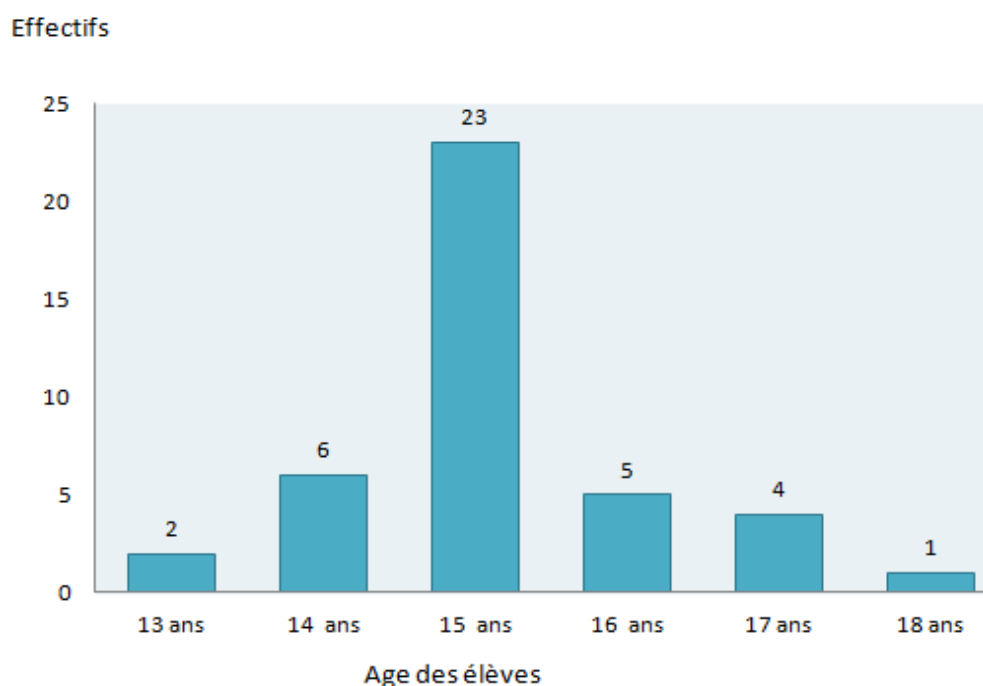


Figure 15 : Histogramme de l'âge des élèves de classe de la première C₄

Source : Auteur

Quant à la classe de première D₈, elle contient 48 élèves, dont deux étaient absents lors de notre descente. Parmi ceux qui ont répondu, 78% ont fréquenté une école privée et 22% une école publique.

Le diagramme de la figure 15 montre le profil d'âge de ces élèves de la classe de 1^{ère} D₈

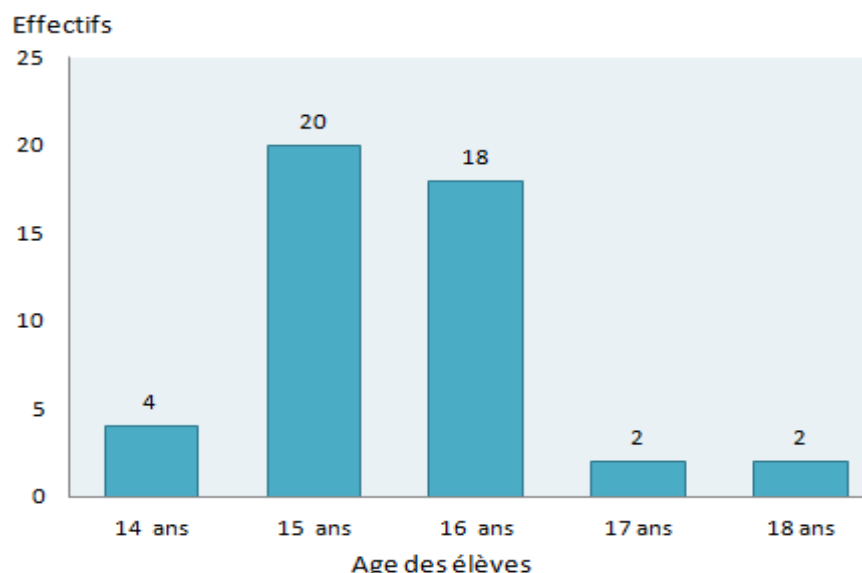


Figure 16 : Histogramme de l'âge des élèves de classe de la première D₈

Source : Auteur

La représentation des élèves dépend étroitement de leur développement intellectuel. En effet, Piaget (1948) affirme que le développement cognitif de l'enfant d'âge scolaire passe par 4 stades²⁴. Il s'agit d'une étape dans le découpage de la chronologie du développement qui va du bébé à l'adolescent. C'est pourquoi il est intéressant de s'informer sur les âges de notre échantillon. Les deux diagrammes de deux figures 14 et 15 montrent la moyenne d'âges respectifs des deux classes. (1^{ère} C = 15,14 ; 1^{ère} D = 15,52) .

I.3.2. Notes des deux classes

Les notes de physique chimie du premier et deuxième trimestre des deux classes sont données par le tableau 4.

Il convient de noter que nous disposons d'un échantillon restreint qui ne nous permet pas d'approcher au mieux la réalité. De plus les deux classes font partie d'un même établissement, ce qui réduit un peu la diversité concernant notre échantillon.

²⁴ Stade sensori- moteur (0 – 2 ans), Stade pré opératoire (2 – 7 ans), Stade opératoire concret (7 – 12 ans), Stade formel (12 – 16 ans)

Tableau 4 : Note du 1^{er} et du 2^{ème} trimestre des deux classes

Note	1 ^{er} trimestre		2 ^{ème} trimestre	
	1 ^{ère} C	1 ^{ère} D	1 ^{ère} C	1 ^{ère} D
N < 10	25	28	36	24
N ≥ 10	23	20	11	24
Moyenne	9.91	8.87	8.18	10.45

Source : Auteur

Moyenne de la classe 1^{ère} C = 9.04

Moyenne de la classe 1^{ère} D = 9.66

Un élève de première C a abandonné au deuxième trimestre.

En analysant ces deux classes, nous pouvons dire que le niveau des élèves est insuffisant (la moyenne des deux classes est inférieure à 10 pour les deux trimestres). Plusieurs raisons peuvent être les causes de ses échecs, le fait que la physique chimie est traitée dans des cours théoriques est l'une de ses causes car il faut noter que la compréhension du cours théorique seulement est difficile.

I.4. Présentation du questionnaire

Nous avons retenu le questionnaire comme technique de recueil de données. En effet, l'utilisation du questionnaire comporte des avantages : pour l'enquête son utilisation entraîne une certaine liberté dans le choix et la formulation des réponses. Elle donne aussi une possibilité de diversité et de nuance. Et pour l'enquêteur son utilisation facilite la formulation de la question. L'utilisation du questionnaire comporte pourtant quelques inconvénients. Pour l'enquête, il y a risque de mauvaise compréhension des questions, et il est possible que l'enquête donne des réponses incomplètes. Pour l'enquêteur, elle offre un important travail sur la saisie des réponses et une plus grande difficulté de codage, d'analyse et d'interprétation des résultats.

Ce questionnaire contient deux rubriques, l'un pour l'identification des élèves (ce que nous avons analysé ci-dessus) et l'autre porte sur des questions relatives à la conception de l'énergie chez les élèves.

Pour mieux atteindre l'objectif, nous avons posé des questions diversifiées et ouvertes pour aider les élèves à s'exprimer.

Les objectifs de chaque question du questionnaire sont indiqués dans le tableau 5 suivant.

Tableau 5 : Objectifs des questions du questionnaire

Partie	N°	Objectifs
I	1 à 3	Récolter le plus d'informations sur les élèves car la vie sociale joue un rôle primordial sur la représentation des élèves.
II	1	Inciter les élèves à raconter ce qu'ils ont vu et entendu à propos de l'énergie dans leur quotidien.
	2 et 3	Savoir ce qu'est l'énergie pour les élèves, à quoi ils associent l'énergie.
	4 et 5	Savoir si les élèves connaissent les différentes formes d'énergie dans la nature.
	6	Savoir si les élèves peuvent distinguer l'énergie et la puissance.
	7	Savoir d'où vient l'énergie pour les élèves et est-ce qu'ils connaissent leurs caractéristiques (conservation, transformation)

Source : Auteur

II. Résultat de l'enquête sur la représentation des élèves

Comme il a été mentionné plus haut, nous nous intéressons aux représentations des élèves sur l'énergie en classe de première S avant d'aborder le chapitre sur de l'énergie mécanique.

Dans toutes les questions les élèves peuvent répondre en français et en malagasy. Nous avons nous même traduit en français les réponses en malagasy.

Pour inciter les élèves à parler de l'énergie, nous avons posé la question n°1

1- Avez-vous déjà vu une exposition sur l'énergie ou des documentaires ? Racontez.

Nous avons regroupé les reponses des élèves et les réparti dans le tableau 6 suivant

Tableau 6 : Répartition des réponses des élèves sur cette question

	Moyens d'avoir de l'électricité	Energie renouvelable	Autre	Non
1 ^{ère} C	39%	33%	13%	15%
1 ^{ère} D	43%	36%	10%	11%

Source : Auteur

Dans la classe de première C₄, 39% des élèves ont parlé des moyens pour avoir de l'électricité, 33 % de l'énergie renouvelable ; de même dans la classe de première D₈ 43% ont

parlé des moyens pour avoir de l'électricité et 37% des élèves ont parlé de l'énergie renouvelable. Ceci est dû aux problèmes énergétiques rencontrés ici à Madagascar (le délestage fréquent) et aussi les avancées technologiques sur l'exploitation des énergies renouvelables notamment les plaques photovoltaïques pour l'énergie solaire. Certains élèves ont parlé d'autres choses par exemple un élève a parlé de « boisson énergisante... ». Un autre élève a parlé de « énergie fournie par le mitochondrie... » . Un autre élève a parlé de « l'énergie dépensée par un personnage de dessin animé lors de son combat... ». Dans les deux classes 25% des élèves ont choisi de dire non ou de ne pas répondre à la question n°1.

Pour savoir ce qu'est l'énergie pour les élèves, nous avons posé deux questions. La question n° 2 et la question n° 3.

2- Ecrivez les 5 premiers mots que vous associez à l'énergie.

3- Expliquez ce qu'est pour vous l'énergie (à travers une ou plusieurs phrases)

Quelques exemples représentatifs des élèves selon la représentation sont récapitulés dans le tableau 7 suivant.

Tableau 7 : Tableau récapitulatif des représentations relevées dans la question n°2 et n°3

Représentation	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	Pas de réponse ou Non exploitable
Nombre d'élèves de 1 ^{ère} C	27	29	15	31	20	10
Nombre d'élèves de 1 ^{ère} D	25	32	13	35	17	7

Source : Auteur

R₁ : L'énergie est considérée comme une force ou une puissance

R₂ : L'énergie est associée à un mouvement

R₃ : Objet comme réservoir d'énergie

R₄ : L'énergie est associée à l'électricité

R₅ : L'énergie est fonctionnelle

Il convient de noter qu'un élève peut avoir deux ou plusieurs de ces représentations

L'énergie est considérée comme une force ou une puissance [R₁]:

Les termes forces et puissances sont souvent utilisés par les élèves pour définir l'énergie. Nous pensons que l'utilisation de ces termes est due aux influences de la télévision, des films fantastiques et d'autre chose. Plusieurs élèves gardent cette image de l'énergie comme force qui permet de « faire quelque chose ».

- « L'énergie est une force provoquée par les aliments qu'on mange »
- « L'énergie c'est de la puissance »
- « L'énergie est une sorte de force produit par certain générateur comme le soleil, les combustibles... »

L'énergie est associée à un mouvement [R₂]:

L'énergie pour les élèves est associée à des activités qu'il voit quotidiennement. Toute chose en mouvement contient de l'énergie. Pour ces élèves l'énergie est le mouvement lui-même : l'énergie est entraînée par le mouvement et quelque chose d'immobile ne possède pas d'énergie. Souvent l'énergie est liée à un verbe ou un mot qui décrit une action.

- « Pour moi l'énergie c'est des mouvements »
- « L'énergie est un moyen de faire un mouvement ... »
- « L'énergie nous permet d'effectuer des mouvements »

A notre avis, c'est cette idée de mouvement chez les élèves qui rend difficile l'apprentissage des énergies potentielles car pour eux le fait qu'un objet immobile possède de l'énergie n'est pas facile à assimiler.

Objet comme réservoir d'énergie [R₃] :

Partant de la vie courante, les élèves pensent que les objets possèdent de l'énergie et que c'est l'homme qui peut l'exploiter. Par exemple, il y a de l'énergie dans les aliments et que l'homme peut l'acquérir et l'utiliser en le mangeant.

- « L'énergie se trouve dans les aliments, on les trouve aussi dans les piles, les batteries qui font marcher le téléphone... »
- « L'énergie provient de toute chose »

L'énergie est associée à l'électricité [R₄]:

Notre vie quotidienne à Madagascar dépend de l'électricité fournie par le JIRAMA. Presque tous les matériels dans la vie courante fonctionnent avec l'électricité comme les matériels électroménagers, les diverses technologies. Dans la société, on parle de manque ou d'insuffisance d'énergie quand le courant fourni par le JIRAMA n'est pas suffisant pour notre

besoin quotidien. De plus, depuis la classe de sixième, les élèves ont déjà fait des études sur la notion d'électricité et en troisième, ils ont traité « l'électricité à la maison ».

- « Pour moi l'énergie c'est de l'électricité »
- « L'énergie est ce qui donne de l'électricité »
- « L'énergie c'est la consommation de l'électricité »

En considérant ces points de vue, les élèves pensent que « énergie = électricité ». En fait, cette association de l'énergie à l'électricité confirme les résultats obtenus sur la question n°1. On peut dire que la représentation des élèves est en relation à leurs expériences vécues dans la vie courante.

L'énergie est fonctionnelle [R₅]:

L'énergie est considérée comme quelque chose d'utile et indispensable dans la vie quotidienne. Elle apporte du progrès, du confort.

- « L'énergie est une chose indispensable à la vie des êtres vivants, très utile à la vie de l'homme »
- « L'énergie pour moi c'est quelque chose qui peut faire fonctionner quelque chose »
- « L'énergie est nécessaire pour faire fonctionner la voiture, la télévision et d'autres appareils »

Les élèves affirment que les outils de transport ont besoin d'énergie pour travailler, les outils domestiques ont besoin d'énergie pour fonctionner. Pour ces élèves une vie sans aide technologique n'a pas besoin d'énergie.

Autre :

D'autres élèves ont donné des réponses qui traduisent des représentations totalement différentes de celles des autres :

- « L'énergie c'est tout ce qu'on voit dans la vie quotidienne »
- « L'énergie est une source vitale qui permet de faire quelque chose »

Forme d'énergie

Concernant la forme d'énergie, nous avons posé deux questions aux élèves, les questions n° 4 et n° 5.

4- Selon vous, quelles sont les formes de l'énergie dans la vie quotidienne (vous pouvez cocher 9 cases au maximum) :

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| ☐ Mouvement | ☐ Lumière |
| ☐ Puissance | ☐ Travail |
| ☐ Force | ☐ Chimique |
| ☐ Chaleur | ☐ Vitesse |
| ☐ Electrique | ☐ Soleil |

5- Quelles formes d'énergie rencontre-t-on ici ? (écrivez en dessous de fig la ou les réponse(s))



Fig. 1 :
Vélo



Fig. 2 :
Pétrole



Fig3 :
bombe



Fig. 4 :
courant



Fig. 5 :
Feu de charbon

Les réponses des élèves sont regroupées dans le tableau 8 suivant et explicitées dans la figure 17.

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des réponses des élèves sur la forme d'énergie

Forme	Mouvement	Puissance	Chaleur	Force	Electricité	Soleil	Lumière	Travail	Chimique	Vitesse
Effectifs 1 ^{ère} C et 1 ^{ère} D	66	33	50	54	61	39	42	35	28	37

Source : Auteur

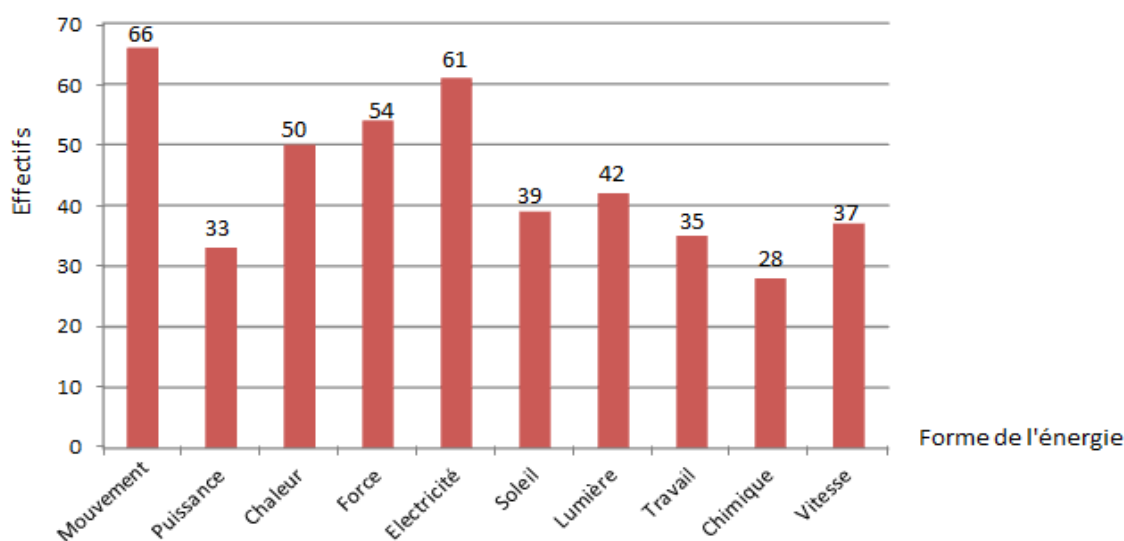


Figure 17 : Histogramme des réponses des élèves sur la forme d'énergie

Source : Auteur

La majorité des élèves ont reconnu l'énergie sous forme de **mouvement**, 66 élèves dans les deux classes. Ceci est dû au fait que dans la vie quotidienne, on utilise souvent l'énergie pour se mouvoir. Même cas pour l' **électricité**, 61 élèves de la classe 1^{ère}C₄ et de la 1^{ère}D₈ l'ont reconnu comme forme d'énergie. Aujourd'hui, la société ne peut plus se passer de l'électricité, il joue un rôle primordial dans la vie des élèves. La **chaleur** est la forme d'énergie la plus commune, on l'utilise souvent dans le quotidien pour cuire le repas. On sent aussi l'énergie du soleil sous forme de chaleur et de **lumière**. 50 élèves des deux classes ont reconnu la chaleur comme une forme de l'énergie. De mêmes 42 élèves des deux classes ont considéré la lumière comme forme d'énergie. L'énergie peut aussi se présenter sous forme **chimique**, mais 28 élèves seulement l'ont reconnue sous cette forme. Ceci peut être due au fait que cette énergie est emmagasinée et qu'on ne peut l'apercevoir que lorsqu'elle est transformée en chaleur ou en d'autre forme.

Concernant les fausses représentations, 33 élèves des deux classes ont pris la **puissance** comme forme d'énergie et 54 élèves de l'échantillon ont considéré la **force** comme forme d'énergie. Même chose sur la **vitesse** 37 élèves l'ont pris comme forme énergie. Ces fausses représentations montrent que les élèves confondent la notion d'énergie, force, puissance et la vitesse.

Energie et puissance :

- 6- Qui contient le plus d'énergie le pétrole fig 2 ou la bombe fig 3 s'ils ont la même quantité ? Pourquoi ?



Fig. 2
Pétrole



Fig. 3
Une bombe

Nous avons demandé aux élèves de choisir celui qui contient le plus d'énergie lorsqu'ils sont à quantité égale. 72 élèves parmi les 87 ont répondu qu'une bombe (Fig.3) contient le plus d'énergie que le pétrole (Fig. 2). La plupart a affirmé que la bombe en contient le plus car il cause le plus de dégât que le pétrole quand il explose.

En fait un kilogramme d'une bombe (le TNT par exemple) contient dix fois moins d'énergie qu'un kilogramme de pétrole, ce qui ne l'empêche pas de pouvoir délivrer une forte puissance. Au contact de l'air il explose, de sorte que toute son énergie se trouve libérer en un temps très court. Par contre un kilogramme de pétrole contient d'avantage d'énergie, mais il la libère plus tranquillement, sa puissance associée est donc faible.

Les élèves qui ont choisi que la bombe contiennent plus d'énergie que le pétrole confond l'énergie et la puissance. La puissance ce n'est pas l'énergie, c'est plutôt le débit de l'énergie.

Source d'énergie

Nous avons posé les questions suivantes pour connaître les représentations des élèves sur la notion de ressource et caractéristique de l'énergie.

- 7- D'où vient l'énergie ? Peut-on la fabriquer ? Donnez une explication

Les réponses sont explicitées dans le tableaux 9 et la figure 18 ci-après.

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des réponses des élèves sur la source d'énergie

Source	Soleil	Vent	L'eau	Terre	Nature	Pétrole	Artificiel
Effectifs	49	46	48	13	25	64	12

Source : Auteur

Actuellement, l'énergie renouvelable c'est-à-dire une source d'énergie qui est inépuisable par rapport à l'échelle humaine est dans le quotidien des élèves. Dans ce tableau parmi les 87 élèves de première, 49 élèves ont répondu que l'énergie provient du soleil, 46 ont écrit que l'énergie provient aussi du vent, 48 élèves ont écrit que l'énergie provient du mouvement d'eau et 13 affirment qu'elle provient de la terre. Toutes ces sources d'énergie sont dans la famille des ressources d'énergie renouvelable et aussi destinée à engendrer de l'électricité grâce à leur technologie respective : une plaque solaire, l'hélice à éolienne, une barrage hydroélectrique, la géothermie. Cette image de l'énergie associée à électricité revient toujours chez ces élèves.

25 élèves ont répondu que l'énergie vient de la nature, comme le bois ou le charbon de bois que l'on utilise pour la cuisine.

Parmi les 87 élèves 64 ont affirmé que l'énergie provient du pétrole et de ses dérivés comme le gaz oil et l'essence. Ces énergies sont souvent utilisées pour les outils de transport (voiture, moto, etc.), même le JIRAMA dépend essentiellement de ces dérivés pétroliers.

12 élèves ont répondu que l'énergie est artificielle, on le fabrique et on les vend comme les piles électriques et les batteries.

Est-ce qu'on peut fabriquer l'énergie ?

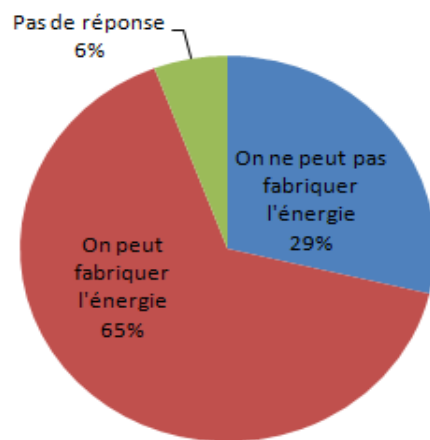


Figure 18 : Histogramme des réponses des élèves sur la caractéristique de l'énergie

Source : Auteur

Notons d'abord que lors de notre descente sur terrain, les élèves n'ont pas encore entamé la notion de conservation d'énergie mécanique.

Parmi tous les élèves de deux classes 65% ont répondu qu'on peut fabriquer l'énergie. 29% des élèves ont répondu qu'on ne peut pas le fabriquer, même parmi ces 29% peu d'élève ont pu expliquer ses raisons. L'une des raisons pour que les élèves disent que l'énergie peut être fabriquée est le fait qu'ils l'associent à l'électricité. « On peut fabriquer l'énergie grâce au panneau solaire ».

Chapitre 2 : PROPOSITION D'UNE SEQUENCE D'APPRENTISSAGE SOUS FORME FICHE PEDAGOGIQUE EN VUE D'AMELIORER LES REPRESENTATIONS DES ELEVES

Compte tenu, d'une part, des représentations des élèves identifiées, suite aux enquêtes que nous avons réalisées auprès d'élèves de classe de première et des lacunes sur le contenu du programme du physique chimie concernant l'énergie en classe de Première S. D'autre part nous pensons que notre modeste contribution dans l'amélioration de l'enseignement/apprentissage de ce concept « énergie » devra consister à exploiter ces représentations à travers une proposition de séquences d'apprentissage qui vise à stimuler la motivation des élèves par la mise en évidence de la relation entre leur quotidien et ce thème

Profil de sortie de l'élève :

D'après le programme scolaire malgache²⁵, l'enseignement de la physique-chimie au lycée doit conduire les élèves à l'acquisition d'une culture scientifique et technologique pour construire une première représentation globale, cohérente et rationnelle du monde, en mettant l'accent sur l'universalité des lois qui le structurent. De plus, il doit aussi permettre à l'élève d'être notamment capable de pratiquer une démarche scientifique, c'est-à-dire d'observer et formuler une hypothèse, la valider et ensuite argumenter.

L'enseignement de la Physique en classe de première S doit contribuer à développer chez l'élève :

- l'esprit critique
- la représentation de l'énergie dans la vie courante

Nous proposons deux compétences de l'élève après la séquence :

- Comprendre le problème énergétique de nos jours
- Savoir parler de l'énergie en utilisant des vocabulaires scientifiques appropriés.

²⁵ Ministère de l'Education Nationale,(1996). ARRETE N° 5238/97-MinESEB fixant les programmes scolaires des classes de Dixième, Cinquième et premières A- C-D. Antananarivo (Madagascar).

Objectif général de la séquence

Le principal objectif de la séquence est de donner aux élèves les ingrédients nécessaires pour apprendre la notion d'énergie.

Objectifs spécifiques de la séquence :

A la fin de la séquence d'enseignement, l'élève doit être capable d'(e) :

- Prendre conscience de l'omniprésence de l'énergie, sous ses diverses formes, dans notre vie
- Identifier les différentes sources de l'énergie
- Distinguer l'énergie, force et puissance
- Savoir expliquer que l'énergie se conserve
- Interpréter qu'une forme d'énergie peut être transformée en une autre forme d'énergie
- Argumenter en utilisant de vocabulaires scientifiques adéquats pour parler de l'énergie.

Thème : ENERGIE, SOURCES, FORMES, CARACTERISTIQUES

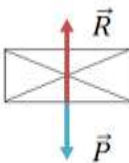
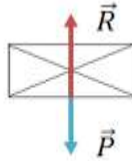
Durée : 4 heures

Prérequis :

Pour que les élèves de la classe de première scientifique puissent suivre l'enseignement/ apprentissage du concept d'énergie, ils doivent être: capables de définir et caractériser un système. Ils doivent aussi connaître la définition d'une force et de ses caractéristiques.

Notions et contenus	Compétences	Ressources mobilisées
▪ Définition de la notion d'énergie et de la puissance ▪ Forme d'énergie dans la vie quotidienne. ▪ Transformation de l'énergie d'une forme à une autre ▪ Transfert d'énergie d'un système à un autre sans changer de forme ▪ Conservation de l'énergie	▪ Savoir que l'énergie permet de mettre en mouvement, de chauffer, de s'éclairer ▪ Savoir que l'utilisation d'une source d'énergie est nécessaire pour chauffer, éclairer, mettre en mouvement ▪ Savoir distinguer l'énergie, la force et la puissance ▪ Etre capable d'identifier diverses sources d'énergie. ▪ Savoir parler de l'énergie en utilisant les vocabulaires scientifiques appropriés. ▪ Utiliser un dispositif permettant de mettre en évidence la transformation d'énergie	▪ Microsoft® Encarta® 2009[DVD].Microsoft Corporation, 2008. ▪ Energie Activité à faire en classe www.educapoles.org ▪ Centre.Sciences@wanadoo.fr ▪ Expositions.scientifiques@institutfrancais.com ▪ Définition et principe de l'énergie ▪ http://www.web-sciences.com

ACTIVITE D'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE

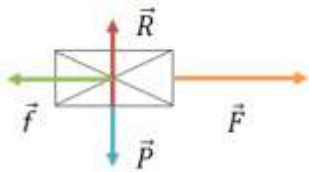
TIMING	TEST DE PRE-REQUIS	STRATEGIES
5mn	Notion de système, caractéristique d'une force	Q : Question R.A : Réponse attendue
5 mn	CONTENUS DE LA LEÇON I. <u>Introduction de la notion d'énergie :</u> 1. <u>Energie et force</u> L'énergie est présente à tous les moments dans notre quotidien. <u>Activité 1 :</u> La figure ci-dessous montre un homme qui tire un chariot,	Mise en relation de la vie courante et la séquence faite par l'enseignant <u>L'enseignant</u> montre d'abord la figure 1 aux élèves
30 mn	Figure 1  Figure 2  <u>Source :</u> http://footage.framepool.com/fr/shot/871286940-piazza-della-signoria-florence-charrette-tirer-tracter Si on prend comme système, le chariot On considère deux états : Etat initial : le chariot est immobile <u>Bilan des forces appliquées sur le chariot :</u> Poids du chariot $\vec{P}$, réaction du sol $\vec{R}$ 	Q₁ : Qu'est-ce que vous voyez sur la figure 1? RA₁ : Un chariot immobile Enseignant : Donc le chariot est au repos c'est-à-dire en équilibre L'enseignant désigne un élève de faire le schéma du bilan des forces appliquées au chariot RA₂ : Réaction de la terre $\vec{R}$ poids du chariot $\vec{P}$  L'enseignant montre ensuite la figure 2 aux élèves Q₃ : Que fait l'homme X sur la figure 2 ?

Etat final :

le chariot se déplace

Bilan de force :

Poids du chariot $\vec{P}$, réaction du plan $\vec{R}$, force $\vec{F}$,
force de frottement $\vec{f}$.



Interprétation :

Cette capacité à mettre le chariot en mouvement, à rompre l'équilibre, est appelée dans la vie courante énergie.

Conclusion :

Pour exercer une force, il faut de l'énergie.

RA₃ :

- l'homme X tire le chariot

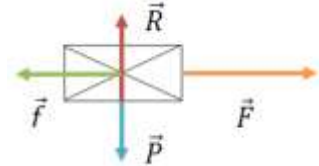
-l'homme X exerce une force sur le chariot

Q₄ : Qu'est ce qui se passe ?

RA₄ : Le chariot se déplace

L'enseignant désigne un autre élève pour faire le schéma du bilan des forces appliquées au chariot

RA₅ : Réaction de la terre $\vec{R}$, poids du chariot $\vec{P}$, la force $\vec{F}$ et la force de frottement $\vec{f}$



Q₆ : D'où l'homme tire-il cette capacité à mettre le chariot en mouvement?

RA₆ : de son alimentation

L'enseignant conclut

30mn

Activité 2 :

Les figures ci-dessus montrent deux situations qui paraissent semblables.



Figure 3

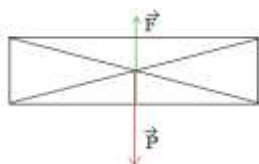


Figure 4

Source : Auteur

Si on prend comme système la brique.

Le bilan de force de la figure 3 : le poids de la brique $\vec{P}$ et la force exercée par l'homme $\vec{F}$.



Pour pouvoir garder le corps en équilibre, l'homme doit avoir de l'« énergie musculaire ». L'énergie musculaire provient de la transformation de l'énergie chimique de la **nourriture** qu'il a mangée. Cette énergie se répartit dans son corps, et notamment dans ses muscles.

Le support dans la figure 4 peut remplacer le rôle de l'homme. Le support exerce une force de réaction sur la brique pour le garder en équilibre mais il n'y a de « dépense » énergétique.

L'enseignant montre d'abord la figure 3 aux élèves

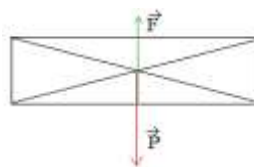
Q₇ : Qu'est-ce que l'homme fait dans la figure 3?

RA₇ : L'homme tient une brique.

L'enseignant : l'homme essaie de tenir/garder une brique en équilibre.

L'enseignant désigne un élève pour faire le schéma du bilan des forces appliquées à la brique.

RA₈ : le poids de la brique $\vec{P}$ et la force exercée par l'homme $\vec{F}$.

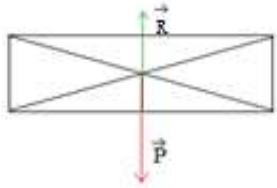
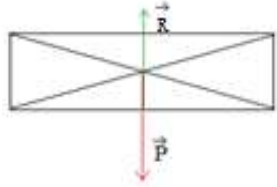


L'enseignant : pour garder la brique en équilibre, l'homme doit exercer une force $\vec{F}$ même intensité que son poids. Or on a conclu que pour exercer une force, il faut de l'énergie.

L'enseignant montre la figure 4 aux élèves.

Q₉ : Si on remplace l'homme par un support, comment est la brique ?

RA₉ : Il reste en équilibre

30 mn	Le bilan de force du figure 4 : Le poids de la brique $\vec{P}$, la réaction du support $\vec{R}$  La brique est en équilibre : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$ D'où $P = R = F$ Le système {brique-support} put rester en équilibre indéfiniment alors que l'homme peut se fatiguer. <u>Conclusion :</u> Quand une force est exercée, il n'y aura pas forcément de « dépense énergétique²⁶ » comme le cas de la figure 4. <u>Activité 3 :</u> Mise en évidence de l'action de l'énergie : On va utiliser un jouet (une voiture) qui se déplace tout seul grâce à un remontoir. On considère trois états : Etat initial : la voiture est au repos Etat intermédiaire : on remonte le ressort et on lâche la voiture Etat final : le jouet se déplace <u>Résultat :</u> Le fait de remonter le ressort a mis la voiture en mouvement. <u>Interprétations :</u> Initialement, la voiture est immobile, aucune énergie ne l'anime. Par l'action de tordre le ressort, à l'aide de	L'enseignant désigne un autre élève pour faire le schéma du bilan des forces appliquées à la brique. RA₁₀ : Le poids de la brique $\vec{P}$, la réaction du support $\vec{R}$  Q₁₁ : Que peut-t-on dire concernant les deux figures 3 et 4 sur l'équilibre de la brique? l'enseignant conclut <u>Enseignant</u> appelle un élève volontaire pour faire l'activité. <u>L'élève</u> prend la voiture et la pose sur une table. Q₁₂ : Qu'est ce qui se passe ? RA₁₂ : La voiture est immobile. <u>Elève</u> : il remonte le remontoir de la voiture puis il le lâche. La classe observe. Q₁₃ : Qu'est ce qui se passe ? RA₁₃ : La voiture roule. Q₁₄ : Pourquoi ? RA₁₄ : Parce que l'action de tourner le remontoir de la voiture lui donne le mouvement.
-------	--	---

²⁶ Le mot « dépense énergétique » sous entend ici une tranformation d'énergie.

l'énergie musculaire, on y emmagasine de l'énergie (énergie potentielle élastique). Lorsqu'on relâche le ressort, l'énergie emmagasinée par le ressort est transmise à la « voiture » et se transforme alors à une énergie motrice nécessaire pour mettre la voiture en mouvement. Le jouet/voiture se déplace car « une énergie l'a mis en mouvement ».

Conclusion :

Après cette démonstration, on peut définir l'énergie comme : **une grandeur qui caractérise l'aptitude d'un système à produire des actions** c'est à dire l'énergie est ce qui permet d'obtenir de la chaleur, du mouvement, de l'électricité...

Comme dans l'activité ci-dessus : le système est la voiture, l'action est sa mise en mouvement.

Remarque :

Les forces qui interviennent ici sont : la tension du ressort $\vec{T}$, son poids $\vec{P}$, la réaction normale $\vec{R}$ et la réaction tangentielle (frottement) $\vec{f}$.

2. Energie et puissance :

Activité 4 :

Les deux figures ci-dessous montrent deux hommes qui réalisent une même action.

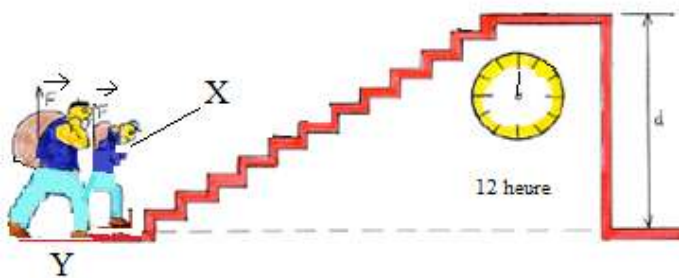


Figure 5

Source : Auteur

Q₁₅ : Après cette démonstration, pouvez-vous donner une définition simple de l'énergie ?

Plusieurs définitions rattachant l'énergie à l'action peuvent-être formulées et il appartient à l'enseignant de retenir/ donner la formulation ci-contre.

Enseignant :

Il montre d'abord la figure 3 aux élèves

Q₁₆ : Qu'est-ce qu'on voit ici ?

RA₁₆ : On voit deux hommes qui portent des sacs en montant sur un escalier et une montre.

Q₁₇ : A 12 heure , où se trouve les deux hommes

RA₁₇ : Ils se trouvent en bas de l'escalier

20 mn

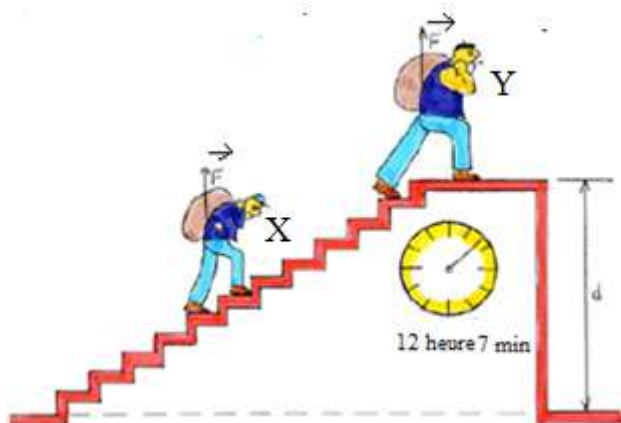


figure 6

Source : Auteur

Les deux sacs sont identiques.

Pour déplacer ces deux sacs vers le haut, il faut que l'homme exerce une force d'intensité supérieure à celle du poids du sac verticale vers le haut. Or pour exercer cette force, il faut de l'énergie.

Conclusion :

La puissance est l'énergie utilisée par unité de temps.

L'homme Y a mis moins de temps que l'homme X donc il est plus puissant que X.²⁷

N.B : Voici quelques définitions

Force	Energie	Puissance
Une force est une grandeur, c'est ce qui fait bouger, déformer les choses.	L'énergie est une grandeur qui caractérise l'aptitude d'un système à produire des actions	La puissance est l'énergie utilisée par unité de temps

Enseignant

Il montre ensuite la figure 6

Q₁₈ : Dans la figure 4, à 12 heure 7 min , où se trouve les deux hommes

RA₁₈ : A 12 heure et 7 min, X se trouve tout en haut de l'escalier tandis que Y se trouve à mi chemin

Q₁₉ : Pour déplacer les sacs vers le haut qu'est-ce qu'ils doivent faire ?

RA₁₉ : Il faut qu'ils exercent une force verticalement vers le haut

Q₂₀ : Qui est le plus puissant X ou Y ?

RA₂₀ : L'homme Y car il a mis moins de temps que X

²⁷ Ceci suppose évidemment qu'aucun ne s'arrête en chemin!!!

10 mn	II. <u>Les formes d'énergie :</u> L'énergie existe sous différentes formes. Ces formes d'énergie sont caractérisées par leur action sur la matière. On parle d' : Energie mécanique quand il y a mise en mouvement. Energie calorifique quand on chauffe quelque chose. Energie chimique quand on modifie des liaisons entre les molécules ou les atomes. Energie électrique si on crée un déplacement d'électrons.	<u>L'enseignant</u> : prend des exemples sur le quotidien de l'élève. Q₂₁ : Quand je prends un bus, quelle(s) forme(s) intervient ou interviennent ? RA₂₁ : - Le bus se déplace, il y a de l'énergie mécanique. - Le moteur consomme du carburant. On a ici une forme d'énergie chimique. <u>Enseignant</u> : on a ici donc une présence de 2 formes d'énergie
45 mn	III. <u>Transformation d'une forme d'énergie en une autre forme :</u> On a vu dans les quatre activités ci-dessus que l'énergie peut se transformer d'une forme à une autre. En fait, chaque action nécessite une transformation d'une forme d'énergie. Autrement dit, pour réaliser un travail, il faut transformer de l'énergie d'une forme à une autre. <u>Exemple</u> : Lorsqu'on transforme de l'essence en mouvement mécanique dans une voiture, une partie de l'énergie sera transformée en chaleur plutôt qu'en mouvement. <u>NB</u> : Toute transformation d'énergie dégage un peu de chaleur. La grande importance de l'électricité dans la vie quotidienne et dans le monde industriel justifie l'accent mis sur l'énergie électrique. La transformation de l'énergie obéit à deux règles : - La quantité d'énergie totale dans l'univers est constante - L'énergie peut être transformée mais ni créée ni détruite.	<u>L'enseignant</u> : Il peut demander aux élèves de donner des exemples en les faisant discuter avec son voisin pendant 2 ou 3 mn et il demande ensuite à 2 ou 3 binômes de donner leurs exemples

Activité 5 : Transformation de l'énergie en une autre

Objectif : Cette activité permet à l'élève de :

- Identifier les différentes formes d'énergie présentes dans le dispositif
- Connaître les différentes transformations de l'énergie.

On propose aux élèves un dispositif qui permet de présenter de façon ludique la transformation de l'énergie.

Ces douze cartes représentent un moyen que nous avons pour passer d'une forme d'énergie à une autre.



Résultat de l'activité 5:

Forme avant / après transformation

L'enseignant : propose une activité ludique pour les élèves sur la forme et transformation de l'énergie.

L'enseignant : divise la classe en groupe de 12 élèves. Chaque groupe fait la même activité.

Élève : chaque élève du groupe prend une carte :

1. Il ou elle identifie les formes d'énergie présentes (avant et après transformation)
2. Il ou elle place cette carte sur la maquette en faisant correspondre l'énergie mise en œuvre et le résultat obtenu.

Forme d'énergie Avant Transformation	Energie chimique	Energie thermique	Energie mécanique	Energie électrique
Forme d'énergie Après transformation	Energie chimique	Cuisson	Revolver	Electrolyse de l'eau
Energie thermique	Feu de charbon		Frottements de mains	Pour électrique
Energie mécanique	Moteur à explosion	Trein à vapeur		Moteur électrique
Energie électrique	File électrique	Four soudeur	Dynamo	

Les détails concernant les cartes et les tableaux sont explicités dans l'annexe II (page vi) car ils sont trop encombrant pour la fiche.

IV. CONSERVATION DE L'ENERGIE :

La caractéristique la plus remarquable de l'énergie est qu'elle se conserve toujours.

La loi de la conservation de l'énergie stipule que l'énergie ne peut être créée à partir de rien et ne peut être détruite.

Si l'énergie d'un système a diminué, l'énergie d'un autre système a obligatoirement augmenté.

Il intervient dans tous les domaines de notre vie quotidienne : échanges de chaleur, réactions chimiques, mouvements, chocs, métabolisme...

Exemples :

1. Nous ne pouvons pas vivre sans manger,
2. Les voitures à moteur à explosion ne roulent pas sans carburant

10 mn

Activité 6 : Mise en évidence de la conservation d'énergie

Demander aux élèves de frotter leurs mains l'une contre l'autre très rapidement.

Interprétation :

Une partie de l'énergie mécanique (cinétique) c'est-à-dire le mouvement de se frotter les mains) se transforme en énergie thermique. Les élèves peuvent bouger leurs mains grâce aux aliments qu'ils mangent.

Conclusion :

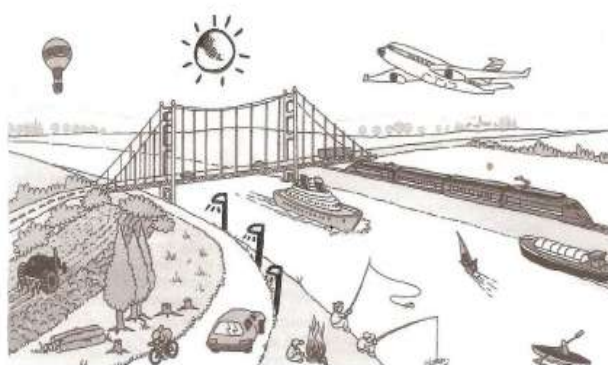
L'énergie dans l'univers ne peut ni être créée ni être détruite, il n'y a que des suites de transformation d'une forme à une autre, d'où l'énergie se conserve.

Puisque l'énergie se conserve, personne ne peut produire de l'énergie ; on ne peut que le transformer d'une forme non utilisable en une forme utilisable.

V. RESSOURCE DE L'ENERGIE :

Activité 7:

voici un paysage



Source : <http://www.web-sciences.com>

L'enseignant : propose une activité pour prouver que l'énergie ne peut être ni créée, ni détruite.

L'élève : les élèves frottent leurs mains

Q₂₂ : Que sentez-vous?

RA₂₂ :

- la main se chauffe
- de la chaleur

Q₂₃ : Pourquoi il se chauffe ?

RA₂₃ : Il y a transformation d'énergie mécanique en chaleur

Q₂₄ : D'où vient l'énergie qui nous permet de bouger les mains ?

RA₂₄ : Des aliments que nous mangeons

L'enseignant : propose cette image aux élèves.

Q₂₅ : Dans cette image quels sont les différents effets ou action provoqués par l'énergie ? (définir le système)

RA₂₅ :

Système	Action/effet
Voiture	Mouvement
Avion	Mouvement
Bois	Chauffage
Bateau	Mouvement
Soleil	Chauffage et éclairage

Q₂₆ : Quelles sont les ressources d'énergie utilisées dans ce paysage ?

Les ressources d'énergie utilisées dans ce paysage sont : le soleil, le bois, le pétrole, la nourriture, le gaz naturel et le vent.

Il existe deux grandes sources d'énergie : l'énergie non renouvelable ou fossile et l'énergie renouvelable

1. L'énergie non renouvelable ou fossile

a. Définition :

Une ressource d'énergie est dite non renouvelable lorsqu'elle se renouvelle très lentement à l'échelle humaine.

les énergies fossiles proviennent de la fossilisation des matières organiques, provenant de la décomposition des végétaux et des animaux ayant vécu lors de la préhistoire

b. Les principales énergies non renouvelables :

Le pétrole et ses dérivés, le gaz naturel, le charbon de terre (houille)

Ressources	Exemples	Utilisation
Pétrole et ses dérivés	Pétrole, gas oil, essence	Electricité, déplacement, chauffage, lumière
Gaz naturel	Méthane, butane	Cuisson, Chauffage
Charbon de terre	Houille	Cuisson, Chauffage

2. L'énergie renouvelable

a. Définition :

Une ressource d'énergie est dite renouvelable lorsqu'elle se renouvelle assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de temps humaine.

RA₂₆ :

- ✓ Le soleil
- ✓ Le bois
- ✓ Le pétrole
- ✓ La nourriture
- ✓ Le gaz naturel
- ✓ Le vent

Q₂₇ : Laquelle(s) de ces ressources d'énergie est (sont) renouvelable(s) et non renouvelable(s) ?

RA₂₇ :

Renouvelable : le soleil, le bois, le vent, la nourriture

Non renouvelable : le pétrole, le gaz naturel

b. Les principales énergies renouvelables

Il y a cinq grandes familles de ressources d'énergie renouvelable : l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie hydraulique, la biomasse ou biogaz, la géothermie.

Ressources	Exemples	Utilisation
Energie solaire	Four solaire, Panneau solaire	Cuisson, électricité
Energie éolienne		
Energie hydraulique		
Biomasse et biogaz		
Géothermie		

Presque tout ce qui nous entoure produit ou consomme de l'énergie. Cette énergie peut être rencontrée dans une chose en mouvement ou immobile, dans une matière, qui dégagera de l'énergie lorsqu'il se met en mouvement.

L'enseignant :

Il dirige les élèves à compléter le tableau ci-contre

Q₂₈ : D'après vous, laquelle de ces deux ressources d'énergie est bénéfique pour nous à Madagascar ? et pourquoi ?

Cette séquence d'enseignement/apprentissage est une proposition pour contribuer à faire évoluer les représentations des élèves de première S sur l'énergie. Elle doit se dérouler avant l'introduction du chapitre sur l'énergie mécanique. Il convient de noter que notre objectif ici n'est pas d'élaborer un cours qui vise à rectifier les représentations des élèves, mais un cours pour enseigner le concept de l'énergie en tenant compte les représentations des élèves.

CONCLUSION GENERALE

En guise de conclusion, nous avons pensé que la prise en compte pédagogique effective des représentations des élèves, à propos du concept de l'énergie dans l'enseignement/apprentissage des sciences physiques, pourra aider l'enseignant dans la performance de son cours.

La présente étude que nous avons menée, dans le cadre de l'obtention du C.A.P.E.N, a permis de présenter le contexte général concernant le concept d'énergie. La notion d'énergie bien que présente dans la discussion des gens du quotidien (médias, dans la rue...), est confondue encore avec d'autres notions comme la force et la puissance. Après quelques études du programme scolaire actuel de la physique dès la classe de sixième à la classe de première scientifique, nous nous sommes posés la question suivante : l'étude de l'énergie mécanique en classe de première S est-elle suffisante pour l'apprentissage de ce concept ?

Le but de notre travail est de connaître les représentations des élèves sur l'énergie afin d'aider l'enseignant à mieux enseigner ce concept. Dans notre étude, nous avons choisi la classe de première S car dans cette classe les élèves commencent à étudier l'énergie mécanique. Nous nous sommes donc intéressés à la définition de l'énergie pour les élèves, ses ressources, formes et quelques caractéristiques.

Ce travail comporte donc deux parties distinctes : la première partie est axée sur les repères théoriques, tandis que la deuxième partie est consacrée à la méthodologie, la mise en œuvre, et l'interprétation des résultats des enquêtes que nous avons menées au lycée moderne Ampeliloha. Nous avons proposé aussi une séquence d'enseignement sous forme de fiche pédagogique dans le but d'apporter une aide à l'enseignant pour l'amélioration des représentations des élèves sur ce concept. La première partie, le cadre conceptuel, que ce soit sur la didactique ou sur la notion d'énergie, nous a permis d'une part, de clarifier les concepts clés qui interviennent dans notre recherche, et d'autre part de mieux situer notre recherche par rapport à quelques travaux antérieurs réalisés dans le même domaine. Dans la partie d'ordre didactique, nous avons apporté de précision sur des concepts qui interviennent dans notre étude à savoir, l'élève, l'obstacle, la connaissance et la motivation et sur le curriculum. Nous avons fait une étude approfondie sur le curriculum et nous avons vu l'intérêt des finalités éducatives, le but, l'ambition et les objectifs sans oublier les contenus d'enseignement et les activités d'apprentissage. Nous avons constaté ensuite de façon spécifique que bien qu'elle figure dans le programme scolaire de physique chimie, la notion d'énergie n'est pas bien introduite et aussi une partie du concept n'est pas bien traitée en l'occurrence l'énergie

électrique en classe de troisième, l'énergie mécanique, la chaleur et température en classe de première S. Les autres notions comme la source d'énergie, les formes d'énergie sont délaissées.

Puis nous avons rapporté quelques acceptions sur la représentation des élèves, son origine et ses caractéristiques. Avec les différentes approches que l'enseignant peut prendre pour améliorer la représentation, nous mentionnons les limites et les difficultés de l'utilisation des représentations des élèves, ainsi que l'émergence des représentations.

Dans le cadre du concept de l'énergie de la première partie, nous avons établi l'historique de l'élaboration du concept de l'énergie depuis son origine jusqu'à nos jours. Nous avons défini le concept de l'énergie, ses différentes sources que ce soit renouvelable ou non, les principaux formes de l'énergie et aussi quelques caractéristiques de l'énergie : l'énergie se conserve, l'énergie se transforme, l'énergie se transfère et l'énergie se dissipe. Et enfin nous avons évoqué quelques notions de puissance.

Dans la deuxième partie de ce mémoire, nous nous sommes intéressés aux représentations des élèves sur l'énergie. Nous avons pris un échantillon léger au lycée Moderne Ampefiloha. Nous avons choisi deux classes de première scientifique, une classe de première C et une classe de première D et nous avons pu aussi enquêter les 87 élèves des deux classes de première C₄ et de première D₈. Le traitement de ces données nous a permis d'identifier les représentations suivantes:

- La plupart des élèves confondent la force et l'énergie, la puissance et l'énergie. Nous avons proposé 3 activités. Les deux activités montrent qu'il n'y a pas forcément d'énergie quand on exerce une force. L'autre activité a pour objectif de différencier l'énergie et la puissance.
- Les élèves associent l'énergie à l'électricité. Nous avons montré qu'on peut associer l'énergie à d'autres formes comme l'énergie thermique, énergie mécanique, l'énergie « musculaire »...
- Les élèves associent l'énergie au mouvement. Nous avons montré dans l'activité 2 qu'on peut « dépenser » de l'énergie sans faire de mouvement.
- Pour les élèves, l'énergie est fonctionnelle. Dans l'activité 5, nous avons pu montrer que l'énergie existe sous différentes formes dans le quotidien que ce soit sous forme directement utilisable ou non.
- La majorité des élèves pense que l'énergie peut être produite ou fabriquée. Nous avons proposé les activités 5 et 6 pour montrer que l'énergie se conserve, il ne peut que se transformer.

Ces résultats d'enquêtes nous a permis de connaître les obstacles que les élèves ont sur l'énergie, elle nous a permis aussi de savoir quels sont les ingrédients nécessaires pour enseigner ce concept. Nous avons donc proposé une séquence d'apprentissage, afin de contribuer à l'amélioration de ces fausses représentations. Dans cette séquence nous proposons sept activités pour susciter la curiosité et la motivation des élèves.

Notre vie quotidienne et l'énergie sont inséparables. Les problèmes ou l'insuffisance d'énergie sont imminents aujourd'hui dans le monde entier et surtout chez nous. Nous encourageons nos cadets à approfondir, à partir de quelle classe doit-on commencer l'enseignement/apprentissage de l'énergie pour que les élèves soient conscients de ces problèmes et ainsi d'apporter leurs contributions ? Quelle disposition doit-on prendre concernant les impacts environnementaux et économiques de l'énergie ?

BIBLIOGRAPHIE

1. Astolfi J.-P. et Develay M. (1989), *La Didactique des sciences*. Paris : Collection Que sais-je ? PUF.
2. Audigier, F, Baillat, G, Clary, M, [et al.]. (1992). *Analyser et gérer les situations d'enseignement-apprentissage : didactique de l'histoire, de la géographie, des sciences sociale*. Acte du sixième colloque, mars 1991, Publ. Par : Audigier, François, Baillat, Gilles, INRP, Sixième partie : Représentations des élèves et objectifs obstacles, p.107-108.
3. Baltas, A. (1990). Once again on the meaning of physical concepts. _n Nikolakopoulos P. (Ed.) *Greek studies in the Philosophy and History of Science*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers, 293-313
4. Bautier, E. (1994) *Savoirs savants et savoirs enseignés*. Actes du IV Colloque Nationale de la Section Portugaise de l'AFIRSE. Lisboa : Universidade de Lisboa, Pp. 91-102.
5. Bachelard G. (1938), *La formation de l'esprit scientifique*, Paris : Librairie philosophique Vrin.
6. Barnier, G. (2000). *Théorie de l'apprentissage et pratique d'enseignement*. Marseille : IUFM
7. Clenet, J.(1999), *Représentations*, in Apprendre, revue *Sciences Humaines*, n°98,oct. 1999, p. 32
8. Cohen-azria, C, Daunay, B, Delcambre, I, Lahanier-Reuter D. (2010), *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*, Bruxelles : De Broeck
9. Delevay, M. (1995). *De l'apprentissage à l'enseignement*. Collection Pédagogies ESF
10. Doron, R. et Parot, F. (2003), *Dictionnaire de psychologie*, Paris, PUF, p. 625.
11. Gautier, F. (2011). Le curriculum dans la politique éducatives, sèvre, France : PUF
revue international d'éducation n° 56
12. Giordan, A et de Vecchi, G. (1990). *les origines du savoir - des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*, Delachauxet Niestlé
13. Hameline, D. (1979). *Les objectifs pédagogiques en formation initiale et continue*. Paris : France : Edition sans Frontière.
14. Jonnært, P. (1988). *Conflits de savoirs et didactique*, Bruxelles :De Boeck.
15. Larousse, (1998) *Le petit Larousse Compact*, Larousse – Bordas, Paris
16. Mannoni, P. (1998). *Les représentations sociales*. Paris, France : Que sais-je ? PUF.

17. Martinand, J.-L. (1994), *Introduction à la modélisation in didactique des disciplines*, Paris : ESF
18. Martinand, J.-L. (2003). *The reference problem in the didactic of curriculum*.
Investigações em Ensino de Ciências.
19. Mialaret, G. (1991). *Pédagogie générale*. Paris: Presses universitaires de France
20. Moscovici, S. (1994). *Psychologie sociale*, Paris, France : PUF.
21. Meirieu, P. (1987). *Apprendre... oui, mais comment*, Paris : ESF
22. Ministère de l'Education Nationale. Unité d'Etude et de Recherche (UERP), Programmes des lycées fixés par Arrêté N° 5238/97 MINESEB, en vigueur à partir de l'année scolaire 1997- 1998. Antananarivo
23. Ministère de l'Education Nationale,(1996). ARRETE N° 5238/97-MinESEB fixant les programmes scolaires des classes de Dixième, Cinquième et premières A- C-D.
Antananarivo (Madagascar).
24. Ministère de l'éducation nationale et de formation de base,(1996). ARRETE N°96-120 /MENFB/CAB fixant les programmes de sciences physiques en classes de premières C et D. Abidjan (Côte D'Ivoire).
25. Microsoft® Encarta® 2009 [DVD]. Microsoft Corporation, 2008.
26. Razafinjatovo, I.R. (2012). *Ressource numérique pour l'étude de la conservation de l'énergie*. Université d'Antananarivo : mémoire CAPEN
27. Schneeberger, P. (1978). *Place du concept de représentation dans la formation des enseignants*. Université de bordeaux
28. Piaget, J. (1948). *Langage et pensée chez l'enfant*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé
29. Ratompomalala, H. (2006). *Les représentations de la Physique et de la Chimie par les enseignants du Collège en formation*. Antananarivo : mémoire DEA
30. Terras, C. (2013). *De l'enseignement de l'énergie à l'école élémentaire*. Université Montpellier : Master
31. Viau, R. (2009), *Motivation en contexte scolaire*, Bruxelles : De Boeck.

WEBOGRAPHIE

1. De l'enseignement de l'énergie à l'école élémentaire récupéré le 30/07/16 de
<http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00814253/document>
2. Définition et principe de l'énergie, récupérée le 12/06/16 de
<http://www.web-sciences.com>
3. Résumés de la matière : Énergie thermique et conservation de l'énergie, récupéré le 12/06/16 de [http://www.w3.org/Sciences physiques](http://www.w3.org/Sciences_physiques) 416-430
4. Source et forme d'énergie, récupéré le 04/06/16 de
http://www.2020energy.eu/sites/default/files/pdf/sources_d_energie_renouvelable.pdf
5. Historique du concept de l'énergie, récupérée le 13/04/16 de
http://sfp.in2p3.fr/Debat/debat_energie/E2PHY/balian.pdf
6. Concept et histoire de l'énergie, récupérée le 13/04/16 de
<http://www.claudegabriel.be/Ecosoc%20chapitre%205.pdf>
7. Importance de l'émergence de représentation, récupérée le 20/07/16 de
https://spirale-edu-revue.fr/IMG/pdf/3_SANNER_W5.pdf
8. Energie, Activité à faire en classe, récupérée le 22/08/16 de
<http://www.educapoles.org>

ANNEXES

ANNEXE I : Questionnaire pour les élèves de première pour faire émerger leurs représentations

Objectifs : Ce questionnaire est réalisé pour mettre en évidence l'image que les élèves de première S ont sur l'énergie

Remarque : Les représentations des élèves dépendent de leur vie sociale

I. Renseignements sur l'élève

1. Age :
2. Sexe : Garçon ☐ Fille ☐
3. Lieu de résidence :

Etablissement fréquenté : -----

II. A propos de l'énergie :

Répondez en quelques lignes les questions suivantes (en français ou en malagasy)

1. Avez-vous déjà vu une exposition sur l'énergie ou des documentaires ? Racontez (3 lignes maximums)
2. Ecrivez les 5 premiers mots que vous associez à l'énergie.
3. Expliquez ce qu'est pour vous l'énergie (à travers une ou plusieurs phrases)

4. Selon vous, quelles sont les formes de l'énergie dans la vie quotidienne (vous pouvez cocher 9 cases au maximum) :

☐ Mouvement

☐ Lumière

☐ Puissance

☐ Travail

☐ Force

☐ Chimique

☐ Chaleur

☐ Vitesse

☐ Electrique

☐ Soleil

5. Quelles formes d'énergie rencontre-t-on ici ? (écrivez en dessous de fig la ou les réponse(s))



Fig. 1 :
Vélo

Fig. 2 :
Pétrole

Fig3 :
bombe

Fig. 4 :
courant

Fig. 5 :
Feu de charbon

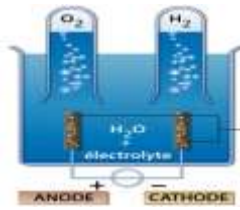
6. Qui contient le plus d'énergie le pétrole fig 2 ou la bombe fig 3 s'ils ont la même quantité ? Pourquoi ?

7. D'où vient l'énergie ? Peut-on le fabriquer ? Donnez une explication

ANNEXE II: Outils pour l'activité de transformation d'énergie

Ces cartes sont des moyens que nous avons pour passer d'une forme d'énergie à une autre.

CARTE	TRANSFORMATION	EXPLICATION
	Energie mécanique en énergie électrique	La dynamo transforme l'énergie mécanique pour « produire » de l'électricité.
	Energie chimique en chaleur	La réaction de combustion de charbon dégage la chaleur que l'on utilise pour cuisiner
	Energie électrique en énergie mécanique	Le moteur électrique transforme l'énergie électrique pour faire déplacer la voiture
	Energie thermique en électricité	Ce four solaire transforme la chaleur du soleil pour produire de l'électricité

	Energie chimique en électricité	La pile est un dispositif qui transforme de l'énergie chimique en électricité
	Energie thermique en énergie mécanique	Le train à vapeur utilise la chaleur du charbon pour pouvoir se déplacer
	Energie électrique en énergie thermique	Le four électrique transforme de l'énergie électrique pour en faire de la chaleur
	Energie mécanique en énergie thermique	L'action de frotter la main transforme de l'énergie mécanique
	Energie électrique en énergie chimique	L'électrolyse transforme l'énergie électrique en énergie chimique

	Energie chimique en énergie mécanique	La réaction de la combustion du carburant permet à la voiture de rouler.
	Energie mécanique en énergie chimique	La percussion de l'amorce d'une cartouche entraîne une réaction chimique dans la balle.
	Energie thermique en énergie chimique	La chaleur de la cuisson modifie la liaison chimique de la nourriture

Nous proposons ces 12 cartes comme moyen de présenter aux élèves les transformations des formes d'énergie qui pourrait se passer dans la vie quotidienne.

Dans cette activité, nous élaborons des schémas simples de chaque transformation pour attirer les attentions des élèves

Ce tableau est élaboré pour faciliter la compréhension des élèves sur la transformation de l'énergie. Chaque forme d'énergie peut être transformée en une autre forme d'énergie en utilisant des matériels de transformations afin d'améliorer leurs représentation. Ces cartes sont choisies en fonction de l'entourage ou de la vie quotidienne des élèves.

Forme d'énergie Après transformation	Energie chimique	Energie thermique	Energie mécanique	Energie électrique
Energie chimique				
Energie thermique				
Energie mécanique				
Energie électrique				

Auteur : RASAMIMANANA Onjaniaina Patrick

Téléphone : 03445 08902

E-mail : rasamimananaonjaniainapatrik@gmail.com

Adresse : Lot III T 162 PV ter C Mandrangobato II

**LA REPRESENTATION DE L'ENERGIE CHEZ LES ELEVES EN
CLASSE DE PREMIERE SCIENTIFIQUE : ETUDE MENEES AU LYCEE
MODERNE AMPEFILOHA**

RESUME :

Notre vie quotidienne et l'énergie sont inséparables. Les problèmes ou l'insuffisance d'énergie sont imminents aujourd'hui dans le monde entier et surtout chez nous. Ce terme énergie bien que facile à utiliser dans le langage courant devient mystérieux quand il est isolé. Après quelques études menées sur le programme scolaire de physique chimie, nous nous posons la question, l'étude de l'énergie mécanique en première S est-il suffisante pour apprendre les concepts de l'énergie ? Dans ce mémoire, nous nous sommes intéressés de faire émerger les représentations des élèves sur l'énergie, afin de pouvoir aider les enseignants à mieux enseigner ce concept. Ainsi nous avons posé l'hypothèse suivante : l'émergence des représentations des élèves sur l'énergie permet d'élaborer des séances dont les objectifs et les contenus seront adaptés à l'enseignement/apprentissage de ce concept. Notre méthodologie consiste à faire émerger les représentations des élèves par l'intermédiaire d'un questionnaire. L'enquête a été menée auprès de 87 élèves de deux classes de première Scientifique dont un première C et un première D du Lycée Moderne Ampefiloha. Ce travail nous a permis de savoir que : les élèves confondent les notions de l'énergie, force, et puissance. L'association de l'électricité et l'énergie, le mouvement et l'énergie entraîne une des fausses représentations chez les élèves. Beaucoup d'élèves pensent aussi qu'on peut produire ou créer de l'énergie. Tous ceci nous ont permis de connaître les ingrédients, les contenus qu'il faut enseigner pour éradiquer ces fausses représentations.

Dans quelle classe doit-on commencer l'enseignement/apprentissage de l'énergie ici à Madagascar ?

Nombre de page : 83

Nombre de tableau : 9

Nombre de figure : 18

Mots clés : représentation, énergie, source, forme, transformation, puissance

Directeur de mémoire : Pr RAZAFIMBELO Judith, Professeur Titulaire