



ECOLE NORMALE SUPERIEURE

DEPARTEMENT DE FORMATION INITIALE SCIENTIFIQUE
CENTRE D'ETUDE ET DE RECHERCHE

PHYSIQUE-CHIMIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR L'OBTENTION
DU CERTIFICAT D'APTITUDE PEDAGOGIQUE DE L'ECOLE NORMALE (C.A.P.E.N)

N° d'ordre : 339

**LES APPORTS DES SIMULATIONS DANS
L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES
PHYSIQUES AU LYCEE**

Soutenu le : Mardi 16 Décembre 2014

Présenté par : RANDRIANIANJA Rantoniaina

Président du Jury: Dr RANDRIANANDRAINA Faneva PhD_Maître de Conférences

Juges : Dr RASOLONDRAMANITRA PhD_Maître de Conférences
Mme RAHARIJAONINA Parsonnette, Assistante de recherche

Rapporteur : Dr RATOMPOMALALA Harinosy, Maître de conférences

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier d'abord notre seigneur, le **Dieu** tout puissant, qui m'a permis de réaliser ce travail

Le présent mémoire n'a pu aboutir sans la contribution de nombreuses personnes que je tiens à particulièrement remercier. Elles n'ont ménagé ni leurs temps ni leur savoir dans sa réalisation. Ce travail possède les empreintes les touches personnelles de :

- Monsieur RANDRIANANDRAIANA Faneva Ph.D, Maître de Conférences, Président du mémoire, un esprit juste, qui honore de sa personne la soutenance de ce travail en acceptant de la présider, et en apportant les remarques appropriées nécessaires pour l'amélioration du mémoire. Daignez accepter Monsieur mes profonds respects.
- Mr RASOLONDRAMANITRA Henri, Ph. D. Maître de conférences, et Mme RAHARIJAONA Parsonnette, Assistante de recherche, qui malgré leurs nombreuses responsabilités, ont accepté avec une extrême gentillesse et beaucoup de générosité de siéger parmi les membres de jury de ce mémoire.
- Je remercie Mme RATOMPOMALALA Harinosy, Maître de conférences de l'Ecole Normale Supérieure d'Antananarivo qui a accepté de diriger ce travail, malgré leur multiple obligation. Je leur suis très reconnaissant du temps et de l'attention qu'elle a bien voulu me consacrer. Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.
- Je remercie tout particulièrement Dr RAVELONIRINA H Sammy, Maître de Conférences m'a beaucoup aidé durant mes études et la réalisation de ce travail. J'ai pu bénéficier de leur aide scientifique valeureuse, de leurs nombreux conseils, de leur confiance.
- Les lycéens de la classe de seconde 15, 13 et 2 du Lycée d'Andohalo Antananarivo ; TD6, TD4, PA4 et de seconde 5 et 3 du Lycée Moderne d'Ampefiloha ainsi que les enseignants de ces classes. Ils m'ont convié à profiter de leur compagnie et de leur collaboration aussi enrichissante qu'agréables et dont je garde le meilleur souvenir. Qu'ils reçoivent les marques de ma plus profonde reconnaissance.
- Je remercie enfin mes parents, ma famille et mes amis et surtout la promotion Taratra pour leurs soutiens moraux et leurs encouragements toutes aux longs de la réalisation de ce mémoire.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
PREMIERE PARTIE : Notions théoriques sur les méthodes, styles et démarches utilisés dans l'enseignement	3
1. Démarches utilisées dans l'enseignement	4
1.1. Qu'est-ce qu'une démarche ?.....	4
1.2. Quelques démarches utilisées dans l'enseignement.	4
2. Méthodes d'enseignement	6
2.1. Qu'est-ce qu'une méthode d'enseignement?	7
2.2. Quelques méthodes d'enseignement par les chercheurs	7
2.3. Relation entre démarche et méthode d'enseignement.....	9
3. La stratégie d'enseignement :	10
3.1. Qu'est-ce qu'une stratégie d'enseigement?	10
3.2. Quelques stratégies d'enseignement	11
4. Style d'enseignement	12
4.1 Qu'est-ce que le style d'enseignement ?	12
4.2 La grille des quatre styles d'enseignement selon There et Willemart en 1983 :.....	12
5. Les différentes manières d'enseigner les sciences physiques	15
5.1. Enseignement des sciences physiques d'une manière théorique.....	15
5.2. Enseignement des sciences physiques en se basant sur des expériences	16
6. La représentation	17
6.1. Définition	17
6.2. Origine des représentations	17
6.3. Mécanisme de l'élaboration d'une représentation chez l'élève	18
6.4. Les caractéristiques des représentations.....	19
6.5. Enseignement avec la simulation	20
DEUXIEME PARTIE : Résultats des recherches et discussions	24
1. Méthodologie :.....	25
1.1. Ce qui a été constaté pendant le stage en responsabilité	25
1.2. L'expérimentation	28
1.3. Les questionnaires	31
1.4. Les entretiens.....	32
2. Résultats et interprétations des questionnaires « élève »	33
2.1 Les élèves et les ordinateurs	33
2.2 Expérimentations et interprétation des évaluations (Questionnaire après expérimentation)	44
1. Définition	46

2. Lois de conservation	47
3. Les 3 types de radioactivités.....	47
3.1 La radioactivité α	47
3.2 La radioactivité $\beta -$	47
3.3 La radioactivité $\beta +$	48
4. Lois de décroissance radioactive.....	48
1. Définition	51
2. Lois de conservation	52
3. Les 3 types de radioactivités.....	52
3.1 La radioactivité α	52
3.2 La radioactivité $\beta -$	52
3.3 La radioactivité $\beta +$	52
4. Lois de décroissance radioactive.....	53
3. Résultats et interprétation des entretiens avec les enseignants	73
3.1. Les avantages de l'utilisation de la simulation selon les enseignants	74
3.2. Les inconvénients de l'utilisation de la simulation	74
3.3. Comparaison de l'expérience avec la simulation selon les enseignants	74
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	76
BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE	78
ANNEXES.....	80
ANNEXE 1- Les Questionnaire pour les élèves	80
ANNEXE 2 - Grille d'observation et d'entretien pour l'enseignant de physique chimie de la classe	94

Liste des tableaux

Tableau 1 : Relation entre démarche et méthode d'enseignement.....	10
Tableau 1 : Répartition des élèves pour les deux expérimentations :	30
Tableau 2 : Fréquences d'utilisation d'un ordinateur par les élèves qui en possèdent	34
Tableau 3 : Compétence des élèves en informatique de base (N=329 élèves)	36
Tableau 5 : Raison pour lesquelles les élèves utilisent un ordinateur (N=187 élèves)	38
Tableau 6 : Utilisation des logiciel de traitement des textes (N=329) :	39
Tableau 7 : Utilisation d'un ordinateur en classe et à la maison pour apprendre les sciences physiques	40
Tableau 8 : Pourcentage d »élèves ayant déjà utilisé un ordinateur en classe pour l'apprentissage	40
Tableau 9 : Fiche de préparation d'in enseignement d'une manière théorique:	45
Tableau 10 : Fiche de préparation d'enseignement avec une simulation	51
Tableau 12 : Fiche de préparation de l'expérimentation 2: groupe expérience	65

INTRODUCTION GENERALE

La physique et la chimie font partie des sciences expérimentales. L’enseignement de cette discipline devrait donc comporter des activités autres que de la théorie. En effet, il existe une grande différence entre l’enseignement avec des matériels didactiques et l’enseignement sans matériels. Plus on utilise des matériels, plus les leçons semblent claires pour les étudiants.

Il existe deux types de matériels didactiques pouvant servir dans la réalisation d’expériences : les matériels qui servent dans la réalisation des expériences réelles, comme par exemple l’ampèremètre, le tube de Newton, ainsi que les produits chimiques... et les outils numériques utilisant les TIC tels les didacticiels, les simulations.

Pour atteindre les objectifs de l’enseignement des sciences physiques, il faudrait réaliser des expériences, alors que la plupart des lycées à Madagascar ne possèdent ni matériel expérimental, ni produits. Certains n’ont même pas de laboratoire, d’autres en ont mais ne l’utilisent presque pas. Mais comme pratiquement tous les lycées commencent à posséder du matériel informatique, des enseignants de sciences physiques cherchent actuellement à renforcer et développer leur enseignement en suivant le progrès technologique, par l’utilisation des simulations.

Selon Infrout (1981), « la simulation est la production artificielle de fonction ou d’un appareil, d’une machine, d’un système à l’aide d’une maquette ou d’un programme informatique afin d’étudier une démonstration, ou une explication ou encore une vérification expérimentale ».

Dans l’industrie, les techniques de simulation permettent de prévoir le comportement de systèmes physiques complexes (ippon¹, avion, fusée, centrale nucléaire, électronique) ou théorique (programme, équation de la physique, modèle économique, expérience) sans qu’il soit nécessaire de disposer, dans un premier temps d’un système réel. (Infrout, 1981).

Dans le domaine de l’enseignement, la simulation permet de concrétiser des expériences qui sont difficilement réalisables, voire irréalisables au laboratoire. Ceci peut concerner la structure particulière de la matière, les champs (gravitationnel, magnétique, électrostatique) ou l’astronomie etc. La simulation sert à compléter et aider à la réalisation des travaux pratiques. Par exemple, si on veut étudier le mouvement d’une

¹ pon

particule chargée dans un champ magnétique, on peut procéder par des simulations étant donné que les matériels pour réaliser cette expérience n'existent pas dans les lycées.

Au cours de notre stage, nous avons utilisé des simulations² pour enseigner la physique chimie et fait des évaluations concernant l'acquisition des connaissances chez nos élèves, et enfin, essayé d'interpréter les résultats de ce que nous avons évalué.

D'après notre analyse, l'enseignement des sciences physiques en utilisant les simulations n'a pas été compris par tous nos élèves. Ceci nous a conduit à formuler la problématique suivante : « l'utilisation des simulations est-elle bénéfique pour l'enseignement de la physique chimie? »

Plus précisément, notre étude a donc pour but de répondre aux questions suivantes : quelles sont les avantages et les inconvénients de la simulation dans l'enseignement des sciences physiques ? Dans quelles mesures une simulation peut-elle remplacer une expérience ?

Pour répondre à ces questions, nous avons divisé ce travail en deux grandes parties. D'abord, nous avons réalisé une recherche bibliographique concernant les notions théoriques : les méthodes, les styles d'enseignement, ainsi que les différentes manières d'enseigner les sciences physiques avec des expériences ou des simulations. Dans la deuxième partie, nous présenterons les recherches que nous avons faites concernant l'enseignement des sciences physiques en utilisant la simulation ou les matériels didactiques. Les données recueillies au cours des enquêtes seront par la suite analysées et interprétées.

Dans la conclusion, nous exposerons notre point de vue ainsi que nos suggestions concernant l'utilisation des simulations pour l'enseignement des sciences physiques.

² Oxydo-réductions première C lycée Andohalo Antananarivo,2013

PREMIERE PARTIE : Notions théoriques sur les méthodes, styles et démarches utilisés dans l'enseignement

Cette partie est la synthèse des analyses bibliographiques que nous avons réalisées dans le domaine de l'enseignement et de la simulation. Nous présenterons en premier lieu quelques notions théoriques sur les méthodes, styles et démarches d'enseignement. Puis, en deuxième lieu, nous traiterons les différentes manières d'enseigner la physique chimie

1. Démarches utilisées dans l'enseignement

Pour atteindre son but, l'enseignant doit utiliser certaines méthodes et démarches selon son propre style.

1.1. Qu'est-ce qu'une démarche ?

Une démarche d'enseignement est un chemin que les enseignants doivent suivre pour atteindre leurs objectifs. Selon Gaie et Scheffer (1995), démarche « ...veut dire de partant à un point pour aller à un autre en modifiant »

1.2. Quelques démarches utilisées dans l'enseignement.

Il existe plusieurs manières de conduire une action et de progression vers un but [1] :

- La démarche déductive ;
- La démarche inductive ;
- La démarche dialectique.

Nous parlerons aussi de la démarche expérimentale, privilégiée dans l'enseignement des sciences physiques.

1.2.1. La démarche déductive :

La démarche déductive est un moyen de démonstration qui part du cas général pour aller aux détails. Le professeur présente d'abord une loi, puis propose des exercices d'application de cette loi, afin de renforcer la mémorisation des élèves et la compréhension de la leçon.

Une modalité particulière de la pensée déductive est l'évaluation réflexive : évaluation dans laquelle le sujet intègre le point de vue d'autrui, dans son propre travail pour le modifier. Sur le plan pédagogique, la méthode déductive est l'application ou l'exploitation d'une synthèse, d'une règle générale pour résoudre un problème particulier.

1.2.2. La démarche inductive

Cette démarche part du cas particulier vers le cas général, contrairement à la démarche précédente. Le professeur propose d'étudier des exemples particuliers, à partir desquels les élèves vont « reconstituer » une loi. Cette démarche favorise l'apprentissage de l'autonomie et la responsabilité par l'apprenant. A notre avis, la démarche inductive est celle préconisée par Voisin, (1928), dans la préface de son cours de physique de la classe de seconde: « L'expérience avant toute chose. Dans l'étude d'un sujet quelconque, nous faisons parler l'expérience avant toute chose. » Ici l'auteur

insiste sur le fait que les apprenants doivent donc faire des expériences à partir lesquelles ils vont tirer des conclusions ainsi que leurs leçons.

Elle est associée à la méthode de découverte et la méthode active qui est basée sur le fait que partant d'un cas particulier pour découvrir le cas général, du réel à l'abstrait.

1.2.3. La démarche dialectique

La démarche dialectique consiste à confronter les différents aspects d'une même loi appliquée dans des contextes. La confrontation de ces différents aspects permet à l'apprenant de construire son savoir sur le thème étudié en pesant le pour et le contre. Elle consiste à mettre des connaissances en contradiction les unes par rapport aux autres, en comparant différents systèmes, en analysant des discours différents ou contradictoires pour formuler finalement des principes, des lois et des règles générales.

Prenons l'exemple du thème «champ gravitationnel » étudié en mécanique, dans la classe de première. Le professeur demande aux élèves de comparer le champ gravitationnel terrestre et le champ gravitationnel lunaire. Sur la lune, $g=1,7 \text{ N/kg}$ et sur la terre on a $g=9.81 \text{ N/kg}$. Les élèves trouvent que ces valeurs de g sont différentes. Le professeur demande alors aux élèves ou aux groupes d'élèves d'identifier les facteurs qui modifient la valeur de g .

La méthode dialectique fait découvrir à l'apprenant des connaissances en observant, en analysant, en comparant des faits, des phénomènes multiples pour en tirer ce qu'ils ont en commun si on fait abstraction de ce qui les distingue ou les différencie.

1.2.4. La démarche expérimentale

Il existe une démarche spécifique pour l'enseignement de sciences physiques qui est la démarche expérimentale, qui découle de la démarche scientifique.

a. Démarches scientifiques

Le chercheur, le simple individu est face à quelque chose qui l'intrigue, qui l'interpelle ou le préoccupe. Il constate un décalage entre le réel, du moins tel qu'il le perçoit, et l'idée qu'il s'en fait. La situation devient insatisfaisante, il a envie de savoir. Trois principaux moments forts sont présents en permanence quand on réalise une démarche scientifique pour répondre à un besoin.

- une question,
- une hypothèse,

- une argumentation.

C'est dans ce dernier cadre qu'interviennent les expériences. L'une de ces démarches scientifiques est la démarche expérimentale.

b. démarche expérimentale

Selon Claude Bernard (1865) « La démarche expérimentale, considérée en elle-même, n'est rien d'autre qu'un raisonnement à l'aide duquel nous soumettons méthodiquement nos idées à l'expérience des faits. » c'est une tentative de réponse à une question.

- on Observe, O,
- on émet une Hypothèse, H,
- on fait une Expérience, E,
- on donne un ou plusieurs Résultats, R,
- on Interprète, I,
- on Conclut, C.

Observations, mesures, enregistrements de données, modélisations font partie de la démarche expérimentale. L'important est de pouvoir faire émerger des éléments observables ou quantifiables, de les confronter à des hypothèses, de pouvoir maîtriser la démarche pour éventuellement la reproduire et de pouvoir discuter les résultats. C'est une démarche scientifique : l'argumentation se fait pendant l'expérimentation, la recherche de résultats, l'interprétation, et la conclusion.

La démarche expérimentale n'est pas la seule démarche dite "scientifique". Cette expérience n'est pas toujours réalisable ; certains objets, comme les étoiles, sont trop lointains et par là inaccessibles. Parfois l'expérimentation n'est pas souhaitable, elle irait à l'encontre de questions éthiques.

Les démarches scientifiques sont souvent associées avec la méthode déductive et la méthode dialectique.

2. Méthodes d'enseignement

Une méthode d'enseignement décrit les moyens, adoptés par l'enseignant pour favoriser l'apprentissage.

2.1. Qu'est-ce qu'une méthode d'enseignement?

Avant de répondre à cette question, considérons d'abord la définition d'une méthode en général. Une méthode est un chemin, une voie, une route, un cheminement à suivre pour atteindre un but, un objectif.³

Une méthode d'enseignement est une façon d'organiser une activité d'enseignement dans le but de faire faire des apprentissages aux élèves. De son côté, Rousselot, P. (1998) dit de la méthode qu'elle est « le chemin le plus droit et le plus sûr pour arriver à découvrir la vérité ou à la communiquer lorsqu'elle est découverte ».

Les méthodes sont alors un ensemble de démarches formalisées et appliquées selon des principes définis pour acquérir un ensemble de savoirs conformes à des objectifs pédagogiques.

2.2. Quelques méthodes d'enseignement par les chercheurs

Il existe cinq méthodes d'enseignement selon Compaore (2008) :

- La méthode magistrale ou expositive ;
- La méthode analogique
- La méthode démonstrative
- La méthode interrogative.
- La méthode par découverte

Mais Van der Maren(1996) [3] cite aussi une démarche dite expérientielle.

2.2.1. La méthode expositive ou magistrale

C'est la méthode la plus ancienne. Il suffit d'enseigner pour que l'élève apprenne. L'élève doit faire preuve de volonté pour apprendre. Pendant la séance d'apprentissage, les élèves écoutent, suivent le cours, prennent des notes et essaient de les comprendre. L'enseignant quant à lui prend toute la parole le long du processus d'apprentissage. Les apprenants n'interrompent presque jamais l'enseignant et rares sont les questions qu'ils posent. L'interaction entre élèves et professeurs n'est pas privilégiée dans une telle démarche. Cette méthode est souvent rencontrée dans un cours magistral ou dans une audience. (Laetitia 2004). Elle est caractérisée par son autoritarisme, son formalisme. Elle est centrée sur l'enseignant. Ce dernier est l'acteur principal lors de l'apprentissage. Dans cette méthode, la mémoire de l'apprenant est amplement sollicitée

³ Puren, C. (1988): Histoire des méthodologies de l'enseignement des langues, Paris, Nathan-Clé International, Col. DLE.

Pour retenir ce qui est magistralement exposé. Cette méthode est facile d'emploi et présente les avantages suivants : pas de perte de temps, respect des programmes, des élèves disciplinés et silencieux en présence de l'enseignant. Elle peut être utilisée dans ce que nous appellerons un « enseignement théorique » : c'est un enseignement où les élèves ne voient aucune expérience et ne font pas de travaux pratiques, car ici l'enseignant qui utilise cette méthode estime que les élèves doivent le croire sur parole.

2.2.2. La méthode analogique

L'analogie permet de poser un contexte familier aux apprenants à partir duquel ils peuvent poser des questions, elle permet de transposer à un nouveau contexte, une solution déjà connue. Le principe est de remplacer une idée ou un concept complexe et inconnu par un fait connu et simple qui l'illustre.⁴ Par exemple, lorsqu'un enseignant en physique chimie souhaite faire comprendre à ses élèves le concept de « solution » (cible), il transpose point par point une connaissance de la vie quotidienne (source). Exemple le ‘thé sucré’ pour la dissolution et le ‘jus’ pour la dilution. Les élèves comprennent que l'eau est un solvant.

2.2.3. La méthode démonstrative

Elle consiste à assurer l'acquisition d'un savoir-faire technique et procédural de l'apprenant. L'enseignant détermine un chemin pédagogique : il fait une démonstration puis il demande aux apprenants de reformuler ou de reproduire ce qu'il avait fait, pour déterminer leurs degrés de compréhension. Dans ce sens, c'est donc aussi un apprentissage par imitation. (Grégoire. 2008).

2.2.4. La méthode interrogative ou maïeutique

L'apprenant est reconnu comme possédant des éléments de connaissance ou de représentation du contenu à acquérir. A l'aide d'un questionnement approprié, l'enseignant permet à l'apprenant de construire ses connaissances par lui-même ou de faire des liens et de donner du sens à ces éléments épars. Un élève ou un groupe d'élèves est incité à formuler ce qu'il sait, ce qu'il pense, ce qu'il se représente en réponse aux questions. Cette méthode est donc basée sur le fait que les apprenants construisent leur savoir à l'aide des questions posées par les enseignants (Compaore, 2008).[4]

Prenons un exemple : pour entamer le chapitre sur la condition d'équilibre d'un solide soumis à des forces en classe de seconde, le maître place un corps sur une table et pose de question : Quelles sont les forces qui s'exercent sur le corps ? Et à partir des réponses obtenues, il aide les élèves à reconstruire la première loi de Newton.

⁴ <http://www.foods-spirits.net>

2.2.5. La méthode expérimentuelle

Elle est centrée sur l'apprenant. L'apprentissage expérimentiel vise le processus (le savoir-faire) autant que le produit (les connaissances). L'enseignant organise une expérience que les élèves doivent réaliser, et qui fait appel à des activités réelles à l'intérieur ou à l'extérieur de la salle de classe. Ceci implique une réflexion personnelle des élèves. L'apprentissage est inductif et les acquis peuvent s'appliquer dans d'autres contextes.

Exemples d'activités liées à la méthode expérimentuelle: excursions ; expériences ; jeux de rôles ; sondages ; observations sur le champ - simulation ; visualisation.

2.2.6. La méthode par la découverte

Dans cette méthode l'enseignant tient compte des représentations des élèves, et considère que toutes les connaissances sont le résultat de l'activité des élèves, car, selon Grandiere et al. (1985) [5] : « tout apprentissage exige une activité authentique des élèves . L'enseignant organise des situations nouvelles et inconnues pour l'élève ; il crée des activités qui vont permettre à ce dernier de dégager des connaissances nouvelles. L'enseignant utilise les essais, les erreurs et le tâtonnement des élèves au cours de leurs apprentissages. Il mobilise l'expérience personnelle de l'apprenant ou celle d'un groupe d'élèves pour apprécier la situation et résoudre le problème avec leurs moyens.

L'apprentissage par les pairs et le travail par groupe sont favorisés.

L'enseignant peut aussi organiser un voyage d'étude ou une visite d'usine, les élèves vont découvrir des nouvelles connaissances, les confronter avec la théorie en discutant entre eux surtout lors d'élaboration d'un compte rendu. L'apprenant est donc l'acteur principal de l'apprentissage, l'enseignant n'est là que pour le guider : le maître n'est plus un dispensateur de connaissances, son rôle est de conduire, de guider les apprenants pour trouver ces connaissances

Cette méthode peut être associée à la méthode expérimentelle précédente. Elle est très intéressante pour l'enseignement des sciences physiques en utilisant une simulation numérique ou une expérience réelle.

2.3. Relation entre démarche et méthode d'enseignement

Nous avons cherché à associer les démarches et les méthodes d'enseignement correspondantes et avons consigné les résultats dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Relation entre démarche et méthode d'enseignement

Méthode	Démarche Dém	Inductive	Déductive	Dialectique	Expérimentale
Magistrale	+	-	-	-	-
Analogique	-	-	+	-	-
Démonstrative	+	+	-	-	+
Interrogative	-	+	+	-	-
Découverte	+	-	+	+	+
Expérimentuelle	+	+	-	-	+
	non associé				

Légende : + : associé - :

(Source : RANDRIANIANJA Rantoniaina)

Ce tableau montre que :

- Dans une séquence d'enseignement, si l'enseignant choisit la méthode magistrale, la démarche d'enseignement qu'il peut associer est l'inductive mais non pour déductive, dialectique et expérimentelle.
- La méthode analogique peut s'associer avec la démarche dialectique tout simplement.
- Pour les méthodes démonstrative et expérimentuelle, elles peuvent joindre trois différentes démarches telle que l'inductive, déductive et expérimentelle.
- La méthode interrogative peut être associée avec les démarches dialectique et déductive.
- Et la méthode découverte peut s'unir avec les démarches inductive, déductive et expérimentale.

Comme l'enseignement des sciences physiques dépend des expériences alors la méthode par découverte est l'une des meilleures pour l'enseignement des sciences physiques.

3. La stratégie d'enseignement :

Il est souvent question de stratégie dans les milieux éducatifs.

3.1. Qu'est-ce qu'une stratégie d'enseignement?

Selon le dictionnaire Larousse : la stratégie est l'art de combiner des actions. Elaborer une stratégie c'est concevoir et coordonner des activités d'enseignement (cours, TD, TP) en s'appuyant sur des démarches et des méthodes afin de faciliter les apprentissages de l'élève.

Le choix des activités et de la manière de les réaliser (configuration de la classe, approches...), et donc d'une stratégie appropriée à une situation donnée dépend de plusieurs paramètres, notamment du milieu d'enseignement, de l'objectif de l'apprentissage.

Ainsi, selon le contexte pédagogique, on pourra par exemple choisir une configuration des apprenants : enseignement individualisé ou répartition en groupes (grands ou petits groupes). On peut aussi choisir d'autres approches : l'enseignement par la résolution de situation- problèmes, l'approche par projets.

3.2. Quelques stratégies d'enseignement

Parmi les stratégies citées par les auteurs figurent l'apprentissage coopératif, l'apprentissage par problèmes, l'approche par projets ; le débat de classe, l'enseignement par les pairs, des études de cas, l'exposé oral interactif.

3.2.1. L'apprentissage coopératif :

Dans un premier temps, l'enseignant constitue des groupes dont le nombre des membres ne dépasse pas cinq élèves. Une fois que le groupe est formé, le rôle de chaque membre peut varier en fonction de l'objectif de l'enseignement. L'enseignant contrôle si chaque membre de l'équipe assume bien ses responsabilités et fait un suivi régulier au cours du travail.⁵

3.2.2. L'apprentissage par problème

Dans une telle stratégie, l'enseignant présente d'abord un problème qui se base sur la réalité et qui fait appel à plusieurs compétences afin de déclencher la motivation des élèves. Il sollicite ensuite l'élève dans la résolution de ce problème en les guidant.

3.2.3. L'apprentissage par projet :

On donnera à un élève ou un groupe d'élèves l'opportunité d'organiser une visite d'usine, une exposition, et l'enseignant jouera le rôle d'encadreur et de guide.

Cette approche est donc liée à la méthode de la découverte, et est centrée sur l'apprenant ; le style d'enseignement est incitatif.

Cette stratégie novatrice doit prendre en compte en même temps les besoins et les intérêts des élèves, ainsi que les contenus du programme d'enseignement. Elle est constituée par plusieurs étapes : la prospection ou les enquêtes préalables, et la réalisation qui se fait en quatre temps : l'exploration, le recueil de données, l'organisation des informations, l'analyse des informations et la présentation de la conclusion ou des résultats.

3.2.4. Le débat de classe :

L'enseignant fait en sorte que tous les élèves prennent parole, et exposent leurs opinions, soient capables de confronter leurs point de vue. Ainsi les élèves pourront comprendre un sujet sur lequel ils ne pourront pas réfléchir tout seul.

.⁵ LASNIER, F. (2000). *Réussir la formation par compétences*. Montréal: Guérin éditeur Itée, p. 406 à 437.

L'enseignant est responsable du bon déroulement de débats, il peut laisser libre la discussion ou bien ordonner la prise de paroles. Il doit éviter l'impartialité et la non directivité dans la discussion.⁶

3.2.5. Exposé oral interactif de l'enseignant :

L'enseignant donne d'abord les généralités sur le contenu de cours, ensuite il explique celui-ci de façon claire et précise. Il peut utiliser un support visuel pour les illustrations. Après son exposé il doit faire en sorte que les élèves posent des questions pour s'assurer qu'ils ont compris. Enfin il fait une évaluation « formative ».

4. Style d'enseignement

Chaque enseignant a son propre style d'enseignement.

4.1 Qu'est-ce que le style d'enseignement ?

D'une manière générale, le style peut se définir comme « une manière personnelle d'agir ou de se comporter. (Robert .1990) [6] ; Le style d'enseignement se rapporte à la manière personnelle d'établir la relation avec les élèves, de gérer une classe ou un groupe d'apprentissage, sans préjuger des méthodes ou des techniques mises en œuvre (stratégies). C'est une manière particulière d'organiser la relation enseignant-enseigné - contenu dans une situation d'apprentissage;

Le style d'enseignement est donc une manière d'enseigner qui montre la personnalité d'un enseignant. Selon Therer-Willemart (1983), le style d'enseignement se rapporte à la manière d'établir la relation entre l'enseignant et les apprenants pendant l'enseignement avec la matière qu'il enseigne, il est alors le terrain où se rencontrent la relation enseignant-enseigné et le mode d'acquisition des apprenants avec l'enseignant, dans une situation d'apprentissage. Il n'existe pas un style idéal d'enseignement qu'il faudrait maîtriser, mais des styles relativement adéquats en fonction de diverses variables individuelles ou institutionnelles.

4.2 La grille des quatre styles d'enseignement selon There et Willemart en 1983 :

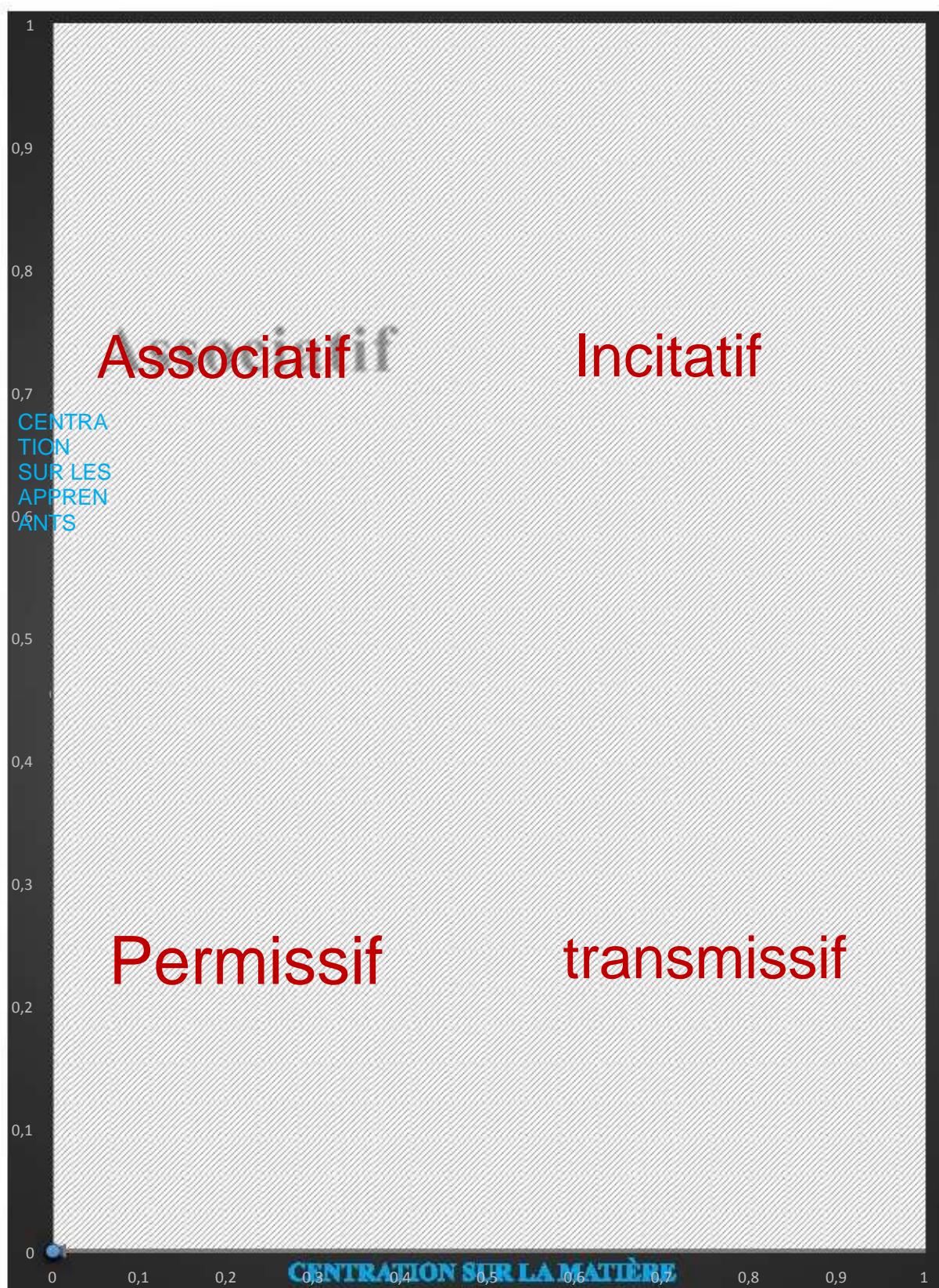
En s'inspirant librement des travaux de Blake et Mouton S (1964) [8] en matière de management, Therer et Willemart ont identifié quatre styles d'enseignement représentatifs des pratiques pédagogiques observables. Ils ont été constitués en considérant l'attitude de l'enseignant selon l'intérêt ou le degré d'importance qu'il accorde au contenu enseigné (l'enseignement est plus centré sur la matière) et ou à l'apprenant (l'enseignement est plus centré sur l'apprenant) :

⁶MURE, S. (2002). *Les ateliers philosophiques à travers le débat à l'école primaire*. Dossier professionnel, Académie de Poitiers
<http://pratiquesphilo.free.fr/contribu/mure/stephmure.zip>

- Style transmissif qui est centré sur la matière ;
- Style incitatif qui est centré à la fois sur la matière que sur l'apprenant ;
- Style associatif qui est plus centré sur les apprenants ;
- Style permissif qui est moins centré sur l'apprenant que sur la matière.

Ces styles peuvent être plus ou moins efficaces selon les modalités des interventions de l'enseignant.

Therer-Willemart représente ces styles sur une grille dont l'axe horizontal constitue le degré de centration sur la matière tandis que sur l'axe vertical, la centration sur l'apprenant.



4.1.1. Style transmissif

Pour le style transmissif dans la version plus efficace, l'enseignant fait toujours un exposé.

En plus, il annonce les objectifs, il prend des exemples, il concrétise.

Si l'enseignant expose, sans se soucier des élèves, l'apprentissage n'est pas efficace, car il se contente de dicter le maximum de connaissances sans contrôler la trace écrite des élèves. Son enseignement est centré sur les connaissances à maîtriser.

4.1.2. Style incitatif

L'enseignant laisse les élèves travailler. Ces derniers discutent entre eux pour confronter leur savoir. De ce fait, l'enseignant n'est qu'un guide et stimulateur. Il maîtrise parfaitement le contenu et sait l'exposer d'une manière claire. Il fait participer les élèves et pose des questions pendant l'apprentissage. Mais s'il n'exploite pas les réponses données par les élèves, ce style n'est pas efficace.

4.1.3. Style associatif

Il y a une forte collaboration entre l'enseignant et l'apprenant pour le partage de connaissances. L'enseignant joue le rôle de facilitateur et guide de l'apprenant.

Si l'enseignant n'intervient que lorsque les élèves commettent des erreurs, ce style n'est pas efficace.

4.1.4. Style permissif

L'enseignant réalise un cours magistral, mais il intervient très peu et ne répond pas aux sollicitations des élèves, qui écoutent et prennent des notes. Donc, l'enseignant donne des informations et les élèves exécutent. Il est faiblement centré sur la matière et sur l'apprenant.

5. Les différentes manières d'enseigner les sciences physiques

L'enseignement de la Physique Chimie ne doit pas être que de la théorie mais nécessite de faire des expériences réelles. Cependant, avec l'avènement des nouvelles technologies, les expériences peuvent être appuyées voire remplacées par des simulations.

5.1. Enseignement des sciences physiques d'une manière théorique

Une théorie est un ensemble cohérent et structuré de concepts, de règles, de principes et de lois construits par les scientifiques pour rendre compte de la réalité empirique. Elle est par nature hypothétique, révisable et tend à l'universalité (Robardet & Guillaud, 1997) [8]. Même si les sciences physiques sont des sciences expérimentales (Nicole, 1992) [9], des enseignants ici à Madagascar les enseignent d'une manière théorique étant donné l'insuffisance ou l'absence des matériels ainsi que des produits, mais aussi des laboratoires.

Même si l'enseignant enseigne les sciences expérimentales, les élèves doivent « croire » la théorie. Par exemple, les élèves doivent accepter en mécanique que la période d'un pendule pour les oscillations de faible amplitude ne dépend que de l'intensité locale de l'accélération de la pesanteur g^7 et de la longueur du pendule.

5.1.1. Rôle de l'enseignant

L'enseignant joue un rôle très important. Il doit donc avoir une compétence théorique bien structurée. Tout d'abord, l'enseignant doit choisir ce qu'il va enseigner à ses élèves. Ensuite il doit l'organiser de façon à ce que ce soit plus facile à apprendre. Enfin, il doit se fixer des objectifs pédagogiques à atteindre. C'est à lui aussi de choisir la méthode et le style lors du processus de l'enseignement.

5.1.2. Rôle de l'apprenant

L'apprenant est tenu d'accomplir différentes tâches dont celle d'acquérir des connaissances, de traiter l'information que l'enseignant veut lui communiquer. Il ne participe généralement pas pendant le cours, et apprend souvent par cœur ses leçons.

5.2. Enseignement des sciences physiques en se basant sur des expériences

Selon l'Encyclopédie universelle(1968), l'expérience en sciences est «une observation ou un essai ayant pour but d'établir ou de vérifier une loi, un principe ». Partant de cette définition, en physique on fait des expériences pour vérifier une loi ou pour remplacer une démonstration, pour découvrir un phénomène (mise en évidence), ou pour élaborer une formule.

L'enseignement des sciences physiques, comme l'indiquent les principes généraux de l'enseignement de la physique et de la chimie au collège et au lycée, repose sur la conduite d'expériences : « au travers de la démarche expérimentale, il doit former les esprits à la rigueur, à la méthode scientifique, à la critique, à l'honnêteté intellectuelle ». Ceci montre l'intérêt de réaliser des expériences dans le cadre des travaux pratiques, pour que les élèves puissent effectivement manipuler eux-mêmes. Les élèves peuvent alors construire leur propre savoir. La réalisation d'expériences favorise l'utilisation d'une méthode active.

5.2.1. Rôle de l'enseignant dans un enseignement se basant sur des expériences

L'enseignant tient le rôle de stimulus, et incite les élèves à s'impliquer dans les activités réalisées en classe. Ces activités proposées ne doivent pas amener l'apprenant au découragement,

⁷ Champ gravitationnel

mais à évoluer dans son cheminement de connaissances. De plus, l'enseignant doit vérifier la compréhension de ses élèves et diriger l'expérience.

L'enseignant doit savoir comment il peut transformer son savoir en savoir à enseigner. Il doit savoir ce que c'est la transposition didactique.

Rôle de l'apprenant dans un enseignement se basant sur des expériences

Il est un être actif, libre et responsable qui construit son propre apprentissage. L'expérience vise à développer l'esprit critique, et, par le fait même, stimule le développement cognitif tout en insistant sur la quête de connaissances. L'apprenant doit être capable d'analyser des situations réelles, d'anticiper les conséquences de ses actions, et d'évaluer leur efficacité (Gerney, 1993). La réalisation d'expériences apprend à l'étudiant à interpréter de façon autonome les résultats, à les communiquer et à en tirer une conclusion.

6. La représentation

Les apprenants arrivent souvent en classe avec des explications et des théories personnelles sur les phénomènes qu'ils observent dans leur vie de tous les jours. Ils possèdent déjà des conceptions qui influenceront leur apprentissage. Ces conceptions spontanées et ces connaissances antérieures doivent être considérées lors de la mise en place des simulations (Fleury, 1993).

6.1. Définition

Selon Meirieu, la représentation désigne la conception que le sujet a, à un moment donné, d'un objet ou d'un phénomène. Les conceptions se présentent comme un ensemble d'informations, d'attitudes et d'opinions, formant un système explicatif personnel, structuré et organisé ayant comme fonction principale l'appréhension du monde physique (Astolfi, Sanner et Giordan, 1994).

La représentation est aussi un ensemble d'images, qui sert de modèle explicatif sous-jacent qui est l'origine de ce que pensent, ce que disent, ce qu'écrivent, ce que dessinent les apprenants (Giordan .A, 1994). Elle n'est qu'une virtualité (Lavelle, 1992).

6.2. Origine des représentations

La réception d'un message, l'analyse d'un fait ne peuvent être effectuées par l'élève qu'à travers son propre système explicatif du monde. Dans le domaine de l'enseignement et apprentissage, contrairement à ce que l'on pensait autrefois, il semble se dégager un consensus au fait que l'élève n'arrive pas en classe l'esprit vierge de toute conception. Il a déjà des représentations mentales, souvent erronées, de ce qu'il doit étudier.

Une grande partie des recherches en didactique des disciplines portent sur les conceptions des élèves. C'est d'ailleurs grâce à ces recherches qu'on a pu identifier « le raisonnement causal linéaire » étudié par Laurence Viennot (1979), le raisonnement séquentiel (Closset, 1983), etc. Ces recherches sont à l'origine du développement actuel des didactiques.

6.3. Mécanisme de l'élaboration d'une représentation chez l'élève

Selon Giordan (1992) : «L'élaboration des concepts constitue une activité propre de l'apprenant où ce qu'il connaît déjà joue un rôle déterminant. C'est avec cette connaissance préalable qu'il va décoder l'information reçue et tentera de comprendre ce que le professeur attend de lui. »

L'enfant, dès ses premiers contacts avec la vie, se trouve confronté à un monde qui l'interroge. Il va rapidement chercher à répondre à ces questions, seul ou en interaction avec son entourage. L'adolescent et l'homme adulte continuent de la même manière à chercher des réponses aux questions que soulèvent leurs interactions avec le monde qui les entoure. Les réponses fournies, les descriptions de la nature qu'elles engendrent sont cependant basées sur un nombre restreint d'observations et ne contiennent pas d'interrogation explicite sur la limite de validité du savoir partiel ainsi construit que nous appellerons, à l'instar de Bachelard, « connaissance commune » ou « savoir commun ».

Ce genre de connaissance qui représente le plus souvent un écart par rapport au savoir institutionnel ou scientifique, est connu dans la littérature sous plusieurs appellations comme « raisonnement spontané », « conception », « préconception », « représentation préscientifique », « conception erronée », « micro conception ». En général, la préconception apparaîtra comme immature ou incomplète par rapport à la norme établie, alors qu'une conception erronée sera définie comme une conception fausse.

6.3.1. Caractéristique du savoir commun ou préconception

Ce savoir produit est incomplètement structuré et ne constitue pas un système entièrement cohérent. Il possède souvent une très grande stabilité mais est totalement implicite dans sa construction comme dans son fonctionnement. Il résulte enfin d'un processus de construction essentiellement individuel : c'est le savoir d'un individu, même si, comme le montre de très nombreuses études en didactique, on le retrouve chez de nombreux individus.

A l'opposé, le savoir scientifique ne résulte pas d'une construction individuelle. Il a été produit collectivement et historiquement. La connaissance scientifique est, autant que faire se peut, totalement explicite, elle est par essence questionnable, entièrement structurée et cohérente.

i.La connaissance commune reste dominante

De nombreuses études ont montré qu'après enseignement d'une matière, la connaissance commune reste souvent dominante. L'élève accueille dans un savoir possédant déjà certaines structures les connaissances qu'on veut lui apporter.

Le plus souvent l'enseignement échoue à modifier ces structures préexistantes. Les connaissances nouvelles sont seulement plaquées sur le savoir ancien sans le modifier. L'enseignement n'atteint qu'un succès immédiat : dès qu'on modifie les conditions qui furent celles de l'apprentissage, la connaissance commune réapparaît. Elle se transfère de préférence au savoir scientifique.

6.4. Les caractéristiques des représentations

Plusieurs résultats de recherche en didactique ont démontré que les conceptions ont des caractéristiques contextuelles, d'une ténacité, de la résistance, d'une transversalité, d'une cohabitation mentale et de caractère évolutif.

Les productions des élèves ne sont pas les conceptions des élèves, mais sont des réponses adaptées lorsque l'on place les élèves dans un contexte donné. Les conceptions dépendent donc de la situation dans laquelle l'apprenant se trouve placé. Les productions d'élèves pourront être significativement différentes d'un contexte à l'autre (La perrière-Tacusel, 1994).

6.4.1. Ténacité

Ces conceptions qui sont à l'origine des erreurs des élèves ne se définissent pas comme un manque de connaissances. Elles sont, au contraire, des connaissances relativement organisées (du moins par situation), dotées d'une certaine cohérence interne. Surtout, elles permettaient d'expliquer certains problèmes (particulièrement ceux du vécu quotidien).

6.4.2. Transversalité

Diverses représentations qui portent sur des notions sans lien apparent, peuvent apparaître, à l'analyse, comme points d'émergence d'un même obstacle et inversement l'apprentissage d'une seule notion scientifique nécessite le dépassement de plusieurs obstacles.

6.4.3. Cohabitation mentale

Des conceptions différentes cohabitent chez un même élève de façon indépendante les unes des autres, chacune permettant de résoudre une classe de problèmes spécifiques. Les élèves disposent fréquemment de deux systèmes explicatifs, permettant chacun de résoudre des problèmes dans un certain domaine de validité. L'un des systèmes est didactique (le savoir scolaire), l'autre est propre à l'élève (les conceptions). Chacun se trouve activé en fonction des situations ou des questions proposées. Le premier système explicatif sera mobilisé pour faire face aux situations scolaires, dès que l'élève ou l'étudiant reconnaît une situation canonique déjà rencontrée.

6.4.4. Caractère évolutif

La structure des connaissances en mémoire est en continu changement. Ce changement s'effectue en fonction des informations collectées par l'individu dans son environnement quotidien. Cet environnement intègre l'école, la famille, les pairs et les moyens d'informations audiovisuels. Donc, les connaissances des phénomènes et, par la suite, les conceptions ne sont pas statiques, elles sont en perpétuel changement.

6.4.5. La transposition didactique

La transposition didactique est un cadre général introduit par Chevallard, en 1991, pour étudier la transformation d'un "savoir savant" en un "savoir enseigné". Ce concept est présenté comme "un outil qui permet de prendre du recul, d'interroger les évidences, d'éroder les idées simples, de se déprendre de la familiarité de son objet d'étude". Il est utilisé pour analyser la prise en compte des concepts dans les choix du savoir à enseigner pour contrôler l'élaboration du savoir enseigné sur des "choix épistémologiques" affirmés (Tiberghien, 1989).

La désignation d'un savoir à enseigner est, dans le modèle de la transposition didactique, le choix d'une "noosphère",⁸ et la transformation de ce savoir à enseigner ainsi désigné, en un "objet d'enseignement" résulte d'un travail de construction didactique. On retrouve, dans le schéma ci-dessous, les deux étapes qui caractérisent la transposition d'un savoir savant en savoir enseigné.

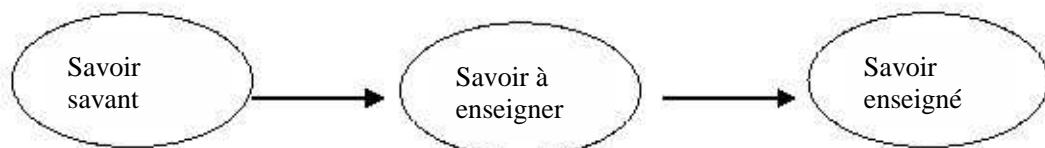


Fig.2 La transformation du savoir savant en savoir enseigné

6.5. Enseignement avec la simulation

Nous allons présenter ci-dessous l'enseignement des sciences entre la théorie et la réalité, les apports des simulations dans l'enseignement de sciences physiques et leurs limites:

6.5.1. Enseignement de sciences : entre la théorie et la réalité

L'enseignement des sciences physiques pose un problème au niveau du transfert entre les modèles théoriques et les manifestations physiques des phénomènes étudiés. Par exemple, les élèves

⁸ La « noosphère » se compose de l'organe politique qui rédige les programmes officiels, des enseignants, des universitaires, des auteurs de manuels, des inspecteurs, des didacticiens, des parents d'élèves... La noosphère cherche à rétablir l'équilibre, la compatibilité entre l'école et la société avec une double contrainte : le savoir enseigné doit être suffisamment proche du savoir savant et suffisamment éloigné du savoir des parents.

ne sauront pas décrire l'aspect microscopique de l'eau ou de la glace, alors que l'eau leur est familière. La simulation permet donc d'être l'intermédiaire entre les deux niveaux de compréhension (Richoux, Savelat et Beaufils, 2001), microscopique et macroscopique, en montrant les molécules dans l'eau ou dans un morceau de glace.

De plus, les sujets étudiés en sciences sont des systèmes dynamiques complexes. L'enseignement tend souvent à simplifier cette réalité et rend statiques des phénomènes dynamiques. Certains auteurs de simulations ont donc créé des contextes qui permettent d'explorer des systèmes dynamiques. Ainsi, la distance entre la réalité dynamique des systèmes et l'enseignement statique des écoles est significativement diminuée par l'utilisation de simulations.

6.5.2. Les apports de l'utilisation de simulations

L'utilisation des simulations apporte des changements à différents niveaux. Les rôles de l'élève et de l'enseignant se trouvent modifiés, mais le contexte dans lequel les simulations sont utilisées est aussi influencé. On cherche à intégrer les simulations dans le processus d'apprentissage de façon à ce qu'elles ne soient pas simplement accessoires et superflues.

a) Pour l'apprenant

L'apprenant est le premier bénéficiaire des simulations.

La simulation rend l'apprenant actif : un apprenant actif qui agit avec et sur l'objet d'apprentissage, apprend d'avantage efficacement qu'un apprenant simplement receveur d'informations (Roschelle, Pea, Hoadley, Gordin et Means, 2000).

Dans le cas d'une simulation où l'apprenant joue un rôle (observer et quelque fois manipuler l'ordinateur mais pas les matériels réels, puis construire ses connaissances à partir de ces observations), les résultats sont encore plus probants puisque les connaissances qu'il développe sont encore plus intégrées dans un contexte, rendant ainsi plus significatif l'apprentissage.

La simulation permet une rétroaction instantanée : « par exemple quand ils voient une animation en mécanique, ils sont intéressés et réagissent » ; la réalité des classes d'aujourd'hui ne permet pas toujours cette rétroaction instantanée. Plus souvent, l'élève se verra recevoir ses travaux corrigés un ou même plusieurs jours après les avoir exécutés, que ce soit des devoirs ou des examens.

La simulation multiplie les formes de représentation : elle permet d'établir des liens entre celles-ci. Les représentations non langagières sont très efficaces afin de favoriser l'apprentissage (Cholmsky, 2003). Les simulations sont donc très intéressantes puisqu'elles se présentent sous plusieurs formes très visuelles ; les représentations peuvent être des graphiques, des formules, des symboles (exemple : des circuits électriques). Plusieurs logiciels de simulations permettent

d'obtenir plus d'une représentation d'un concept à la fois et d'établir des liens entre ces représentations en représentant simultanément graphiques, formules, symboles et images. Par exemple les modèles moléculaires.

b) Pour l'enseignant

La simulation est un moyen qui donne plus de temps pour individualiser l'enseignement,: l'apprenant engagé dans un projet utilisant des simulations se verra souvent absorbé par sa tâche ou sera en discussion avec ses pairs pendant des périodes de temps appréciables. L'enseignant a alors plus de temps pour s'arrêter auprès d'un élève ou d'un groupe d'élèves et les accompagner au niveau de leurs besoins précis (Roschelle et al. 2000). L'enseignant n'est plus à faire un exposé magistral qui dure pratiquement toute la période, imposant à tous un même rythme d'apprentissage qui ne lui permet pas de s'attarder sur les difficultés particulières de certains élèves.

La simulation permet de «voir» la pensée de l'élève : la simulation se situe justement au niveau de la représentation, entre le modèle théorique et la réalité physique. Ainsi, elle est idéale pour percevoir la compréhension de l'apprenant. L'enseignant devient un guide.

6.5.3. Risques, enjeux et limites de l'usage de simulations et de modélisations

La crainte est parfois exprimée que l'utilisation de l'ordinateur en classe ne conduise les enseignants à délaisser l'étude du réel pour lui substituer un travail sur ordinateur basé sur l'emploi de simulations (Brezin 2007).

Apprendre avec un logiciel de simulation, c'est apprendre les règles du modèle qui permet de générer les événements simulés. Par nature, ce modèle résulte de choix du concepteur. Il y a donc le risque d'enseigner un modèle élémentaire décontextualisé. Par exemple, lors de l'utilisation des modèles moléculaires en chimie, les élèves peuvent le toucher. Si on utilise une simulation, ils ne voient que des images simplifiées plutôt qu'une réalité riche et complexe. Il y a également un risque de dérive : l'apprentissage de règles qui n'ont pas de sens lorsqu'elles sont employées en dehors du domaine de validité du modèle ou de points de vue idéologiques qui ont été introduits par le concepteur.

Une autre limite à l'usage de la simulation porte sur la question de l'implicite des codes employés pour construire les interfaces. Les images peuvent ne pas avoir la même signification pour le professeur qui connaît la sémiologie employée, et l'élève qui n'a pas nécessairement accès à cette sémiologie. L'usage de la simulation doit donc s'accompagner d'un travail de décodage car l'illusion qu'il suffit de donner à voir pour faire comprendre peut conduire à ce que les élèves interprètent mal les images qui leur sont proposées.

Il est important que le processus de construction des connaissances scientifiques soit vécu par les élèves comme une démarche fondée sur la confrontation argumentée d'idées que les scientifiques ont sur le monde avec les données qu'il est possible de recueillir. Imposer un « modèle solution » plutôt qu'un « modèle outil » conduirait à tomber dans le piège du dogmatisme.

Les sciences physiques font partie des sciences expérimentales. L'expérience tient une place très importante dans l'enseignement des sciences physiques.

L'expérience est au service de l'argumentation ; elle peut être le point de départ d'un cours de sciences physiques, ou un moyen de recherche/ou de vérification de lois. L'activité expérimentale est une partie importante du savoir-faire de notre discipline, elle fait appel à plusieurs compétences, par exemple : concevoir/suivre un protocole, communiquer/exploiter des résultats expérimentaux.

Apprendre avec un logiciel de simulation, c'est apprendre les règles du modèle qui permet de générer les événements simulés. Par nature, ce modèle résulte de choix du concepteur. Il y a donc le risque d'enseigner un modèle élémentaire décontextualisé. Par exemple, lors de l'utilisation des modèles moléculaires en chimie, les élèves peuvent le toucher. Si on utilise une simulation, ils ne voient que des images simplifiées plutôt qu'une réalité riche et complexe. Il y a également un risque de dérive : l'apprentissage de règles qui n'ont pas de sens lorsqu'elles sont employées en dehors du domaine de validité du modèle ou de points de vue idéologiques qui ont été introduits par le concepteur.

Une autre limite à l'usage de la simulation porte sur la question de l'implicite des codes employés pour construire les interfaces. Les images peuvent ne pas avoir la même signification pour le professeur qui connaît la sémiologie employée, et l'élève qui n'a pas nécessairement accès à cette sémiologie. L'usage de la simulation doit donc s'accompagner d'un travail de décodage car l'illusion qu'il suffit de donner à voir pour faire comprendre peut conduire à ce que les élèves interprètent mal les images qui leur sont proposées.

Il est important que le processus de construction des connaissances scientifiques soit vécu par les élèves comme une démarche fondée sur la confrontation argumentée d'idées que les scientifiques ont sur le monde avec les données qu'il est possible de recueillir. Imposer un « modèle solution » plutôt qu'un « modèle outil » conduirait à tomber dans le piège du dogmatisme.

DEUXIEME PARTIE : Résultats des recherches et discussions

Nous présenterons dans cette partie notre méthodologie, puis nos résultats et leurs interprétations.

1. Méthodologie :

Le travail réalisé au cours de ce mémoire comprend :

- Des constats préliminaires au cours du stage en responsabilité, qui nous ont amené à choisir notre sujet
- Des expérimentations en classe,
- Des enquêtes par questionnaire et entretiens auprès du public cible,

Les résultats obtenus au cours de ces enquêtes feront l'objet d'une analyse et d'une interprétation afin d'en déduire les apports de simulation dans l'enseignement de sciences physiques dans les classes secondaires

1.1. Ce qui a été constaté pendant le stage en responsabilité

Nous avons réalisé notre stage en responsabilité au lycée Andohalo Antananarivo, en tenant trois classes dont deux classes de première C et une classe de terminale D.

Infrastructure

Pendant notre stage en responsabilité (avant l'expérimentation proprement dite, nous avons pu constater que, sur le plan infrastructure, ce lycée possède des salles de classe assez spacieuses et présente relativement une bonne capacité d'accueil pour les élèves (une moyenne de quarante-cinq élèves par classe). Il possède aussi une salle informatique équipée par quinze ordinateurs.

Ce lycée a déjà travaillé avec l'EDUCMAD⁹, ce qui lui a permis d'avoir divers logiciels de simulations, mais ces logiciels n'ont pas été utilisés et sont actuellement non fonctionnels.

En ce qui concerne les Sciences Physiques, il faut dire que l'existence d'un laboratoire de physique constitue un certain avantage dans la mesure où certaines disciplines n'en disposent pas (aucun laboratoire de langue par exemple). Dans ce laboratoire, il existe plutôt des matériels pour réaliser des expériences en physique, tandis que les matériels pour l'expérimentation en chimie sont vraiment réduits. Au cours de notre stage, nous avons remarqué qu'il y avait quelques produits chimiques, mais ils sont actuellement périmés, ce qui présente des difficultés pour la réalisation d'expériences dans l'enseignement de la chimie (exemple l'oxydation ménagée pour les classes de première et terminale).

Ceci a été confirmé au cours de notre enquête auprès des élèves qui disent n'avoir effectué aucune expérience auparavant, ni en physique, ni en chimie.

⁹ Cite pour l'enseignement à Madagascar+

Même si le Lycée d'Andohalo est classé parmi les plus grands lycées de Madagascar, les matériels et outils nécessaires au bon fonctionnement de l'enseignement de la physique chimie entre autres, laissent quelque peu à désirer.

Déroulement du stage :

Pendant le stage en responsabilité, les étudiants vont par paires et sont encadrés par un enseignant titulaire, appelé « maître de stage ». Le contenu des leçons et la stratégie d'enseignement sont discutés avec le maître de stage avant la séance.

Les deux stagiaires enseignent la classe du maître de stage à tour de rôle. L'un prend la place d'un enseignant, tandis que l'autre fait une observation de classe avec le maître de stage et prend note des évènements les plus intéressants qui se produisent dans la salle de classe. Lors de la séance suivante, les deux stagiaires vont intervertir leur rôle.

L'observation de classe est fondamentale dans l'amélioration de l'enseignement en sciences physiques. Elle vise à critiquer la méthode et la stratégie adoptées au cours de la séance, et amènent les stagiaires à réfléchir sur les moyens d'améliorer leur enseignement.

A la fin de chaque séance, les stagiaires et le maître de stage se réunissent et mettent en commun leurs remarques, puis discutent afin d'améliorer les prestations des stagiaires et d'élaborer une nouvelle stratégie d'enseignement. Les discussions sont souvent en rapport avec la discipline, le contenu de l'enseignement, l'attitude et le comportement du stagiaire, le comportement des élèves pendant les activités et les résultats des évaluations formatives.

L'enseignement devant être centré sur les apprenants, il est important de recueillir les points de vue des élèves concernant l'enseignement. C'est pourquoi, à la fin de chaque séance et pendant les récréations ou bien dans les lieux hors du Lycée, nous avons posé des questions concernant notre enseignement à quelques élèves et discuté avec eux. En particulier, nous nous sommes intéressés à leur avis concernant l'enseignement par simulation et les simulations que nous avons déjà présentées.

Nous avons ensuite réuni et synthétisé les notes prises et les réponses données par les élèves puis nous avons essayé de les analyser en nous inspirant sur des différentes théories de la didactique des disciplines, de la psychologie et de la pédagogie.

Nous avons essayé de varier les stratégies utilisées au cours de notre stage, suivant le contenu enseigné et les matériels disponibles : après avoir discuté avec notre maître de stage, nous avons réalisé l'enseignement de certains chapitres d'une manière théorique ; d'autres chapitres ont été réalisés avec une expérience réelle, d'autres avec une expérience virtuelle (la simulation). Chaque séance d'enseignement a été accompagnée d'une évaluation formative.

A partir des résultats des évaluations formatives, nous avons pu constater que :

- Si nous utilisons une simulation au cours de l'enseignement, environ la moitié des élèves donnent des réponses correctes ;
- Si nous utilisons des matériels traditionnels (exemple : pendule simple), plus de la moitié donnent des réponses correctes

Au cours de notre stage en responsabilité, nous avons aussi fait des entretiens informels auprès des élèves, concernant les avantages et les inconvénients de l'utilisation d'une simulation dans l'enseignement des sciences physiques.

D'une part, la plupart des élèves ont déclaré qu'ils préfèrent la réalisation du cours avec des matériels modernes (simulation), ils sont alors plus motivés ; mais ils ont des difficultés pour les interpréter et regrettent de ne pas avoir manipulé individuellement. Quelques élèves disent qu'ils ont des problèmes de vue lors de la manipulation de l'ordinateur, ils ne veulent pas rester longtemps devant l'écran.

Pendant l'enseignement avec simulation, le stagiaire a fait une évaluation formative, il a interrogé oralement la classe. La majorité des élèves ont levé leurs doigts pour répondre, puis le stagiaire a désigné quelques élèves, qui ont trouvé la réponse exacte. Ceci confirme les déclarations des élèves, ils sont intéressés par l'enseignement avec simulation.

D'autre part, même si la simulation aide les élèves à comprendre le contenu de la leçon, ces derniers disent qu'ils ont quelquefois besoin d'expériences concrètes, car ils ont besoin de voir la réalité.

Actuellement, les enseignants ont tendance à remplacer les expériences par des simulations, étant donné l'insuffisance de moyens pour réaliser des expériences réelles. Cependant, au cours de notre stage, nous avons constaté que si l'enseignement est fait avec des expériences réelles, les élèves ont de meilleures notes aux évaluations par rapport à celles obtenues après un enseignement avec simulation. Pour contribuer à clarifier les avantages et les inconvénients de l'utilisation des

simulations pour l'enseignement, nous avons choisi de traiter le sujet intitulé « les apports des simulations dans l'enseignement de sciences physiques dans les lycées ».

1.2. L'expérimentation

L'expérimentation consiste à enseigner le même chapitre à deux groupes d'élèves différents de la même classe dans un même lycée. Les enseignants titulaires des classes ont souhaité ne pas intervenir durant l'expérimentation, nous avons donc enseigné nous-mêmes.

1.2.1. Déroulement de l'expérimentation

Avant l'expérimentation nous avons distribué des fiches d'enquête par questionnaire pour les élèves (cf. Annexe 1). L'objectif de ce questionnaire est de savoir si les élèves utilisent un ordinateur dans la vie quotidienne, de connaître leur point de vue concernant le degré de difficulté des sciences physiques et de savoir s'ils établissent un lien entre les sciences physiques et la vie quotidienne.

Pendant l'expérimentation, chaque classe étudiée a été divisée en deux groupes :

- Le premier groupe d'élève assiste l'enseignement avec la simulation
- Le deuxième groupe suit un cours pendant lequel l'enseignant fait une expérience (Expérimentation 1), ou un cours théorique (Expérimentation 2) comme l'indique le tableau (2) ci-dessous.

Après l'expérimentation nous avons distribué un questionnaire à deux parties : la première partie est constituée par une évaluation sur le chapitre traité pour comparer les acquis des élèves des deux groupes ; dans la deuxième partie, nous avons demandé leur avis sur l'enseignement réalisé (Cf. Annexe N°2).

L'enseignant titulaire désigne au hasard deux ou quatre élèves de chaque classe pour assister à la fois à l'enseignement avec la simulation et à l'enseignement avec expérience (ou théorique).

Ces élèves feront l'objet d'un entretien en essayant d'expliquer oralement leur façon de voir vis-à-vis de l'enseignement avec simulation et l'enseignement avec expérience ou leur point de vue vis-à-vis de l'enseignement théorique et l'enseignement avec simulation.

. Pendant que nous enseignons sa classe, l'enseignant titulaire de classe prend des notes, il observe le déroulement de l'enseignement et remplit en même temps le questionnaire (Cf. Annexe N°3) que nous lui avons proposé.

1.2.2. Choix du public cible

Nous avons choisi de faire l'étude dans deux lycées de la capitale qui sont le Lycée Moderne Ampefiloha et le Lycée Andohalo Antananarivo. Les raisons de notre choix sont les suivantes. D'abord, ces deux lycées ont chacun un laboratoire et une salle d'informatique. Ensuite nous avons aussi de bonnes relations avec les professeurs de séances physiques dans ces lycées car nous avons effectué notre stage en responsabilité au Lycée Andohalo, tandis que notre stage d'observation a été effectué au lycée d'Ampefiloha. Nous avons aussi effectué nos études secondaires au Lycée Andohalo. Leur proximité relative par rapport à l'Ecole Normale Supérieure a facilité les déplacements au cours de notre recherche.

Six (06) enseignants ont accepté de collaborer avec nous: trois (03) enseignants de Lycée Moderne Ampefiloha et trois (03) enseignants de Lycée Andohalo Antananarivo.

L'expérimentation a été effectuée auprès de trois cent vingt-neuf (329) élèves:

- cinq classes de seconde dont trois au Lycée Andohalo Antananarivo avec un effectif total cent dix-sept élèves (117), et deux au Lycée Moderne Ampefiloha avec un effectif total de soixante-dix-sept (83) élèves..
- Une classe de première littéraire au Lycée Moderne Ampefiloha, avec quarante-cinq (45) élèves
- Deux classes de terminale scientifique (série D) au Lycée Moderne Ampefiloha ayant au total quatre-vingt-dix élèves (90).

1.2.3. Choix des chapitres traités

Le choix des chapitres traités a été dicté par la nature de l'expérimentation que nous avons réalisée.

a) Pour l'expérimentation 1

Au cours de cette expérimentation, nous avons réalisé une comparaison entre enseignement théorique (l'enseignant n'utilise comme support que la craie et le tableau) et enseignement avec simulation.

Il est difficile de réaliser une expérience pour le chapitre « physique nucléaire » en raison de manque de produits et surtout de laboratoire spécial pour les expériences nucléaires, l'enseignant est donc

obligé de réaliser soit un cours théorique , soit un cours avec support numérique, une simulation par exemple.

Nous avons donc choisi ce chapitre pour « comparer » les constructions des connaissances des élèves face aux enseignements théoriques et avec simulation en classe de première littéraire et de terminale scientifique

[\(http://spiral.univ-lyon1.fr/17-SWF/page.asp?id=3279\)](http://spiral.univ-lyon1.fr/17-SWF/page.asp?id=3279)

[\(http://www.cea.fr/jeunes/mediatheque/animations-flash/radioactivite/la-decroissance-radioactive.\)](http://www.cea.fr/jeunes/mediatheque/animations-flash/radioactivite/la-decroissance-radioactive.)

b) Pour l'Expérimentation 2

Au cours de cette expérimentation, nous avons réalisé une comparaison entre enseignement avec expérience et enseignement avec simulation.

Elle a été effectuée en classe de seconde, sur le chapitre de la mécanique intitulé « équilibre d'un solide soumis à trois forces », car nous avons découvert des matériels didactiques adaptés à ce chapitre dans le lycée, et la représentation numérique du même dispositif sur internet

[\(http://physiquepovo.com/FANIMATIONS/Equilibre3Forces.swf \).](http://physiquepovo.com/FANIMATIONS/Equilibre3Forces.swf)

Pour plus de clarté les expérimentations sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Répartition des élèves pour les deux expérimentations :

	Expérimentation 1		Expérimentation 2
Classes	Première A	Terminale D	Seconde
	LMA : 1 classe (45 élèves)	LMA : 2 classes (90 élèves)	LMA : 2 classes (77 élèves) LAA : 3 classes (117 élèves)
Effectif total	135 élèves		194 élèves
Chapitre traité	La radioactivité		Équilibre d'un solide soumis à trois forces
Groupe 1	Cours théorique		Cours simulation
Groupe 2	Cours avec simulation		Cours avec expérience

1.3. Les questionnaires

Nous avons réalisé deux types de questionnaires élèves, respectivement pour l'expérimentation 1 et l'expérimentation 2. Mais pour les enseignants le questionnaire est le même pour les deux types d'expérimentations.

1.3.1. Pour les élèves

Nous avons utilisé en tout trois questionnaires :

- un questionnaire avant l'expérimentation (cf. Annexe : i), pour identifier les utilisations de l'ordinateur par les élèves dans leur vie quotidienne. Nous avons donné le même questionnaire pour les deux expérimentations, quel que soit le niveau étudié et le thème à traiter. Ce questionnaire est composé par de questions à choix multiples et des questions ouvertes, répartis dans quatre (4) rubriques :

- i. **Identification de l'élève.** Cette rubrique donne des renseignements personnels : âge, sexe, classe des élèves.
- ii. **Utilisation de l'ordinateur.** Cette rubrique nous donne des informations sur l'utilisation personnelle de l'ordinateur par l'élève dans la vie quotidienne et pour les études.
- iii. **Utilisation d'un ordinateur pour l'enseignement/apprentissage,** nous a permis d'obtenir des informations sur l'utilisation de l'ordinateur en sciences physiques dans les classes antérieures
- iv. **Concernant la matière sciences physiques,** pour connaître les idées des élèves sur les difficultés liées à l'apprentissage de cette matière, leur point de vue sur la manière d'enseigner « la plus efficace ».

- deux questionnaires différents (cf. Annexe : ii et iii) ont été donnés aux élèves après l'expérimentation. Elles sont constituées par une partie spécifique à chaque Expérimentation pour évaluer leurs acquis après l'enseignement, et une partie commune aux deux Expérimentations, pour avoir les avis des élèves sur les avantages et les inconvénients de l'expérimentation qui a été effectuée.

Avant d'imprimer la version finale des questionnaires, nous les avons testés sur des élèves étudiant dans différents lycées tels que le Lycée Jean Joseph Rabearivelo, Lycée Moderne Ampefiloha, et Lycée Andohalo Antananarivo habitant notre quartier.

1.3.2. Pour les enseignants

Le questionnaire (cf. Annexe : iv) est à remplir pendant et après la séance d'expérimentation. Il est composé de quatre (4) rubriques :

- i. **Identification**, qui est destiné à recueillir des renseignements personnels : l'âge, le sexe, le lieu de travail, l'ancienneté, et les diplômes obtenus.
- ii. **Simulation**. Cette rubrique nous renseigne sur l'utilisation de l'ordinateur par l'enseignant, plus précisément l'utilisation des simulations pour l'enseignement de sciences physiques.
- iii. **Expérience**. Cette rubrique nous donne des informations sur la réalisation ou non des expériences pendant son enseignement.
- iv. **Comparaison expérience et simulation**. Cette rubrique nous permet d'avoir son avis sur les avantages et les inconvénients des simulations ou des expériences pour l'enseignement des sciences physiques.

1.4. Les entretiens

L'entretien est une discussion directe entre l'enquêté et l'enquêteur, il a pour but de recueillir oralement les avis, les opinions, les suggestions du public cible sur le thème a étudié.

Des entretiens auprès de certains élèves sont menés dans chaque classe étudiée. Nous avons aussi réalisé des entretiens auprès des enseignants titulaires de classe.

Il est à noter que les entretiens auprès des élèves et des enseignants ne sont effectués qu'après l'expérimentation.

1.4.1. Pour les élèves

L'entretien a été fait pour que l'élève puisse expliquer oralement ce qu'il a appris et ses critiques concernant ces deux expérimentations.

1.4.2. Pour les enseignants

Des entretiens auprès des enseignants titulaires de chaque classe ont été aussi effectués dans le but de :

- Savoir s'ils font ou non des expériences ou des simulations pendant leurs cours

- Connaître leurs points de vue vis-à-vis de notre enseignement et de la participation des élèves pendant l'expérimentation
- Connaître leurs avis sur le niveau général de leurs élèves

2. Résultats et interprétations des questionnaires « élève »

Le remplissage des questionnaires ne pose pas de grand problème pour les élèves. Il y a quand même des questions qu'ils ont posées pendant le remplissage des questionnaires. Par exemple : « est ce qu'on peut répondre en malgache ? » est-ce on peut écrire avec des stylos de couleur ? Quels sont nos avantages dans l'enseignement si on remplit cette fiche ?

Nous avons enquêté au total de 329 élèves (180 filles, 149 garçons), issus de 8 classes différentes, dont 5 classes de seconde, 2 classe de terminale et une classe de première .L'âge de ces élèves varie entre 13 et 22 ans. Pour les classes de seconde, la moyenne d'âge est de 15 ans ; pour les classes de première, cette moyenne est de 16 ; tandis que pour les classes terminales la moyenne d'âge est 18ans. Etant donné cette moyenne d'âge, nous pouvons en déduire que la population étudiée est constituée d'adolescents. Ils sont généralement intéressés par les innovations technologiques.

2.1 Les élèves et les ordinateurs

Notre expérimentation est centrée sur l'utilisation d'une simulation sur ordinateur, il est donc intéressant de savoir si les élèves savent utiliser un ordinateur et comment ils l'utilisent avant notre expérimentation.

2.1.1. Les élèves qui ont accès à un ordinateur

Dans ce paragraphe nous allons parler des élèves qui ont accès à un ordinateur à la maison et de la fréquence de cette utilisation.

a) Accès à domicile

Parmi les trois-cent vingt-neuf élèves qui forment notre public cible, un peu plus de la moitié (57%) ont la chance d'avoir un ordinateur chez soi et un peu moins de la moitié (43%) n'en possèdent pas.



Figure 1 : Pourcentage des élèves ayant un ordinateur à la maison (N=329 élèves)

Les parents des élèves possédant un ordinateur l'utilisent peut être pour leur travail ou pensent qu'il est nécessaire pour les études de leurs enfants. Tous les élèves qui ont un ordinateur à la maison ont dit qu'ils peuvent l'utiliser quand ils le veulent.

Mais il est difficile pour l'enseignant de donner des exercices à traiter à la maison ou des recherches sur ordinateur, car cela désavantagerait les élèves qui n'en ont pas.

Parmi les élèves qui ont un ordinateur à la maison, seul le quart (25% soit 46 élèves) possèdent une connexion internet à domicile.

b) Fréquence d'Utilisation d'un ordinateur

Nous avons demandé aux élèves qui possèdent de l'ordinateur, combien de fois par semaine ils utilisent l'ordinateur pendant l'année scolaire et pendant les vacances. Les réponses figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Fréquences d'utilisation d'un ordinateur par les élèves qui en possèdent (N=187 élèves)

Pendant l'année scolaire			Pendant les vacances		
Tous les jours	Trois fois par semaine en moyenne	Chaque week-end	Tous les jours	Quelque fois par semaine	Chaque week-end
30%	40%	30%	70%	30%	0%

Ceci nous donne le graphe suivant :

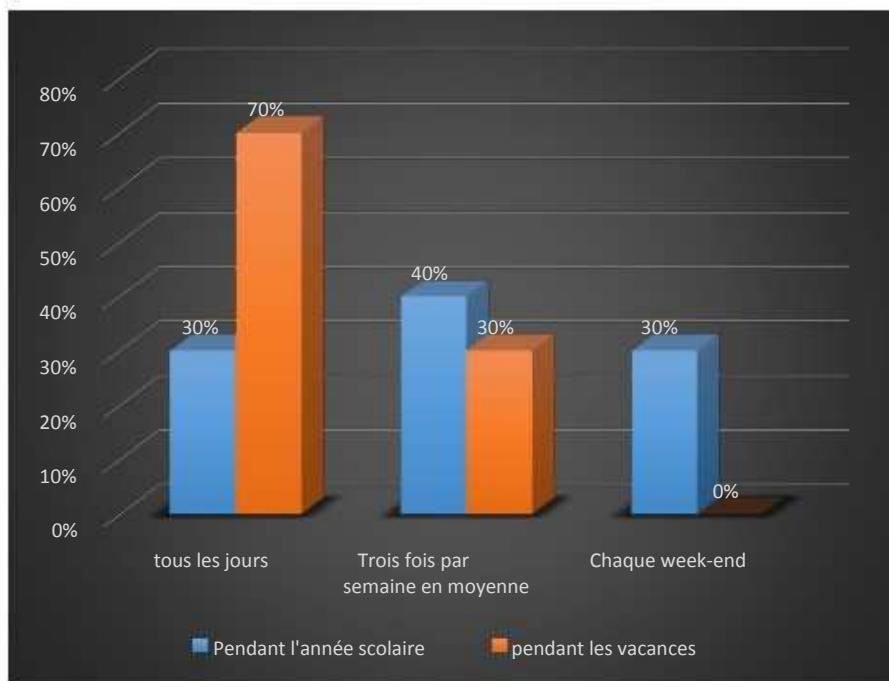


Figure 2 : La fréquence de l'utilisation d'un ordinateur par les élèves qui en possèdent (N=187)

D'après ces résultats, un tiers des élèves qui en ont n'utilisent l'ordinateur que pendant le week-end au cours de l'année scolaire. Divers hypothèses peuvent expliquer ce phénomène. Ces élèves sont peut-être trop occupés par leurs devoirs de maison pour lesquels ils n'ont pas besoin d'un ordinateur et n'ont pas

le temps.

Ces élèves n'ont pas l'habitude d'étudier sur un ordinateur. Ils n'ont d'ailleurs pas été initiés à l'usage des didacticiels.

Ceci pourrait amener les élèves à ne pas connaître l'intérêt de l'utilisation des ordinateurs pour leurs études.

Pendant les vacances, il est probable que l'augmentation de pourcentage des élèves qui utilisent tous les jours leur ordinateur est due au fait qu'ils ont plus de temps pour s'y consacrer, et qu'ils n'en font pas usage pour des activités scolaires. Nous pouvons aussi observer que les élèves mettent de côté leurs ordinateurs durant les week-ends pendant les périodes de vacances.

2.1.2. Les élèves savent-ils utiliser un ordinateur ?

Le tableau ci-dessous nous montre les compétences de base en informatique des 329 élèves enquêtés. Issus de 8 classes et de deux lycées différents.

Tableau 4 : Compétence des élèves en informatique de base (N=329 élèves)

Questions	Seconde	Première A et Terminale D
Savez-vous démarrer un ordinateur ?	97%	98%
Pouvez-vous retrouver un fichier dans le disque dur d'un ordinateur?	76%	86%
Savez-vous enregistrer un fichier sur une clé USB?	60%	79%
Avez-vous une adresse e-mail?	38%	42%
Savez-vous envoyer un e-mail?	38%	53%
Savez-vous lire un e-mail?	38%	63%
Savez-vous ajouter une pièce jointe dans un e-mail que vous avez envoyé?	11%	14%

Les résultats par niveau sont représentés dans le graphe suivant :

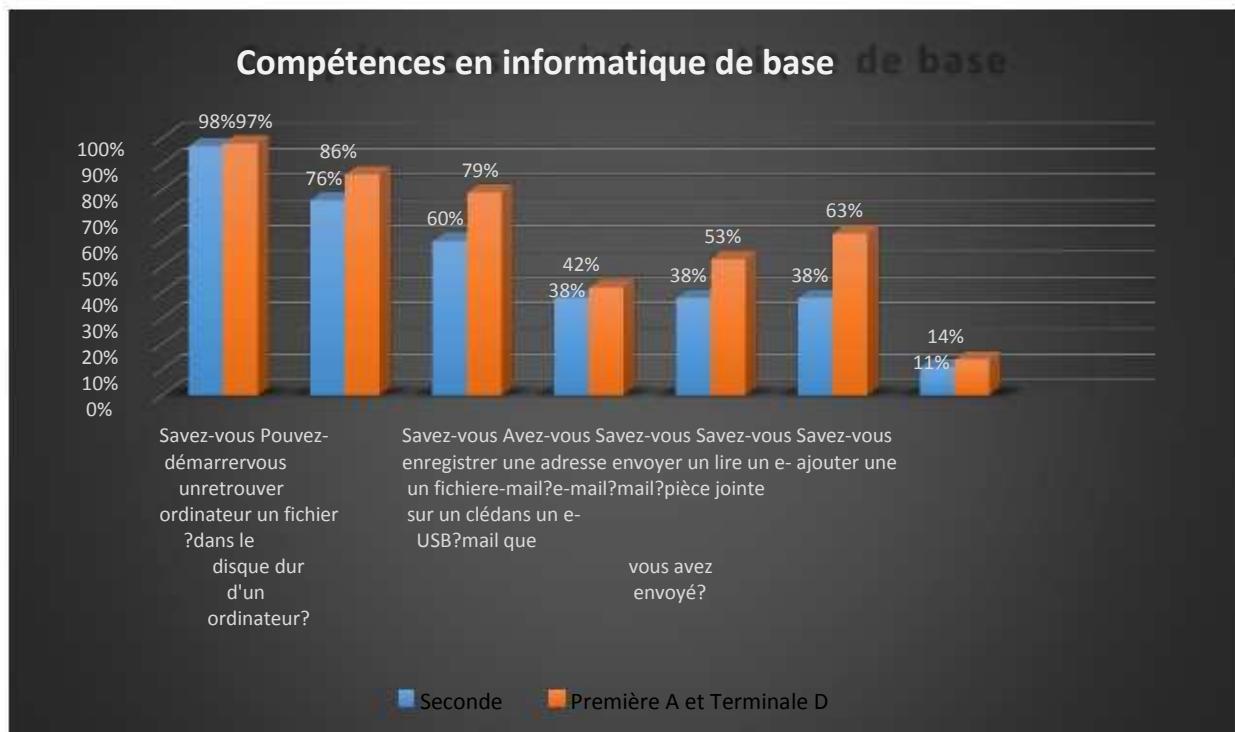


Figure 3 : Comparaison des compétences des élèves des classes de seconde avec ceux de première A et terminale D en informatique de base (N=329 élèves)

Ce graphe nous permet de voir que presque tous les élèves (97%) savent comment on démarre un ordinateur. Cela montre que ce dernier n'est pas du tout nouveau pour les élèves, même pour ceux qui n'en ont pas. Ceux qui n'ont pas d'ordinateur chez eux auraient pu développer cette compétence chez leurs camarades de classe qui en possèdent ou bien au sein de la société puisque les cybers café sont déjà omniprésents dans la ville d'Antananarivo et aux alentours.

Environ les trois quart de notre public cible (76%) ont dit qu'ils peuvent retrouver un fichier sur un disque dur : si un professeur enregistre un document sur ordinateur, et s'il demande à ces élèves de voir ou le retrouver, ils pourront le faire.

Après une séance d'enseignement avec un ordinateur, il est normal d'enregistrer les travaux et de les mettre quelque part dans le disque dur. Le graphe montre que les deux tiers des élèves pourront enregistrer un fichier sur le disque dur. Cependant, si l'élève n'arrive pas à retrouver ses travaux antérieurs, ce sera une perte de temps ; cela concerne 22% des élèves. Il serait donc nécessaire de leur faire acquérir cette compétence.

L'utilisation d'une clé USB pour déplacer les données est aujourd'hui incontournable. Chaque élève devrait en avoir un chez lui pour récupérer les logiciels de simulation ou les données vues en classe. L'enquête montre pourtant que la moitié des élèves ne savent pas enregistrer un fichier sur une clé USB. Le problème est à deux niveaux : savoir enregistrer un fichier et l'enregistrer dans une clé. Les résultats de l'enquête confirment le fait que l'élève malgache n'est pas encore habitué à l'utilisation de l'ordinateur et des périphériques de stockage.

Plus de la moitié des élèves n'ont pas d'adresse email. . Cela montre que les élèves enquêtés ne sont pas habitués à utiliser la connexion internet pour communiquer et n'intègrent pas des réseaux sociaux comme facebook. Au cas où l'enseignant aurait oublié des documents essentiels liés à la simulation par exemple, l'envoi de ces derniers sur e-mail serait une solution. Le fait que 38% des élèves n'ont pas d'adresse e-mail complique la tâche. Une incitation à ouvrir un compte va donc être nécessaire, précédée de quelques instructions pour en créer.

2.1.3- Pourquoi les élèves utilisent l'ordinateur ?

L'enquête que nous avons menée auprès de notre public cible pour connaître les raisons pour lesquelles ils utilisent un ordinateur aboutit au tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Raisons pour lesquelles les élèves utilisent un ordinateur (N=187 élèves)

Raisons citées par les élèves	Pourcentage par rapport aux élèves qui ont un ordinateur (N=187).	Pourcentage par rapport aux élèves qui n'ont pas d'ordinateur (N=152).
Jeux	26%	58%
Facebook	22%	24%
Ecouter la musique	20%	3%
Regarder un film	19%	0%
Etudier	10%	7%
Documentation	3%	8%

Ce tableau peut être illustré par le graphique suivant :

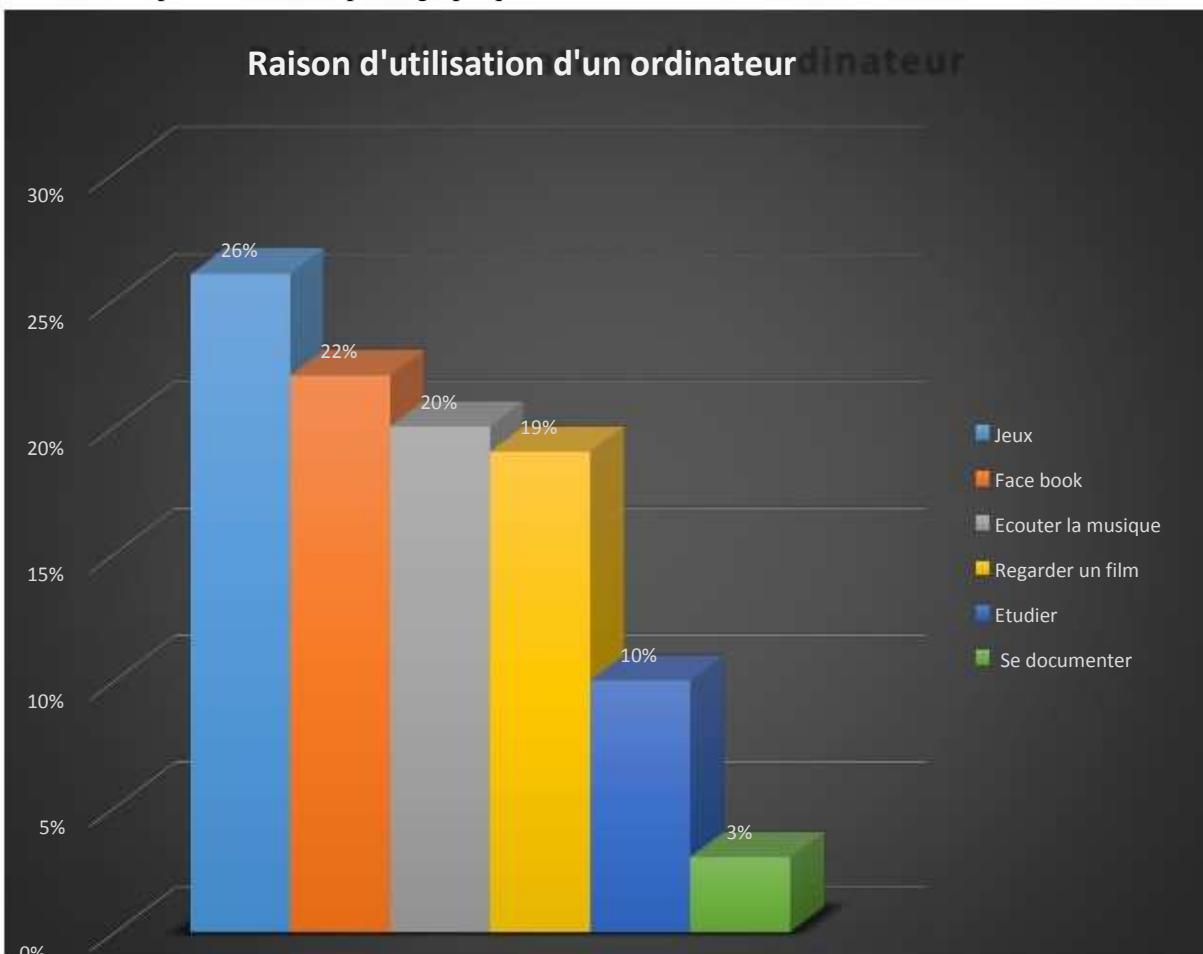


Figure 4 : Raison d'utilisation d'un ordinateur.

On peut constater que l'ordinateur est utilisé pour les loisirs : pour de jeux (26 %), pour se connecter à Facebook (22%), regarder des films (19%) ou simplement pour écouter de la musique (20%).

L'ordinateur est donc utilisé par la majorité des élèves (87% au total) à des fins qui les amusent, qui attirent leur attention, et ils sont beaucoup moins nombreux (13%). à utiliser l'ordinateur afin de se documenter ou étudier. En effet, les jeux sur ordinateur sont nouveaux et les intéressent beaucoup. Ainsi par exemple, au lieu de jouer directement au football, ils préfèrent le faire sur ordinateur et ne pas se fatiguer. Cela donne une sensation de puissance, on peut faire plusieurs mouvements, et même si on ne sait pas jouer réellement on peut gagner . . . Voilà pourquoi l'usage de l'ordinateur a, dans la majorité des cas, une fin ludique.

Le faible pourcentage des élèves utilisant l'ordinateur pour étudier pourrait être expliqué par la méconnaissance du fait que la machine présente aussi plusieurs moyens d'apprendre et de se documenter.

L'existence des applications ludiques constituent aussi une tentation qui les détourne souvent de leurs études.

Nos sondages montrent donc que les élèves considèrent l'ordinateur comme un outil de distraction plutôt qu'un outil d'étude.

Nous avons demandé à tous les élèves de nous donner des informations sur leurs utilisations des logiciels de traitement de texte.

Tableau 6 : Utilisation des logiciels de traitement des textes (N=329) :

	Pourcentage	
Word	70%	
Bloc note	12%	
Open office	5%	
Aucun	23%	

Avez-vous déjà utilisé les logiciels de traitement de texte suivants?

Ce tableau montre que les trois quarts environ des élèves ont déjà fait du traitement de texte : on enseigne l'informatique bureautique en seconde dans les deux lycées de notre étude, et ils en ont bénéficié. Le logiciel de traitement de texte le plus utilisé par les élèves est le logiciel Word. Il a été utilisé par 70 % des élèves. Ils peuvent aussi l'avoir utilisé pour des usages

administratifs demandes..) ou familiaux (invitation, jaquette de CD...) ou pour les études (compte rendus etc. ;).

2.1.4- Utilisation de l'ordinateur dans les classes antérieures

Dans ce chapitre, nous allons voir si les élèves ont déjà utilisé un ordinateur pour apprendre les sciences physiques et le motif d'utilisation à la maison et surtout en classe :

Tableau 7 : Utilisation d'un ordinateur en classe et à la maison pour apprendre la science physique (N=329 élèves)

Avez –vous déjà utilisé un ordinateur pour apprendre les sciences physiques:	En classe ?	A la maison ?
Oui	87%	10%
Non	9%	84%
Abstention	4%	6%

La majorité des élèves ont déjà utilisé un ordinateur en classe, pour les matières ou chapitres suivants :

Tableau 8 : Pourcentage d »élèves ayant déjà utilisé un ordinateur en classe pour l'apprentissage (N=329)

Chapitre ou matière	Mécanique	Electricité	Optique	Réaction chimique	Autre : Informatique bureautique
En classe	23%	13%	3%	5%	66%

En seconde, l'informatique bureautique figure dans l'emploi du temps des élèves des deux lycées pendant le premier trimestre. C'est pourquoi, elle présente un pourcentage important (66%).

Concernant les sciences physiques, l'ordinateur est plus utilisé en mécanique parce qu'il offre plusieurs possibilité d'illustrer le cours par des expériences virtuelles. Prenons l'exemple de la chute libre : il est pratiquement impossible de déterminer la durée de la chute dans la réalité,

Avec un chronomètre à main, du fait que notre réflexe est incapable de la mesurer vu sa brièveté. Or cette expérience est réalisable par modélisation sur un ordinateur. De même on peut montrer à l'aide d'une simulation que l'énergie mécanique est la somme de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique au lieu de se contenter d'un cours théorique.

Dans le domaine de l'électricité, l'enseignant ne peut pas, par exemple, montrer réellement aux élèves le déplacement des électrons lors du passage de courant (qui montre le sens du courant) mais il peut le simuler sur ordinateur. C'est la raison pour laquelle le pourcentage est plus élevé en électricité qu'en optique et en réaction chimique.

Le fait que peu d'élèves utilisent un ordinateur pour apprendre les sciences physiques à la maison peut être expliqué par le fait que leurs enseignants ne le leur demande pas, et ils ne savent pas qu'ils peuvent apprendre en utilisant un ordinateur à la maison.

2.1.5- Représentation des élèves

Dans ce qui se suit, l'analyse et le commentaire sur les résultats concernent l'utilisation d'un ordinateur pour les études, les points de vue des élèves sur la facilité ou la difficulté de l'apprentissage des sciences physiques et les stratégies qu'ils proposent pour améliorer leur niveau dans cette matière.

a) Concernant l'Utilisation d'un ordinateur pour les études

A la question « D'après vous, est-ce qu'on peut utiliser un ordinateur pour l'enseignement? », 85% (280 élèves) ont répondu « oui », ce qui constitue la majorité. L'utilisation d'un ordinateur en classe est donc plus facile, car ceci n'est pas contraire leur représentation.

L'utilisation la plus courante citée par les élèves (71%) est la documentation et la recherche, parce qu'ils ne savent pas que l'on peut réaliser des expériences virtuelles à l'aide de l'ordinateur. Ils ne savent pas non plus ce qu'est la simulation, c'est pourquoi ce terme ne figure pas dans les réponses.

b) Concernant la matière Sciences Physiques

Dans cette partie nous allons commenter et analyser les points de vue des élèves concernant la difficulté de l'apprentissage des sciences physiques :

Tableau 9 : Avis des élèves sur les difficultés en sciences physiques (N=329 élèves)

Trouvez-vous que la matière sciences physiques est	
Très difficile ou Difficile ?	64%
Facile ou très facile ?	33%
Abstention ?	3%

Environ les deux -tiers des élèves (64%) trouvent que les sciences physiques sont une matière très difficile ou difficile, contre seulement le tiers qui ont pensé que cette matière est facile ou « très facile ». Nous avons pu relever différentes raisons qui ont influencé le point de vue des élèves par rapport au degré de difficulté.

Tableau 8 : Raisons des difficultés en sciences physiques (N=329 élèves)

Raisons	Exercice difficile.	Le raisonnement est difficile.	Leçon très théorique.	Explications non comprises.	Je ne vois aucun lien avec la vie.
Pourcentage	32%	29%	10%	4%	3%

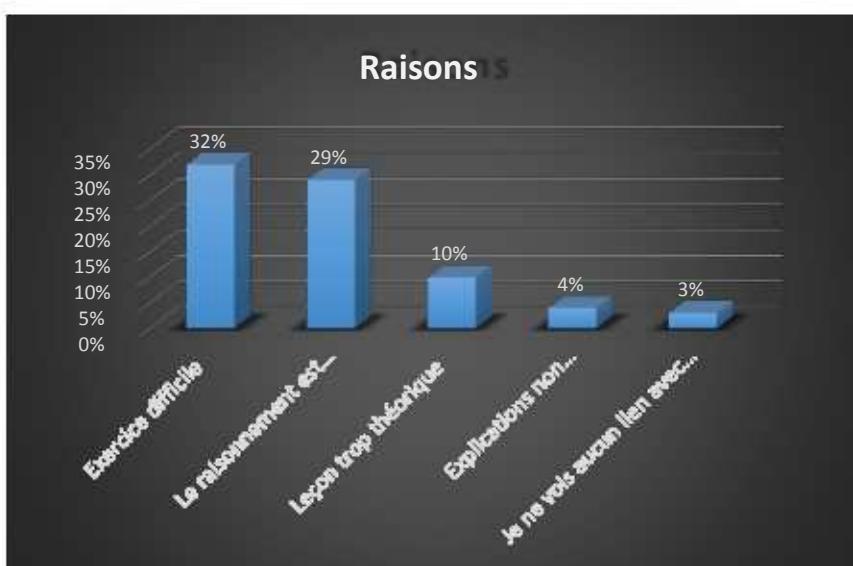


Figure5: Les raisons des difficultés en Sciences Physiques

Plus des tiers des élèves pensent que les exercices de sciences physiques sont difficiles ; c'est peut-être parce que les élèves ne comprennent pas les sujets. Par exemple pendant nos expérimentations, les élèves nous ont demandé d'expliquer en malgache ce que le sujet annonce. Après l'explication en malgache du sujet des exercices, ils arrivent les résoudre. Cette difficulté peut donc aussi être liée à la langue d'enseignement. Un quart environ des élèves disent que le raisonnement en physique est difficile. D'après le dictionnaire Larousse (<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/raisonnement/66273>),

« Le raisonnement est une suite d'arguments, de propositions liés les uns aux autres, selon des principes logiques, et organisés de manière à aboutir à une conclusion ». Les élèves ont donc des difficultés à argumenter, à lier logiquement les différentes lois en physique. C'est peut-être aussi ce qui rend les exercices difficiles.

Seulement une infime partie des enquêtés pensent que la difficulté de la matière est due aux leçons trop théoriques, c'est à dire les 10%. Au cours de l'entretien, les élèves ont expliqué ce qu'ils entendaient par « leçons théoriques » : ce sont des leçons où l'enseignant n'utilise ni expérience ni simulation, et ne prend aucun exemple de la vie quotidienne ; une leçon illustrée par des exemples quotidiens n'est pas théorique, même si l'enseignant ne fait aucune expérience (réelle ou virtuelle). Ces élèves ne comprennent pas l'utilité des expériences.

Les élèves citent d'autres raisons qui peuvent aussi rendre les sciences physiques difficiles, comme les explications insuffisantes des enseignants (4%), l'inexistence d'un lien avec la vie quotidienne selon 3% des enquêtés.

Nous pensons que l'utilisation d'une simulation est importante et facilitera la compréhension, le raisonnement, et rendra les leçons moins théoriques et plus faciles à apprendre.

c) Concernant les stratégies d'enseignement- apprentissage efficaces

Nous avons demandé aux élèves de proposer une stratégie pour améliorer leur niveau en sciences physiques, et leurs réponses sont données ci-dessous :

Tableau 7 : Les stratégies proposées par les élèves pour l'amélioration de l'apprentissage
(N=329 élèves)

Question : quelle stratégie d'apprentissage proposez-vous pour améliorer votre niveau en physique chimie?	Pourcentage(%)
Faire beaucoup d'exercices	49%
Expliquer en malgache	24%
Nécessité d'une méthode plus active (ex : simulation)	15%
Réaliser un TP	7%
Bien expliquer la leçon	2%
Les élèves doivent écouter bien l'explication	2%
Abstention	1%

Les stratégies proposées par les élèves pour améliorer leurs niveaux en sciences sont :

- Pour environ la moitié (49%), ils doivent faire beaucoup d'exercices. Ils pensent mieux réussir s'ils répètent plus souvent les mêmes exercices types.
- Donner des explications en Malgache (24%). La langue d'enseignement dans le système éducatif malgache est le français. Or la plupart des élèves ne maîtrisent pas cette langue d'enseignement C'est pourquoi ils demandent de faire l'explication en malgache.
- Les 7 % de nos enquêtés pensent qu'il est nécessaire de faire des travaux pratiques dans l'enseignement des sciences physiques. C'est la solution qui leur permettrait de comprendre de la matière en question. La majorité ne comprend pas encore la nécessité des travaux pratiques, car ils n'en ont pas l'habitude. De même, aucun de ces élèves n'a demandé à faire un TP virtuel.

2.2 Expérimentations et interprétation des évaluations (Questionnaire après expérimentation)

Rappelons que deux expérimentations ont été effectuées :

-

- Expérimentation 1 : comparaison des réponses données par les élèves ayant eu un enseignement avec simulation et ceux ayant eu un enseignement théorique (135 élèves)
- Expérimentation 2 : comparaison des réponses données par les élèves ayant eu un enseignement avec simulation et ceux ayant un enseignement avec expérience réelle (187 élèves)

Des évaluations ont été effectuées après chaque expérimentation pour pouvoir apprécier les acquis des élèves. Les résultats sont présentés dans cette partie.

2.2.1- En Physique Nucléaire (enseignement d'une manière théorique)

Fiche de Préparation pour l'expérimentation 1

Classe : Terminale D

Matière : Physique

Durée : 2h

Titre : RADIOACTIVITE

Objectifs spécifiques : A la fin de cette science l'élève doit être capable de :

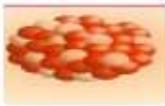
- Définir un noyau radioactif
- Utiliser les lois fondamentales des radioactivités
- Ecrire les équations bilan des radioactivités α , β^+ , β^-
- Etablir la loi décroissance radioactif.

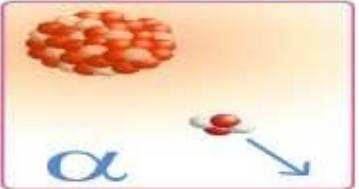
Matériels : ordinateur, vidéoprojecteur ; logiciel « La-décroissance-radioactive.swf & atome.swf », craies et tableau

Tableau 9: Fiche de préparation d'in enseignement d'une manière théorique:

Timing	TRACE ECRITE	STRATEGIE
--------	--------------	-----------

	RADIOACTIVITE <u>1. Définition</u> <p>La radioactivité est la manifestation (transformation) spontanée d'une réaction nucléaire, dans laquelle un noyau radioactif, appelé noyau père AZ, se désintègre, en un autrez noyau appelé noyau fils $A'Z'Y$ et émet une particule :</p> $AZX \rightarrow A'Z'Y + nP_k$	<p>Soit un noyau atomique AZ</p> <p>Q1 : Donner la signification de chaque lettre dans le noyau et en déduire son nombre de neutrons.</p> <p>R1 : X symbole de noyau; A nombre de masse ; Z nombre de charges ; N=A-Z nombre de neutrons.</p> <p>Exemple $^{238}92U$: U symbole de l'uranium ; 238=A nombre de masse ; 92=Z nombre de charge ; 126=A-Z nombre de neutrons.</p>
3mn		

	<p>4mn</p> <p>2. Lois de conservation</p> <p>Lois d'une réaction nucléaire : il y a conservation de nombre de charge $Z = Z' + k$ et de nombre de masse $A = A' + n$</p> <p>3. Les 3 types de radioactivités</p> <p>3.1 La radioactivité α</p> <p>La radioactivité α correspond à l'émission d'un noyau et hélium 4He appelée particule α suivant la réaction :</p> ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A'}_{Z'} Y + {}^4He$ <ul style="list-style-type: none"> • Lois de conservation : <ul style="list-style-type: none"> Nombre de masse $A = A' + 4$ Nombre de charge $Z = Z' + 2$ <p>3.2 La radioactivité β^-</p> <p>La radioactivité β^- est la transformation d'un noyau en d'autre noyau en émettant la particule ${}^{0-1}e^-$ suivant la réaction suivante :</p> ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A'}_{Z'} Y + {}^{0-1}e^- + {}^0\nu_0$ <p>ou ${}^0\nu_0$ est le neutrino, particule neutre</p> <p>5mn</p>	<p>Un noyau atomique peut se transformer spontanément ou d'une manière provoquer en d'autre noyau avec émission des particules. cette transformation est appelée la radioactivité</p> <p>On fait un schéma au tableau</p> <p>Voilà le noyau père</p>  <p>Pendant une désintégration le nombre de masse et le nombre de charge se conserve c'est à dire la somme de nombre de charge avant une désintégration est égale au somme de nombre de charge après la désintégration, de même pour le nombre de charge.</p> <p>Dans la nature il existe trois types de radioactivité qui sont : α, β^- et β^+</p> <p>Dans la désintégration de type α le noyau père donne naissance à un noyau fils en émettant de particule α</p>
--	---	--

	<p>3.3 La radioactivité β^+</p> <p>La radioactivité β^+ est la (transformation) désintégration d'un noyau père, pour donner un noyau fils en émettant une particule $0e$ appelé β^+ et 0ν un ν-antineutrino.</p> <p>Et on l'équation :</p> ${}_{A,Z}^AX \rightarrow {}_{A',Z'}^{A'}Y + 0e + 0\nu\bar{\nu}$ <p>Les lois de conservation s'écrivent :</p> <p>Nombre de masse $A=A'$</p> <p>Nombre de charge $Z=Z'+1$</p> <p><u>Exemple :</u> ${}_{30,15}^{30}X \rightarrow {}_{30,14}^{30}Y + 0e + 0\nu\bar{\nu}$</p>	<p>Lors d'une désintégration α ; le noyau fils est plus léger que le noyau père.</p> 
30mn	<p>4. Lois de décroissance radioactive</p> <p>Le nombre de noyau qui se désintègre entre les instants t et $t+dt$ est :</p> $N - (N + dN) = -dN > 0$ <p>Le nombre de noyau désintégré pendant le temps dt est proportionnel au temps considéré dt au nombre de noyau présent N :</p> $-dN = \lambda N dt$ <p>Avec λ est la constante radioactive</p> <p>On obtient :</p> $-\frac{dN}{N} = \lambda dt \Leftrightarrow \frac{dN}{N} = -\lambda dt \text{ en intégrant, on a}$ $\int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt \Leftrightarrow [\ln N] = -\lambda [t]$ $\ln N - \ln N_0 = -\lambda t$ $\ln \left(\frac{N}{N_0} \right) = -\lambda t$ $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ <p>$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ est la loi décroissante radioactive</p>	<p>${}_{A,Z}^AX \rightarrow {}_{A-4,Z-2}^AHe + 2\nu\bar{\nu}$</p> <p>Q1 : Est-ce que le nombre de noyau initial dans l'échantillon diminue ou augmente lors de sa désintégration ?</p> <p>R1 : diminue</p>

Remarque : cette loi est applicable pour les autres grandeurs telles que le volume, le nombre de la mole, la

masse

$$\text{On sait que } n = M = \frac{m}{N}$$

$$\text{Si on considère } \frac{m(t)}{M} = \frac{N(t)}{N} \Rightarrow m(t) = \frac{N(t)}{N} M$$

Et la loi radioactivité devient

$$\begin{aligned} m(t) &= moN \\ &= e \\ M &m(t) = moe^{-\lambda t} \end{aligned}$$

Nous allons voir cette diminution, car elle diminue en fonction de temps.

Si on choisit un échantillon contient N_0 noyau à l'instant $t=0$.

On fait un schéma au tableau



Ces noyau diminue à l'instant t donc



$-dN > 0$ car dN est négative.

dN est la petite variation de noyau à la date dt .

On obtient une équation différentielle en fonction du temps en intégrant $-dN = \lambda N dt$

$$\begin{aligned} \frac{dN}{N} &= -\lambda dt \\ -\frac{dN}{N} &= \lambda dt \end{aligned}$$

$\frac{dN}{N}$ est la forme $\frac{U'}{U}$ alors

$$\int_{No}^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt \leq 0$$

$$> [lnN] \\ = -\lambda[t]$$

$$lnN - lnNo = -\lambda t$$

Or on sait que $lna - lnb =$

$$ln \frac{a}{b}$$

$$Alors lnN - lnNo = ln \frac{N}{No}$$

$$D'où ln \frac{N}{No} = -\lambda t$$

$$e^{\frac{N}{No}} = e^{-\lambda t}$$

$$\frac{N}{No} = e^{-\lambda t} \Rightarrow N(t)$$

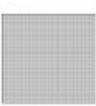
$$= Noe^{-\lambda t}$$

Cette équation dépend de
l'instant t et le constante λ .

Tableau 10 : Fiche de préparation d'enseignement avec une simulation

Timing	TRACE ECRITE	STRATEGIE
2mn	<p style="color: red; text-align: center;">RADIOACTIVITE</p> <p>1. Définition</p> <p>La radioactivité est la manifestation (transformation) spontanée d'une réaction nucléaire, dans laquelle un noyau radioactif, appelé noyau père ^{AZ}X, se désintègre, en un autre noyau appelé noyau fils $^{A'Z'}Y$ et émet d'une particule :</p> $^{AZ}X \rightarrow ^{A'}_{Z'}Y + nP_k$	<p>Soit un noyau atomique ^{AZ}X</p> <p>Q₁: Donner la signification de chaque lettre dans le noyau et en déduire son nombre de neutrons.</p> <p>R₁: X symbole de noyau; A nombre de masse ; Z nombre de charges ; N=A-Z nombre de neutrons.</p> <p>Exemple $^{238}_{92}U$. U symbole de l'uranium ; 238=A nombre de masse ; 92=Z nombre de charges ; 126=A-Z nombre de neutrons.</p>

4mn	<p><u>2. Lois de conservation</u></p> <p>Lois d'une réaction nucléaire : il y a conservation de nombre de charge $Z=Z'+k$ et de nombre de masse $A=A'+n$</p> <p><u>3. Les 3 types de radioactivités</u></p> <p>3.1 La radioactivité α</p> <p>La radioactivité α correspond à l'émission d'un noyau et hélium 4He appelée particule α suivant la réaction :</p> ${}_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z'}^{A'}Y + {}^4He_2$ <ul style="list-style-type: none"> • Lois de conservation : <ul style="list-style-type: none"> Nombre de masse $A = A' + 4$ Nombre de charge $Z = Z' + 2$ <p>3.2 La radioactivité β^-</p> <p>La radioactivité β est la transformation d'un noyau en d'autre noyau en émettant la particule ${}^{0-1}e$ suivant la réaction suivante :</p> ${}_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z'}^{A'}Y + {}^{0-1}e + {}^0\nu_0$ <p>ou ${}^0\nu$ est le neutrino, particule neutre.</p> <p>3.3 La radioactivité β^+</p> <p>La radioactivité β^+ est la (transformation) désintégration d'un noyau père, pour donner un noyau fils en émettant de particule 0e appelé β^+</p> <p>Et on a l'équation :</p>	<p>Un noyau atomique peut se transformer spontanément ou d'une manière provoquer en d'autre noyau avec émission des particules. cette transformation est appelée la radioactivité (On montre l'animation correspondante)</p> <p>Pendant une désintégration le nombre de masse et le nombre de charge se conserve c'est à dire la somme de nombre de charge avant une désintégration est égale au somme de nombre de charge après la une désintégration, de même pour le nombre de charge.</p> <p>Dans la nature il existe trois types de radioactivité qui sont : α, β^- et β^+</p> <p>Dans la désintégration de type α le noyau père donne naissance à un noyau fils en émettant de particule α</p> <p>Lors d'une désintégration α; le noyau fils est plus léger que le noyau père.</p> <p>Exemple :</p>
5mn		

	<p style="text-align: center;">$AZX \rightarrow A' Z' Y + 0e + 0\nu_1^0 - \nu_Y^0$</p> <p>$\nu_Y^0$ antineutrino</p> <p>Les lois de conservation s'écrivent :</p> <p>Nombre de masse $A=A'$</p> <p>Nombre de charge $Z=Z'+1$</p> <p><u>Exemple :</u> $3015X \rightarrow 3014Y + 0e + 0\nu_1^0 - \nu_Y^0$</p> <p>4. Lois de décroissance radioactive</p> <p>Le nombre de noyau qui se désintègre entre les instants t et $t+dt$ est : $N - (N + dN) = -dN > 0$</p> <p>Le nombre de noyau désintégré pendant le temps dt est proportionnelle du temps considéré dt au nombre de noyau présent N :</p> $-dN = \lambda N dt$ <p>Avec λ est la constante de radioactive</p> <p>On obtient :</p> $-\frac{dN}{N} = \lambda dt \Leftrightarrow \frac{dN}{N} = -\lambda dt$ <p>en intégrant, on a</p> $\int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt \Leftrightarrow [\ln N] = -\lambda [t]$ $\ln N - \ln N_0 = -\lambda t$ $\ln \left(\frac{N}{N_0} \right) = -\lambda t$ $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ <p>$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ est la loi décroissante radioactivité</p> <p><u>Remarque :</u> cette loi est applicable pour les autres grandeurs telles que le volume, le nombre de la mole, la masse</p>	<p style="text-align: center;">$AZX \rightarrow A-4Z-2Y 4He2$</p> <p>Q1 : Est-ce que le nombre de noyau initial dans l'échantillon diminue ou augmente lors de sa désintégration ?</p> <p>R1 : diminue</p> <p>Nous allons voir cette diminution, car elle diminue en fonction de temps.</p> <p>Si on choisit un échantillon contient N_0 noyau à l'instant $t=0$.</p> <p>On fait un schéma du tableau</p> 
--	---	--

On sait que $n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_0}$

Si on considère $\frac{m(t)}{M} = \frac{N(t)}{N_0} \Rightarrow m(t) = \frac{N(t)}{N_0} M$

Et la loi radioactivité devient

$$\frac{m(t)N_0}{M} = e^{-\lambda t}$$

$$m(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Ces noyaux diminuent à l'instant t donc



$-dN > 0$ car dN est négative.

dN est la petite variation de noyau à la date dt .

On obtient une équation différentielle en fonction du temps en intégrant $-dN =$

$$\lambda N dt$$

$$-\frac{dN}{N} = \lambda dt \Leftrightarrow -\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

$\frac{dN}{N}$ est la forme $\frac{U'}{U}$ alors

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt \Leftrightarrow [\ln N] = -\lambda [t]$$

$$\ln N - \ln N_0 = -\lambda t$$

Or on sait que $\ln a - \ln b = \ln \frac{a}{b}$

$$\text{Alors } \ln N - \ln N_0 = \ln \frac{N}{N_0}$$

$$\text{D'où } \ln \frac{N}{No} = -\lambda t$$

$$e^{\ln \frac{N}{No}} = e^{-\lambda t}$$

$$\frac{N}{No} = e^{-\lambda t} \Rightarrow N(t) = Noe^{-\lambda t}$$

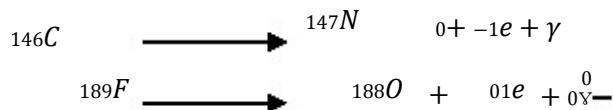
Cette équation dépend de l'instant t et la constante λ .

Évaluation

Cette évaluation a été donnée aux 135 élèves des classes de terminale et de première littéraire au Lycée Moderne d'Ampefiloha. L'objectif est de déterminer la constante radioactive d'un noyau de radium.

L'évaluation que nous avons proposée est :

1. Voici des équations de désintégration. Pour chaque équation marquer à côté le type de désintégration correspondant?



2. Dans l'équation suivante, déterminer A et Z en précisant les lois à utiliser.

3. Si un noyau d'uranium a disparu, combien de noyaux de thorium se sont formés pour la troisième équation dans la question 1?
4. Dans quel sens varie le nombre de noyau uranium au cours du temps ?
5. Ecrire la loi de décroissance radioactive, en expliquant les différents symboles utilisés.
6. Soit N_0 le nombre de noyaux d'uranium présents à l'instant $t = 0$, et N le nombre de noyaux présents à un instant t quelconque. Est-ce que $N = N_0$?

Dans ce qui suit, nous allons présenter les résultats de la même évaluation à l'issue de l'expérimentation 1, et comparer les acquis des élèves qui ont eu un enseignement théorique et ceux qui ont eu un enseignement avec simulation. Puis, nous allons interpréter ces résultats afin de pouvoir dégager les avantages et les inconvénients de la simulation vis-à-vis à l'enseignement d'une manière théorique chez les élèves.

Les résultats des évaluations de l'expérimentation 1 sont représentés dans le tableau suivant

Tableau11 : Enseignement avec simulation et théorique (N=135 élèves)

N°	Questions	Réponses attendues	Niveau taxonomique de chaque question	Réponse correcte		Ecarts des pourcentages
				Simulation	Théorique	
1	Voici des équations de désintégration. Pour chaque équation marquer à coté le type de désintégrations correspondant.	Identification du type de désintégration (classement)	Mémorisation d'une formule et Analyse	70%	70%	0%

2	Dans l'équation suivante, déterminer A et Z en précisant les lois utilisées	Equilibre d'une nouvelle équation de désintégration	Application d'un raisonnement	91%	83%	8%
3	Si un noyau d'uranium a disparu, combien de noyaux de thorium se sont formés dans l'équation 1	Interprétation de l'équation de désintégration	Compréhension de l'équation de désintégration	82%	82%	0%
4	Dans quel sens varie le nombre de noyau uranium au cours du temps?	Déduire de la loi de décroissance radioactive la diminution du nombre de noyau uranium au cours du temps	Analyse d'un modèle (loi e décroissance radioactive) et jugement	81%	57%	24%
5	Ecrire la loi de décroissance radioactive, en expliquant les différents symboles utilisés.	Restitution de la loi de décroissance radioactive	Mémorisation des symboles	84%	79%	5%

6	Soit N_0 le nombre de noyaux d'uranium présents à l'instant $t=0$, et N le nombre de noyaux présents à un instant t quelconque. Est-ce que $N=N_0$?	Interprétation de la loi de décroissance radioactive	Compréhension des symboles – analyse	77%	72%	5%

Ce tableau montre que les élèves ayant été enseignés avec la simulation trouvent une réponse correcte avec un pourcentage supérieur ou égal aux élèves ayant été enseignés de manière théorique.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces résultats.

2.2 Interprétation par rapport au niveau taxonomique

La taxonomie de Bloom montre 6 niveaux :

- Les 3 premiers niveaux (mémorisation, compréhension, application) constituent le niveau inférieur
- Les 3 niveaux suivants (analyse synthèse, évaluation) appartiennent au niveau supérieur

Pour le niveau inférieur :

L'écart entre les résultats des deux groupes est inférieur à 10%. Il n'y a donc pas de différence significative entre les élèves ayant eu un enseignement théorique et un enseignement avec simulation si on ne leur demande que de mémoriser, comprendre, et appliquer des formules.

Cependant, les élèves qui ont profité de la simulation sont toujours les plus avantagés car ils ont pu fournir un peu plus de réponses exactes que ceux qui ont seulement eu la partie théorique. Ceci peut s'expliquer par l'existence d'une observation d'une image animée dans la partie simulation, ce qui faciliterait la mémorisation, la compréhension et l'application de la leçon.

Nous avons remarqué que lorsqu'il s'agit d'appliquer directement les formules du cours, il n'y a aucun écart de pourcentage, parce qu'il suffit d'apprendre par cœur et d'appliquer, ceci ne demande aucun raisonnement. Par contre, l'application nécessitant un raisonnement présente un écart de 8% en faveur de ceux qui ont bénéficié de la simulation : la simulation aide les élèves à raisonner.

Pour le niveau supérieur :

Pour les questions d'analyse, le résultat est différent : ceux qui ont bénéficié d'une simulation ont été plus avantagés et ont eu un plus grand pourcentage de réponses justes, par rapport à ceux qui ont eu un enseignement théorique. Le pourcentage des réponses justes a chuté de manière significative pour les élèves ayant eu un enseignement théorique

[Sur le plan construction du savoir](#)

La radioactivité est un phénomène que l'on ne rencontre pas souvent dans la vie quotidienne. Les élèves ne peuvent pas avoir une représentation de ce qu'est la radioactivité, donc il est difficile de construire des savoirs car ils n'ont jamais eu l'occasion de se confronter à ce thème.

Mais grâce à l'enseignement avec simulation en regardant, les apprenants peuvent avoir une image mentale, et cette dernière stimule la construction de leurs représentations. En effet, l'enseignement avec simulation permet d'observer une animation, avec des changements de couleur, qui montrent la disparition du noyau d'uranium et l'apparition du noyau de thorium au cours du temps. Les élèves peuvent donc examiner, critiquer, analyser plus facilement les phénomènes virtuels.

La simulation explique les lois utilisées sur la décroissance radioactive, la diminution des nombres de noyaux et la formation des autres noyaux au cours du phénomène de désintégration, la variation du nombre de noyau, les symboles utilisés etc., et permet aux élèves qui en ont bénéficié d'avoir un meilleur résultat.

De plus, l'enseignant peut répéter plusieurs fois la simulation jusqu'à ce que les élèves comprennent.

La simulation est donc importante parce qu'elle permet un meilleur résultat d'apprentissage de la radioactivité

Avec l'enseignement théorique sans supports didactiques, les représentations dépendent en grande partie des explications de l'enseignant qui joue un rôle majoritaire. Or, une des difficultés citées par les élèves dans l'apprentissage des sciences physiques est l'insuffisance d'explications pour construire une représentation exacte ; cette insuffisance favorise l'incompréhension des phénomènes.

[Sur le plan psychologique](#)

Du côté de la motivation, nous avons pu constater en réalisant l'expérimentation que la simulation a mieux attiré l'attention des élèves. Ceci a été confirmé par les enseignants titulaires de

classe et les élèves avec lesquels nous avons fait un entretien. Cette motivation est extrêmement importante dans l'apprentissage des sciences physiques.

Avec l'enseignement théorique, les élèves n'ont pas paru particulièrement intéressés par l'explication de l'enseignant, ils semblent juste écouter. L'utilisation de la simulation a permis d'apporter des changements de comportement positif en classe pour les élèves démotivés afin de les rendre plus actifs.

c) Aspect relationnels

La simulation a favorisé les relations pédagogiques entre les apprenants et les enseignants.

Au cours de l'expérimentation nous avons pu constater que :

- Au cours du premier passage de la simulation, les élèves ne font qu'observer
- Au fur et à mesure que la simulation est répétée, les élèves nous ont posé des questions, comme par exemple « est-ce que vous pouvez expliquer le sens de variation des nombres de noyau uranium au cours du temps ? ». Nous avons alors expliqué la loi de décroissance radioactive.

Avec l'enseignement théorique, aucun élève n'a posé de questions, et n'a participé. C'est comme si nous leur avons raconté une histoire. Les élèves écoutent et traitent seulement les informations que nous avons données.

d) Conclusions

En bref, la simulation a permis d'avoir un meilleur résultat lors de l'apprentissage de la radioactivité : quel que soit le niveau taxonomique, le pourcentage d'élèves ayant donné des réponses justes après évaluation, pour la simulation reste supérieur ou égal à celui obtenu avec l'enseignement d'une manière théorique. L'écart n'est pas significatif pour les niveaux taxonomiques inférieurs (inférieur à 10%), mais important pour la question d'analyse et de synthèse (24%). En effet, la simulation a explicité en détail la loi de décroissance radioactive, et permet aux élèves de se construire une représentation de cette loi.

La simulation favorise aussi la motivation et la participation des élèves en classe.

2.2.2 En mécanique : Expérimentation 2

Nous avons effectué cette étude dans quatre classes de seconde dont deux au lycée Andohalo et deux au lycée moderne Ampefiloha. Ces classes se composent de deux cent dix-huit élèves .Afin

De rechercher les apports de la simulation dans l'enseignement, nous avons comparé les acquis des élèves de deux groupes :

- Dans le premier groupe, l'enseignement a été réalisé avec une simulation, en utilisant la fiche de préparation ci-dessous.

Fiche de préparation, expérimentation 2

Classe : 2nde

Matière : Mécanique

Durée : 1h

Titre : Equilibre d'un solide soumis à trois forces

Objectifs spécifiques : A la fin de cette science l'élève doit être capable d'établir les conditions nécessaires d'équilibre d'un solide soumis à trois forces.

Pré-requis :

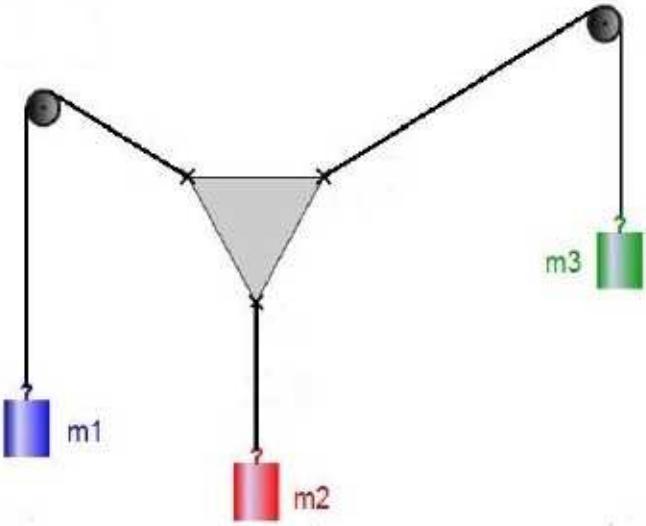
- ─ Inventorier les forces extérieures appliquées sur un système ;
- ─ Déterminer les conditions d'équilibre d'un solide soumis à deux forces ;
- ─ Tracer une droite d'action d'une force.

Matériels : poulies, masses marquées, supports, solide léger, fils, ordinateur, viéoprojecteur, logiciel « Equilibre3Forces.swf », craies et tableau.

Tableau 12 : Fiche de préparation de l'expérimentation 2 : groupe simulation

Timing	TRACE ECRITE	STRATEGIE
		Nous avons sur la projection un corps suspendu à l'aide d'un fil. (on montre l'animation sur laquelle un

3mn	<p>corps est soumis à deux forces).</p> <p>Q₁ : Quelles sont les forces exercées sur le solide ?</p> <p>→</p> <p>R₁ : poids p ; tension du fil f . Q₂ : Tracez la droite d'action de ces forces. (on refait le schéma au tableau).</p> <p>Q₃ : Rappelez les conditions nécessaires d'équilibre d'un solide soumis à trois forces.</p> <p>R₃ : les deux forces ont la même droite d'action. -ils ont de sens opposé $-p + f = \rightsquigarrow 0$</p> <p><u>Equilibre d'un solide soumis à trois forces</u></p>
-----	--

<p>4mn</p>	<p><u>1. Expérience</u></p> 	<p>Maintenant nous allons étudier les conditions d'équilibre d'un solide soumis à trois forces (on montre l'animation).</p> <p>Q4 : Quelles sont les forces extérieures qui s'exercent sur m_1; m_2; m_3 et S ?</p> <p>Quelle est la relation entre les masses et les forces F ?</p>
<p>5mn</p>	<p><u>2. Observation et interprétation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Tous les fils sont dans un même plan. -Les droites d'action de ces trois forces sur le solide S se coupent un point. <p>On change la masse m_1; m_2 et m_3 on remarque que le solide reste en équilibre.</p> <p>Les droites d'action de ces forces se coupent en un point.</p>	<p>Vous allez schématiser cette expérience sur votre cahier en précisant les forces exercée sur le solide S sachant que sa masse est négligeable. Tracer ces droites d'action. Comment sont ces droites ?</p> <p>Prenez une feuille de papier et placez-le derrière le solide. Observez l'inclinaison des fils par rapport au papier. Dans quelle place se trouvent les fils ?</p>

	<p>3. Conclusion</p> <p>Les conditions nécessaires d'équilibre d'un solide soumis à trois sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Les forces sont dans un même plan, on dit qu'elles sont coplanaires. ➤ Elles se coupent en un point, on dit qu'elles sont concourantes. ➤ La somme vectorielle de ces trois forces est un vecteur nul, c'est-à-dire : $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$	<p>Dans quel plan se trouvent donc les directions des forces F1, F2 et F3 ?</p> <p>On change une à une les masses m.</p> <p>Est-ce que les droites d'action de ces forces se coupent encore en un point ?</p> <p>Construire la résultante des forces F1 et F3.</p> <p>Comparer cette résultante avec F2.</p>
30mn	<p>4. Application</p> <p>Soit un corps S de masse M=50g placé sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale. Il est accroché à l'aide d'un ressort dont la tension a pour intensité T=2,5N.</p> <ol style="list-style-type: none"> i. Inventorier les forces exercées sur le solide à l'équilibre. ii. Tracer à l'équilibre les vecteurs forces appliquées sur le corps S. iii. Rappeler les conditions d'équilibre du corps S. 	<p>On change un à un les masses m</p> <p>Est-ce que les droites d'action de ces forces se coupent encore en un point ?</p> <p>Qui peut ainsi donner les conditions d'équilibre d'un solide soumis à trois forces.</p>

- Dans le second groupe, l'enseignement a été réalisé avec une expérience, en utilisant la fiche de préparation ci-après.

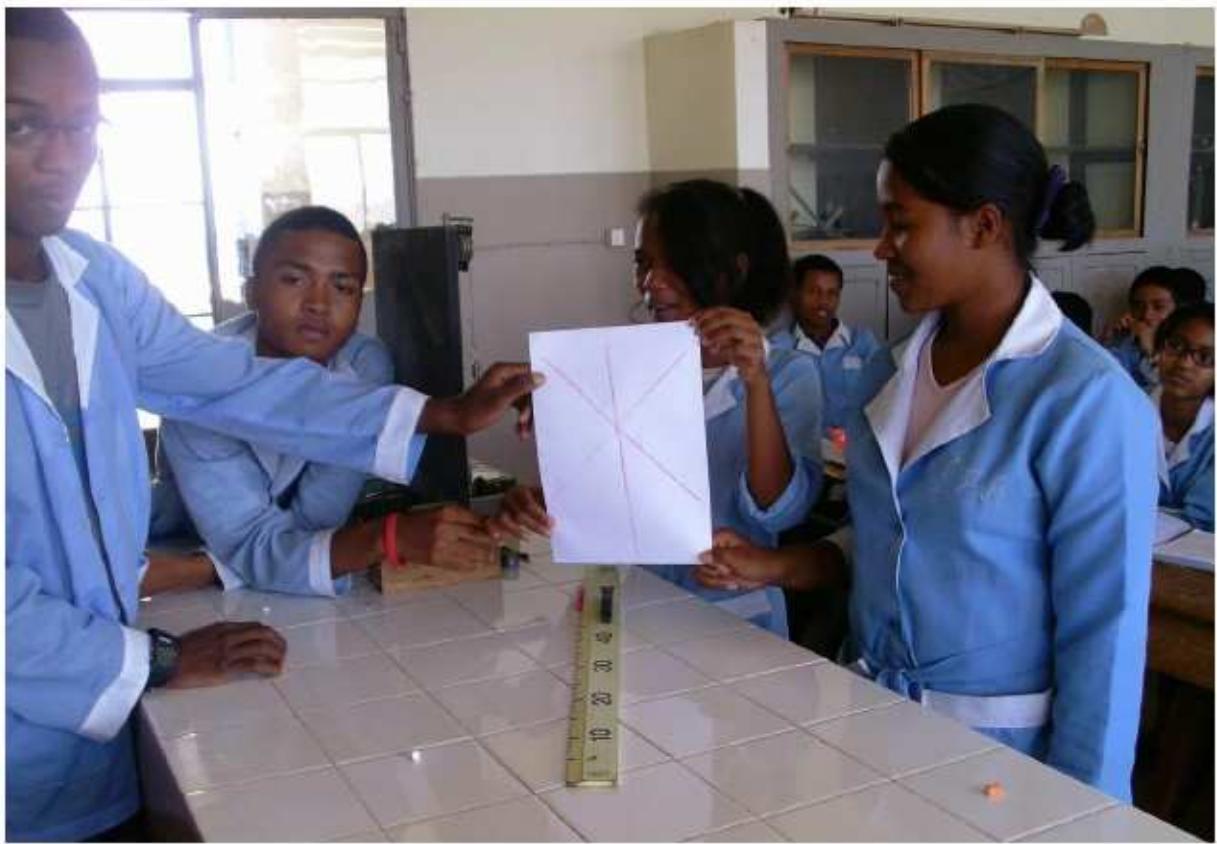
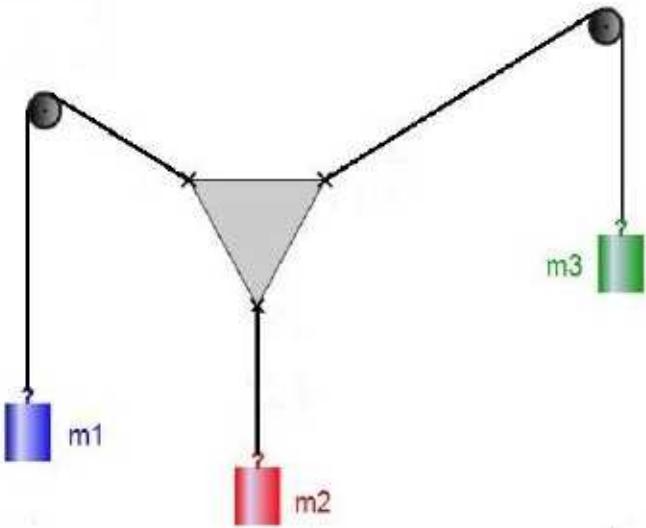


Tableau 11 : Fiche de préparation de l'expérimentation 2: groupe expérience

Timing	TRACE ECRITE	STRATEGIE
3mn		<p>On refait l'expérience dans laquelle un corps est soumis à deux forces.</p> <p>Q₁ : Quelles sont les forces exercées sur le solide ?</p> <p>→</p> <p>R₁ : poids p ; tension du filf . Q₂ : Tracer la droite d'action de ces forces. (on refait le schéma au tableau).</p> <p>Q₃ : Rappeler les conditions nécessaires d'équilibre d'un solide soumis à trois forces.</p> <p>R₃ : les deux forces ont la même droite d'action.</p>

		<p>-elles sont de sens opposés $-p + f = \rightarrow\!\!\!\rightarrow 0$</p>
4mn	<p>Equilibre d'un solide soumis à trois forces</p> <p>1. Expérience</p>  <p>2. Observation et interprétation</p> <p>-Tous les fils sont dans un même plan, donc les droites d'action des 3 forces sont aussi dans un même plan.</p>	<p>Maintenant nous allons étudier les conditions d'équilibre d'un solide soumis à trois forces (on réalise l'expérience).</p> <p>Vous avez devant vous les matérielles que nous allons utiliser pour réaliser l'expérience, qui peut dire leur nom ? (volontaire) (poulie, support, masse marquer, fils)</p> <p>Q4 : Quelles sont les forces extérieures exercées sur m_1 ; m_2 ; m_3 et S ?</p> <p>Poids P_1, P_2 et P_3</p> <p>Quelle est la relation entre la masse m_1 et la tension du fil F_1 exercée sur le solide S ?</p>
5mn		<p>Prendre une feuille de papier et placer-le derrière le solide. Observer l'inclinaison des fils par rapport au papier. Dans quelle place se trouvent les</p>

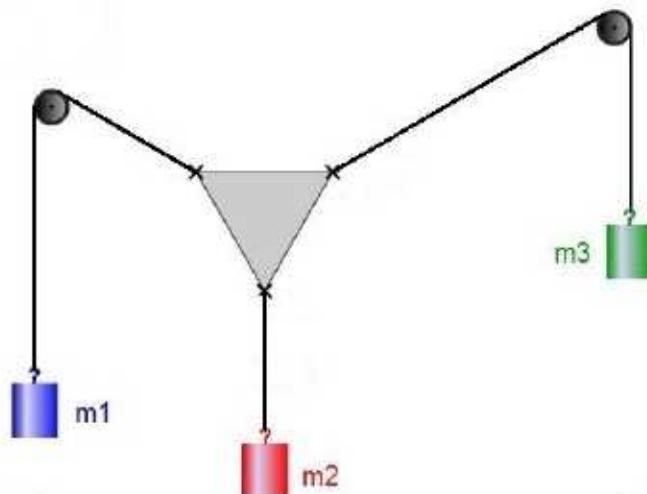
		<p>fils ?</p> <p>Dans quel plan se trouvent donc les directions des forces F1, F2 et F3 ?</p> <p>Vous allez schématiser cette expérience sur votre cahier en précisant les forces exercées sur le solide S sachant que sa masse est négligeable. Tracer</p> <p>-Les droites d'action de ces trois forces sur le solide S se coupent en un point.</p> <p>On change la masse m_1 ; m_2 et m_3 on remarque que le solide reste en équilibre.</p> <p>Les droites d'action de ces forces se coupent en un point.</p>
30mn		<p>sont ces droites ?</p> <p>On change une à une les masses m.</p> <p>Est-ce que les droites d'action de ces forces se coupent encore en un point ?</p> <p>Construire la résultante des forces F1 et F3.</p> <p>Comparer cette résultante avec F2.</p> <p>Qui peut ainsi donner les conditions d'équilibre d'un solide soumis à trois forces.</p>

	<p><u>4. Application</u></p> <p>Soit un corps S de masse $M=50\text{g}$ placé sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale.</p> <p>Il est accroché à l'aide d'un ressort dont la tension a pour une intensité $T=2,5\text{N}$.</p> <ul style="list-style-type: none">iv. Inventorier les forces exercées sur le solide à l'équilibre.v. Tracer à l'équilibre les vecteurs forces appliquées sur le corps S.vi. Rappeler les conditions d'équilibre du corps S.	
--	---	--

Après l'enseignement, les élèves ont eu la même évaluation :

Evaluation après l'expérimentation2 :

1.1. Représentez sur le schéma précédent les forces qui s'exercent sur le solide.



1.2. Vous allez tracer les droites d'action de ces forces.

1.3. Est-ce que les droites d'action de ces forces restent toujours concourantes?

1.4. Lorsqu'on change l'un de ces trois masses, l'équilibre a-t-il toujours lieu

1.5. D'après vous lesquelles de réponses suivantes sont les conditions nécessaires d'équilibre d'un solide soumis à trois forces ?

- Les droites d'actions de ces forces sont concourantes et coplanaires
- Les droites d'action de ces forces sont parallèles
- $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$
- $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \neq \vec{0}$

L'objectif de l'évaluation dans ce chapitre sur l'équilibre d'un solide soumis à trois forces est que l'élève soit capable de retrouver et d'utiliser les conditions nécessaires d'équilibre d'un solide soumis à trois forces.

Tableau 13: Enseignement avec simulation et expérience (N=194)

N°	Question	Réponses attendues	Niveau taxonomique	Réponse correcte		Ecarts de pourcentages
				Simulation	Expériences	
1.1	Représenter sur le schéma précédent les forces qui s'exercent sur le solide.	Schématisation du solide et des forces	Compréhension	76%	93%	17%
1.2	Vous allez tracer la droite d'action de ces forces	Schématisation de la droite d'action des forces	Application	78%	92%	14%
1.3	Est-ce que les droites d'action de ces forces sont concourantes en un point?	Vérification du tracé et validation	Analyse et synthèse	84%	93%	9%
1.4	Si l'on change l'un de ces trois masses, l'équilibre a-t-il toujours lieu? D'après vous lesquelles des	Rappel d'une situation vue en classe Restitution des résultats du	Mémorisation	79%	79%	0%

1.5	réponses suivantes sont les conditions nécessaires à l'équilibre d'un solide soumis à trois forces ?	cours				

A l'issue de cette évaluation, nous avons pu dégager que les élèves ayant bénéficié d'un enseignement avec une expérience réelle réussit mieux que ceux avec une simulation (expérience virtuelle) en mécanique.

Interprétation en fonction des niveaux taxonomiques.

a) Interprétation par rapport au niveau taxonomique

- Niveaux taxonomiques inférieurs :

Aucun écart significatif n'est constaté pour les questions de mémorisation.

Mais pour les questions de compréhension et d'application, cet écart augmente (17% et 14%). En effet, la simulation permet certes de comprendre le cours mais cette compréhension est beaucoup plus facile quand l'enseignant fait appel à une expérience réelle et non imaginaire.

- Niveaux taxonomiques supérieurs :

L'écart reste faible (9%), le résultat est meilleur dans les classes ayant bénéficié d'une expérience réelle. Ce chapitre concerne une situation de la vie quotidienne, ce qui pourrait faciliter la réponse à la question d'analyse.

b) Sur le plan construction du savoir

Dans le sens de la construction active: le savoir sur l'équilibre d'un solide soumis à trois forces n'est plus transmis mais plutôt construit suivant une démarche socioconstructiviste. Le pourcentage des élèves ayant réussi dans les deux groupes (simulation et expérience) dépasse 75% pour toutes les questions : l'élève maîtrise facilement le contenu si l'enseignant utilise des outils didactiques.

Mais le résultat plus faible obtenu pour la simulation provient peut-être de ce que la simulation présente seulement un modèle et une expérience imaginaire.

c) Sur le plan psychologique

Nous avons constaté que pendant l'enseignement avec simulation, aucune élève ne s'est portée volontaire pour manipuler. Ils ont dit après que c'est parce qu'ils ne savaient pas le faire sur un ordinateur. Mais pendant le cours avec expériences, il y a eu beaucoup de volontaires pour refaire l'expérience.

Il semble donc que les supports utilisés pendant l'enseignement stimulent l'envie d'apprendre et l'esprit critique au cours de l'apprentissage des conditions d'équilibres d'un solide soumis à trois forces. Mais les élèves sont plus à l'aise et le résultat de l'apprentissage meilleur lorsqu'on fait une expérience réelle.

Environ quatre cinquième de notre public cible se sont dits intéressés par l'utilisation de l'expérience réelle pour l'apprentissage, et environ la moitié (56%) par l'utilisation de la simulation.

En effet, c'est la première expérience réalisée en classe cette année et c'est nouveau pour les élèves. En outre, l'utilisation des matériels didactiques rend les cours beaucoup plus pratique. Cela les aide à comprendre (60%) mais peu aimeraient manipuler (10%)
Mais 40% des élèves disent qu'ils ont été attirés par les images de simulation.

d) Aspect relationnel

Dans le sens de la participation active, il y a eu des interactions verbales (spontanéité et réversibilité des prises de paroles) entre enseignant et élèves dans les deux groupes. Mais il y a eu moins de participation dans l'enseignement avec simulation par rapport à l'enseignement expérimental. Il nous semble que les élèves étaient surpris de voir la simulation ; au cours des premières utilisations, ils ont été silencieux. Ce n'est qu'après avoir fait 3 fois la simulation qu'ils ont commencé à réagir.

e) Conclusion

L'élève apprend mieux en manipulant les outils didactiques qu'en observant un modèle.

Limite de la simulation : même si la simulation commence à aider les élèves à la compréhension et à la mémorisation, elle n'arrive pas à remplacer les expériences réelles c'est pourquoi nous avons un bon résultat pour l'enseignement avec expérience réelle qu'avec expérience virtuelle.

L'expérience réelle favorise la participation des élèves et les rendent actifs.
D'après les élèves, l'expérience rend la leçon facile à comprendre (50%) car on voit la réalité (43%). En effet, qu'ils n'ont pas le temps de s'ennuyer et ils en tirent plus de plaisir. En outre les

Outre les élèves peuvent voir l'application réelle du cours; Ils vont découvrir le plaisir de travailler librement et prendre confiance en eux. Les élèves restent concentrés pendant le travail et observent : il n'y a pas de conflit entre sa représentation et la réalité.

Quelques élèves (6%) ont considéré que faire des expériences en classe provoque une perte du temps pour l'installation.

Pendant le cours avec simulation, nous avons eu des problèmes avec le vidéoprojecteur : les élèves ont (25%) par la suite déclaré que les ordinateurs sont des outils sophistiqués et fragiles qui ont une fâcheuse tendance à tomber parfois en panne, les jeunes ne doivent pas se trouver trop longtemps devant un écran car on sait qu'une exposition trop longue risque de créer une fatigue visuelle et même des troubles. D'où la nécessité d'alterner les activités dans une séance pour que l'élève ne soit pas toujours face à l'écran d'ordinateur.

3. Résultats et interprétation des entretiens avec les enseignants

Les résultats des entretiens avec les enseignants titulaires des classes avaient expérimentées. D'après les résultats des questionnaires, les professeurs de physique chimie au lycée sont majoritairement de sexe masculin. Ils sont âgés en moyenne 40 à 50 ans, ayant au moins 5 ans de service sur l'enseignement des sciences physiques. Ils sont tous CAPENIENS (NES), et l'un a déjà terminé son DEA.

Les résultats des questionnaires ont montré que la majorité des enseignants des sciences physiques (5 enseignants sur 6) n'ont l'habitude d'enseigner ni avec une simulation ni avec une expérience réelle :

Aucun des enseignants du Lycée Moderne Ampefiloha enquêtés n'a encore utilisé la simulation et l'expérience pour enseigner la physique chimie.

Un professeur au lycée Andohalo a l'habitude d'utiliser les simulations pour la loi de

- Descartes et les phénomènes périodiques en classe de seconde, le dosage acide-base et l'optique géométrique en classe terminale.

Ce professeur a aussi l'habitude faire une expérience réelle pour enseigner « l'élément cuivre dans la nature » (chimie de la classe de seconde).

Le style d'enseignement des enseignants de notre étude est plutôt incitatif.

•

3.1. Les avantages de l'utilisation de la simulation selon les enseignants

En synthétisant les points de vue des enseignants sur l'enseignement de la simulation, les avantages sont la facilitation du travail d'enseignement car elle permet d'éclaircir les explications difficiles, facilite les cours, surtout pour les chapitres où le matériel expérimental est limité (radioactivité, identifications des ions, chute libre). La simulation est facile à utiliser pour établir certaines lois comme pour la loi de Descartes.

En d'autres termes, cela intéresse beaucoup les élèves, elle permet bien d'attirer leurs attentions, d'économiser du temps et de les rendre actif en classe. Mais elle a besoin plusieurs documentations pour les élèves.

3.2. Les inconvénients de l'utilisation de la simulation

Selon les enseignants qui ont collaboré avec nous, l'enseignement avec simulation nécessite une documentation, en nécessite des outils informatiques.

De plus, au cours de la préparation de la leçon, l'enseignant a toujours besoin d'un ordinateur pour faire plusieurs essais préliminaires.

Sur le plan pédagogique, nous ne pouvons pas ignorer les performances de l'ordinateur, ils sont déjà programmés et ne prennent pas en considération la complexité et la difficulté de la réalité. Les expériences virtuelles ne sont que des modèles simplifiés des expériences réelles.

Les simulations peuvent donc introduire des comportements erronés associés au modèle physique utilisé (absence de frottement, etc.). En outre, la simulation peut aussi ne pas développer des aptitudes et des savoir-faire au même titre que les expériences réelles (sécurité en électricité, savoir installer un dispositif en mécanique, etc.).

3.3. Comparaison de l'expérience avec la simulation selon les enseignants

Les enseignants considèrent que l'expérimentation (expérience réelle ou modèle numérique) est importante pour la compréhension, et que les illustrations permettent de clarifier les explications de cours. Il permet d'obtenir des effets positifs sur

- La discipline : ils facilitent la gestion des séquences et permettent de retenir l'attention des élèves en classe
- L'intérêt et la motivation

L'acquisition des compétences à la fin du cours

La simulation permet une meilleure gestion du temps, tandis que l'expérience réelle permet de mieux clarifier le contenu. Mais cela dépend à la fois de la préparation des enseignants et de l'intérêt des élèves pour le chapitre.

Malheureusement, par manque de temps, ils ne l'ont pas fait au cours du 1^{er} trimestre de notre étude.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans le cadre de l'enseignement des sciences physiques au lycée à Madagascar, il faudrait utiliser des matériels et des supports pédagogiques pour réaliser des expériences en classe. Les matériels étant insuffisants, certains enseignants choisissent d'utiliser des simulations numérisées pour remplacer les expériences réelles. Cependant, de nombreux faits et des résultats scolaires montrent qu'il existe un écart et une différence sur l'efficacité de l'enseignement expérimentale et l'enseignement utilisant les simulations.

La question est de connaitre les apports de l'utilisation de la simulation dans l'enseignement de la physique chimie au lycée.

Au cours de ce mémoire, nous avons réalisé des études de cas dans le Lycée Moderne Ampefiloha et le Lycée Andohalo pour les chapitres « l'équilibre d'un solide soumis à trois forces » en seconde et « la décroissance radioactive » en terminale. Cette étude a montré que les élèves ayant bénéficié de l'enseignement théorique, avec simulation ou avec matériel expérimental ont des résultats différents pour les mêmes évaluations.

Globalement, c'est avec l'enseignement expérimental qu'on obtient les meilleurs résultats, vient ensuite l'enseignement avec la simulation, et finalement les élèves ayant été enseignés d'une manière théorique ont les plus mauvais résultats.

L'utilisation de matériels au cours d'une expérience réelle permet d'attirer l'attention des élèves, augmente leur motivation, suscite leur réflexion, améliore les relations pédagogiques entre enseignant et élèves. En effet, au cours de l'enseignement expérimental, l'enseignant tient le rôle de stimulus et l'apprenant est un être actif, libre et responsable de construire son propre apprentissage. C'est au cours de cet apprentissage que se construit la représentation chez l'élève, et ceci favorise la construction des connaissances

L'enseignement théorique n'a pas du tout apporté de bons résultats. L'enseignant a présenté la leçon d'une manière démonstrative, il y a eu peu d'interactions entre élèves et enseignants. La leçon sur la radioactivité étant nouvelle, il est difficile pour les élèves de construire leurs connaissances et aucune image ne les aide dans ce sens. Ceci explique le fait que les questions d'analyse et de synthèse n'ont pas été réussies par la majorité.

L'enseignement avec la simulation semble moins efficace que l'enseignement avec expérience réelle pour l'enseignement de la mécanique en seconde. Toutefois, il a permis d'aider

les élèves pour le cas des chapitres privés de matériels tels la décroissance radioactive en première et terminale, et favoriser les connaissances des élèves en informatique. Il aide les élèves à construire leur représentation à partir d'images animées, ce qui leur permet de construire plus facilement leurs connaissances qu'avec l'enseignement théorique.

La simulation ne peut donc pas remplacer l'expérience réelle, mais elle est utile et bénéfique pour l'enseignement des sciences physiques dans le cas où il n'y a pas de matériels didactiques réels. Ceci confirme les recherches faites par les didacticiens (Roschelle et al., 2000), qui affirment que l'enseignement avec la simulation a apporté des bénéfices pour l'apprenant, qui devient plus actif, et pour les enseignants.

L'exploitation des TIC pour l'enseignement pourrait donc modifier le statut des sciences physiques en tant qu'enseignement expérimental. Mais cela présente plusieurs risques et limites, comme par exemple le délaissage de l'étude du réel pour y substituer un travail sur ordinateur.

De ce fait, nous proposons de prioriser l'utilisation des matériels didactiques réels dans la formation scientifique, mais aussi d'utiliser les simulations et non la théorie dans le cas où les moyens sont insuffisants, pour permettre aux élèves une meilleure acquisition des connaissances. Il faudrait aussi apprendre aux élèves à manipuler l'ordinateur pour qu'ils puissent participer eux-mêmes à la réalisation des expériences virtuelles si leur établissement en a les moyens.

..

BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

Altet, M ; (1997). Les pédagogues de l'apprentissage. Paris: PUF

Beverley, L. et al ;(1986). Objectifs et contraintes. In Harlen, M. W. (Eds), Tendances nouvelles de l'enseignement des sciences à l'école primaire (p13-16). Paris : UNESCO. Vol1

Blake R. et Mouton J., (1964). Managerial grid in Gulf publishing Cy - Houston - Texas.

Blondel F.-M., Schwob M., Tarizzo M., 1991. La communication dans un environnement de résolution de problèmes de chimie, in Actes des II^{es} Journées EIAO de Cachan, Nicaud et Baron (éds), ENS Cachan :http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/hamon_memoire_tutore.pdf

Duda, R., Riley, P; (1990). Learning Styles : Procceding of the first European Seminar , Nancy, Presses Universitaires de Nancy,

Giordan, A. (2011) La démarche expérimentale et l'enseignement des sciences. Librairie l'UNESCO sur les sciences :<http://lewebpedagogique.com/compgreg/2008/12/27/methodes-et-techniques-pour-lenseignement-des-sciences-physiques/>

Grandiere, D., Bassis, H. et Bassis, O., (1985). Je cherche donc j'apprends. Traces de faires, Revue pratique de l'institutionnel n°2, p 22 (spécial Méthodes actives)

Grandiere, D., Bassis, H. et Bassis, O., (1985).Je cherche donc j'apprends. Traces de faires, Revue pratique de l'institutionnel n°2, p 22 (spécial Méthodes actives)

Helene. M, (2004).l'apprentissage des mathématiques et des sciences au secondaire : revue de littérature finale. Le potentiel de l'utilisation des simulations pour l'apprentissage des mathématiques et des sciences au secondaire : <http://www.telelearning-pds.org/copains/publications/revuedelitteraturefinale.doc>

Laplante, Bernard. (1997). Le constructivisme en didactique des sciences – dilemmes et défis. Éducation et francophonie : revue scientifique virtuelle. L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans un perspectif constructiviste. Volume XXV No 1, printemps-été 1997. <http://www.acelf.ca/revue/XXV1/articles/rxxv1-10.html#SEC7>

LASNIER, F.(2000). Réussir la formation par compétences. Montréal: Guérin éditeur litée, p. 406 à 437

Nicole ..,(1999).Le caractère expérimental de l'enseignement de la physique XIXème-XXème siècle » .Paris.

Puren, C. (1988): Histoire des méthodologies de l'enseignement des langues, Paris, Nathan-Clé International, Col. DLE.

Robardet G. & Guillaud. J.C. ; (1997). Elément de didactique des sciences Physiques ; De la recherche à la pratique : théories, modèles, conceptions et raisonnement Spontané. Pédagogie d'aujourd'hui. PUF. Paris

Robardet, G. (1995) Didactique des sciences physiques et formation des maîtres. Contribution à l'analyse d'un objet naissant, 417p, Thèse : didactique des sciences, Grenoble.

Van der Maren, J.-M. (1996). Méthodes de recherche pour l'éducation. Paris :De Boeck.

ANNEXES

ANNEXE 1- Les Questionnaire pour les élèves

i. Questionnaire avant les expérimentations :

Questionnaire avant enseignement

Lycée :

Objectif du questionnaire : Pouvoir identifier les utilisations de l'ordinateur (utilisations personnelles ou pour l'enseignement -apprentissage) par les élèves avant l'expérimentation.

Consigne : Cocher les cases de vos réponses.

1. Identité de l'élève (momba ny mpianatra) :

N°: Nom (Anarana):

Age (taona):

Garcon (Lahy)

Fille (vavy)

Classe (kilasy):

2. Connaissances en Informatique (fahalalana informatika) :

2.1.Savez-vous démarrer un ordinateur ? (Mahay mamelonan « ordinateur » ve ianao ?)

Oui (Eny)

non (Tsia)

2.2.Pouvez-vous retrouver un fichier dans le disque dur d'un ordinateur ? (Mahay mitady

« fichier » ao anaty « ordinateur » ve ianao ?)

Oui (Eny)

non (Tsia)

2.3.Savez-vous enregistrer un fichier sur clé usb ? (mahay mitahiry “fichier” ao anaty clé

usb ve ianao ?)

Oui (Eny)

non (Tsia)

2.4.Avez-vous une adresse e-mail ?

Oui(Eny)

Non (Tsia)

2.5.Savez-vous envoyer un e-mail ? (mahay mandefana e-mail ve ianao ?)

Oui (Eny)

Non (tsia)

2.6.Savez-vous lire un e-mail. (mahay mamaky e-mail ve ianao ?)

Oui (Eny)

Non (tsia)

2.7. Savez-vous ajouter une pièce jointe dans un e-mail que vous avez envoyé? (mahay manmpy pièce jointe ve ianao rehefa mandefa e-mail ?)

Oui (Eny) non (Tsia)

2.8. Avez-vous un ordinateur à la Maison? (manana "ordinateur" ve ianao any antrano?)

Oui (Eny) non(Tsia)

2.9. Pouvez- vous l'utiliser ? (afaka mampiasa azy ve ianao?)

Oui (Eny) Non (Tsia)

Raha eny isaky ny inona:

➤ Pendant l'année scolaire (mandritra ny fotoam-pianarana)

- Tous les jours (isan'andro)
- Fois par semaine environ (in-.... Isan-kerinandro eo ho eo)
- Fois par mois environ (in-.... Isam-bolana eo ho eo)
- Chaque week-end (isaky ny faran'ny herinandro)

➤ Pendant les vacances (mandritra ny fialantsasatra)

- Tous les jours (isan'andro)
- Fois par semaine environ (in-.... Isan-kerinandro eo ho eo)
- Fois par mois environ (in-.... Isam-bolana eo ho eo)

2.10. Avez-vous une connexion Internet à la maison ? (misy connexion internet ve ao antranonareo?)

Oui (Eny) Non (Tsia)

2.11. Pour quelles raisons utilisez-vous l'ordinateur ? (inona no antony ampiasanao ordinateur ? Asio 1 izay tena fampiasanao matetika, 2 izay tsy dia ampiasaina matetika kokoa etc.)

➤ Jeux (kilalao)

➤ Face book

➤ Regarder un film (hijerena film)

➤ Ecouter de la musique (ihainoana hirahira)

➤ Rechercher des documents (hitadivana documents)

➤ Etudier (Hianarana)

➤ Autres (ankoatra ireo)

:.....

.....

2.12. Avez-vous déjà utilisé les logiciels de traitement de texte suivants? (efa nampiasa ireto logiciels de traitement de texte ireto ve ianao ?)

Microsoft Word Open office Bloc Note Non, aucun (tsia, tsy misy nampiasaiko ireo)

3. Utilisation de l'ordinateur pour l'enseignement/apprentissage

3.1.D'après vous, est-ce qu'on peut utiliser un ordinateur pour l'enseignement ? (araka ny hevitrao, azo ampasaina amin'ny fampianarana ve ny ordinateur?)

Oui (eny) Non (tsia):

Donner des exemples ? (Manomeza ohatra)

.....
.....
.....

3.2. Avez-vous déjà utilisé un ordinateur pour apprendre la physique chimie à la maison ? (efa nampiasa ordinateur nianarana Physique Chimie ve ianao tany an-trano ?)

Oui (Eny) Non (tsia)

Si oui,

a) En quelle classe ? (tamin'ny kilasy fahafiry)

.....
.....

b) Quel est /sont le/les thème(s) et le chapitre?(inona ilay thème sy chapitre natao ?)

Thème	Chapitre
Mécanique	
Électricité	
Optique	
Réactions chimiques	
Autres	

c) Qu'est-ce que vous avez fait (inona no nataonao) :

- Rechercher des exercices (mitady exercices)
- Rechercher des documents de cours (itady documents mikasika ny lesona)
- Saisir un compte-rendu ou un exposé (manao saisie-na compte-rendu na exposé)
- Tracer des courbes (manao courbe)
- Utiliser un logiciel de Simulation (mampiasa logiciel de simulation)

- Regarder un Film éducatif (mijery vidéo mikasika ny fampianarana)
- Autres (Hafa ankoatran'ireo,
hazavao):
.....

d) Avez-vous déjà utilisé un ordinateur en classe (efa nampiasa ordinateur ve ianareo tany ampianarana)?

Oui (eny) : Non (tsia) :

Si oui,

- En quelle classe ? (tamin'ny kilasy fahafiry).....
- Quel sont /est les /le chapitre(s) ?(inona ilay Chapitre ?)

Thème	Chapitre	Exemple d'activités (fomba fiasa tamin'izay)
Mécanique		
Electricité		
Optique		
Réactions chimiques		
Autres		

4. Matière Sciences Physiques :

4.1.Trouvez- vous la matière sciences physiques (ny fahitanao ny fianarana fizika sy simia dia) :

- Très facile (tena mora)
- Facile (mora ihany)
- Difficile (sarotra)
- Très difficile (tena sarotra be)

Pourquoi ? (satria nahoana ?)

- L'enseignant n'explique pas bien (Mpampianatra tsy mahay manazava)
- Les exercices sont difficiles (sarotra ny exercices)

- La leçon est trop théorique (Théorique be fotsiny ny lesona)
 - Le raisonnement est difficile (sarotra ny raisonnement)
 - Je ne vois pas lelien avec la vie quotidienne (Tsy hitako izay ifandraisany @ fiainana andarvanandro)
 - Autres (antony hafa, hazavao)
-
.....
.....
.....
.....
.....

4.2.Quelle méthode d'enseignement proposez-vous pour améliorer votre niveau en physique chimie (Inona no fomba fampianarana heverinao fa mety hampahay anao amin'ny Physique Chimie?)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4.3 Avez- vous déjà rencontré dans votre vie quotidienne des situations auxquelles s'appliquent les cours de sciences physique chimie? (efa nahita fampiarana ny fizika simia ve ianao eo amin'ny fiainana andavanandro) ?

- Oui (eny) :

Thème	Chapitre	Exemple d'application
Mécanique		
Electricité		
Optique		
Réactions chimiques		
Autres		

- Non (tsia) :

ii. Questionnaire après l'Expérimentation 1

A. Enseignement théorique :

Lycée :

Objectif : déterminer et évaluer l'acquisition de connaissance des élèves après un enseignement avec un ordinateur.

Consigne : Cocher celle qui correspond à votre réponse.

Date _____ Classe: _____ N°: _____ R: _____ P: _____

Nom : sexe : F G

Age:

1. La radioactivité

1. Voici des équations de désintégration. Pour chaque équation marquer à côté le type de désintégration correspondant?



2. Dans l'équation suivante, déterminer A et Z en précisant les lois à utiliser.

3. Si un noyau d'uranium a disparu, combien de noyaux de thorium se sont formés dans la question 1.1 ?

4. Dans quel sens varie le nombre de noyau uranium au cours du temps ?

5. Ecrire la loi de décroissance radioactive, en expliquant les différents symboles utilisés.

6. Soit N_0 le nombre de noyaux d'uranium présents à l'instant $t = 0$, et N le nombre de

noyaux présents à un instant t quelconque. Est-ce que $N = N_0$?

Oui

2. Enseignement théorique

1. Comment trouvez-vous le rythme de cet enseignement théorique?

- Très rapide
- Rapide
- Normale
- Lent

Pourquoi ?

.....

2. Est-ce que vous auriez aimé faire une expérience ?

3. Est-ce que vous auriez aimé travailler avec un ordinateur ? Comment ?

4. D'après vous, quelles sont les avantages et les inconvénients d'enseignement théorique?

Avantage :

Inconvénients:

Merci !

B. Enseignement avec simulation :

Lycée :

Objectif : déterminer et évaluer l'acquisition de connaissance des élèves après un enseignement avec un ordinateur.

CONSIGNE : Cocher les cases de vos réponses

Date (daty):

N°:

Classe (kilasy):

Anarana:

P

R

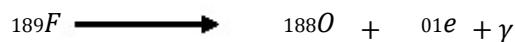
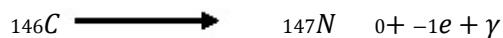
G

F

Age (taona):

2. La radioactivité

1. Voici des équations de désintégration. Pour chaque équation marquer à côté le type de désintégration correspondant?



2. Dans l'équation suivante, déterminer A et Z en précisant les lois à utiliser.

3. Si un noyau d'uranium a disparu, combien de noyaux de thorium se sont formés dans la question 1.1 ?

4. Dans quel sens varie le nombre de noyau uranium au cours du temps ?

5. Ecrire la loi de décroissance radioactive, en expliquant les différents symboles utilisés.

6. Soit No le nombre de noyaux d'uranium présents à l'instant $t = 0$, et N le nombre de

noyaux présents à un instant t quelconque. Est-ce que $N = No$?

Oui

Non

3. Enseignement avec un ordinateur (fampianarana miaraka amin'ny ORDINATEUR)

1. Citer la (les) partie(s) de La simulation qui vous intéressé aujourd'hui.

(tanisao izay zavatra nahaliana anao tamin'ny simulation natao teo)

2. Avez-vous envie de manipuler l'ordinateur vous-même ? Tianao ve raha ianao mihitsy no nikirakira ilay ordinateur?)

- Oui (Eny) :
- Non (Tsia) :

Pourquoi ? (Hazavao ?)

.....

3. Aimeriez-vous revoir cette simulation chez vous? (tianao ve raha azonao averina any antranano iny simulation iny ?)

Oui (Eny) Non (tsia)

Nahoana ?

.....

4. Comment trouvez-vous le rythme de cet enseignement avec un ordinateur?

(Ahoana ny fahitanareo ny hafaiganan'ny fampianarana amin'ny solo-saina ?)

- Très rapide (tena haingana be)
- Rapide (haingana)
- Normale (antonony)
- Lent (miadana)

Pourquoi ? (satria nahoana ?)

.....

5. Est-ce que l'enseignement avec l'ordinateur vous fait mal aux yeux ?(Tsy mankarary ny masonareo ve ny fampianarana amin'ny alalan'ny ordinateur?)

Oui (Eny): non(Tsia) :

Pourquoi ? (satria nahoana ?)

.....

6. D'après vous, quelle sont les avantages ou des inconvénients l'enseignement avec un ordinateur? (Araka ny hevitrao, inona avy ny mety mahatsara sy maharatsy na mahatsara ny fampianarana miara ka amin'ny ordinateur ?)

Avantages (ireo mahatsara azy) :

.....

Inconvénients (ireo maharatsy azy) :

.....

Merci !

iii. Questionnaire après l'Expérimentation2

A. Enseignement avec simulation

Lycée

Objectif :déterminer et évaluer l'acquisition de connaissance des élèves après un enseignement avec un ordinateur.

CONSIGNE : Cocher les cases de vos réponses

Date (daty):

N°:

G F

P

Classe(kilasy) :

R

Nom (Anarana):

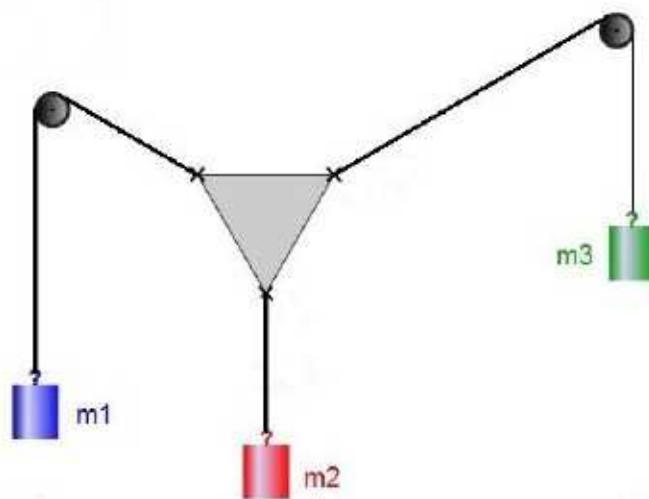
Age (taona):

Durée (Faharetany):

Chapitre (Lohatenin'ny lesona)

3. Enseignement avec un ordinateur (fampianarana miaraka amin'ny ORDINATEUR):

1.6. Représentez sur le schéma précédent les forces qui s'exercent sur le solide.



1.7. Vous allez tracer les droites d'action de ces forces.

1.8. Est-ce que les droites d'action de ces forces restent toujours concourantes? (Mbola mifanapaka ihany veny droites d'action'ireo forces ireo ?)

Oui (Eny)

Non (Tsia)

1.9. Lorsqu'on change l'un de ces trois masses, l'équilibre est-il toujours lieu? (raha ovaina ny ~~iray~~ amin'ireo masse de mbola voatazona ihany ve ny équilibre?)

Oui (Eny)

Non (Tsia)

1.10. D'après vous quelles de réponses suivantes sont les conditions nécessaires d'équilibre d'un solide soumis à trois forces?

- Les droites d'actions de ces forces sont concourantes et coplanaires
- Les droites d'action de ces forces sont parallèles
- $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$
- $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \neq \vec{0}$

1.11. Citer la partie de La simulation qui vous intéressé aujourd'hui.

(tanisao izay zavatra nahalianaanao tamin'ny simulation natao teo)

.....

.....

.....

.....

.....

1.12. Avez-vous envie de manipuler l'ordinateur vous-même ? (Tianao ve raha ianao mihitsy no nikirakira ilay ordinateur?)

- Oui (Eny) :
- Non (Tsia) :

Pourquoi ? (Hazavao ?)

.....

1.13. Ameriez-vous revoir cette simulation chez vous? (tianao ve raha azonao averina any an-tranoiny simulation iny ?)

Oui (Eny) Non (tsia)

Nahoana ?

.....

1.14. Comment trouvez-vous le rythme de cet enseignement avec un ordinateur?

(Ahoana ny fahitanareo ny hafaiganan'ny fampianarana miaraka amin'ny ordinateur?)

- Très rapides (aingana be)
- Rapide :(aingana)
- Normale :(ontonony)
- Lent(miadana)

Pourquoi ? (nahoana ?)

.....

1.15. Est-ce que l'enseignement avec l'ordinateur vous faites pas mal à vos yeux ? (Tsy mankarary ny masonareo ve ny fampianarana amin'ny alalan'ny ordinateur?)

Oui (Eny): non(Tsia) :
 Pourquoi ? (nahoana ?)

1.16. D'après vous, quels sont avantages ou les inconvénients de l'enseignement avec un ordinateur? (araka ny hevitrao inona avy ireo mety ho antony mahatsara na maharatsy ny fampianarana miaraka amin'ny ordinateur ?)

Avantages (ireo mahatsara azy) :

Inconvénients (ireo maharatsy azy) :

B. Enseignement avec expérience

QUESTIONNAIRE APRES EXPERIENCE – Lycée Andohalo –

Consigne : Cocher celle qui correspond à votre réponse (Mario izay mifanaraka amin'ny valiteninao).

Date (daty) : sexe: F (V) G (L):
 Classe(kilasy) N°: R P

Nom (Anarana):

Age (taona):

Chapitre (Lohatenin'ny lesona):

1. Vécu de l'élève (zavatra efa nandalovana)

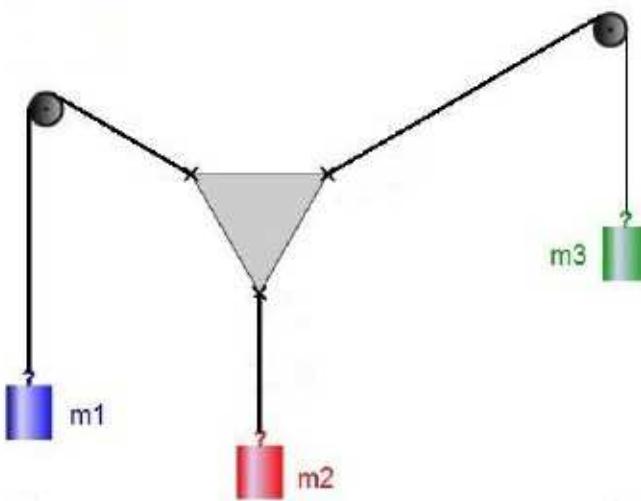
1.1.Avez-vous déjà assisté une séance d'enseignement pendant laquelle le professeur a fait une expérience, avant d'aujourd'hui?
 (efa nisy fotoana ve talohan'ny androany, nanaovan'ny mpampianatra anao expérience nandritra ny cours ve ?)

Oui (Eny):

Non (tsia):

2. Enseignement avec une expérience :

2.1.Représentez sur le schéma précédent les forces qui s'exercent sur le solide.



2.2. Vous allez tracer les droites d'action de ces forces.

2.3. Est ce que les droites d'action de ces forces restent toujours concourantes? (Mbola mifanapaka ihany ve ny droites d'action'ireo forces ireo ?)

Oui (Eny)

Non (Tsia)

2.4. Lorsqu'on change l'un de ces trois masses, l'équilibre est-il toujours lieu ? (raha ovaina ny iray amin'ireo masse de mbola voatazona ihany ve ny équilibre ?)

Oui (Eny)

Non (Tsia)

2.5. D'après vous lesquelles de réponses suivantes sont les conditions nécessaires d'équilibre d'un solide soumis à trois forces ?

- Les droites d'actions de ces forces sont concourantes et coplanaires
- Les droites d'action de ces forces sont parallèles
- $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$
- $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \neq \vec{0}$

2.6. Citer la partie de l'expérience qui vous intéressé aujourd'hui. (Tanisao ireo nahaliana anao tamin'ny expérience nataontsika teo.)

.....
.....

2.7. Avez-vous envie de faire vous-même l'expérience ? (Tianao ve raha ianao mihitsy no nikirakira tamin'ilay experience teo?)

Oui(Eny) :

Non(Tsia) :

Pourquoi ? (Hazavao ?)

.....

 2.8. D'après vous, quelles sont les avantages et les inconvénients d'enseignement avec une expérience? (Araka ny hevitrao inonaavy ireo mahatsara na ireo maharatsy ny fampianarana miaraka amin' ny experience?)

Avantages (ireo mahatsara azy) :

.....

Inconvénients (ireo maharatsy azy) :

.....

Fiche des entrétient

ANNEXE 2 - Grille d'observation et d'entretien pour l'enseignant de physique chimie de la classe

Objectif : Aider le stagiaire à réaliser son mémoire.

1. Identité de l'enseignant :

Age : [20 ; 30] : [30 ; 40] : [40 ; 50] :

Sexe : Masculin Féminin

Etablissement : Lycée Andohalo depuis.....

Classes enseignés dans l'établissement actuel	Années scolaires

Diplôme :

Cursus professionnel / Différentes affectations :

Etablissement fréquenté	Années	Classes enseignés

2. Simulation:

2.1.Avez-vous l'habitude d'enseigner avec simulation ? Si oui, en quelle classe et quel chapitre ?

2.2.Avez-vous déjà fait un enseignement par simulation avec cette classe au cours du 1^{er} trimestre ?

2.3.Sur quel chapitre, thème ?

3. Expérience :

3.1.Avez-vous déjà fait un enseignement par simulation avec cette classe au cours du 1^{er} trimestre ?

3.2.Sur quel chapitre, thème ?

4. Comparaison expérience et simulation.

Vous avez observé la séance d'enseignement avec simulation et avec expérience. Pouvez-vous m'aider à les comparer ?

Pouvez-vous noter les nombres suivants pour chaque question posée par l'enseignant :

	Simulation	Expérience
Participation des élèves : Nombre d'élèves qui lèvent la main pour répondre		
Nombre d'élèves qui répondent spontanément sans lever la main		
Nbre de questions posées spontanément par les élèves		
Nbre de réponses justes données / réponses fausses		

4.1.1. Pouvez-vous comparer les deux cas du point de vue observation de classe

	Simulation			Expérience		
Discipline	-	+	++	-	+	++
Intérêt et motivation	-	+	++	-	+	++
Compétences à la fin du cours	-	+	++	-	+	++
Gestion du temps	-	+	++	-	+	++
Clarté du contenu	-	+	++	-	+	++
Autres critiques						

Réussite des activités proposées par l'enseignant		
---	--	--

4.2.Pouvez-vous comparer les 2 cas du point de vue opportunités pour les élèves ?

	Simulation	Expérience
Esprit de découverte		
Esprit de d'initiative		

Pour ce chapitre, à votre avis, quelle méthode devrait-on utiliser ?

Que préférez-vous : expérience ou simulation ? Pourquoi ?

RESUME

Titre : LES APPORTS DES SIMULATIONS DANS L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES PHYSIQUES AU LYCEE

Mots-clés : Enseignement, simulation, expériences, sciences physiques, Lycée.

L'enseignement des sciences physique devrait se baser sur des expériences. A Madagascar, les enseignants de cette discipline n'ont pas assez de matériels à disposition pour le faire et sont habitués à l'enseignement théorique. Cependant, pour améliorer l'enseignement, ils commencent à utiliser la technologie, qui offre la possibilité de réaliser des expériences virtuelles ou simulation.

Au cours de ce mémoire, nous avons réalisé des expérimentations pour mettre en évidence les apports de la simulation pour l'enseignement des Sciences physiques. Pour cela nous avons étudié le cas des chapitres « Equilibre d'un solide soumis à 3 forces » en seconde, et « Radioactivité » en première et terminale. Nous avons comparé les résultats d'une même évaluation d'un groupe d'élèves ayant bénéficié d'un enseignement avec simulation et avec expérimentation, et d'un groupe d'élèves ayant bénéficié d'un enseignement avec simulation et d'un enseignement théorique.

La simulation aide les élèves à mieux comprendre et à mémoriser ; les images les aident à construire leurs représentations et leur savoir. Elle aide aussi les élèves à résoudre les questions d'analyse. De plus, on peut répéter l'expérience virtuelle dans le cas où les élèves n'ont pas compris les explications à la première vision

La simulation ne peut pas remplacer les expériences réelles, mais dans le cas où il n'y a pas de matériels didactiques réels il est nécessaire de l'utiliser car elle permet d'avoir de meilleurs résultats que l'enseignement théorique.

La préparation des cours avec simulation nécessite beaucoup de temps et de documents. Les élèves devraient maîtriser les nouvelles technologies (ordinateur) pour faciliter l'intégration de la simulation dans l'enseignement.

Auteur : RANDRIANIANJA Rantoniaina - **Adresse :** Lot VR 6 TER LE Mahazoarivo -

Tel : 032 51 451 03 / 034 50 007 52 - **E-mail :** randrianianjartn@gmail.com

Directeur de mémoire : Dr RATOMPOMALALA Harinosy, Maitre de conférences