

Université Cheikh Anta Diop de Dakar

Ecole Normale Supérieure



Chaire UNESCO en Sciences de l'Éducation



Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies en Sciences de l'Éducation

présenté par

NOUPET TATCHOU Gustave

**Conceptions d'élèves du secondaire sur le
rôle de l'expérience en sciences-
physiques:
cas de quelques expériences de cours en
électrocinétique**

sous la direction de

M. le Professeur Valdiodio NDIAYE

Université Cheikh Anta DIOP
Ecole Normale Supérieure (Dakar)

et

M. Saliou KANE, maître assistant

Ecole Normale Supérieure (Dakar)

Année Universitaire 2003 / 2004

SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
REMERCIEMENTS	6
INTRODUCTION.....	7
CHAPITRE I : PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE.....	10
I) Contexte et objet de la recherche.....	11
I-1) Le visage actuel de l'enseignement des sciences expérimentales.	11
I-2) Questionnement large.....	20
I-3) Objet de la recherche.....	21
II) Motivations du choix du thème de la recherche.....	22
II-1) Justification du choix du thème de la recherche.	23
II-2) Justification du choix de l'expérience de cours.	23
II-3) Exemple d'expérience de cours : la mesure de l'intensité du courant continu en seconde S.....	24
CHAPITRE II : CADRE CONCEPTUEL ET REVUE CRITIQUE DE LA LITTÉRATURE.	27
A) LE CADRE CONCEPTUEL.	28
I) La notion de concept.....	28
I-1) Définition	28
I-2) Catégorisation des concepts.	31
I-2-1) catégorisation selon Bruner.....	31
I-2-2) Catégorisation selon l'idée d'abstraction :.....	32
I-3) Bases théoriques de l'élaboration des concepts.....	34
II) L'expérience, l'expérimentation et la démarche expérimentale entre la science qui se construit et la science qui s'enseigne	41
II-1-) Définition du concept d'expérience	41
II-1-1) Définition du concept de l'expérimentation.....	43
II-1-2) Définition du concept de la démarche expérimentale.	43
III) A propos des conceptions d'élèves et de leur prise en compte pédagogique.	45
III-1) Définition de la notion de conception.....	45
III-2) Prise en compte pédagogique des conceptions.....	54

B) LES TRAVAUX DE RECHERCHES RELATIFS AU RÔLE DE L'EXPERIENCE EN SCIENCES-PHYSIQUES.....	57
I) Historique relatif au rôle de l'expérience dans le secondaire.....	57
II) Rôle de l'expérience dans l'apprentissage du savoir scientifique.	59
II-1) Option inductiviste.....	59
II-2) Rôles des activités expérimentales.....	61
II-2-1) La nature expérimentale de sciences-physiques.	61
II-2-2) Rôles des travaux pratiques en sciences expérimentales.....	62
III) Définition et rôle de l'expérience de cours.....	64
IV) Nouvelles tendances de l'enseignement expérimental de sciences-physiques.	67
IV-1) De l'enseignement à l'apprentissage.	68
IV-2) Vers un apprentissage authentique.	69
CHAPITRE III : LE CADRE PROBLEMATIQUE	71
I) Cadre problématique et variables.	72
I-1) Cadre problématique.	72
I-2) Les variables.....	74
II) Questions-problèmes et hypothèses de recherche.....	78
CHAPITRE IV : MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.....	81
I) Population ciblée	82
II) Echantillonnage.....	82
III) Outils de recherche.	83
III-1) La recherche exploratoire ou préexpérimentation.	83
III-1-1) Présentation du premier instrument de recueil. de données.	83
III-1-2) Démarche de collecte des données.....	84
III-1-3) Méthodologie de traitement des données issues du questionnaire-élève.	85
III-1-4) Résultats issus du questionnaire-élève.	88
III-1-5) Entretien exploratoire.	104
III-1-6) Conclusion de la recherche exploratoire ou préexpérimentation.	111
CHAPITRE V : CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.	113
ANNEXES	117
ANNEXE 1 : Questionnaire administré aux élèves.	118
ANNEXE 2 : Tableau de codage des données de l'expérience de cours n°1, n°2 et n°5. .	124
ANNEXE 3 : Les différents types de savoirs rencontrés dans six expériences de cours de Seconde S en électrocinétique.	128

ANNEXE 4 : Transcription des entretiens.....	132
BIBLIOGRAPHIE.....	139
TABLE DES MATIÈRES	145

REMERCIEMENTS

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

Je remercie M.M Saliou Kane, Maître-assistant de l'Ecole Normale Supérieure de Dakar et le professeur Valdiodio Ndiaye, Directeur de l'Ecole Normale Supérieure de Dakar qui ont accepté de diriger ce travail, malgré leurs multiples obligations. Je leur suis très reconnaissant du temps et de l'attention qu'ils ont bien voulu me consacrer. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Ma reconnaissance va également à l'endroit des Messieurs le professeur Jean Marie De Ketele, Hamidou Nacuzon Sall, Baye Daraw Ndiaye, Cheikh Tidiane Sall, Fouad Chafiqi, Boubacar Keita, Bamba Dieng, Samba Dieng et à Mesdames Martine Boulanger, Pierrette Kone pour leurs conseils et pour l'amabilité qu'ils ont toujours eu, à me consacrer un peu de leur temps, m'aidant ainsi à surmonter des difficultés spécifiques.

J'exprime mes sincères remerciements aux formateurs et membres de l'équipe de coordination de la CUSE (Chaire Unesco en Sciences de l'Education), aux enseignants du département de sciences-physiques de l'Ecole Normale Supérieure de Dakar, aux auditeurs de la CUSE, à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Enfin je souhaite remercier sincèrement mon frère et ami Nkolo Edibi Richard qui m'a motivé à m'inscrire à la CUSE (Chaire Unesco en Sciences de l'Education).

INTRODUCTION

La recherche en didactique a fait l'objet au cours de ces trente dernières années, de nombreuses études qui visent à améliorer l'enseignement des sciences. Parmi ces études, les résultats de l'Evaluation internationale conduit en février 1995 par l'Association Internationale pour l'Evaluation du rendement scolaire (I.E.A), ont montré une carence des acquis des élèves en sciences partout dans le monde. Les études effectuées au cours de ces trente dernières années tentent aussi de trouver les raisons de l'échec important qui s'y produit. Elles mettent aussi en évidence les idées des uns et les justifications des autres à propos d'éventuels "remèdes". Des analyses ont été menées autour des pratiques, des méthodes telles qu'elles sont réalisées et telles qu'elles devraient l'être dans le meilleur des cas. Ces travaux se sont intéressés à l'enseignement expérimental des sciences physiques et de la biologie et ce à différents niveaux de l'enseignement.

Plusieurs résultats de recherche en didactique des sciences ont montré que les difficultés à l'apprentissage sont responsables en partie des échecs observés. Des travaux ont montré que ces difficultés ne sont pas liées seulement au savoir lui-même, mais aussi à la représentation que se font les élèves et les enseignants sur les sciences.

Les recherches sur les conceptions ont amené les chercheurs à se pencher sur celles des enseignants à propos de la science et de son enseignement. Parmi ces recherches nous avons celles de Roletto(1995), Orlandi(1989,1991), Tiberghien(1989), Berthou-Gueydan(1994); Darley(1994), et Robardet(1995) tous cités par Soudani(1996,p.1)... Ces études ont montré que les enseignants, de par la nature même de leur fonction, transmettraient probablement leurs propres représentations de la science, de ses méthodes... et renforceraient par la même occasion certaines difficultés chez les élèves.

L'enseignement des concepts aux élèves nécessite d'abord de connaître leurs visions(conceptions) concernant les concepts à enseigner. Beaucoup d'études réalisées par les chercheurs ont porté sur les conceptions d'élèves sur des concepts de sciences physiques (De Vecchi, Giordan et Martinand (1989) ; Kane ((1998) ; Nkolo (2000) ; Seck ((2000) ; etc.), mais il y a moins de recherches réalisées sur les conceptions d'élèves concernant les activités

expérimentales à notre connaissance en particulier au Sénégal. Parmi ces recherches citons celle de Seré et al (2001) et de Flageul et Coquidé(1999).

Nous nous proposons d'étudier dans un premier temps, les conceptions d'élèves sénégalais à propos du rôle de l'expérience dans l'apprentissage des sciences physiques au lycée.

Pour cette étude, notre choix porte sur le rôle de l'expérience de cours à travers quelques expériences d'électrocinétique pour la classe de seconde S (il s'agit de seconde scientifique)

Faire émerger les conceptions des élèves nécessitera un dispositif méthodologique axé essentiellement sur des enquêtes appropriées. Nous appliquerons un questionnaire et un entretien semi-dirigé à des élèves de seconde (première année du secondaire) dans le but de détecter leurs conceptions sur le rôle de l'expérience de cours. Ces différentes conceptions en seconde seront assimilées à des conceptions premières, car ces élèves sont entrain de recevoir officiellement pour la première fois un enseignement en sciences-physiques.

Pour traiter le sujet, nous divisons notre étude en cinq chapitres:

- Le premier chapitre nous permettra de présenter le contexte général de la vision actuelle de l'enseignement des sciences expérimentales et l'objet d'étude de notre travail. Ensuite nous évoquerons les motivations du choix du thème de notre recherche avant de dégager la question-problème générale.
- Le deuxième chapitre constitue le cadre conceptuel et la revue critique de la littérature. Il s'agit de dégager et d'opérationnaliser les concepts clés qui seront utilisés par la suite.
- Le troisième chapitre présentera le cadre problématique (restreint) dans lequel nous dégagerons les variables d'études, les questions-problèmes et les hypothèses correspondantes
- Le quatrième chapitre traite de la méthodologie sur laquelle repose notre travail de recherche. Elle insiste sur les choix :

1. De la population et de l'échantillon sur lesquels s'appuie la partie empirique de notre travail ;
 2. Du dispositif de recueil des données ;
 3. Du traitement utilisé pour l'analyse des données et la vérification de notre hypothèse de recherche ;
 4. Des résultats issus du questionnaire et de l'entretien.
- Le dernier chapitre de ce travail portera sur les conclusions de la recherche ainsi que les perspectives qu'elle ouvre.

L'intérêt de notre étude peut être perçu à un double niveau :

Dans un premier temps, l'analyse des conceptions de l'apprenant à propos des travaux pratiques de physique pourra aider l'enseignant à connaître les élèves à qui il s'adresse. L'enseignant pourra aussi prendre en compte les obstacles sous-jacents et des possibilités de compréhension des élèves pendant la préparation de leurs activités expérimentales.

Il prendra conscience du chemin qui reste à parcourir entre les conceptions des apprenants et les objectifs qu'il doit élaborer pour l'enseignement. Il pourra construire ainsi des objectifs-obstacles sur lesquels repose l'apprentissage des concepts.

Enfin notre souhait est de pouvoir contribuer aux différentes réflexions didactiques sur la pratique expérimentale et notamment l'élaboration des travaux pratiques de sciences physiques en tenant compte des conceptions des apprenants.

Dans un travail ultérieur, nous essayerons d'élaborer des dispositifs didactiques prenant en compte ces conceptions dans le but d'améliorer la qualité des acquis scolaires dans ce domaine.

Après l'introduction, nous abordons la problématique de notre recherche.



CHAPITRE I : PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE

I) Contexte et objet de la recherche.

Ce paragraphe est constitué de trois points importants et nous permet de situer notre problème de recherche dans un contexte approprié.

I-1) Le visage actuel de l'enseignement des sciences expérimentales.

L'amélioration des méthodes d'acquisition des connaissances chez les apprenants préoccupent les acteurs directs et indirects du système éducatif. L'enseignement actuel des sciences ne donne pas les résultats qu'on serait en droit d'attendre.

La société a beau avoir besoin de bien plus de spécialistes dans les domaines scientifiques, les élèves ont beau être renseignés sur les possibilités qu'offre une formation scientifique, il est étonnant dès lors que, comme l'écrit Larochelle et Désautels. (1992), « Les élèves, lorsque la filière scolaire le leur permet, évitent soigneusement les sections scientifiques »(cité par Badara, 2001,p.1)

Ce malaise de l'enseignement scientifique de par le monde a été confirmé par l'Association Internationale pour l'Evaluation du Rendement scolaire (IEA) qui a effectué un test¹ sur les connaissances des élèves en sciences et en mathématiques dans 41 pays. Les résultats ont montré une carence des élèves en sciences mais aussi que les pays comme le Japon, Singapour, la Chine et certains pays de l'Est de l'Europe grâce à leur avancée économique remarquable devancent de loin des pays comme la France et la Belgique dans le domaine des études scientifiques.

Ces résultats montrent aussi que les élèves de quelques pays en développement qui ont pris part à ces tests obtiennent les scores les plus bas de tous les pays aussi bien en mathématiques qu'en sciences. En outre, ce rapport fait état d'énormes différences entre pays développés et pays en développement. Pourtant, entre les nations qui ont en commun des traits culturels, linguistiques, socio-économiques et autres, les différences sont faibles.

L'influence de l'expérience sur l'apprentissage des sciences-physiques par les élèves est aussi commentée dans ce rapport.

Certains travaux se sont intéressés à l'enseignement expérimental.

¹ Evaluation internationale conduit en février 1995, sous l'égide du ministère de l'éducation nationale Français.

En France, à partir de l'année scolaire 1997-1998 les élèves des écoles primaires de cinq départements vont expérimenter une méthode d'enseignement importée de Chicago. C'est "l'opération Charpack", du nom du prix Nobel 1992. Georges Charpack promoteur en France de ce projet, qui se propose la mise en place des sciences expérimentales à l'école primaire, espère ainsi contourner "le manque d'intérêt ou la médiocre qualité de l'enseignement scientifique" (cité par Ratzu, 1998, p.11).

D'autres enquêtes (TIMSS²,1997 ; PASEC³,1999 ; etc..) sont consacrées comme celles précédentes à la comparaison internationale des acquis scolaires. Toutes ces enquêtes traduisent l'urgence des systèmes éducatifs à tendre vers la qualité.

Le diagnostic effectué par de nombreux chercheurs comme Brandolin (1996,p.18 et 19) cité par (Nkolo,2000,p.6) sur les systèmes éducatifs africains et sur l'état de l'enseignement des sciences dans ces systèmes montre que la situation n'est guère meilleure en Afrique que dans le reste du monde.

Au Cameroun la situation de l'enseignement des sciences expérimentales n'est pas satisfaisante. Voici un extrait du rapport de la Bad-UNESCO de 1996, décrivant la situation :
« Actuellement, la situation générale des équipements et matériels scientifiques, ainsi que les pratiques expérimentales au niveau des établissements d'enseignement secondaire général au Cameroun se présente comme suit :

- Peu de laboratoires existant et en bon état de fonctionnement ;
- Matériels scientifiques manquants et mal maintenus quand ils existent ;
- Pas de personnels spécifiques de laboratoire ;
- Formation des enseignants donnant une priorité aux exposés théoriques ;
- Faiblesses de moyens financiers disponibles pour le développement des pratiques expérimentales ;
- Effectifs des classes secondaires souvent très élevés(souvent plus de 100) obligeant à inventer des méthodes de travail, des organisations de locaux et de matériels expérimentaux adaptés à cette situation.
- Ainsi, les cours des disciplines scientifiques, Biologie, Chimie, Physique, Géologie, et Technologie dans les établissements d'enseignement secondaire général restent théoriques

² Troisième étude internationale sur les mathématiques et les sciences.

³ Programme d'analyse des systèmes éducatifs des pays de la CONFEMEN.

du fait du non-équipement en matériel scientifique de base de la plupart des établissements ».

De la même manière au Sénégal, les travaux faits par des élèves professeurs en matière de spécialisation montrent que la situation de l'enseignement des sciences expérimentales nécessite encore une amélioration remarquable. Ces mémoires (Badou,1996; Diakhaté,1990; Faye,1993), tentent dans leur majorité de faire un diagnostic de l'enseignement des sciences physiques. Ces études traitent des difficultés rencontrées par les élèves du lycée dans l'apprentissage des sciences physiques et les problèmes de l'enseignement de la même discipline.

Malgré les investissements, les réformes, les innovations, les progrès de l'école sénégalaise, surtout dans le domaine de la science, ne sont pas si importants par rapport aux intentions de changement, ceci de l'avis de tous les partenaires de la scène scolaire (administration, élèves, professeurs, parents, société).

On note, selon Sy (2001), une baisse de niveau relative dans l'enseignement en général et celui des sciences en particulier. Cette baisse est accentuée par le fait que les cours de sciences physiques sont abstraits et décontextualisés et beaucoup d'élèves les perçoivent comme une collection de formules mathématiques, inaccessibles, sans aucun lien avec la réalité vécue.

Les statistiques du baccalauréat au Sénégal montrent que sur 22 268 inscrits à l'examen de l'année 1999, 69,16% sont des élèves des séries littéraires contre seulement 30,84% pour les scientifiques et que pour l'année 2000, sur 22 824 inscrits, 70,16% sont des élèves des séries littéraires contre 29,84% (nombre encore en baisse) d'élèves des séries scientifiques alors que les recommandations de l'UNESCO (Forum mondial : éducation pour tous, 2000, Dakar) avancent 60% pour les filières scientifiques et 40% pour celles littéraires pour les pays du sud.

De plus, pour un taux de réussite de 61,14% (série S1) et de 42,94% (série S2) pour l'année 1999, on note à l'année 2000 une baisse de ces taux de réussite soit 59,24% pour la série S1 et 33,71% pour la série S2.

En parallèle, on note pour les séries littéraires des taux de réussite allant de 34% à 95%, ce qui est remarquable.

L'on est tenté, après la lecture de ces analyses, de s'interroger avec Jean Louis Martinand (1989) : « Comment faire pour que ça marche » ?

Dans nos propos précédents, nous avons constaté que l'enseignement actuel des sciences expérimentales partout dans le monde et particulièrement au Sénégal devrait être amélioré. Cet enseignement connaît beaucoup de difficultés qui entravent l'apprentissage des apprenants.

Parmi les disciplines scientifiques, les sciences-physiques passent comme étant la discipline la plus difficile pour bon nombre de gens (élèves, enseignants de toutes disciplines). Elles sont considérées comme une discipline "couperet", c'est-à-dire celle qui cause le plus d'échecs aux examens dans les filières scientifiques.

Nous pensons qu'un des éléments principaux permettant d'expliquer la difficulté liée à l'enseignement des sciences physiques est le fait que les élèves ont des conceptions (représentations) des phénomènes observés avant leur enseignement souvent en décalage avec les concepts scientifiques. Les conceptions des élèves constituent l'une des caractéristiques individuelles principales qui influencent le plus l'apprentissage. Un enseignement qui ne tiendrait pas compte des conceptions des élèves souffrirait de carences majeures. Parmi les chercheurs qui ont travaillé à ce propos, nous pouvons citer :Nkolo (2000) ; Kane (1998) ;Sall (1997) ; Giordan et De Vecchi (1994) etc....

De nombreux chercheurs ont analysé la situation de l'enseignement des sciences en s'intéressant à la place accordée à l'élève, celui à qui l'enseignement est adressé.

S'exprimant à ce propos, Giordan (1996, p.1) déclare que «les élèves n'ont plus de goût pour les études », c'est très souvent ce que constatent les enseignants sans analyser les causes. Nos recherches didactiques, sur l'apprentissage sont très nettes : l'apprenant apprend au travers de ce qu'il est et à partir de ce qu'il connaît déjà. Avant tout enseignement ce dernier possède une

foule de questions, d'idées et de façons de raisonner sur la société, l'école, les savoirs, l'environnement et l'univers. Tous ces éléments orientent son approche.

Beaucoup de travaux effectués par de nombreux chercheurs en didactique des sciences physiques ont montré que les élèves ont d'énormes difficultés dans l'acquisition des concepts. Ces difficultés sont liées en général à leurs représentations souvent erronées des concepts scientifiques. Voici quelques exemples qui illustrent cette situation préoccupante :

En chimie, les concepts de base nécessaire à l'apprentissage de cette discipline rebutent beaucoup d'élèves et même un bon nombre d'étudiants. Il s'agit principalement des concepts de chimie élémentaire : ion, mole, atome, réaction chimique, indicateur coloré, corps purs... (Kane, 1997). Des recherches menées en France montrent que jusqu'à la fin de l'enseignement secondaire, les élèves n'arrivent pas à construire le concept de substance chimique (Stavridou, 1990). Pour beaucoup d'élèves une substance peut se départir de ses propriétés et rester la même : le fer rouillé reste du fer.

En physique, les études similaires ont été réalisées :

Les concepts de base de la mécanique (force, poids, masse, etc...) ont aussi fait l'objet d'un grand nombre de recherches (Nkolo, 2000) ; Viennot (1978). Une analyse faite par McDermott (1984) met en évidence les difficultés des élèves dans l'interprétation des phénomènes de mécanique. Pour beaucoup d'élèves, un mouvement implique l'existence d'une force. L'observation d'élèves au cours de l'enseignement ou après montre les difficultés d'acquisition de ces concepts de base de mécanique (Driver, 1985, cité par Tiberghien en 1988, p. 108).

Donc la prise en compte des conceptions (représentations) des élèves dans l'enseignement s'impose. Les élèves ont des conceptions sur tout ce qui touche l'enseignement/apprentissage : sur les programmes ; les activités expérimentales ; les concepts de la discipline etc...

S'agissant des programmes, une des questions qu'on peut se poser est de savoir si la formulation des programmes tient compte des facteurs favorisant le changement des conceptions chez les élèves ?

En partant du fait qu'apprendre, c'est faire évoluer ses conceptions la revue de quelques-unes des options possibles dans la formulation des programmes (Seck, 2000, p.6) pourra nous éclairer dans le choix d'une bonne stratégie.

- ❖ Une première option qui a beaucoup de succès jusqu'à présent consiste à ignorer les conceptions des élèves et à ne fonder l'enseignement que sur la structure de la discipline. En d'autres termes, si une discipline, qu'il s'agisse d'optique, de dynamique ou d'électromagnétisme, est présentée de façon bien structurée du point de vue des relations formalisées entre les concepts scientifiques, les élèves seront à même de développer eux-mêmes cette structure conceptuelle. Les limites de cette première option sont maintenant connues : beaucoup de travaux ont montré que ces conceptions risquent de persister jusqu'au niveau universitaire en dépit de l'enseignement reçu (Driver, 1990 ; Viennot, 1996 ; Giordan, 1996).

- ❖ La seconde option consiste à remplacer le "didactique" des cours ex cathedra, des manuels et des démonstrations, par une pédagogie de la découverte et un apprentissage fondé sur l'expérience empirique (Driver, 1990). Malheureusement, cette option ne donne pas toujours les résultats escomptés, non que les élèves se montrent incapables de chercher par eux-mêmes et de faire des déductions à partir de leurs observations (ainsi ils sont capables de le faire), le problème est qu'ils ne font pas nécessairement les "découvertes voulues" (Driver 1990).

- ❖ Une troisième option est fondée sur l'hypothèse que les conceptions premières sont chez l'élève un point de départ nécessaire et que l'enseignement devrait être conçu de façon à permettre à ces idées d'évoluer et de se transformer (Viennot, 1996 ; Giordan, 1996). Les possibilités offertes par cette approche sont les suivantes :
 - a) Pour les élèves : expliciter leurs idées ; clarifier leur pensée et échanger des idées ; faire des expériences permettant aux élèves de confronter leurs idées en situation de conflit.

 - b) Pour l'enseignant : lancer des idées nouvelles ou restructurer les anciennes et utiliser les concepts dans toute une série de situations. La caractéristique la plus intéressante de cette approche est la volonté de voir les élèves se rendre mieux compte de ce qu'ils apprennent

et approfondir leur façon de raisonner de tous les jours, de manière à la rendre applicable à un plus grand nombre de situations.

Pour Lemeignan et Weil-Barais (1993), le changement de programme qui consiste en une réduction du champ expérimental ou en l'esquive de la complexité d'un concept conduirait pour «des élèves, souvent très intéressés par les réalisations techniques à se détourner d'une discipline dont l'aspect essentiellement formel les rebute » (p.13). Toujours selon eux, la physique n'est qu'une construction de concepts. L'énoncé des contenues ne suffit pas pour construire les concepts et les modèles en vue de résoudre les problèmes.

Nous avons essayé de décrire quelques travaux en sciences-physiques concernant les difficultés des élèves. Mais ces difficultés ont des origines diverses.

Plusieurs raisons sont avancées comme étant la cause des difficultés que connaissent les élèves en sciences physiques. Parmi ces raisons, nous avons le manque de matériel didactique pour un enseignement des sciences à caractère véritablement expérimental, le manque de motivation de la part des élèves, etc...

Des recherches récentes ont établi que ces raisons sont en quelque sorte secondaires et qu'il faut chercher les raisons principales :

- d'abord du côté de l'élève auquel l'enseignement est adressé et parce qu'on s'est rarement (ou alors très peu) intéressé jusqu'à ces dernières années, à lui, et plus particulièrement à ses conceptions, à ses intérêts et à son rôle actif. L'apprenant apparaît bien souvent comme le "présent-absent" des systèmes de formation. "certes il est physiquement présent, mais on tient rarement compte de lui, du moins de ce qu'il sait ou croit savoir"(Giordan,1996,p.1)
- ensuite du côté de l'enseignant, comme sujet de l'action pédagogique parce que ses méthodes d'enseignement sont le plus souvent inadéquates et ne tiennent pas compte du caractère complexe des apprenants c'est-à-dire ceux à qui les séquences d'enseignement sont destinées.
- et enfin du côté des concepts de sciences physiques à construire et des activités expérimentales à réaliser de par leur caractère souvent très abstrait.

En effet, l'enseignement des sciences-physiques doit fournir aux élèves les meilleures conditions d'acquisition des concepts. Ces concepts leur permettent d'interpréter et de prévoir des phénomènes ou de résoudre des problèmes dans un champ opératoire large.

Le domaine des circuits électriques a été largement exploré avec des élèves de niveaux très variés, du primaire au supérieur. Ces recherches ont montré par exemple que la notion de conservation du courant électrique dans un circuit fermé n'est pas très souvent comprise du fait de l'existence de " fausses " conceptions chez les élèves (Tiberghien , 1988). De nombreux travaux montrent également les difficultés d'acquisition du concept de potentiel électrique (Rhoneck, 1984).

Une étude effectuée, dans le domaine de l'optique par Ch. Prat en 1998 au collège Marc Saugnier (à la demande de l'IPR) sur les conceptions des élèves de 5^{ème} et 4^{ème} sur la lumière et les phénomènes de couleur, a révélé qu'elles sont très souvent erronées même après des séquences d'enseignement, et qu'un même élève peut développer diverses représentations, selon les situations auquel il est confronté.

Toutes les recherches que nous avons citées précédemment traduisent certaines difficultés que connaissent les apprenants dans l'acquisition des concepts en sciences-physiques. En plus de ces difficultés, ils en connaissent également d'autres liées aux activités expérimentales.

Dans une étude faite par le projet européen et publié par Seré et al (2001), une enquête s'est préoccupée des "images des sciences" chez les enseignants et les étudiants en lien avec les travaux pratiques.

L'idée qui a présidé à l'élaboration du questionnaire de cette enquête est la suivante : élèves et étudiants retirent des travaux pratiques une certaine représentation de l'activité des scientifiques, ainsi que de la façon dont ils articulent expériences, mesures, théories et modèles. C'est cette image, liée à l'activité expérimentale qui a été cernée par un questionnaire, également proposé à des enseignants car on peut penser que leurs représentations influencent leurs enseignements et leurs élèves. Pour chaque question posée, un contexte a été décrit. Les résultats des réponses aux questions concernent seulement la France. Ils sont plus précis mais largement cohérents avec les résultats obtenus ailleurs.

Parmi les résultats obtenus, nous pouvons de manière générale retenir que :

-Les élèves ont des conceptions face à des activités expérimentales qui peuvent être influencées par les enseignements qu'ils reçoivent de l'enseignant qui lui aussi a ses propres conceptions.

-L'utilisation des statistiques par les enseignants pendant les expériences de classe se fait faiblement avec les enseignants de physique (presque 10%) et presque moyennement avec les biologistes(42%). Cette faiblesse de pourcentage pour les enseignants de physique explique la faiblesse de l'utilisation de la moyenne dans une série de mesure par leurs élèves du lycée.

En plus une étude des conceptions d'étudiants professeurs des écoles sur l'expérimentation et les obstacles corrélatifs à sa mise en œuvre à l'école élémentaire a été publiée par Flageul et Coquidé (1999). Dans cette étude ces auteurs ont proposé un questionnaire à 200 étudiants et stagiaires des I.U.F.M de Rouen et de Chartres, pour contribuer à préciser les conceptions de futurs professeurs des écoles sur les fonctions de l'expérimental. Dans les conceptions sur l'expérimentation, l'approche empiriste est valorisée et les propositions relatives au raisonnement ou à la mise à l'épreuve d'idées sont peu présentes. Si on considère le cadre épistémique de ces sujets, ces conceptions empiristes nous semblent représenter un obstacle important dans la compréhension de ce qui est une expérimentation.

Ces recherches, et bien d'autres , mettent en exergue de réelles difficultés pour les élèves dans l'acquisition du savoir à cause de **l'existence de représentations ou conceptions d'élèves qui se dressent comme de véritables obstacles à cette acquisition.**

« Si l'enseignant ne tient pas compte de ces conceptions, elles font obstacles et les notions enseignées sont éludées, déformées ou restent isolées à côté du savoir familier » (Giordan, 1990). Tenir compte de ces conceptions, suppose que celles-ci soient connues et qu'elles puissent être intégrées dans un cheminement didactique.

A propos des conceptions, en ce qui concerne la particularité africaine, Pierre Erny (1987, p.11) (cité par Nkolo,2000,p.10) déclare que :

« Pour comprendre ce qui se passe dans l'esprit et le cœur du jeune africain d'aujourd'hui il faut de toute évidence tenir compte de l'ensemble des influences qu'il a subies et ne pas se refuser arbitrairement à prendre en considération celles qui relèvent de l'univers coutumier. La culture traditionnelle s'exprime en une éducation qui façonne très précocement

l'existence de ceux qu'elle imprègne, de sorte que les apports modernes, tels que l'école, représentent non pas des semences jetées dans un champs en friche, mais des branches greffées sur un arbre encore plein de vigueur. L'éducation coutumière fait partie des données de base, de ce qui est. ...Elle constitue le point de départ, et avant de songer à la transformer, il faut d'abord la reconnaître ».

L'étude de l'éducation coutumière et du développement de l'enfant Africain a permis à Pierre Erny de comprendre ce qui se passe dans la vie de l'enfant Africain en marge de l'école et d'en tenir compte dans ses activités éducatives.

Notre travail s'inscrit dans la logique des théories et recherches récentes en sciences de l'éducation selon lesquelles la didactique constitue un levier potentiel dans l'amélioration de la qualité de l'enseignement/apprentissage en sciences-physiques.

Les différentes questions de recherche seront posées au paragraphe suivant.

I-2) Questionnement large

Des préoccupations d'enseignant nous ont alors conduit à nous investir dans la recherche et l'analyse des conceptions d'élèves sur le rôle des activités expérimentales, en vue de poser les jalons de l'élaboration des dispositifs didactiques prenant en compte ces conceptions dans l'enseignement/apprentissage en sciences-physiques.

Nous allons articuler notre étude autour d'une question principale qui est la suivante : Quelles sont les finalités et quels sont les résultats de l'enseignement expérimental des sciences physiques ?

- S'agit-il de faciliter l'apprentissage des concepts ?
- S'agit-il de faire acquérir à l'élève du savoir-faire expérimental ?
- S'agit-il d'initier à la démarche scientifique ?

Beaucoup d'autres questions peuvent découler des précédentes. Nous n'avons retenu ici que celles autour desquelles nous paraît s'articuler notre recherche c'est-à-dire celles que posent le problème du rôle de l'expérience dans l'enseignement/apprentissage des sciences physiques notamment au lycée.

Dans ce champ assez large de notre étude, nous allons limiter notre travail dans le cadre du D.E.A à la physique et plus précisément aux conceptions d'élèves concernant le rôle de l'expérience de cours. L'expérience de cours est une expérience réalisée en classe par le professeur pendant le cours théorique. Le professeur peut faire appel à un élève pour manipuler sous son contrôle.

Non seulement nous avons montré à travers les travaux de nombreux chercheurs que les élèves ont d'énormes difficultés dans l'acquisition des connaissances tant sur le plan théorique qu'expérimental en sciences physiques mais aussi nous allons clarifier l'objet de notre étude avant de présenter les raisons et les justifications du choix de notre thème de recherche.

I-3) Objet de la recherche.

L'objet de cette première partie de notre travail est donc la recherche descriptive des conceptions (après enseignement) d'élèves sénégalais à propos du rôle de l'expérience de cours à travers quelques expériences d'électrocinétique.

Dans un travail ultérieur, nous essayerons d'élaborer des stratégies didactiques prenant en compte ces conceptions selon les théories et les recherches récentes en sciences de l'éducation. L'ensemble de ces dispositifs didactiques pourra conduire à l'amélioration de la qualité des acquis scolaires.

Notre étude trouve son originalité dans les principaux aspects suivants :

A notre connaissance au niveau de la C.U.S.E (Chaire Unesco en Sciences de l'Education) de Dakar (Sénégal), aucune étude didactique de ce type n'a encore été menée à ce jour. Il ne naîtra certainement pas de ce travail des propositions inadéquates, mais plutôt des propositions cohérentes contextualisées, s'inspirant des particularités cognitives et affectives des élèves.

Nous allons détecter dans notre étude, trois éléments qui nous paraissent importants. Il s'agit des conceptions d'élèves en rapport avec:

-l'expérience de cours pour aider les élèves à acquérir des savoirs conceptuels (acquisition des concepts, des lois, théories)

-l'expérience de cours pour aider les élèves à acquérir des savoirs procéduraux (utilisation des appareils; montage du dispositif expérimental; choix du matériel etc...).

-l'expérience de cours pour aider les élèves à acquérir des savoirs épistémologiques (tout ce qui est en rapport avec la mesure, avec l'image des sciences)

Pour élucider les difficultés des élèves dans leurs apprentissages de certains concepts en physique, deux facteurs nous ont conduit au choix de la conception des élèves.

1. Dans la perspective constructiviste où l'enfant est sensé être l'architecte de son propre savoir (Giordan, 1996; Viennot, 1996) au fur et à mesure des problèmes qu'il rencontre et doit résoudre, le rôle des conceptions (connaissances préalables, représentations) est important pour l'enseignant.
2. La facilité pour ce domaine de recherche (la didactique) d'avoir recours aux outils existants dans un domaine voisin constitue le second facteur. Les techniques d'entretien (directif ou non), d'interview, de questionnement d'individus (isolés ou en groupe) et leurs traitements sont maîtrisés dans le domaine des sciences humaines (psychologie, sociologie...), leur transfert dans le domaine didactique paraît simple et efficace.

L'activité principale de l'apprenant et la finalité de l'apprentissage constituent la construction des concepts, l'acquisition des connaissances et des méthodes, la résolution de problème.

II) Motivations du choix du thème de la recherche.

Nous allons justifier dans ce paragraphe le choix du thème de la recherche. Ensuite celui de l'expérience de cours et enfin nous décrivons un exemple d'expérience de cours en électrocinétique avant de dégager la question-problème générale.

II-1) Justification du choix du thème de la recherche.

Préoccupés constamment par le "comment" améliorer notre pratique de classe, nous avons recherché, à divers niveaux de notre cursus professionnel, les difficultés éprouvées par les élèves dans l'apprentissage des sciences-physiques.

Nous avons cherché, entre autre, à connaître les conceptions(représentations) des élèves Sénégalais du secondaire sur le rôle de l'expérience dans l'enseignement/apprentissage en sciences physiques.

Cet intérêt manifesté nous a été rendu possible par une longue expérience professionnelle d'enseignant dans les lycées et collèges.

Nous sommes partis d'un constat que les élèves se plaignent et mettent en cause l'inadaptation de l'école au milieu. Les travaux pratiques réalisés en classe par le professeur pendant le cours deviennent pour eux de plus en plus pénibles, car disent-ils, ils ne perçoivent pas le plus souvent le lien entre la théorie et la pratique. Ils ne peuvent pas manipuler eux-mêmes par manque de laboratoire et de matériel didactiques disponibles. Ces contraintes font que les élèves ne donnent pas beaucoup d'importance aux expériences réalisées en classe par le professeur pendant le cours.

Par ailleurs, il nous semble que le professeur ne prend pas en compte les conceptions des élèves sur les rôles des expériences qu'il réalise en classe. Ces conceptions d'élèves rendent difficile l'apprentissage des activités expérimentales. Notre intention consiste à faire émerger ces conceptions, d'où le choix de notre thème de recherche.

II-2) Justification du choix de l'expérience de cours.

. Nous avons essayé d'identifier la place qu'occupe l'expérience de cours dans l'enseignement de sciences-physiques au Sénégal. Ceci a été fait à travers une enquête préliminaire réalisée par Kane (2003) à l'Ecole Normale supérieure de Dakar.

L'enquête a consisté à rechercher les types d'expériences réalisées par les professeurs dans l'enseignement de la physique et de la chimie au niveau du collège et du lycée.

Les résultats de cette enquête montrent que :

-Les expériences sont organisées en cours ou TP-cours au niveau de la classe de seconde à 86% en chimie et 60% en physique. Pendant ces séances, c'est principalement le professeur qui réalise les manipulations avec quelque fois la participation des élèves.

-Des résultats analogues sont obtenus en première et terminale.

A propos des objectifs assignés à ces expériences, la même enquête montre que :

- Dans la quasi-totalité des TP, les objectifs visent l'acquisition de savoirs conceptuels par l'élève et ce, à travers **la vérification de lois** le plus souvent.

-Par ailleurs l'élève n'a pas d'autonomie et ne travaille pas à sa vitesse. Les activités expérimentales sont centrées sur le professeur.

Ces faits sont confirmés par la lecture de fiches de planification de leçons préparées par les professeurs, par les guides pédagogiques et les visites réalisées dans les lycées de Dakar.

En conclusion pour ce paragraphe, les activités expérimentales sont réduites à des expériences de cours où principalement le professeur manipule et exploite les résultats. De telle sorte que les élèves ont rarement l'occasion de manipuler.

L'importance de l'expérience de cours dans notre étude nous conduit à décrire dans le paragraphe suivant un exemple d'expérience de cours en électrocinétique.

II-3) Exemple d'expérience de cours : la mesure de l'intensité du courant continu en seconde S.

Nous avons choisi un exemple d'expérience de cours en électrocinétique parce que cette partie de la physique amène l'élève à s'intéresser à des phénomènes électriques qu'il côtoie quotidiennement. Selon Closset (1989) cité par Johsua et Dupin (1993) «c'est muni des conceptions que l'élève commence à étudier, dans l'enseignement secondaire, les circuits électriques en courant continu » p.172. L'électrocinétique est à notre connaissance une des matières de la physique à travers laquelle nous pouvons détecter les conceptions des élèves.

Conformément à l'ouvrage de physique-chimie de la classe de seconde S réalisé par A.S, Dia., Saliou, Kane., B, Keita., P, Ndiaye. (1996), la procédure de manipulation est presque la même pour tous les enseignants. Elle peut se faire, soit par le professeur lui-même, soit par un élève volontaire qui sera guidé par celui-ci.

L'observation de l'expérience de cours relative à la mesure de l'intensité du courant continu dans deux établissements de Dakar (Lycée Nourou Tall et Lycée Ngalanou Diouf), nous permet de décrire ce qui se passe en situation de classe (voir partie méthodologie).

De manière générale, selon chaque professeur :

-Il faut faire le montage à partir d'un schéma du circuit électrique (circuit avec ou sans un ampèremètre), en respectant la polarité au niveau de l'ampèremètre ou du multimètre.

-Monter l'ampèremètre en série dans le circuit

-Brancher le générateur sur l'alimentation du courant

-Choisir un calibre convenable

-Choisir une échelle convenable

-Mettre le commutateur en courant continu

-Prendre des précautions pour ne pas détériorer l'ampèremètre

-Pour une mesure, essayer d'abord les calibres les plus élevés

-On effectuera ensuite la mesure avec le calibre qui donne la division la plus nette

-Relever la division n de l'aiguille

-Déduire l'intensité $I = nc/N$ (N = nombre de divisions sur le cadran; c = calibre utilisé; n = division devant laquelle s'immobilise l'aiguille)

-Lire directement la valeur de l'intensité du courant sur le multimètre si nous avons choisi le circuit sans ampèremètre

-Donner l'incertitude absolue sur la mesure de l'intensité

$$\Delta I = \text{classe de l'appareil} \times \text{calibre de l'appareil} / 100$$

EXEMPLE : Si l'ampèremètre utilisé est de classe 2, le calibre de 10A et si le nombre de division lu est de 75, on a alors :

$$\Delta I(A) = 10 \times 2 / 100 = 0,2$$

Si le cadran comporte 150 divisions, l'intensité du courant est :

$$I = 10 \times 75 / 150 = 5A$$

Tenant compte de l'incertitude sur la mesure, le résultat peut s'écrire :

$$5-0,2 \leq I \leq 5+0,2 \quad \text{en ampère}$$

Cette détermination de l'intensité du courant continu à travers l'expérience de cours est uniquement conçue par le professeur excluant toute participation des élèves quant au choix des objectifs, du contenu et du déroulement.

Après avoir examiné un exemple d'expérience de cours, notre travail a pour but de trouver des réponses réalistes à la question suivante :

Quelles sont les conceptions des élèves du secondaire sur le rôle de l'expérience dans le processus de l'enseignement/apprentissage en sciences-physiques?.

Du fait qu'il existe plusieurs types d'expériences en physique, notre étude sera axée sur l'expérience de cours à travers quelques expériences d'électrocinétique.

L'explication et la compréhension de notre objet d'étude nécessite la précision des concepts qui fondent notre question-problème de recherche. Ces concepts nous amènent à faire dans le chapitre suivant une revue critique de la littérature théorique et l'étude de quelques travaux portant sur le rôle de l'expérience en sciences physiques.

**CHAPITRE II :
CADRE CONCEPTUEL ET REVUE
CRITIQUE DE LA LITTÉRATURE**

Le champ disciplinaire de notre investigation, est la didactique des sciences physiques. Nous allons présenter dans ce chapitre les concepts clés et quelques travaux relatifs à notre thème de recherche.

A) LE CADRE CONCEPTUEL.

Les principaux concepts qui nous intéressent sont les suivants : **concept, expérience, conceptions**. Il s'agira de présenter chacun de ses concepts tels qu'ils apparaissent dans des dictionnaires, des publications spécialisées et le langage courant. Nous donnerons notre point de vue et retiendrons ensuite des définitions plus appropriées à l'objet de notre étude.

I) La notion de concept.

I-1) Définition

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

Ainsi, dans le Petit Larousse (1991), on note : «le terme de concept correspond à une représentation intellectuelle d'un objet par l'esprit». Le mot objet doit être compris au sens large du terme dans cette définition, il peut être matériel ou non.

Selon Legendre (1993) dans le dictionnaire actuel de l'éducation, le terme concept est «une représentation mentale et générale des traits stables et communs à une classe d'objets directement observables, et qui sont généralisables à tous les objets présentant les mêmes caractéristiques». Dans cette définition, nous retrouvons aussi l'idée de création d'un objet par l'esprit. Mais la différence par rapport aux deux autres définitions précédentes se situe au niveau d'une classe d'objets qui présentent les mêmes caractéristiques. Les trois définitions ci-dessus sont unanimes sur la création d'un objet par l'esprit.

Le concept est également défini par sa fonction d'après Vergnaud cité par Guyon et All (1993) : « un concept rend intelligible une situation grâce à une sélection de fait, une interprétation de leurs occurrences, une mise en relation qui elles-mêmes génèrent et justifient cette relation ». Guyon et All (1993) défendent l'idée d'organiser, de rendre intelligible par la sélection des faits. Ils identifient le concept à un instrument de pensée, qui sert à mettre en perspective, à articuler les questionnaires, à répondre aux problématiques. Pour eux «le concept fournit un éclairage dans la dualité permanente entre l'abstrait et le concret, l'universel et le particulier. Ainsi un concept peut être défini par une double fonction :

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

Pour Moniot (1992), le concept est un outil qui permet de passer du particulier au général. Il est nécessaire d'isoler l'identique, l'analogue, le différent, de sélectionner le cognitif et l'intellectuel en le distinguant de l'affectif et de l'image.

Selon De Vecchi (1992), un concept peut être défini par un nom, des attributs essentiels et des exemples signifiants.

Exemple de concept : «un carré est une figure géométrique délimitée par une portion d'espace plan ; il comprend quatre côtés égaux formant quatre angles droits » (De Vecchi, 1992, p.123).

En physique on peut citer le concept de « Force » : représentée par un vecteur avec ces caractéristiques (point d'application, sens, direction et module) ou le concept de transformateur : système qui reçoit, qui donne, mais ne semble rien avoir. Exemple : un moteur qui transforme de l'énergie électrique en une énergie de mouvement (cinétique).

De Vecchi insiste aussi sur la fonction : prévision, réinvestissement immédiat.

Les autres définitions plus récentes s'accordent sur la caractérisation des concepts par des attributs.

Le concept, qui n'est pas un substantif, est défini par des caractéristiques invariantes appelées attributs et est susceptible d'instanciation (Sall, 1997). L'instanciation d'un concept est comparable à la modalité prise par une variable.

Exemple de concept avec leurs instanciations : « atome » ; attributs : noyau (protons et neutrons) et cortège (électron) instanciations : atome d'hélium (deux protons et deux électrons).

Barth (1997) associe en plus des attributs, une étiquette à tout concept. On distingue les attributs essentiels (attributs se référant aux caractéristiques qui permettent un classement dans une catégorie fondamentale) et les attributs non essentiels (d'autres caractéristiques connues ou inconnues servant à la description). Une étiquette désigne la relation ou le rapport qu'il y a entre les attributs. Cette étiquette nous permet de regrouper tous les exemples qui possèdent la même combinaison d'attributs dans la même catégorie, quelles que soient les différences par ailleurs.

Comme exemple en chimie nous pouvons dire : le radium se désintègre spontanément, il est radioactif, par contre l'hélium est stable et caractérisé surtout par son inertie chimique ; tous les deux sont classés parmi les éléments chimiques.

Pour rendre compte de la définition opératoire du concept, Kane (1998, p. 7) le schématise comme suit :

Un concept est	Une étiquette	exemple d'un concept
	non pas isolé, mais	carré
	désigne une liste d'..	
	attributs ...	une figure fermée
	laquelle est	comportant :
	susceptible d'être	4 segments de
	appliquée à des ..	droite de même
		longueur, formant
	exemples	4 angles droits
		carreau pour
		dallage

En plus des concepts utilisés ci-dessus, les chercheurs en didactique des sciences font intervenir un autre concept : le réseau conceptuel. Il s'agit de l'ensemble des relations du concept avec d'autres concepts et l'ensemble des situations et contextes où le concept peut intervenir.

Dans le paragraphe suivant nous allons décrire les différents types de catégories de concepts.

I-2) Catégorisation des concepts.

Plusieurs types de catégorisation pour les concepts peuvent exister. Nous en retiendrons que deux.

I-2-1) catégorisation selon Bruner.

On distingue trois types de concepts selon Bruner cité par Barth (1997) :

- Les concepts conjonctifs dont les attributs sont tous présents dans chaque exemple ; il s'agit d'une conjonction d'attribut. La relation entre les attributs est et/et.

Exemple : atome (noyau et cortège électronique) ; Force (point d'application, direction, sens et module) ; carré (figure géométrique, portion d'espace plan, quatre côtés et quatre angles droits).

- les concepts disjonctifs dont les attributs ne sont pas nécessairement présents dans chaque exemple. Ces attributs sont reliés par la relation soit/soit.

Exemple : le concept «verbe» peut être soit un état, soit une action. De la même façon le concept « nationalité » peut être défini soit par le fait d'être né dans un pays, soit par le fait d'avoir été naturalisé.

- les concepts relationnels ont la spécificité de se définir que par rapport à un autre élément. C'est le cas de plusieurs concepts en physique.

Exemple : le concept de temps et d'espace qui sont à la base de bon nombre de concept physique : vitesse, puissance mécanique ; le concept de poids qui est en relation avec le concept de masse et de gravité.

De Vecchi distingue également des concepts conjonctifs, disjonctifs et relationnels auxquels il adjoint des concepts dits subjectifs. Il s'agit des concepts pour lesquels les attributs essentiels ne sont pas reconnus universellement, leur définition n'est pas la même pour tous . Exemple : le beau, la liberté.

I-2-2) Catégorisation selon l'idée d'abstraction :

Parmi les auteurs qui se fondent sur cette idée, Weil-Barais et Lemeignan (1993) distinguent des concepts dits catégoriels des concepts formels :

- Les concepts catégoriels.

Ces concepts se réfèrent à des classes d'objets descriptibles par un ensemble de propriétés intrinsèques (attributs). On peut montrer dans ce cas des objets réels représentant des exemplaires du concept.

Exemples :

- En mécanique on peut citer les concepts de poulie, de ressort, de moteur, de plan incliné, de dynamo, d'alternateur, etc.
- Le carré, est constitué de quatre côtés égaux faisant quatre angles droits ; il présente un espace délimité de façon perceptible ; les côtés sont dénombrables et mesurables ; il en est de même des angles.

-Les concepts formels.

De tels concepts correspondent à une abstraction.

Par la pensée, on construit un ensemble de propositions et de relations postulées comme invariantes qui définissent ainsi un concept.

La formation d'un tel concept relève d'un effort de réflexion de la pensée sur elle-même. « Le concept n'est pas dérivé mais présumé »

Exemple : les concepts de poids, de masse, d'atome, de température, de chaleur, d'énergie, de système, de quantité de mouvement, de force, de mesure, d'expérience, etc.

Il y a plusieurs types de concepts formels (Lemeignan, et Weil Barais 1993 p. 55) :

- Les concepts relationnels : ils se définissent par leur relation avec les autres
Exemple : Le concept de quantité de mouvement, et de l'énergie ; le concept de mesure du courant électrique.
- Les concepts qui renvoient à des entités hypothétiques. Exemple : le concept d'atome, de molécule, d'électron.
- Les concepts qui sont le produit de l'activité mentale elle-même. Exemple : le concept de système, d'état d'un système, de chaîne énergétique, d'expérience, d'expérimentation, de la démarche expérimentale, etc...

Cassirer (1977) cité par Kane (1998,p.9) distingue les concepts catégoriels dont le classement est fermé, univoque, avec un seul niveau d'acceptation, des concepts relationnels définis par un réseau interne et externe de relations polysémiques, flous, mal délimités, flexibles, plastiques, difficiles à structurer, avec des attributs multiples à dosage variable.

Cette catégorisation des concepts selon l'idée d'abstraction est la mieux indiquée en didactique de la physique et plus particulièrement à notre recherche sur les conceptions du rôle de l'expérience de cours. Car l'étude du rôle des activités expérimentales réalisées pendant le cours théorique nécessite de comprendre les concepts catégoriels et formels. Nous adhérons entièrement à la catégorie des concepts en concepts formels et catégoriels, car elle nous semble plus simple et plus opérationnelle en sciences-physiques.

Cependant l'enseignant doit savoir que les élèves paraissent incapables de construire tous seuls les concepts (le concept formel en particulier).

Ils peuvent y accéder par un processus d'enseignement / apprentissage.

Etant donnée la différence de nature entre les concepts catégoriels et les concepts formels, nous pouvons concevoir que les modes d'accès à ces deux types de concepts ne soient pas identiques, même si on peut y faire ressortir une analogie dans la démarche :

- Les concepts catégoriels se construisent souvent par un processus d'abstraction empirique. Pour cela, l'enseignant propose aux apprenants une diversité d'objets entrant dans la catégorie du concept. On s'attend à ce que les élèves extraient des attributs communs à ces différents objets. Le professeur peut les y aider en leur fournissant des exemples et des contre-exemples.
- La construction des concepts formels se fait de manière hypothétique : il s'agit d'amener les élèves à poser des hypothèses pour interpréter ou pour prédire des phénomènes. Il s'agit également d'une abstraction qui ne porte pas sur des objets mais plutôt sur des idées. C'est ce que Lemeignan et Weil-Barais appellent une abstraction réfléchissante. La construction de ces concepts répond à des besoins d'explications et à des besoins de prédiction. Cette construction des concepts formels est indissociable de problèmes à résoudre.

- **L'aura conceptuelle**

Le fonctionnement d'un concept nécessite la maîtrise d'autres concepts dans la même discipline ou dans d'autres disciplines. En effet l'étude d'un concept donné se situera dans un ensemble dont on aura besoin pour aborder la réalité. Il existe alors une interrelation entre les concepts et c'est cet ensemble qu'on a appelé «aura conceptuelle ».

De Vecchi (1992) souligne que l'enseignant navigue sans forcément en avoir conscience dans cette aura conceptuelle ; quant à l'élève, il acquiert progressivement les concepts interdépendants et les utilisera ensemble.

Nous allons décrire dans le paragraphe suivant les théories sur l'élaboration et l'apprentissage des concepts.

I-3) Bases théoriques de l'élaboration des concepts.

Les pédagogues de l'apprentissage ont été au départ des philosophes. Les deux grands courants qui se sont longtemps opposés dans la philosophie de la Grèce antique est l'idéalisme et l'empirisme.

*** L'idéalisme :**

Selon les idéalistes, la connaissance nous vient d'idées innées dont nous sommes porteurs.

Pour eux, le sujet apparaît comme le premier déterminant de son apprentissage parce que en lui résident les capacités d'aller à l'encontre de l'opinion. nous pouvons retrouver chez Descartes cette attention à l'importance de la personne, qui renvoie à une pédagogie du sujet, à une théorie de l'endogène, à l'importance d'un maître accoucheur. Descartes explique que certaines idées telles que la perception, l'infini, les idées mathématiques, qui n'existent pas dans le réel, ne peuvent exister en nous que grâce à Dieu (Michel Develay, 1992, p. 103).

Pour Platon, souvent considéré comme chef de file des idéalistes, la réminiscence est à la base de la connaissance. L'âme quitte le corps à la mort pour rejoindre le monde des idées avant de s'incarner chez un nouveau vivant. Elle conserve un souvenir flou des idées contemplées avant la vie présente. Platon propose de réels problèmes comme point de départ de l'apprentissage qui doivent faire violence à l'élève en lui donnant à connaître son ignorance afin que ses propres pensées lui enseignent d'elles-mêmes la vérité.

Les idéalistes allemands avec Kant et Leibniz peuvent être situés dans la lignée platonicienne: ils reconnaissent que certaines connaissances telles que la notion d'espace, et de temps ne nous viennent pas de l'expérience, mais des idées innées.

* L'empirisme, le béhaviorisme, le conditionnement

Pour les empiristes, la connaissance nous vient du monde extérieur par l'intermédiaire des sens. Le chef de file de l'empirisme est Aristote. Il adopte la portion de la "tabula rasa" c'est à dire la considération de l'esprit "avant qu'il ne s'applique un objet de pensée, comme une tablette où actuellement rien n'est écrit". Cette façon de penser renvoie à une psychologie de l'objet et à une théorie de l'exigence, non pas à une psychologie du sujet comme précédemment chez Platon.

Le maître a ici une fonction d'organisateur et non pas d'accoucheur. Pour Aristote l'âme disparaît en même temps que le corps. Il s'opposera aussi à Platon sur la séparation de l'âme et du corps.

Selon les empiristes anglais tels que Berkeley, Locke et Hume, la tradition aristotélicienne est reprise par eux. Ils se sont montrés rationalistes en abordant la question de la compréhension, de la perception et de la sensation.

Le béhaviorisme ou comportementalisme est une théorie psychologique proche de l'empirisme par sa vision environmentaliste de la connaissance. Le modèle béhavioriste se refuse à toute hypothèse sur les processus intellectuels et s'intéresse uniquement au comportements observables. Le béhaviorisme considère l'individu comme une boîte noire dont il ignore le fonctionnement mais dont il peut parfaitement prévoir certains comportements (réponses), à partir des actions (stimuli) proposées à l'entrée. Les chefs de file du béhaviorisme sont Wattson (1925) et Skinner (1954) (cité par Nkolo,2000,p.39). Avec eux, tout le comportement humain se comprend par le lien Stimulus - Réponse, et prend donc son origine dans le Stimulus, dans l'environnement.

Nous disposons d'une définition de l'apprentissage (donner la réponse adéquate) de son mécanisme (association répétée entre un Stimuli et une réponse d'où le nom d'associationnisme). Selon cette théorie «l'enseignant devra donc définir les connaissances à acquérir non pas d'une manière mentaliste (en usant de termes comme compréhension, esprit d'analyse ou de synthèse, ... qui concerne ce qui se passe dans la tête) mais en terme de comportement observable attendu en fin d'apprentissage » (Saliou Kane, 1998, p. 13).

L'apprentissage par **conditionnement** est issu de la théorie béhavioriste. Cette théorie donne "une vision de l'enseignant comme une activité linéaire dans laquelle les comportements des

professeurs sont considérés comme des "causes" et l'apprentissage des élèves comme des "effets" (DELTOUR, 1995 -96). Dès lors les objectifs se définissent en terme des seuls comportements observables.

L'une des critiques adressée à cette théorie est le fait de se focaliser sur les comportements observables en ignorant tous les autres aspects de l'environnement-classe.

Ce modèle d'enseignement a donné naissance à trois grands volets de la pédagogie : l'enseignement assisté par ordinateur (E A O), l'enseignement programmé, la pédagogie par objectif.

D'après Toussaint (1996), cité par Nkolo (2000, p. 40), les spécialistes dans ce domaine considèrent souvent "qu'il n'y a pas d'activité mentale de l'apprenant dans cette situation, que l'élève a un comportement "réflexe", comme les chiens de Pavlov salivant à l'écoute de la sonnerie annonçant la nourriture attendue". Mais chez l'être humain, il est difficile de réaliser la même activité comme chez l'animal. une phase d'intégration de la réponse est nécessaire, et pendant cette phase la volonté va peu à peu s'estomper pour que l'action devienne réflexe

De plus cet enseignement n'essaie pas de développer l'esprit critique et de la créativité. Et "comment prétendre former à la pensée scientifique par des méthodes linéaires, répétitives ou imitatives, un élève dont on fait un simple exécutant ou un spectateur pour ne pas dire un simple croyant ?" (Giordan, 1978, p.10).

*** Le Constructivisme**

Le constructivisme est une théorie psychologique qui admet que le développement d'un individu est un processus permanent de construction et d'organisation des connaissances (Nkolo, 2000 p.41). La plus célèbre des théories constructivistes est celle de Piaget.

Pour Piaget (1926) et les constructivistes, l'apprenant est l'architecte de son propre savoir ; il participe à l'élaboration de sa connaissance et son rôle est central dans les théories constructivistes.

La psychologie cognitive (Eysenck & Keane, 1990) a été favorisée par l'émergence des limites établies du béhaviorisme et le contexte historique marqué par des critiques d'ordre épistémologique (Kuhn,1970). Contrairement au béhaviorisme, la psychologie cognitive émet des hypothèses, propose des modèles à propos de la structure de la pensée et des processus

intellectuels, et s'intéresse au rapport entre ceux-ci et les connaissances. Les comportements intellectuels et les connaissances sont ici conçus comme les résultats d'un processus de construction ; c'est pour cela que cette psychologie est considérée comme constructiviste (Seck,2000, p.8).

La psychologie cognitive comprend d'une part la théorie de Piaget (Piaget & Al, 1970 ; Piaget, 1974) et d'autre part, un ensemble de courants cognitivistes (cité par Seck, 2000, p.9) ayant en commun le modèle de traitement de l'information : **connaissance** (Glover & Al, 1990 ; Eysenck & Keane, 1990) ; **mémoire** (Eysenck & Keane, 1990) ; **représentations ou conceptions** (Rumelhart, 1984 ; Joshua & Dupin, 1993) ; **apprentissage** (Brien, 1991 ; Jonnaert, 1988 ; Astolfi & Develay, 1989) ; **problème** (Glover & Al 1990) ; **résoudre un problème** (Glover & Al, 1990 ; Joshua et Dupin, 1993). L'utilisation de ce modèle est contraignante pour l'enseignant. Elle nécessite beaucoup du temps consacré à une séquence. Il faut aussi une attention particulière consacrée aux réponses fournies par les élèves.

L'approche constructiviste que nous adoptons dans cette recherche nous paraît essentielle pour deux raisons fondamentales:

-elle intègre, à la fois, le sujet c'est-à-dire l'apprenant (comme acteur) et la dynamique du processus de création des connaissances, ce qui est en droite ligne avec nos préoccupations de départ.

-cette approche nous semble particulièrement adéquate dans notre étude des conceptions en ce sens que nous nous intéressons non seulement aux significations accordées par l'apprenant aux concepts étudiés, mais aussi aux dispositifs didactiques que nous allons élaborer en prenant en compte ces conceptions dans le but d'améliorer la qualité des acquis scolaires dans notre domaine d'étude.

Nous avons non seulement essayé de décrire la théorie constructiviste, mais nous allons aussi présenter dans le paragraphe suivant ce que les didacticiens apportent pour situer l'apprenant au centre de son apprentissage.

*** Les apports des didacticiens à la centration sur l'apprenant.**

De nombreux chercheurs en didactique se reconnaissent volontiers "constructivistes". Ce terme peut, en fait, recouvrir plusieurs acceptions, selon les angles d'approche qui peuvent être d'ordre épistémologique, psychologique ou didactique. C'est sous l'angle didactique que nous nous plaçons, le point de vue constructiviste s'opposant alors au point de vue transmissif, en plaçant l'étudiant au centre des situations d'apprentissages, en position de se questionner par rapport à un savoir énigmatique.

Les travaux des chercheurs en didactique ont produit des savoirs sur les processus d'enseignement/apprentissage au niveau des apprenants, de leur façon d'apprendre. Ils ont plus particulièrement construit des outils conceptuels sur le rapport apprenant-savoir dans l'apprentissage des savoirs scolaires de certaines disciplines. En analysant la construction des savoirs scolaires sur le plan épistémologique, et leur acquisition chez l'apprenant, sur le plan psychologique, les didacticiens ont mis en évidence des composants clefs de l'apprentissage. Certains d'entre eux ont réinvesti ces concepts sur les apprenants et leurs modes d'apprentissage dans des modèles de l'action pédagogique, définissant ainsi de véritables pédagogies de l'apprentissage.

Chez Altolfi (1992) cité par Altet (1997,p.98) c'est la notion d'objectif-obstacle (conception créée par J.L. Martinand(1986)) qui permet de construire des situations d'apprentissage à la fois à partir de la matière enseignée et à partir de l'identification des représentations des élèves et de leurs modes de pensée. La caractérisation de l'objectif-obstacle aide à mettre en place un dispositif didactique et des modalités pédagogiques de différenciation pédagogique.

Develay (1992) cité par Altet (1997,p.105) quant à lui, propose des situations d'enseignement qui articule dans une " situation-problème ou énigme " la prise en compte de " l'expression des représentations des élèves et l'identification des obstacles à l'apprentissage ".

Pour Giordan (1992) cité par Altet (1997,p.94), l'apprentissage s'appuie sur un remodelage des structures cognitives. L'accent est mis sur l'identification des préconceptions, des représentations point de départ de l'apprentissage. La prise en compte ou non de ces conceptions définit ce qu'il nomme une pédagogie de l'erreur ou du refus, s'appuyant sur un modèle d'apprentissage " allostérique ".(Giordan, 1990). Dans ce modèle, il nous faut donc dépasser la traditionnelle question du " niveau " des élèves, beaucoup trop limitante, et

soulever les véritables défis de notre époque. La question qui nous intéresse est de chercher à connaître comment les savoirs se transmettent aux élèves.

Bachelard. (1980) disait déjà en 1938: « ...toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir de connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné tout est construit », et un peu plus loin : « ... il s'agit alors, non pas d'acquérir une culture expérimentale, mais bien de changer de culture expérimentale, de renverser les obstacles déjà amoncelés par la vie quotidienne » (cité par Pinelli et Lefevre,1993,p.67).

Nous allons poursuivre notre étude en essayant d'analyser un des apports de la didactique des sciences. Il s'agit de :

*** L'approche socio-constructiviste.**

Nous avons vu avec Piaget que "l'enfant contribue activement à la construction de sa personne et de son univers". Le sujet passe par une succession de points d'équilibre par son activité. Il va y avoir à chaque moment d'activité, intériorisation des modalités de contact et de compréhension de la réalité, donc structuration du sujet et recherche d'un nouvel équilibre : c'est le mécanisme d'équilibration (ces points précis sont les stades de Piaget).

La structure cognitive, selon les vues Piagésiennes, s'organise autour de l'acquisition et de la construction, par le sujet d'invariants opératoires (Joshua et Dupin, 1993, p.93). Le constructivisme Piagésien est d'abord une théorie psychologique puisqu'il répond aux questions :

- Quels sont les processus psychologiques par lequel le sujet élabore ses savoirs ?
- Comment le sujet élabore-t-il mentalement ses savoirs ?.

VON GLASERFELD (1995), une des figures de proue du constructivisme moderne avance plusieurs principes qui décrivent le savoir et la connaissance dans leur développement, leur fonction et leur but.

1 - la connaissance n'est pas faite et n'est pas passivement reçue à travers les sens ou par n'importe quelle forme de communication, elle est activement construite à partir de l'intérieur par une personne pensant.

2 - les interactions sociales entre et parmi les élèves sont essentielles à la construction de la connaissance.

3 - la cognition et la connaissance qu'elle produit constituent une forme supérieure d'adaptation dans un contexte biologique.

4 - le but de la cognition est de servir l'organisation du monde expérimental de la personne, le but de la cognition n'est pas la découverte d'une réalité ontologique objective (cité par Badara, 2001,p.16).

Ainsi, même si l'hypothèse constructiviste, en ce qui concerne les relations entre un sujet et un savoir est conforté par les résultats des recherches en didactiques, elle n'en demeure pas moins controversée.

Le renversement de perspective introduit par les travaux de VYGOTSKY (psychologue russe mort en 1935) se fonde sur la notion de zone proximale de développement. Au cours du développement de l'enfant, chaque fonction du développement culturel apparaît deux fois : d'abord comme activité collective, sociale, puis comme une activité personnelle, comme propriété intérieure de la pensée de l'enfant. Le niveau de développement actuel de l'enfant est déterminé par les problèmes qu'il peut résoudre seul, sans l'aide d'autrui ; le niveau potentiel par les problèmes qu'il n'est pas encore capable de résoudre seul, mais qu'il peut résoudre dans des situations de collaboration et d'interaction sociale.

Entre ces deux niveaux, l'écart est la zone proximale de développement où doivent prendre place les processus d'apprentissage et les activités d'enseignement. Ainsi, pour caractériser la zone proximale de développement de ses élèves, l'enseignant peut s'appuyer sur leurs conceptions (représentations) à propos d'une notion à acquérir, les faire se confronter et construire le dispositif d'apprentissage à partir de ces conceptions. Sous le même angle, il est important de souligner aussi les travaux de l'Américain BRUNER, J qui modifient encore notre compréhension de développement de l'enfant et de l'élaboration de la pensée. BRUNER

met l'accent sur la place de culture dans l'accès à la connaissance. Selon lui, l'interprétation (créer du sens, donner de la signification au monde complexe qui nous entoure) est l'activité cognitive humaine essentielle et les interactions sociales sont au centre de cette construction du sens. Les processus cognitifs de l'individu qui apprend sont déterminés par le contexte culturel. Le cognitif et l'affectif sont interdépendants.

Dans le paragraphe suivant nous examinerons quelques concepts de l'enseignement expérimental dans le secondaire.

II) L'expérience, l'expérimentation et la démarche expérimentale entre la science qui se construit et la science qui s'enseigne

Les discours à propos de l'expérience et la démarche expérimentale sont très variables et reflètent un vrai problème de définitions des concepts véhiculés par les orientations officielles dans le secondaire. Nous passerons brièvement en revue, à la lumière des théories récentes quelques-uns des concepts les plus importants dans notre domaine : **l'expérience, l'expérimentation et la démarche expérimentale.**

II-1-) Définition du concept d'expérience

Selon l'Encyclopédie universelle(1968), l'expérience en sciences est «une observation ou un essais ayant pour but d'établir ou de vérifier une loi, un principe ».

Dans le dictionnaire Grand Larousse (1961), expérience en latin veut dire : experientia, de expéire, ce qui signifie en français éprouver. Il s'agit d'une "épreuve qui a pour objet d'étudier un phénomène et d'en rechercher les lois : l'expérience seule doit nous diriger ; elle est notre critérium unique (Claude Bernard)".

Selon Legendre (1993) dans le dictionnaire actuel de l'éducation, l'expérience est un « contact direct avec un objet ou un phénomène, qui contribue à l'élargissement des connaissances et des habiletés d'une personne ». Chacune des trois définitions ci-dessus relate l'idée d'amélioration, d'élargissement des connaissances.

Encore dans le Grand Larousse (1961), l'expérience signifie communément la connaissance des choses ou des personnes acquise par la pratique: l'expérience du monde, des affaires, avoir des années d'expérience.

Nous donnons ici quelques définitions de l'expérience selon les auteurs.

Zimmerman (1774)

« Une expérience diffère d'une observation en ce que la connaissance qu'une observation nous procure, semble se présenter d'elle même, au lieu que celle qu'une expérience nous fournit est le fruit de quelques tentatives que l'on fait dans le dessein de savoir si une chose est ou n'est point... »

G. Fourez (1992)

« Une expérience est une occasion de tester ce qu'une théorie permet de réaliser, elle donne un pouvoir-faire, elle ouvre à l'action. C'est une sorte d'essai à la théorie ».

Develay (1989)

« l'expérience est la face visible d'une activité intellectuelle souterraine généralement beaucoup plus riche et dont elle ne conserve qu'une partie. L'expérience est le produit du processus d'expérimentation ».

La lecture de ces énoncés, montre que le concept d'expérience ne peut être défini que par rapport à un cadre de référence. En effet, chaque définition est sous-tendue par la position épistémologique de son auteur. Pour illustrer ces propos, nous pouvons affirmer que la définition proposée par Develay (1989) peut être inscrite dans une perspective constructiviste. Par contre, celle de Zimmerman présente un soubassement philosophique qui relève du positivisme, alors que celle proposée par Fourez (1992) peut être inscrite dans une orientation pragmatiste. Il nous semble important d'adopter la définition proposée par Develay (1989), car elle convient à l'objet de notre recherche.

Nous allons définir dans la suite de notre étude le concept de l'expérimentation.

II-1-1) Définition du concept de l'expérimentation.

Selon l'encyclopédie Universelle (1968), l'expérimentation est «une méthode scientifique consistant à recourir systématiquement à l'expérience ».

D'après le dictionnaire de la langue Française (1966), l'expérimentation est «l'opération que l'on fait pour parvenir à une certaine connaissance : il ne s'applique guère qu'en physique. Il est clair que, quand il s'agit de physique, de chimie ,etc...quelqu'un dise des expériences, on entend des expérimentations; c'est une extension remarquable du mot expérience » .

Ce que pensent les didacticiens (experts) ;

Exemple : Develay (1989).

« L'expérimentation est un processus qui commence par l'émission d'une hypothèse et qui finit par la réalisation d'une expérience et l'analyse de ses résultats. L'expérimentation ne représente qu'une partie de la démarche expérimentale ».

Nous adhérons ainsi sur ce que pensent les didacticiens concernant l'expérimentation. Il est important de noter que les élèves peuvent avoir des conceptions pendant cette expérimentation.

Dans le paragraphe suivant nous allons définir le concept de la démarche expérimentale.

II-1-2) Définition du concept de la démarche expérimentale.

Selon le dictionnaire Grand Larousse(1961), il s'agit de «l'ensemble des moyens mis en œuvre pour atteindre un but fondé sur l'expérimentation scientifique »

Les spécialistes distinguent de manière générale deux types de démarches : **la démarche expérimentale du chercheur** (ou savante) et **la démarche expérimentale scolaire**. La première d'entre elles (celle savante) qui sous-tend l'élaboration des concepts physiques peut être résumée en six étapes (Guillon, 1996) :

- Formulation d'un problème de recherche ;
- Formulation des hypothèses ;

- Elaboration d'un protocole expérimental ;
- Réalisation pratique et résultats des mesures ;
- Analyse et interprétation des résultats ;
- Conclusion

Notons que cette démarche n'est pas séquentielle et linéaire.

Ce que pense les enseignants (praticiens) :

L'idée partagée par une majorité d'enseignants du secondaire interrogés par (Ratziau, 1988) dans la région de Dakar sur la définition qu'ils donnent et le rôle qu'ils attribuent à la démarche expérimentale peut-être résumée dans la citation de cet enseignant :

« Oui, la démarche expérimentale occupe une partie importante du cours. Lors de chaque leçon de sciences on est obligé de recourir à l'expérimentation pour faciliter à nos élèves la compréhension de notions abstraites ».

Ces propos sont révélateurs des difficultés qu'éprouvent les enseignants à différencier manipulation et démarche expérimentale.

Nous constatons que plusieurs enseignants interrogés pensent fortement que les expériences qu'ils réalisent en classe permettent aux élèves de suivre les étapes de la démarche expérimentale

Cependant, du côté de l'enseignement, plusieurs travaux de recherche ont montré que la démarche expérimentale suivie dans la pratique didactique consiste en une méthode stéréotype en quatre (4) étapes (Johsua, 1989 ; Giordan, 1978). C'est ainsi que dans la quasi totalité des manuels de physique des années quatre-vingt-dix, l'agencement des concepts et des lois se fait selon une démarche qui commence par des observations, en passant par la réalisation d'une expérience prototypique qui sert le plus souvent de support à l'induction de la loi physique. En somme la démarche expérimentale suivie par les manuels scolaires est en gros composée des étapes suivantes :

- Observations ;
- Expérience prototypique ;
- Interprétation ;
- Formulation de la loi.

En comparant les démarches expérimentales savante et scolaire, nous constatons que l'élève est rarement impliqué dans les activités intellectuelles du physicien (problématisation, élaboration des hypothèses...). Il est principalement amené à effectuer des tâches techniques (relevé des mesures). Ainsi, la connexion entre l'expérience et la théorie n'est pas souvent perçue par les élèves (Guillon, 1996).

Les démarches expérimentales savante et scolaire et l'expérience doivent jouer des rôles importants dans l'apprentissage des sciences expérimentales. Cet apprentissage par les apprenants doit tenir compte des trois concepts définis ci-dessus dans ce paragraphe II. Nous en déduisons que :

L'expérience pour nous est le produit du processus d'expérimentation qui ne représente qu'une partie de la démarche expérimentale.

Après avoir défini le concept d'expérience, de l'expérimentation et de la démarche expérimentale, nous allons essayer de définir dans le paragraphe suivant la notion de conception avant de nous intéresser à la prise en compte des conceptions d'élèves dans l'enseignement des sciences.

III) A propos des conceptions d'élèves et de leur prise en compte pédagogique.

Le concept de "conception" est central dans cette étude car il précise l'objet et la méthodologie de notre recherche. Nous allons définir dans ce paragraphe la notion de conception et étudier dans quelle mesure les conceptions d'élèves peuvent être prises en compte dans l'enseignement des sciences.

III-1) Définition de la notion de conception.

La terminologie concernant les conceptions d'élèves varie selon les auteurs : on trouve dans la littérature les expressions de "raisonnement naturel", "raisonnement implicite", "modèles implicites", "cadres de références alternatifs", "préconception", "représentation", "schémas cognitifs", etc...(Joshua et Dupin, 1993, p.125). Bien que ces différences terminologiques ne

soient pas gratuites, nous laisserons de côté ces différences d'approche et utiliseront le terme plus neutre de "conceptions" comme cela a tendance à se "généraliser".

Giordan et de De Vecchi (1994), traduisaient déjà le malaise en ces Termes :

« Le terme le plus employé pour traduire cette idée (de conception) est celui de "représentation" ; il faut tout d'abord préciser qu'il est pour le moins ambiguë. Il est connoté différemment selon les écoles qui l'utilisent, tant en psychologie, linguistique, ethnologie, philosophie, qu'en pédagogie ou en didactique. Nous avons relevé, à ce sujet, 28 qualificatifs allant de "préreprésentations rémanentes" à "pré-requis", et 27 synonymes passant de "déjà là" à "pupils paradigmes", sans que ceux-ci apportent une quelconque précision supplémentaire. Cette variété de termes tend à en faire un concept "mou" à définition floue, pour ne pas dire un simple mot masquant,... Aussi, à ce terme de "représentation" nous préférons, pour des raisons de clarté, celui de "conception" ou de "construct". Le premier définit **un ensemble d'idées cohérentes que l'apprenant utilise pour raisonner face à des situations-problèmes, cet ensemble d'idées correspond à une structure mentale sous-jacente, responsable de ces manifestations contextuelles**. Quant au terme construct, il met en évidence toujours selon les deux auteurs, l'idée d'élément moteur entrant dans la construction d'un savoir et permettant même les transformations nécessaires ».

Malgré la dissonance observée autour de ces concepts, une unanimité se dégage tout de même sur le fait que représentations et conceptions font partie des constructions mentales mobilisées par des individus pour apprendre, pour comprendre une situation, résoudre un problème ou pour échanger dans un groupe.

Que nous appelons représentation ou conception selon les auteurs et les champs d'application, nous essayerons dans ce paragraphe de donner la définition du concept de conception en tenant compte de certaines disciplines telles que la psychologie sociale, psychologie cognitive et la didactique des sciences.

❖ **En psychologie sociale**, la représentation est une construction mentale, qui porte sur les personnes, les situations. Selon Jodelet cité par Develay (1992) la représentation «est une forme de connaissance socialement élaborée et partagée, ayant une visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune à un ensemble social » (p. 75).

Dans cette définition, l'idée de connaissance élaborée a une fonction qui se précise chez Farr cité par Raynal et Rieunier (1997). Selon ce dernier «les représentations sociales ont une double fonction : rendre l'étranger familier et l'invisible perceptible. Ce qui est inconnu ou insolite comporte une menace parce que nous n'avons pas de catégorie où le ranger » (p.322). Pour le didacticien, cette définition l'invite à s'interroger sur les traitements développés par les élèves dans des activités de perception, de conceptualisation et de construction des connaissances.

Giordan et De Vecchi (1994, p. 9) définissent une conception comme «un processus personnel par lequel un apprenant structure au fur et à mesure les connaissances qu'il intègre. Ce savoir s'élabore dans la grande majorité des cas, sur une période assez longue de sa vie, à partir de son archéologie, c'est à dire de l'action culturelle parentale, de sa pratique sociale d'enfant à l'école, de l'influence de divers médias et plus tard, de son activité sociale d'adulte (club, famille, association, etc...) ».

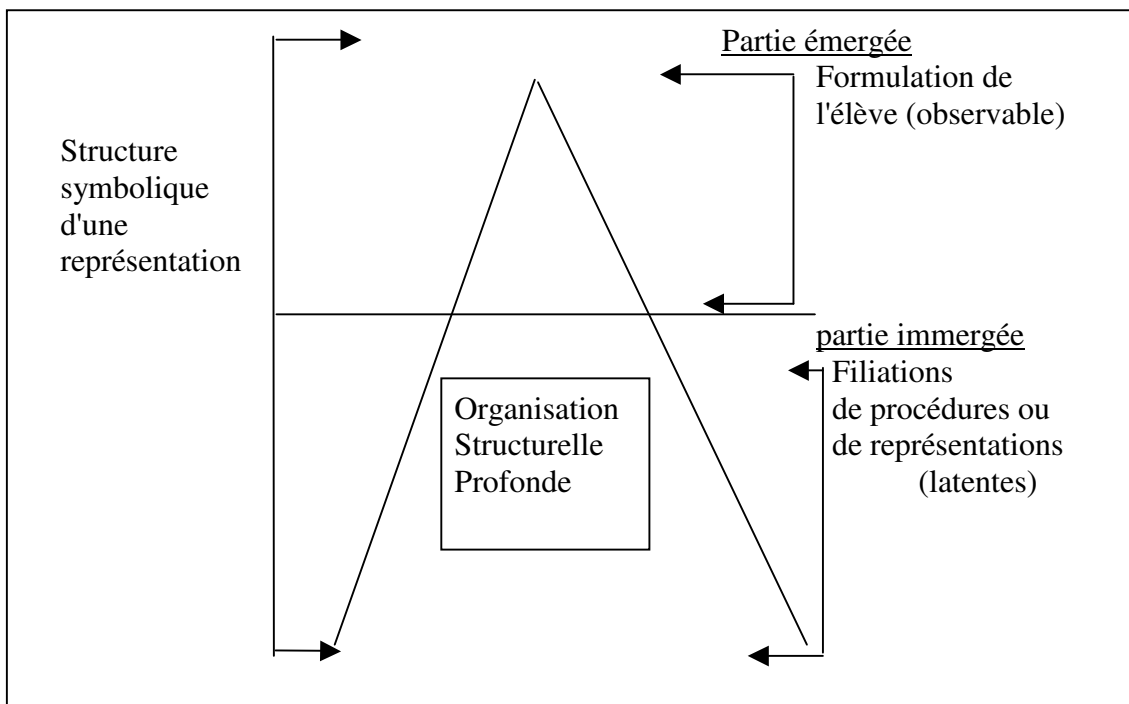
Les conceptions ont donc à la fois une genèse individuelle et sociale. En effet, elles sont d'abord le produit du vécu d'un individu, de son histoire et de ses expériences personnelles. Ainsi, elle s'apparente au sujet lui-même, à sa personne ce qui explique leur stabilité, leur permanence et même leur résistance à toute tentative de modification.

Les conceptions sont en même temps construites sur la base des représentations sociales, c'est à dire des traits idéologiques, cultures et sociaux qui ont été transmis à l'individu par son groupe social d'appartenance et dans les différentes expériences collectives de formation. Il convient de rappeler ici le poids de la culture sur les conceptions des individus. De nombreux exemples ont illustré cette corrélation entre culture et conception. (Nkolo, 2000, p 56).

Selon Jonnaert (1989) cité par Seck (2000, p.38 et 39), la représentation constitue la "partie visible de l'iceberg" (tableau 2.1). il approprie cette partie émergée à la formation

de l'élève, ce qu'il appelle la représentation initiale. Il l'identifie à une sollicitation immédiate ou à une suggestion d'un autre élève. Un exemple de cette conception première sur l'énergie : "l'énergie, ça peut rendre service" ou l'énergie ça se dépense ou encore l'énergie c'est ce que l'on a en soi... La partie immergée s'identifie à la représentation (conception), c'est par un approfondissement qu'on parvient à voir la structuration plus ou moins stable de cette partie.

En considérant l'exemple de l'élève qui avait dit "l'énergie c'est ce que l'on a en soi" et en le confrontant à une expérience constituée d'une pile et d'une lampe, il sort une réponse de la forme : "la pile n'allume la lampe que si elle contient de l'énergie". Deux conceptions peuvent sortir de cette réponse : la pile contient de l'énergie ; la pile allume la lampe.



(Tableau 2.1) : Métaphore de l'iceberg (Jonnaert, 1989, p. 58)

De Vecchi et Giordan (1989) rejoignent Jonnaert en disant «qu'une conception n'est pas ce qui émerge mais c'est un modèle explicatif sous-jacent» (p. 55). Un exemple : il est fréquent de penser en électricité que: "la pile fournit quelque chose, l'énergie, à l'ampoule qui va l'utiliser" ou "qu'une résistance use le courant". Ces remarques sont en relation avec le fait que l'on se représente le courant électrique comme une substance (vision "substantialiste") (p.56). Pour eux une conception est une structure organisée simple et

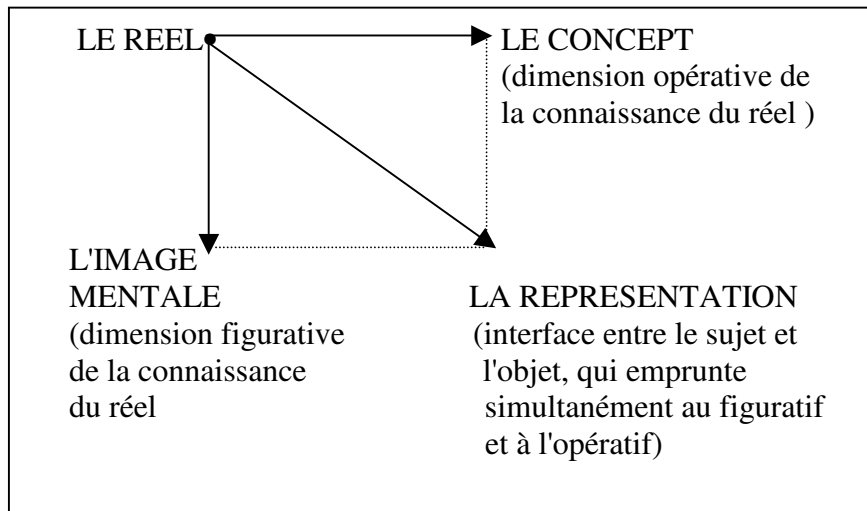
cohérente. Elle est en rapport avec le niveau de connaissance et l'histoire de l'apprenant. Elle dépend du contexte socioculturel dans lequel elle est émise, elle est personnelle et peut évoluer (pp. 57-60).

❖ **En psychologie cognitive**, le Ny cité par Raynal et Rieunier (1997) définit la représentation comme «un fragment d'information structurée, stockée, existant en principe dans la mémoire d'un sujet: les percepts, les signifiants de mots, les notions ou concepts, les connaissances, sont des classes de représentations » (p.321).

Richard (1990) cité par Raynal et Rieunier (1997) introduit une distinction entre représentation et connaissances. Selon lui: «les représentations sont des constructions circonstanciées faites dans un contexte particulier et à des fins spécifiques. La construction de la représentation est finalisée par la tâche et la nature des décisions à prendre. Elles sont donc très particularisées, occasionnelles et précaires par nature. Les connaissances sont aussi des constructions, mais elles ont une permanence et ne sont pas dépendantes de la tâche à réaliser : elles sont stockées en mémoire à long terme et, tant qu'elles n'ont pas été modifiées, elles sont supposées se maintenir sous la même forme » (p.321).

Du point de vue méthodologique, on ne peut se rapprocher des conceptions d'un sujet qu'au travers des représentations des situations particulières, élaborées ou exprimées en un moment donné par l'individu dans un contexte particulier et, qui mettent en jeu ou activent ces conceptions. Ces représentations, à leur tour, devront être inférées d'un matériel où elles s'expriment. Les psychologues cognitivistes présentent trois types de matériaux expressifs. "Les productions discursives (langage oral ou écrit), les productions imagées (graphiques) et les productions comportementales (séquences d'actions)" (Josefina Vijil Gurdian, 1998,p.29).

Develay (1992), à travers les travaux de Piaget cite : «la représentation pour le sujet est de fait une re-présentation, c'est-à-dire qu'elle se présente comme un intermédiaire entre le sujet et l'objet, correspondant aux interprétations du sujet et à ses attentes qui a ainsi la possibilité de penser l'objet, la personne, la scène vécue ou le concept en leur absence » (p. 76). La représentation est située entre le sujet et l'objet (voir tableau 2.2)



(Tableau 2.2) : position de la représentation (conception) par rapport au réel, au concept et à l'image mentale (Develay, 1992, P. 77).

Ceci permet à l'auteur de dissocier quatre éléments.

- " - Le réel tel que la perception le donne à voir ;
- Le concept qui objective le réel ;
- L'image mentale qui correspond à la manière dont le sujet se figure le réel en son absence;
- Et la représentation au statut intermédiaire entre la fonction figurative de la pensée produisant des images mentales et la fonction opérative de cette même pensée, produisant des concepts". (P. 77).

La représentation selon la théorie ci-dessus est propre à chaque individu. Elle peut être définie soit par un fragment d'information, une connaissance construite mentalement, structurée et stockée dans la mémoire.

❖ **En didactique**, le terme de conception est utilisé dans une acception plus large (Giordan, 1996 ; Viennot, 1996) qui englobe à la fois une partie des représentations, les connaissances et savoirs. Cette acception est la mieux indiquée pour notre recherche.

Les élèves en physique ont des conceptions qui peuvent avoir certaines caractéristiques que nous tenterons d'analyser.

1. Elles sont dominées par le non-essentiel et le non-spécifique. Cette caractéristique se manifeste par l'omission ou la dissimulation des traits essentiels et spécifiques des objets, des phénomènes ou des processus, par la difficulté de distinguer l'essentiel du non-essentiel, le spécifique du non-spécifique, placés par conséquent dans le même champ de signification, de valeur et de pertinence.
2. Le caractère unilatéral, réductionniste et situationnel se manifeste par la tendance à définir un fait par un seul trait (souvent non essentiel). Les tentatives de définition se caractérisent par l'invocation de l'expérience personnelle, par des renvois à des situations personnelles et des contextes pratiques de la connaissance. Le côté réductionniste de ces conceptions se manifeste également par leur caractère non intégratif, à savoir la difficulté d'inclure de nouvelles caractéristiques parmi celles qui sont déjà admises.
3. L'absence presque totale de généralisation est une importante caractéristique des conceptions des élèves, même si l'on peut identifier parfois certaines généralisations empiriques, le plus souvent erronées.
4. Et enfin, les conceptions des élèves ont une forte teinte affective. Cette caractéristique découle du fait qu'elles font partie de l'expérience vécue des élèves. Elles sont fortement individualisées et personnalisées, et associées à des situations vécues, ce qui leur confère unicité et crédibilité (Seck, 2000, p.41).

Les origines des conceptions sont multiples. Un très grand nombre de conceptions sont basées sur les **représentations sociales** et sur les apparences immédiatement perceptibles. Certains peuvent recourir à des explications animistes. D'autres proviennent de l'environnement social de l'apprenant. "La famille, les amis, la télévision, le cinéma, proposent, implicitement ou explicitement, un grand nombre de conceptions plus ou moins scientifiques"(Marcel Thouin, 1997, p. 84).

En didactique nous pouvons proposer que les conceptions sont ce type particulier de connaissances profondes, stabilisées dans la mémoire d'un individu à long terme, a un moment donné, dans une situation donnée, l'amenant à porter des jugements qui déterminent ses comportements et ses actions.

Dans notre étude, les conceptions d'élèves de la classe de seconde en physique après enseignement sur un sujet seront considérées comme initiales par rapport aux conceptions d'élèves de première sur le même sujet.

Les conceptions constituent le savoir de base pour l'action et pour la compréhension des messages et des situations. Elles sont différentes des connaissances déclaratives (savoir) et des connaissances procédurales (savoir-faire) scolaires par le fait qu'elles peuvent être correctes ou non, au regard des critères scientifiques.

En sciences physiques de nombreuses études se sont focalisées sur les conceptions des élèves. C'est ainsi que dans une recherche de type clinique portant sur les conceptions en sciences physiques de quelques élèves du secondaire, Toussaint (1996) fait ressortir l'importance de quatre des dix obstacles épistémologiques définis par Bachelard (1938).

Pour Bachelard, c'est en terme d'obstacles qu'il faut poser le problème de la connaissance scientifique. Dans son ouvrage, la formation de l'esprit scientifique, il déclare que " l'on connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même, fait obstacle à la spiritualisation ". L'opération de dépassement des obstacles n'est pas en fait facile et instantanée. La mise en situation est parfois longue. L'élève doit prendre conscience de l'existence de l'obstacle (le maître devrait le faire apparaître habilement), entrer ensuite dans la phase de résolution, donc de construction de connaissance qui lui permettra de dépasser enfin cet obstacle.

Ces quatre conceptions reprises par Toussaint (1996), sont les suivantes :

- Le type "expérience première" qui consiste à expliquer un phénomène en se fiant aux apparences. Exemple le soleil tourne autour de la terre. La pile fournit quelque chose à la lampe.
- Le type "raisonnement ou connaissance générale" qui consiste à expliquer un phénomène en ayant recours à un concept général de façon abusive. Exemple la glace fond à cause de l'énergie.

- Le type "obstacle verbal ou animisme " qui consiste à expliquer un phénomène en ayant recours à un mot, une expression, une image,. Exemple un œuf qui cuit adhère à une poêle en fonte parce que ses molécules forment "comme une espèce de ventouse".
- Le type "substantialiste" qui consiste à expliquer un phénomène en postulant l'existence d'une substance. Exemple le froid s'infiltré par les fenêtres peu étanches ou l'énergie s'écoule dans les files conducteurs.

Le cinquième type regroupant les explications de nature scientifique classe ces conceptions en semi-évoluées et évoluées ou vraies et fausses. Toussaint (1996) fait la différence entre conceptions semi-évoluées (fausses) et erreur qu'il définit comme " une réponse qui n'est pas en accord avec le sens admis par la communauté qui sait" (p.84). La conception constructiviste des apprentissages reconnaît aux élèves la possibilité de cheminer vers la réponse au problème posé, donc leur reconnaît la possibilité de ne pas fournir la bonne réponse immédiatement face à une situation qui pose problème, admet un droit à l'erreur (Toussaint,1996).

Giordan et De Vecchi (1989) pensent qu'il est difficile de parler de conceptions fausses ou vraies, ils préfèrent à cela l'idée de champ de validité d'une conception. L'enseignant pourra conserver cette dernière acceptation tant qu'elle permettra la compréhension des phénomènes et tant qu'elle sera adaptée aux prévisions à la portée des élèves. Selon eux "lorsqu'on atteindra son niveau de rupture, il sera à temps d'en changer. C'est (l'enseignant) qui doit choisir le domaine de validité du concept que les apprenants abordent" (p. 170).

Dans ce paragraphe, nous avons essayé de définir le concept de conception en tenant compte de certaines disciplines en science de l'éducation mais aussi nous allons tenter d'étudier au paragraphe suivant dans quelle mesure les conceptions d'élèves sont prises en compte pour un enseignement efficace.

III-2) Prise en compte pédagogique des conceptions

L'enseignement en général et celui des sciences en particulier, devrait constamment s'appuyer sur les modèles explicatifs des élèves afin de favoriser une réflexion à partir des conceptions et une évolution de ces conceptions.

Selon les propos de (Giordan et De Vecchi, 1994, p. 86), concernant la manière d'apprendre d'un individu, les conceptions sont les premiers liens que l'apprenant établit avec les savoirs nouveaux que le formateur cherche à lui faire acquérir. Elles constituent la grille de lecture utilisée par l'apprenant pour comprendre l'objet de son apprentissage.

Dès lors, pouvons-nous conduire un enseignement sans en tenir réellement compte ?

La connaissance des conceptions d'élèves par les chercheurs en didactiques des sciences tels que Joshua et Dupin (1993) et Marcel Thouin (1997), permet de mieux adapter la construction du savoir. "Quand le système d'enseignement n'en tient pas compte, les conceptions en place se maintiennent. Les connaissances enseignées glissent à la surface des apprenants sans même les concerner ou les imprégner" (Giordan, 1996, p. 1).

A nos jours si tous les didacticiens sont unanimes sur la nécessité de prendre en compte les conceptions des apprenants dans les actions éducatives, il n'en est pas de même pour la manière de le faire. Diverses positions par rapport à l'usage des conceptions, parfois controversées, ont été avancées :

- Nous devons ignorer les conceptions ou alors les éviter. Dans une classe on ne peut rien en faire. En les montrant aux élèves, ils vont les enregistrer à la manière d'une "empreinte sur de la cire molle".
- Il faut les connaître. C'est cette deuxième position qui nous intéresse dans cette recherche. **Les connaître c'est bon, mais pourquoi en faire ?** Voici un extrait d'une intervention du professeur Giordan (1990) à Marseille au cours d'une réunion de la régionale à propos des positions pédagogiques sur l'utilisation des conceptions :

"Certains chercheurs avancent l'idée que la connaissance des conceptions est importante avant le cours, en tant qu'information sur le

public. Les représentations permettent de "préciser les objectifs" ou de "préparer le cours".

D'autres encore pensent devoir aller plus loin : la connaissance des conceptions, certes, leur paraît utile pour faire des inférences pédagogiques, mais ils avancent également l'idée qu'on devrait aussi les utiliser comme "élément de cours". Ce point de vue dégage deux grandes sous-positions : l'une suggère qu'on doit seulement faire évoquer les représentations au démarrage du cours en tant que source de motivation, d'autres pensent qu'elles sont utiles tout au long du cours, car elles facilitent "un ajustement continu du cours" (processus dit de "matching"). L'autre, tout en reconnaissant la position précédente comme nécessaire, la juge insuffisante, ses auteurs voient d'abord en elles, "un matériel de traitement didactique"

A l'intérieur de cette dernière position, les "conceptions" sur l'utilisation des conceptions, sont extrêmement diverses. "il faut faire avec elles", disent les premiers, c'est-à-dire "les faire émerger", puis "les développer", "les opposer" ou "les réorganiser" suivant diverses variantes plus ou moins compatibles. Il faut faire "contre", disent les seconds : il faut "les purger", ou "les évacuer", "les réfuter", "les extirper", "les ébranler", "les contredire", "les contourner", "les faire se confronter" (cité par Nkolo, 2000, p.59).

Giordan (1996, p.4 et 6) proposera ensuite de "faire avec les conceptions pour aller contre", à travers son modèle allostérique. Il s'agit de transformer progressivement les conceptions des élèves à travers les cinq phases suivantes :

- 1) S'appuyer sur les conceptions des élèves, puisque celles-ci correspondent aux seuls instruments de compréhension qu'ils possèdent.
- 2) Les laisser évoluer tant qu'elles permettent de progresser et jusqu'à ce qu'elles accrochent l'apprenant.
- 3) Ensuite aider les élèves à élaborer une autre conception plus opératoire et les convaincre que celle-ci peut être plus efficace.

- 4) Des schémas de modèles doivent aider l'élève dans l'élaboration de la nouvelle conception. L'enseignant les fournit directement ou les fait élaborer par l'apprenant à partir de prémisses. Des aides à penser (conceptogrammes) aident les élèves à regrouper progressivement les diverses informations et à les mettre en perspective.
- 5) Des moments de mobilisation seront encore nécessaires pour faire fonctionner le nouveau savoir, l'enrichir ou en percevoir les limites. Ainsi les conceptions initiales peuvent progressivement s'effacer en faisant place à une vision plus réaliste des faits.

En ce qui concerne l'utilisation des conceptions dans les activités d'apprentissage en classe, cette progression de Giordan nous convient. Nous pouvons remarquer que la cinquième étape préconise la prise en compte des conceptions au niveau de l'évaluation en vue d'une rétroaction dans l'élaboration du nouveau savoir.

A ce propos, Bernadette Noël (1999) propose dans ses travaux une méthode métacognitive d'élaboration et de traitement de l'évaluation des apprenants, centrée sur leurs conceptions.

Cependant, aucune des suggestions ne fait allusion, de façon explicite, à la prise en compte des conceptions dans les programmes scolaires offerts. Nous pensons que cette volonté de gérer efficacement les conceptions des apprenants devrait commencer au niveau de la formation des enseignants. Ainsi ces enseignants pourront élaborer des dispositifs didactiques prenant en compte ces conceptions. Ils tenteront d'expérimenter selon les théories et les recherches récentes en sciences de l'éducation les stratégies mises en œuvre. Ce n'est qu'après les résultats obtenus que les concepteurs de programmes pourront examiner la situation afin de penser à une prise de décision quelconque. Il s'agit en somme d'un travail à innover par les chercheurs en didactique des sciences.

Nous avons montré dans ce paragraphe que, selon les chercheurs en didactiques des sciences, la prise en compte pédagogique des conceptions d'élèves est nécessaire pour conduire un enseignement. Elle permet de mieux adapter la construction du savoir.

Cependant, notre problème est de savoir comment faire pour en tenir compte au cours d'une séance d'enseignement ?.

Dans la suite de notre étude, nous allons examiner les travaux relatifs au thème de la recherche.

B) LES TRAVAUX DE RECHERCHES RELATIFS AU RÔLE DE L'EXPERIENCE EN SCIENCES-PHYSIQUES.

Nous allons dégager dans cette partie du chapitre II, quelques travaux relatifs à notre thème de recherche et les nouvelles tendances de l'enseignement expérimental en sciences-physiques.

I) Historique relatif au rôle de l'expérience dans le secondaire.

Dans ce paragraphe, nous allons essayer de présenter l'évolution du rôle de l'expérience en sciences-physiques dans le programme du secondaire des lycées de France et du Sénégal. Cette évolution nous permettra de délimiter l'objet de notre étude. Il faudra aussi noter que le programme Français était utilisé avant l'avènement de la commission nationale de sciences-physiques (C.N.S.P) au Sénégal.

Suite à une réflexion du groupe de physique-chimie, examiné le 28/07/2003 sur le site (<http://www.educnet.education.fr/phy/igen/exper1.htm>), nous allons décrire quelques idées de l'évolution du rôle de l'expérience en sciences-physiques en France.

En physique-chimie, les expériences d'élèves prennent place dans l'enseignement général des lycées Français depuis 1902, dans ce qui s'appelle alors les "exercices pratiques", dont la durée hebdomadaire est d'une heure. La légitimité de cet enseignement est mal assurée et le matériel laisse à désirer. Dans l'enseignement technique, jusqu'à l'année 1965, les expériences d'élèves n'existent pas.

La plupart des acteurs directs du système éducatif (concepteurs de programmes, inspecteurs, professeurs), ont constamment manifesté au cours des trois dernières décennies le souci d'affirmer le statut de la physique et de la chimie en tant que sciences expérimentales.

Pour ce qui se nomme maintenant, aussi bien dans l'enseignement général que dans l'enseignement technique, les "travaux pratiques" ou, plus brièvement, les "TP", la durée hebdomadaire est de une heure et demie pour chacun des niveaux de seconde, première et

terminale de l'enseignement général. Elle varie entre une et trois heures hebdomadaires pour la plupart des sections technologiques. Dans les lycées professionnels, la "formation méthodologique de base", qui représente 20 à 30 % de l'horaire d'enseignement de physique-chimie, doit être dispensée sous forme de TP.

Des enseignements particuliers (option informatique et électronique appliquées aux sciences physiques en classe de seconde, option sciences expérimentales en première S, enseignement de spécialité en terminale S) sont donnés sous une forme qui privilégie résolument les manipulations d'élèves.

La très récente refonte des programmes des classes préparatoires compte parmi ses objectifs la promotion résolue de l'expérience. Celle-ci semble indispensable à la compréhension profonde des phénomènes étudiés. On met ainsi en perspective les programmes de l'enseignement général des lycées et ceux des classes préparatoires. Le rôle des " TP- cours " et des " TP " y est fortement affirmé : il s'agit de favoriser l'apprentissage d'une autonomie progressive dans la démarche expérimentale, ce qui suppose, entre autres, une maîtrise accrue du matériel de laboratoire.

Au collège, par contre, aucun horaire n'est spécifiquement dédié aux travaux pratiques. Mais dans l'esprit des concepteurs des programmes, l'expérimentation des élèves tient une large place dans les différents thèmes rencontrés. Cependant l'impossibilité très fréquente de pratiquer des groupes à effectifs allégés rend difficiles les manipulations individuelles des élèves de collèges. Dans ces conditions, on pourrait s'étonner que ces élèves pensent que c'est en physique - chimie que les expériences sont les plus utiles : une enquête effectuée en septembre 1995 par la direction des lycées et collèges sur la place de l'expérimental dans l'enseignement du second degré montre, toutefois, qu'il en est bien ainsi.

Lorsque les apprentissages ne s'appuient sur aucune pratique expérimentale, comme c'est le cas dans certains pays, l'enseignement de la physique-chimie conduit trop souvent au dogmatisme et s'il développe parfois les capacités de déduction de certains élèves, il en laisse beaucoup d'autres en chemin, car il n'apporte rien à la formation pratique ni à la capacité de comprendre le monde, voire d'agir sur lui. En l'absence de support expérimental, les concepts sont, en effet, présentés sous forme abstraite, les exercices d'évaluation ne portent que sur l'aptitude à formaliser et les confrontations avec les situations réelles n'y sont pas assez nombreuses.

L'observation d'élèves ou d'étudiants de pays où l'enseignement expérimental est peu pratiqué montre que, comparé aux jeunes français de même âge, leur comportement face à une manipulation est beaucoup plus gauche. Malheureusement, les enquêtes internationales qui se limitent à l'analyse de situations théoriques ne portant jamais sur les savoir-faire expérimentaux, ne peuvent mettre en évidence ces différences.

Au Sénégal par contre, les nouveaux programmes de sciences-physiques ont vu le jour en juin 1999. C'est à partir de cette période qu'un poids important est accordé aux activités expérimentales. Le Sénégal comme tous les pays en voie de développement connaît des difficultés dans la mise en œuvre de l'enseignement expérimental. Les établissements scolaires ne sont pas suffisamment dotés de laboratoires, ni de matériels didactiques etc....

Pour continuer notre étude, nous allons essayer de décrire le rôle de l'expérience dans l'apprentissage du savoir scientifique avant d'examiner le rôle de l'expérience de cours.

II) Rôle de l'expérience dans l'apprentissage du savoir scientifique.

Il s'agira de décrire dans ce paragraphe l'option inductiviste de ce rôle et de dégager les rôles des activités expérimentales dans le secondaire.

II-1) Option inductiviste.

JOHSUA (1989) (cité par Pinelli et Lefevre,1993,p.66) nous rappelle que "l'idéologie" inductiviste, majoritairement admise dès la deuxième moitié du XIXème siècle et n'ayant cessé de s'approfondir depuis, repose sur la croyance que : « l'observation et la mesure sont à la base de la mise en évidence des lois physiques et qu'il est possible de créer un cadre scolaire artificiel où l'élève, bien dirigé, serait apte à faire, en raccourci, ce même cheminement ». L'induction apparaît alors comme la méthode naturelle d'élaboration du savoir en physique.

Lazerges (1953) cité par Joshua et Dupin (1993, p.215) avait défini deux fonctionnements inductivistes parallèles, celui des sciences (ici la physique) et celui de l'élève, entre lesquels la correspondance est aisée à établir, pourvu que de mauvais pédagogues ne viennent pas

déranger ce bel ordonnancement. C'est donc cette méthode que l'on pourra qualifier selon Lazerges de naturelle puisqu'elle sera la conséquence nécessaire de faits incontestés.

Depuis le début du siècle les "Exercices Pratiques", c'est-à-dire les Travaux Pratiques, ont été introduits dans les divers cycles d'enseignement avec une intention très nette de lutte contre le "formalisme" et le "dogmatisme" allié à une volonté de prise en compte dans l'enseignement de la "méthode expérimentale" inhérente aux sciences physiques.

Malgré cela, et même après la rénovation pédagogique des années 70, le rapport à l'expérimental en physique est resté de type inductiviste. En effet, très souvent le professeur introduit un concept, une loi ou une théorie par une "monstration expérimentale"(JOHSUA.(1989)) dont le point de départ est une expérience de référence (ou "prototypique") parlante et simple (en apparence) grâce à laquelle les élèves, moyennant une observation attentive, voient une loi s'établir de manière quasi évidente.

Ce mode de transmission du savoir, satisfaisant pour l'enseignant car il permet d'établir rapidement des liaisons entre les éléments pertinents d'un phénomène et d'introduire de façon opérationnelle les concepts présentés, ne tient pas compte du fonctionnement cognitif des élèves ; en effet, ce type d'apprentissage se situe dans les modèles de "l'empreinte" (ou transmission-réception) et du "conditionnement" (ASTOLFI.(1990) cité par (Pinelli et Lefevre, 1993,p.67).

Ces modèles, bien que leur fonctionnement soit efficace dans certains cas, ne permettent pas à la majorité des élèves de "construire" leurs savoirs ; ils reçoivent les représentations du maître, assistent à la mise en œuvre de raisonnements élaborés par lui et donc apprennent un modèle mais ne modélisent pas ! Ce type d'enseignement va à l'encontre d'un apprentissage efficace et motivant, car comme le rappelle Robardet.(1990): "on ignore le plus souvent les représentations initiales de l'élève, qui les conservera intactes par la suite, (ce, d'autant plus que les expériences qu'on lui présente sont déconnectées du réel) et il aura en outre de grandes difficultés à séparer les faits et le modèle ; il doit en revanche conceptualiser rapidement au fur et à mesure que le programme avance".(cité par Pinelli et Lefèvre, 1993,p.67).

On souhaiterait, à l'inverse, que les élèves construisent leur savoir en se posant des questions et en modifiant leurs représentations initiales. A partir des questions que nous pouvons leur amener à se poser et pour lesquelles les modèles que nous voulons qu'ils acquièrent soient des solutions optimales, on peut penser à les pousser à concevoir eux-mêmes des expériences, plutôt que de leur enseigner des expériences destinées à leur montrer des phénomènes ou des lois de façon qualitative ou quantitative (même si on leur propose des calculs d'incertitude pour leur faire prendre conscience des limites de la mesure).

Après avoir décrit l'option inductiviste dans l'enseignement de la physique expérimentale avec ses avantages et ses inconvénients vis à vis de l'apprentissage, nous allons dégager les rôles des activités expérimentales dans le secondaire.

II-2) Rôles des activités expérimentales.

II-2-1) La nature expérimentale de sciences-physiques.

L'enseignement des sciences physiques constitue une activité essentiellement expérimentale. Un des rôles fondamentaux de l'expérience en sciences physiques est de valider la théorie. Ce rôle de validation implique la construction d'expériences, le plus souvent artificielles. L'évolution du rôle de l'expérience entre Aristote et Galilée montre bien le caractère construit de l'expérience et son articulation avec le modèle (Thuiller, 1988).

De ce fait le modèle est une construction intellectuelle qui a pour ambition d'interpréter une variété de situations, il nécessite donc d'être validé. Cette validation amène à construire des situations expérimentales artificielles. Les expériences faites en physique nucléaire sont des exemples de l'artificialité des situations. Même dans les domaines macroscopiques comme en physique des solides, on prépare les échantillons ad hoc que l'on étudie grâce à des techniques adaptées (lasers, canon à électrons ...) et des appareils de mesure.

Ceci amène à considérer les différents buts de l'expérience. Partant de l'analyse de Hulin (1983), les cas les plus fréquents sont actuellement de:

- tester une théorie qui garde encore un caractère conjectural;
- mesurer une grandeur physique dans un contexte théorique sans le remettre en cause;

- créer des phénomènes grâce à de nouvelles techniques et amener ainsi à de nouvelles questions. Par exemple grâce à l'augmentation considérable de la puissance associée à des sources (lasers, sources de rayons X ou de particules) de nouvelles questions (par exemple le rôle des surfaces) sont posées et de nouveaux phénomènes. ont pu être étudiés. Ce cas manifeste le rôle crucial de la technique en physique. Ces nouveaux phénomènes conduisent à construire des modèles .

D'après les propos du groupe de physique-chimie de l'inspection générale, examinés le 05/02/2003 sur le site (<http://www.educnet.education.fr/phy/igen/exper1.htm>), les activités expérimentales de physique-chimie doivent avoir pour objet :

- d'abord, d'apprendre aux élèves à observer et donc à se poser des questions,
- ensuite de les aider à acquérir des connaissances, des savoir-faire et surtout une méthode d'analyse et de raisonnement leur permettant de formuler avec pertinence des jugements critiques.

Pour la plus grande partie de nos élèves, de tels apprentissages ne peuvent être conduits que par des méthodes actives, car sans elles, ils mobilisent difficilement leurs capacités d'abstraction et de concentration. De ce fait, un enseignement formel et abstrait de notre discipline conduirait de plus en plus à l'échec. C'est avant tout pour cela que notre enseignement doit comporter une large part d'activités expérimentales. D'ailleurs, le proverbe chinois qui affirme «ce que j'entends, je l'oublie ; ce que je vois, je le retiens ; ce que je fais, je le comprends », ne date pas d'hier ?

Le paragraphe suivant nous permet d'analyser une réflexion proposée par Joëlle JACQ (Académie d'Aix-Marseille) sur les activités expérimentales en sciences physiques et chimiques

II-2-2) Rôles des travaux pratiques en sciences expérimentales.

Dans une réflexion en sciences physiques et chimiques fondamentales et appliquées (octobre 2001), examinée le 18/06/2003 sur le site (http://www.pédagogie.ac-aix-marseille.fr/physique/sciences_physiques/info/Tp/des_Tp_Pourquoi.doc-), nous allons analyser les réponses à la question posée et la conclusion découlant de cette réflexion.

La question posée est de savoir quel est le rôle des activités expérimentales des élèves dans leurs apprentissages en Sciences physiques et chimiques ? Cette formulation recouvre en plus deux questions auxquelles nous allons tenter de donner d'abord des réponses.

La première question consiste à demander la place des séances de travaux pratiques dans l'enseignement des sciences-physiques et chimiques ? La réponse à cette question est facile car il suffit de regarder la part de l'horaire affecté à ce type d'enseignement : le temps passé au laboratoire peut aller jusqu'à environ 50% de l'horaire (notamment dans les filières de lycées encore appelées actuellement technologiques) et de considérer la place de l'évaluation des savoir-faire expérimentaux dans les examens, qui, de très faible, voire inexistante il y a quelques années, ne cesse de prendre de l'importance.

Pour la deuxième question nous voulons savoir quelle est notre perception de la pratique expérimentale ? La réponse à cette question est autrement plus délicate car elle conduit souvent à remettre en cause les pratiques pédagogiques usuelles.

Pour répondre à la question de savoir le rôle des activités expérimentales des élèves dans leurs apprentissages en sciences physiques et chimiques, nous dirons que:

Grâce aux travaux pratiques, les sciences expérimentales doivent en principe stimuler des qualités particulières chez les élèves :

curiosité : observer, se poser des questions

esprit d'initiative et ténacité : concevoir et réaliser des expériences

sens critique : construire sa connaissance

La démarche expérimentale, en effet, aide à :

maîtriser les concepts qui gèrent le fonctionnement d'un dispositif

articuler pratiques expérimentales et appropriation de connaissances plus théoriques.

mémoriser (car on retient mieux lorsque l'on fait).

Dès lors, la réponse à la question "Des TP : Pourquoi ?" Devient évidente.

**► Les travaux pratiques constituent
un excellent moyen d'acquérir des connaissances et des méthodes.**

On pourrait même dire que c'est leur objectif essentiel, d'où le rôle très important joué par l'activité "exploitation des résultats expérimentaux". Il faut aussi remarquer que les savoir-faire théoriques et les savoir-faire expérimentaux sont en quelque sorte des pré-requis pour la pratique d'une démarche scientifique : ce qui distingue fondamentalement la démarche scientifique des savoir-faire de base, c'est le degré d'autonomie dans la démarche et la décision.

Mais la démarche scientifique va bien au-delà du simple moyen d'acquérir des connaissances limitées uniquement au domaine de la Physique et de la Chimie. Comme "pour connaître, il faut imaginer en liberté et réfuter avec rigueur, ne rien admettre par argument d'autorité mais par raison et observation, expérimentation et vérification", la démarche scientifique est donc, en plus, une excellente formation de l'esprit. Et les travaux pratiques participent à cet acte éducatif.

► La démarche scientifique participe à l'éducation en général.

"En apprenant les Sciences on apprend à raisonner"

(Georges CHARPAK)

(physicien français contemporain, prix Nobel)

Nous allons examiner dans la suite de notre étude le rôle de l'expérience de cours.

III) Définition et rôle de l'expérience de cours.

Plusieurs études ont essayé d'analyser les rôles de certaines expériences dans la physique du chercheur (savante) et à travers les manuels dans la physique scolaire. Parmi ces travaux nous avons ceux de (Kouhila,1998; Kouhila, 2000; Kouhila et Maarouf, 2001). Ces auteurs montrent que l'expérience joue, dans la physique qui se construit, plusieurs rôles. Cependant dans la physique qui s'enseigne, le rôle de l'expérience est souvent réduit à l'illustration des concepts qui sont imposés aux élèves.

Dans notre étude, notre choix porte sur le rôle de l'expérience de cours à travers quelques expériences d'électrocinétique. L'analyse de ces expériences de cours nous permet de

souligner qu'elles sont généralement conçues dans nos établissements secondaires par le professeur excluant la participation des élèves quant au choix des objectifs, du contenu et du déroulement (d'après l'enquête réalisée par Kane, 2003).

L'expérience de cours **pour nous** est une expérience réalisée par le professeur pendant le cours théorique. Il existe pendant cette expérience un seul poste pour la manipulation. En sciences-physiques, il peut arriver que le professeur désigne un élève volontaire qui vient manipuler sous son contrôle. Il s'agit d'une expérience dont les rôles existent à travers les manuels dans la physique scolaire.

-Une expérience de cours doit être adaptée au contenu du cours. Elle doit être visible par tous que ce soit directement ou par projection.

Le professeur doit savoir pourquoi il présente tel ou tel fait expérimental : il doit avoir réfléchi à l'usage précis qu'il compte en faire. Il peut s'agir d'effectuer une première approche qualitative du concept que l'on se propose d'aborder : pour la majorité des élèves cette approche qualitative est indispensable pour donner du sens à ce concept.

-Une expérience de cours doit avoir d'autres objectifs que ceux que l'on peut assigner aux manipulations d'élèves : elle permet de faire naître l'étonnement, d'amorcer un questionnement, de formuler des hypothèses, voire de poser une problématique, elle permet au professeur d'attirer l'attention des élèves sur tel ou tel aspect d'un phénomène qui pourrait leur échapper, et donc de leur apprendre à observer. Elle permet aussi de réaliser des manipulations particulières. C'est le cas, par exemple, lorsque le dispositif expérimental n'existe qu'en un seul exemplaire. On peut citer certaines expériences comportant la saisie et de traitement automatique de données par l'ordinateur

-Les expériences de cours peuvent aussi fournir aux professeurs l'occasion de montrer que les phénomènes de laboratoire ne sont pas essentiellement différents de ceux qui sont observés dans la nature ou mis en œuvre dans les dispositifs technologiques actuels ou passés. A titre d'exemple, on peut ainsi, à propos de la conduction de chaleur, faire trouver pourquoi une plaque de marbre paraît, au toucher, "plus froide" qu'une étagère en bois à la même température.

Elles devraient aussi donner aux élèves l'occasion d'apprendre à argumenter pour défendre leur point de vue.

-De manière générale l'expérience de cours permet de même d'illustrer la démarche de structuration. Mais il faut noter que les tâches fondamentales pour la formation de l'élève sont malheureusement réalisées par le professeur.

Dans les expériences de cours, l'utilisation de la méthode inductive est presque totale et cette méthode est fortement critiquée.

Selon PINELLI (1994) (cité par Soudani, 1996,p.6), l'enseignement des sciences-physiques de nos jours privilégie la démarche inductiviste pour laquelle "l'observation est première et fournit une base sûre à partir de laquelle il est possible d'extraire la connaissance scientifique par induction". Il s'agit plus d'un apprentissage par "transmission" que par "construction".

Pour SOUDANI (1996), il existe dans le fonctionnement actuel de l'enseignement expérimental les expériences **en amont** et les expériences **en aval**.

Quant à l'enseignement expérimental, l'expérience **en aval** a pour fonction essentielle "d'illustrer" un concept, un modèle, ... et non de "valider". Le professeur sait que ce qu'il dit a déjà été vérifié depuis longtemps (il est probable que les élèves le savent aussi).

Dans une démarche de type démonstratif, l'expérience sert d'argument irréfutable. Le professeur pratique une pédagogie. La loi est énoncée, l'élève doit admettre la démonstration, l'expérience servant à convaincre. Elle constitue le levier de la démonstration et donc de la compréhension.

Pour l'expérience **en amont** ou expérience de démonstration, l'enseignant commence sa leçon par la mise en "évidence" de la loi. Suivant cette procédure de l'enseignement des sciences-physiques, l'expérience est à la fois monstrative du phénomène, fondatrice des faits, organisé de telle façon que les grandeurs soient désignées et que la loi émerge presque naturellement des phénomènes.

Plusieurs chercheurs critiquent la démarche de type démonstratif ou plutôt la méthode déductive. Son grand inconvénient est son caractère dogmatique qui consiste à donner une idée fautive de la construction de la connaissance scientifique qui est présentée sous son aspect de perfection actuel (GOHAU, 1989) cité par Soudani (1996,p.9 et 10).

La démarche inductiviste, désignée sous le nom de "méthode de redécouverte", est sévèrement critiquée par GOHAU (1989) (cité par Soudani, 1996,p.8). Il qualifie cette méthode de "bidogmatique", car elle impose la théorie et prétend la déduire d'une expérience que les élèves ont vue [...].

L'élève est trompé si on lui laisse croire qu'il a prouvé ou pire qu'il a découvert, la théorie.

Nous constatons qu'après analyse de l'expérience de cours et du rôle assigné a cette expérience dans l'enseignement/apprentissage de sciences-physiques, nous pouvons essayer de classer les expériences de cours choisies en électrocinétique dans l'optique de notre travail parmi les expériences en aval selon SOUDANI (1996). Cette activité expérimentale se pratique actuellement dans les lycées et collèges du Sénégal.

Dans ces expériences de cours c'est la démarche inductiviste qui est appliquée (PINELLI, 1994).

Nous allons tenter de décrire dans la suite de notre travail les nouvelles tendances de l'enseignement expérimental de sciences-physiques.

IV) Nouvelles tendances de l'enseignement expérimental de sciences-physiques.

L'enseignement expérimental classique ne permet pas de former l'esprit de recherche, et stérilise la curiosité et le goût de la découverte (Robardet et Guillaud, 1993). La question que nous nous posons dans ce paragraphe est de savoir s'il faut appliquer la situation-problème dans l'enseignement expérimental ?

Répondre à cette question revient à contribuer à "l'arsenal" de recherche où les chercheurs ne cessent de multiplier les efforts pour améliorer l'enseignement expérimental, notamment en sciences-physiques.

Dans ce paragraphe, nous allons décrire le parcours de l'enseignement à l'apprentissage et ensuite l'apprentissage authentique souhaité par l'enseignement expérimental.

IV-1) De l'enseignement à l'apprentissage.

Les nouvelles stratégies d'enseignement procèdent essentiellement de l'idée que le temps consacré à l'enseignement, notamment celui des sciences, doit permettre aux élèves d'apprendre plutôt qu'au maître d'enseigner.

L'élève va au collège pour apprendre, non pour assister à un cours magistral ni pour obtenir des notes non plus. L'apprentissage ne signifie pas une simple invention de l'élève à se "purger" de ces idées préconçues pour leur substituer d'autres sous prétexte qu'elles sont scientifiques. Ces idées scientifiques ne pourront en aucun cas être répertoriées dans l'esprit de l'élève si cette invitation n'entraîne pas son implication dans le processus sous tendu. Il ne suffit pas de présenter la matière à l'élève pour qu'il apprenne.

"Il est alors possible d'établir l'hypothèse que le changement conceptuel des élèves ne peut se produire que s'il est accompagné d'un changement méthodologique profond au niveau de l'expérimentation" (Soudani,1996,p.16).

Selon Develay (1992) : "tout apprentissage est recherche de sens [] Une situation d'apprentissage existe chaque fois que notre structure cognitive montre une incapacité de donner du sens au monde [] Chaque fois que nous ne comprenons pas, nous sommes motivés pour apprendre", mais l'élève a-t-il "l'occasion" de ressentir qu'il n'a pas compris ? En fait, souvent, on lui propose les réponses toutes prêtes. Un apprentissage authentique est la capacité de trouver une réponse à un questionnement et l'argumenter, mais malheureusement on a tendance à enseigner des réponses sans préciser les questions qui s'y rattachent.

L'apprentissage est un remodelage des conceptions afin de les rapprocher le plus possible de celles qui sont scientifiquement admises. Robardet (1990) disait que si l'on veut amener l'élève à changer de conceptions, il faut que ce dernier en ressente la nécessité et pour cela il faut qu'il se pose des questions qu'il se trouve devant un problème.

Il se trouve que souvent l'élève ne cherche pas à résoudre un problème mais à répondre à l'attente du professeur, c'est-à-dire remplir sa part du contrat, et c'est là tout le danger : cette attitude est loin de favoriser l'acquisition d'une démarche scientifique. L'élève ne fera que reproduire la démarche de l'enseignant, d'où le risque d'aboutir à un dressage.

Dans le paragraphe suivant, nous décrirons l'apprentissage authentique souhaité par l'enseignement expérimental.

IV-2) Vers un apprentissage authentique.

L'enseignement expérimental des sciences-physiques connaît déjà l'influence de la nouvelle technologie. Il ne s'agit pas dans ce paragraphe de l'enseignement expérimental assisté par ordinateur (EAO), mais d'un apprentissage authentique de sciences-physiques.

Dans l'enseignement actuel, on s'efforce de mettre l'apprenant en contact direct avec le concret bien qu'élaboré dans la plupart des cas de façon adhoc.

La nouvelle tendance de l'enseignement de sciences-physiques est de placer l'élève dans une situation-problème. Nous rappelons qu'il y a problème pour un apprenant chaque fois que celui-ci se trouve confronté à une situation qui lui est nouvelle, et que la solution à cette situation ne se trouve pas immédiatement disponible dans son répertoire de réponse (Soudani,1996,p. 17).

Ainsi l'enseignant propose aux élèves une situation-problème construite autour d'un problème concret présentant un caractère énigmatique. Le problème n'est ni trop simple, ni trop compliqué et les activités qu'il risque d'entraîner doivent être accessibles pour l'élève.

Face à cette situation initiale problématique, les élèves formulent des hypothèses, ce qui les oblige à dévoiler leurs représentations. Ils conçoivent ensuite un protocole expérimental, puis réalisent les expériences qui vont permettre de tester leurs hypothèses.

La confrontation des résultats constatés avec les résultats attendus permet de valider ou d'infirmer les hypothèses. Il est important de distinguer dans ce type d'approche et le processus de résolution qu'il implique les étapes suivantes:

- la formulation de la situation-problème
- l'émission d'hypothèses
- la vérification d'hypothèses
- l'interprétation des résultats.

C'est pendant la phase d'interprétation que l'apprenant met en relation ses connaissances antérieures et les nouvelles ; cette étape est décisive dans la construction du savoir par l'apprenant.

La situation-problème, emprunté à la didactique des mathématiques, se base sur le principe suivant:

Si l'on désire que l'élève découvre et apprenne, il faut le mettre dans une situation de recherche " véritable" car on n'apprend pas quelque chose en regardant passivement les phénomènes.

Dans l'enseignement, comme le signale Joshua (1989), l'expérience scientifique ne prendra tout son sens que si l'on part de situation problématique. L'application de ce fameux concept vise l'apprentissage de la démarche expérimentale, voire la démarche scientifique.

Cette partie nous a permis de définir les concepts théoriques liés à notre champ d'étude, de présenter quelques travaux relatifs à notre thème de recherche. Le chapitre suivant sera consacré à l'étude des variables et à leur opérationnalisation.

CHAPITRE III : LE CADRE PROBLEMATIQUE

Rappelons que dans notre travail de D.E.A nous voulons expliciter les conceptions d'élèves (après enseignement) sur le rôle de l'expérience de cours en nous appuyant sur l'exemple de quelques expériences d'électrocinétique. Dans ce chapitre, nous allons présenter le cadre problématique et les variables de notre étude. Ensuite nous allons dégager les questions-problèmes et hypothèses de notre recherche

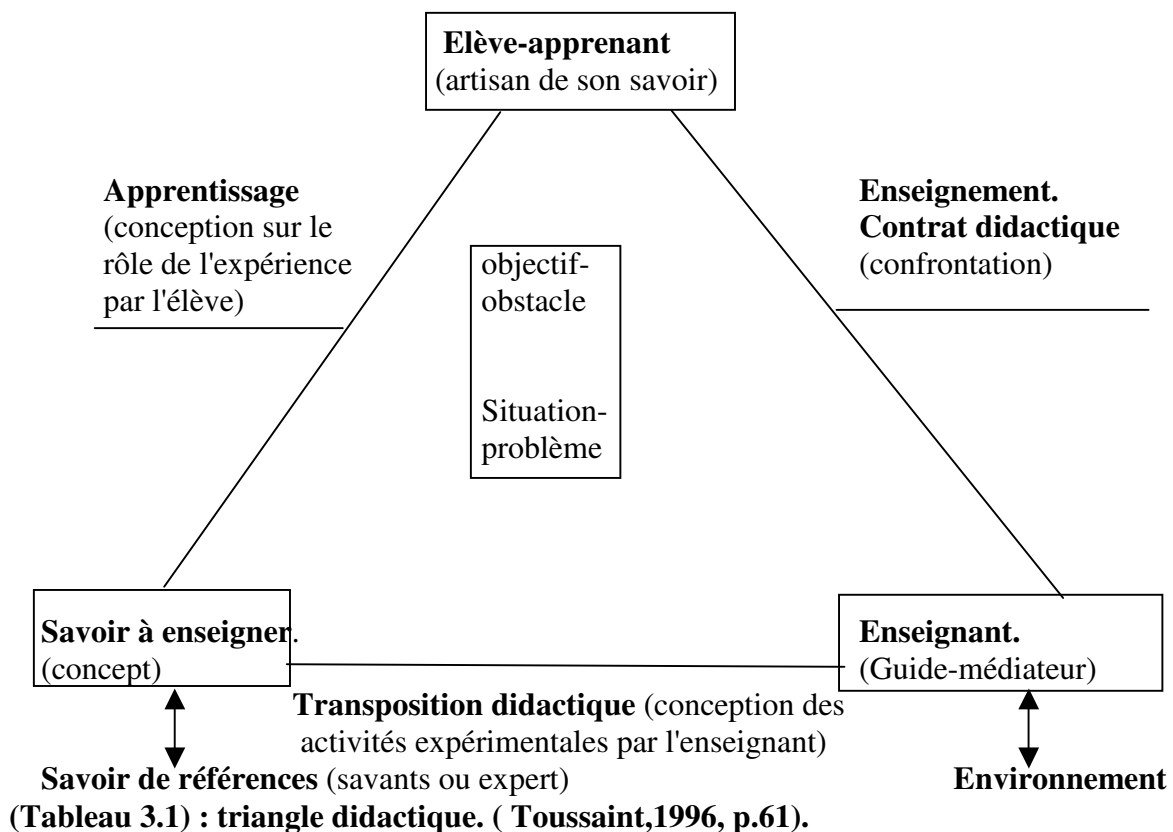
I) Cadre problématique et variables.

I-1) Cadre problématique.

Notre recherche s'intéresse au rapport entre l'enseignement et l'apprentissage, mettant en relation les trois pôles du triangle didactique qui sont : les élèves et leurs conceptions, l'enseignant, régulateur des situations d'enseignement/apprentissage, et le savoir en jeu (concepts) dans la situation didactique en classe.

Notons tout de suite que la didactique étudie l'ensemble des trois pôles mis en relation et non chacun pris isolément. Chaque pôle est le domaine spécifique d'étude des spécialistes (psychologues, sociologues et épistémologues) qui donnent leurs avis aux didacticiens. Cependant nous pouvons signaler qu'un problème à trois pôles (trois inconnues) n'a pas en toute rigueur, de solution et que la résolution d'un tel problème est impossible. C'est pour cela que les didacticiens analysent des relations binaires de ce triangle. Ils mettent en relation les compétences de deux types d'experts à la fois (Toussaint, 1996, p.61).

Notre cadre problématique s'articulera sur le modèle du triangle didactique de (Toussaint 1996, p.61) qui peut être schématisé comme l'indique le tableau 3.1 page suivante :



Selon Toussaint(1996) cité par Seck (2000,p.46), l'étude des conceptions peut se faire à travers trois problématiques principales :

1. Rechercher les causes et les origines à travers différentes orientations :

- Une orientation psychologique. L'étude sera faite sous l'angle de la correspondance entre le niveau de développement de l'intelligence de l'enfant et les conceptions relatives à un contexte particulier.
- Une orientation historique. Cette étude sera faite en comparaison entre des conceptions des élèves et certaines conceptions aujourd'hui sanctionnées dans l'histoire d'une discipline donnée.
- Une orientation sociologique à l'image des travaux de la psychologie sociale.

2. Chercher une explication en considérant la conception comme un point d'équilibre de la structure cognitive de l'individu à un moment donné, devant une situation bien contextualisée.

3. Et enfin dans l'étude qui nous intéresse, il faut viser une cartographie. Il s'agit dans cette étude de déterminer la géographie pré-notionnelle la plus fréquente pour un groupe d'élèves donné afin de fonder le point de départ d'un enseignement sur l'expérience. Cette cartographie des conceptions des élèves peut se faire dans deux directions qui symbolisent les deux sens possibles de rotation dans le triangle didactique. Ces conceptions, attachées à la relation qui associe savoir en jeu et élève, s'adressent à l'enseignant;

- .soit au travers du pôle élève, le problème ici est de les faire évoluer par la construction de situations appropriées qui seront proposées aux apprenants;
- soit au travers du pôle savoir, la construction historique du savoir sera analysée pour connaître les raisons du blocage.

Nous allons distinguer dans le paragraphe suivant les variables d'étude à travers le pôle élève qui fait l'objet de notre recherche.

I-2) Les variables.

La recherche des conceptions met en jeu comme dans toute recherche descriptive des variables interdépendantes.

Les variables d'entrée seront constituées : de l'âge, du sexe, de l'établissement fréquenté, de l'origine socioculturelle, de la série fréquentée et du niveau d'étude des parents. Ces variables peuvent avoir des explications suivantes :

L'âge : il nous permet d'identifier le stade ou la phase de développement cognitif. Nous visons pour cette variable le niveau de maturation intellectuelle atteint par les élèves, du point de vue génétique. Il s'agit d'une variable d'intervalle qui a pour modalités les âges des élèves de notre échantillon.

Sexe. C'est une variable nominale dichotomique dont les modalités sont garçon ou fille. Il peut être aussi une source de motivation selon la discipline étudiée, par exemple au Sénégal les filles ne semblent pas trop s'intéresser aux études scientifiques.

L'établissement fréquenté. Nous considérons dans la circonscription de Dakar, un lycée dans la zone urbaine et un autre dans la banlieue et cela parce que la situation géographique de l'établissement peut dans une certaine mesure avoir une influence sur les conceptions des élèves.

L'origine socioculturelle. Nous déterminons cette origine socioculturelle suivant le lieu d'implantation de l'élève (quartier résidentiel ou périphérique).

La série fréquentée. Nous pouvons mesurer implicitement la motivation de l'élève suivant la série fréquentée. En étudiant la conception sur le rôle de l'expérience, la motivation devra être plus grande dans les séries scientifiques. Du point de vue opératoire nous aurons les séries scientifiques générales (S1, S2,), les séries littéraires (L1, L2, L3), et les séries scientifiques et techniques (T1, T2, S3).

Le niveau d'étude des parents. Du point de vue opératoire, nous allons considérer le dernier cycle fréquenté (pas d'étude, cycle primaire, cycle secondaire ou cycle supérieur) par au moins un des parents dans la mesure où cet état de fait peut influencer les conceptions des élèves.

Les variables de sortie proviennent des macro-variables suivantes :

-Conception sur l'acquisition de savoirs conceptuels ou savoirs théoriques de l'expérience de cours (acquisition de concepts, lois ou théories).

Exemple: la mesure de l'intensité du courant continu aide les élèves à connaître:

- la définition de l'intensité d'un courant électrique à travers un conducteur ;
- la relation qui donne l'intensité du courant électrique à partir d'une lecture sur le cadran d'un ampèremètre ($I = nc/N$)(voir unité p.15);

-la relation ou loi qui donne l'intensité d'un courant électrique à travers un conducteur pendant une unité de temps ($I(a)=Q(c)/t(s)$) (I = intensité en ampère ; Q = quantité d'électricité en coulomb ; t = temps en seconde).

-Conception sur l'acquisition de savoirs procéduraux ou savoirs pratiques de l'expérience de cours. (utilisation des appareils, montage du dispositif expérimental, choix du matériel etc...)

Exemple : la mesure de l'intensité du courant continu aide les élèves à :

- brancher correctement un ampèremètre ;
- faire le montage à partir d'un schéma du circuit électrique ;
- choisir le calibre convenable;
- indiquer sur un schéma électrique la polarité d'un ampèremètre.

-Conception sur l'acquisition de savoirs épistémologiques(ou connaissances sur la notion de la mesure) de l'expérience de cours.

Exemple : la mesure de l'intensité du courant continu permet à l'élève de :

- savoir l'idée de précision d'une mesure de l'intensité de courant ;
- connaître la signification de l'incertitude absolue sur la mesure de l'intensité ;
- présenter le résultat d'une mesure de l'intensité du courant.

Ces variables de sortie issues des macro-variables ci-dessus dépendent de chaque expérience de cours que nous allons réaliser en électrocinétique.

Il s'agit d'une recherche descriptive dont l'articulation entre les variables peut se traduire par la schématisation suivante.

$V_1 = \text{Age}$
 $V_2 = \text{Sexe}$
 $V_3 = \text{Etablissement fréquenté}$
 $V_4 = \text{Origine socioculturelle}$
 $V_5 = \text{Série fréquentée}$
 $V_6 = \text{Niveau d'étude des parents}$



Types de conceptions des élèves sur le rôle de l'expérience de cours :

- Acquisition de savoirs conceptuels ou savoirs théoriques.
- Acquisition de savoirs procéduraux ou savoirs pratiques.
- Acquisition de savoirs épistémologiques ou connaissances sur la notion de la mesure.

Ces macro-variables ci-dessus dépendent de chaque expérience de cours.



Sur le schéma ci-dessus, les différents types de conceptions des élèves sur le rôle de l'expérience de cours constituent l'élément important pour notre recherche. Ces types de conceptions représentent pour nous les effets immédiats. Nous allons en tenir compte pour notre étude. Les deux parties en noir du schéma ci-dessus montrent les étapes que nous allons franchir au moment d'élaboration de stratégies prenant en compte ces conceptions dans le but d'améliorer la qualité des acquis scolaires.

L'élève fera sortir, à travers un questionnaire, les conceptions qu'il a du rôle de l'expérience de cours à travers l'exemple de quelques expériences d'électrocinétique.

Dans l'expérience de cours n°1 (la vérification de la relation entre effets du courant et intensité), la macro-variable (acquisition de savoirs conceptuels) est mesurée à travers 5 variables. La macro-variable (acquisition de savoirs procéduraux) est mesurée à travers 3 variables et la macro-variable(acquisition de savoirs épistémologiques) à travers 2 variables.

Pour l'expérience de cours n°2 (Mesure de l'intensité du courant dans un circuit à l'aide de l'ampèremètre), la macro-variable (acquisition de savoirs conceptuels) est mesurée à travers 5 variables. La macro-variable (acquisition de savoirs procéduraux) à travers 8 variables et la macro-variable(acquisition de savoirs épistémologiques) à travers 3 variables.

Avec l'expérience de cours n°5 (Mesure de la tension électrique à l'aide du voltmètre), nous aurons la même situation que dans l'expérience de cours n°2.

L'annexe 2 résume l'ensemble de ces variables dans un tableau de codage.

Après avoir déterminé le cadre problématique et les variables d'entrée et sortie(variables interdépendantes) de notre thème de recherche, nous allons élaborer les questions-problèmes et les hypothèses correspondantes dans le paragraphe suivant.

II) Questions-problèmes et hypothèses de recherche.

En guise de rappel, notre question-problème générale (QPG) annoncée à la fin du chapitre I est :

QPG : Quelles sont les conceptions des élèves du secondaire sur le rôle de l'expérience dans le processus de l'enseignement/apprentissage en sciences-physiques ?.

Les questions-problèmes et hypothèses spécifiques que nous envisageons sont les suivantes :

Question-problème (1).

Quelles sont les conceptions des élèves Sénégalais de la seconde S sur le rôle de l'expérience de cours ?

Autrement dit nous voulons connaître les conceptions des élèves Sénégalais de la seconde S sur le rôle de l'expérience de cours en nous appuyant sur l'exemple de six expériences d'électrocinétique.

Hypothèse (1).

Les élèves Sénégalais de la seconde S pensent que l'expérience de cours en électrocinétique sert exclusivement à construire des savoirs conceptuels (concept, lois ou théories).

Question-problème (2).

Les conceptions des élèves Sénégalais de la seconde S sur le rôle de l'expérience de cours sont-elles compatibles avec la conception scientifique dudit rôle ?


Nous voulons faire une comparaison entre les conceptions des élèves Sénégalais de la seconde S et les conceptions des experts de la discipline en nous fondant sur quelques expériences d'électrocinétique.

Hypothèse(2).

Les conceptions des élèves Sénégalais de la seconde S sur le rôle de l'expérience de cours sont en décalage avec les conceptions scientifiques de ce rôle.

Dans notre étude, nous ne nous préoccupons pour le moment que de la question-problème et hypothèse spécifiques n°1. La question-problème et hypothèse spécifique n°2 feront l'objet de la recherche future.

Nous avons expliqué dans cette partie les variables de la recherche. Les questions-problèmes et les hypothèses ont été élaborées. La section suivante présentera le dispositif méthodologique pour vérifier l'hypothèse posée.



Chapitre IV : MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Dans ce chapitre, nous allons présenter la population ciblée, l'échantillonnage, les instruments de recueil des données, la méthodologie de traitement des données qui seront suivies et les résultats préliminaires de la recherche.

I) Population ciblée

Elle est constituée de l'ensemble des élèves de seconde S du Sénégal. Pour des raisons pratiques et économiques, nous nous limiterons aux élèves de la région de Dakar.

II) Echantillonnage.

Pour que notre échantillon de recherche soit le plus représentatif de la population ciblée, nous allons procéder par échantillonnage stratifié pondéré ou «échantillon par quotas » (Albarello, 1999, p. 114). Cet échantillon sera constitué de 60 élèves (repartis comme suit : 40 élèves choisis dans un lycée de la zone urbaine de Dakar et 20 élèves dans un lycée de la banlieue de Dakar). Le nombre de classes d'enseignement est de 3 avec une moyenne d'élèves à interroger par classe de 20.

Nous allons construire un échantillon à triple degré. Le premier degré concerne les établissements ; ils sont stratifiés selon la circonscription de Dakar. Le deuxième degré permet de déterminer les classes d'enseignement au sein de chaque établissement. Enfin le troisième degré consiste à interroger 20 élèves de la classe ainsi définie.

La répartition de notre échantillon par circonscription de Dakar est donnée dans le tableau ci-dessous.

	EFFECTIF D'ELEVES	CLASSES	POURCENTAGE
DAKAR VILLE	40	2	66%
DAKAR BANLIEUE	20	1	34%
TOTAL	60	3	100%

Tableau 4.1: Répartition par circonscription de Dakar

Nous avons choisi deux lycées de la région de Dakar (lycée Nourou Tall (2 classes) ; groupe scolaire la Maieutique des parcelles assainies (1 classe)) en tenant compte des classes de

seconde S qui ont commencé le programme de l'année scolaire 2003/2004 en physique par l'électricité. La collecte des données ne sera possible qu'après le cours sur l'électricité. L'unité d'observation est l'élève, car on cherche la conception de chaque élève sur le rôle de l'expérience de cours.

III) Outils de recherche.

Dans ce travail de recherche, la collecte des données repose sur un questionnaire adressé aux élèves de la seconde S et une interview (dialogue) dirigée d'élèves volontaires du même niveau. Le choix de la méthode semi-directive d'interview s'applique par le fait que nous avons des points (micro-objectifs) bien précis sur lesquels nous voulons avoir les convictions des différents sujets. Ces points sont les différents types de savoirs découlant de chaque expérience de cours. Cette interview aura pour but d'apporter des informations plus objectives concernant les conceptions d'élèves sur le rôle de l'expérience de cours et d'essayer de comparer les résultats obtenus avec ceux du questionnaire.

III-1) La recherche exploratoire ou préexpérimentation.

Cette première étape doit servir à tester nos outils de recueil de données.

III-1-1) Présentation du premier instrument de recueil de données.

Nous avons retenu un questionnaire pour recueillir des informations. Ce questionnaire comprend deux rubriques : une pour l'identification de l'élève et l'autre sur des questions relatives aux rôles de l'expérience de cours (voir annexe 1).

Le questionnaire a été administré à des élèves de seconde S de deux lycées de la région de Dakar. Les questions que nous avons posées aux élèves intéressent principalement les activités d'apprentissage, notamment leurs conceptions sur les savoirs à acquérir pendant les expériences de cours (voir annexe 1).

Dans l'expérience de cours n°1 (la vérification de la relation entre effets du courant et intensité), le professeur met en évidence les variations des effets du courant (exemple par utilisation d'un rhéostat). Ces variations ont permis de définir l'intensité du courant électrique : débit de porteurs de charges.

On espère que les élèves en répondant aux questions posées fassent ressortir les savoirs qu'ils ont pu acquérir pendant cette expérience.

Au niveau de l'expérience de cours n°2 (la mesure de l'intensité du courant dans un circuit à l'aide de l'ampèremètre), la détermination de l'intensité d'un courant continu s'est fait de façon pratique par le professeur. L'élève qui suit et observe la manipulation a-t-il pu acquérir certains savoirs ? Lesquels ? Telles sont les questions pour lesquelles nous recherchons les réponses.

Pour l'expérience de cours n°5 (la mesure de la tension électrique à l'aide d'un voltmètre), les élèves doivent également répondre aux questions posées en faisant ressortir les savoirs qu'ils ont pu acquérir.

Nous avons administré en plus des exercices d'application aux trois expériences de cours ci-dessus (voir annexe 1). Dans ces exercices nous vérifions les acquis des élèves pendant les expériences de cours qui ont été réalisées par le professeur. Il s'agit des exercices de fixation. L'objectif de ces exercices est de vérifier si les savoirs conceptuels, procéduraux et épistémologiques ont été acquis ou pas par les élèves. Cette vérification nous permet de confirmer ou d'infirmer certaines réponses des élèves du questionnaire.

III-1-2) Démarche de collecte des données.

A partir de six expériences de cours en électrocinétique que peut réaliser le professeur autour des leçons sur l'intensité du courant électrique et la tension électrique, nous allons faire l'inventaire des savoirs conceptuels, procéduraux et épistémologiques qu'elles peuvent permettre à l'élève d'acquérir (voir annexe 3)

Ces six expériences de cours doivent être réalisées dans les mêmes conditions au niveau des différents établissements de la région de Dakar. Nous avons obtenu seulement trois expériences de cours qui ont été réalisées dans les deux lycées que nous avons choisis. Il s'agit des expériences de cours n°1 ; n°2 ; n°5 (voir annexe 3)

Après avoir énuméré les différents savoirs à acquérir pour chacun des six expériences de cours, nous allons élaborer les items avec les trois expériences de cours retenus ci-dessus. Ces items constituent notre questionnaire de recherche.

Nous soumettrons ces items à des juges (experts de l'enseignement secondaire). Nous ne retiendrons que les items qui ont fait l'unanimité des juges. Les questions où les juges sont tombés d'accord seront ensuite posées à un groupe test constitué de (10 élèves) de même niveau n'appartenant pas à l'échantillon pour confirmer leur validité pratique.

III-1-3) Méthodologie de traitement des données issues du questionnaire-élève.

Nous rappelons que le questionnaire que nous avons administré à des élèves de seconde S porte sur la description de différents types de savoirs que peuvent acquérir ces élèves pendant l'expérience de cours. Les variables et leurs modalités nécessaires à la description de notre population sont données dans l'annexe 2.

Certains auteurs après avoir examiné successivement les objectifs conceptuels, procéduraux et épistémologiques à la lumière de travaux récents sur les activités expérimentales classent les savoirs à acquérir dans ces travaux en trois catégories. Il s'agit de savoirs conceptuels, procéduraux et épistémologiques.

Parmi ces travaux nous avons ceux du projet européen de recherche en didactique qui a rassemblé des chercheurs de sept pays (Seré, 1998). Dans ce projet les objectifs conceptuels sont plus fréquemment recherchés par les Tp. Il y a encore à imaginer des questionnements et des guidages pour que les savoirs conceptuels contribuent à fabriquer de réels savoirs pratiques. Les deux types de savoirs peuvent ainsi s'installer ensemble et efficacement dans la tête des élèves.

Nous allons aussi essayer de rappeler dans notre étude ce que nous entendons par savoir, savoir conceptuel, savoir procédural et savoir épistémologique.

***Savoir :**

Selon Legendre (1993) dans le dictionnaire actuel de l'éducation, le mot savoir signifie de manière générale l'ensemble des connaissances approfondies acquises par un individu, grâce

à l'étude et à l'expérience. Le savoir présuppose des acquisitions plus approfondies que la connaissance.

Pour Raynal et Rieunier (1997, p. 327) dans le dictionnaire des concepts clés, le terme savoir est largement utilisé comme un synonyme de connaissances dans la langue naturelle. Cependant, il peut parfois prendre le sens de science, information, compétence, cognition, croyance, contenu, représentation, processus...., et la liste est loin d'être exhaustive. Comment dès lors lui attribuer une définition consensuelle, d'autant que la question « qu'est-ce que le savoir ? » se pose, au moins dans la sphère de pensée occidentale, depuis plus de deux mille ans...

En restant dans le contexte de notre recherche, nous allons opter pour la définition générale de Legendre qui semble convenir à notre thème de recherche.

***Savoirs conceptuels :**

Nous avons déduit de la définition faite par Legendre ci-dessus que les savoirs conceptuels sont des connaissances théoriques acquises par un individu, grâce à l'étude et à l'expérience.

***Les savoirs procéduraux :**

Ils sont par essence des savoirs pratiques. Ils permettent la conception des expériences et rationalisent l'action (Seré, 1998). Les savoirs procéduraux sont très présents à l'esprit des concepteurs de travaux pratiques scolaires, mais trop rarement présents à l'esprit des élèves. Il existe une grande variété de procédures, la situation étant quelque peu différente d'une discipline à l'autre. En biologie et en chimie, l'importance des procédures est mieux reconnue et donne même lieu à des évaluations (Coquidé-Cantor et Desbeaux-Salviat, 2001).

Dans notre étude ces savoirs pratiques sont constitués de savoir-faire théoriques et de savoir-faire expérimentaux.

***Le savoir épistémologique :**

Selon Raynal et Rieunier (1997, p. 130) dans le dictionnaire des concepts clés, il s'agit du savoir qu'un individu peut acquérir tout au long de son développement ou dans un domaine quelconque grâce à l'étude et à l'expérience.

Ce dernier doit tenir compte de l'histoire de ce savoir et de sa logique.

En nous référant à notre étude, le savoir épistémologique est l'ensemble de connaissances approfondies acquises par un individu sur la mesure de l'intensité du courant ou de la tension électrique.

Ces trois types de savoirs ci-dessus sont recherchés dans chaque expérience de cours. Dans chacune des trois expériences de cours qui a été réalisée par le professeur en situation de classe, nous avons demandé aux élèves de choisir dans les savoirs conceptuels, procéduraux et épistémologiques ceux qu'ils ont pu acquérir

La distribution de chaque type de savoir.(macro-variable) sera donnée dans un tableau ci-dessous

Modalités \ Variables	OUI	NON	PAS TOUT A FAIT	TOTAL
V ₇				
V ₈				

V _n				
TOTAL				
Pourcentage				

Tableau 4.2: Tableau de distribution d'une macro-variable

Dans ce tableau ci-dessus, nous avons porté sur la première ligne les modalités (1 : oui, 2 : non, 3 : pas tout à fait) et sur la première colonne les variables (V₇, V₈,-----V_n). A l'intérieur du tableau, nous avons porté les fréquences de chaque modalité en fonction de sa variable. La dernière colonne est formée de l'effectif total des élèves qui ont répondu au questionnaire. Sur

l'avant dernière ligne, nous avons le total des fréquences de chaque modalité. Quant à la dernière ligne, nous avons le pourcentage du total de chaque modalité.

L'utilisation des outils (de la statistique descriptive) simples comme les tracés de graphiques (pour chaque macro-variable) permettra de voir le type de savoir qui émergera le plus dans chaque expérience de cours. En répétant la même chose pour les trois expériences de cours (n°1, n°2, n°5), et pour les exercices d'application découlant de ces expériences de cours, nous allons tester HP1 afin de répondre à QP1. Nous avons utilisé le logiciel Spss pour le dépouillement du questionnaire et Excel pour la construction des graphiques.

III-1-4) Résultats issus du questionnaire-élève.

Dans ce paragraphe, rappelons que notre étude fait l'objet de question-problème et hypothèse suivant :

QP1 : Quelles sont les conceptions des élèves Sénégalais de la seconde S sur le rôle de l'expérience de cours à travers six expériences d'électrocinétique ?

NB : Nous avons choisi pendant notre enquête sur le terrain, trois expériences de cours en électrocinétique qui ont été réalisées par les professeurs dans deux établissements de Dakar (Lycée Saidou Nourou Tall et le Groupe Scolaire "La Maieutique" des parcelles Assainies).

HP1 : Les élèves Sénégalais de la seconde S pensent que l'expérience de cours en électrocinétique sert exclusivement à construire des savoirs conceptuels (concepts, lois ou théories).

Cette partie de notre étude porte sur les distributions des macro-variables suivantes :

- Acquisition de savoirs conceptuels,
- Acquisition de savoirs procéduraux,
- Acquisition de savoirs épistémologiques.

Ces macro-variables seront examinées dans les expériences de cours ci-dessous :

III-1-4-1) EXPERIENCE DE COURS N°1 : La vérification de la relation entre effets du courant et intensité.

Rappelons que les variables de cette expérience de cours n°1 sont :

V₇ : savoir relier intensité et effets du courant .

V₈ : savoir relier intensité et débit de porteurs de charges.

V₉ : définition de la quantité d'électricité.

V₁₀ : définition de l'intensité du courant à travers un conducteur.

V₁₁ : savoir l'unité de mesure et les sous multiples de l'intensité du courant.

V₁₂ : faire varier les effets ou l'intensité du courant en manœuvrant le rhéostat.

V₁₃ : calculer l'intensité du courant connaissant la quantité d'électricité et la durée de passage dans un conducteur.

V₁₄ : calculer la quantité d'électricité qui traverse une section de circuit.

V₁₅ : ordre de grandeur des intensités du courant dans quelques appareils électroniques.

V₁₆ : dangers liés à des surtensions .

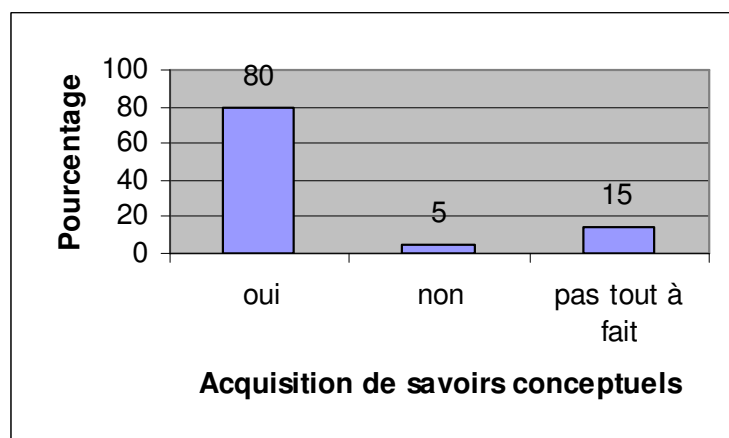
Dans cette expérience de cours n°1, la macro-variable acquisition de savoirs conceptuels contient 05 variables; la macro-variable acquisition de savoirs procéduraux contient 03 variables et la macro-variable acquisition de savoirs épistémologiques 02 variables.

Le dépouillement du questionnaire a fourni les résultats qui suivent :

Tableau 4.3 : Distribution de la macro-variable acquisition de savoirs conceptuels.

Modalités Variables	OUI	NON	PAS TOUT A FAIT	TOTAL
V ₇	44	04	12	60
V ₈	40	06	14	60
V ₉	58	02	07	60
V ₁₀	51	01	08	60
V ₁₁	51	03	06	60
Total	244	16	47	300
Pourcentage	80	05	15	100

Figure 4.1 : Pourcentage de savoirs conceptuels dans l'expérience de cours n°1.

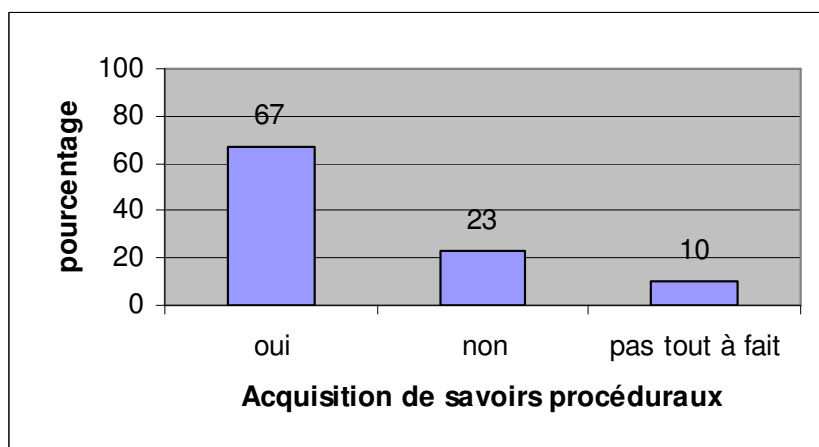


Sur la figure 4.1 représentant le tableau 4.3, nous obtenons 80% de savoirs conceptuels qui ont été acquis par les élèves pendant l'expérience de cours n°1. 5% de ces savoirs n'ont pas été acquis et 15% n'ont pas été tout à fait acquis par les mêmes élèves.

Tableau 4.4 : Distribution de la macro-variable acquisition de savoirs procéduraux.

Modalités Variables	OUI	NON	PAS TOUT A FAIT	TOTAL
V ₁₂	19	32	09	60
V ₁₃	51	06	03	60
V ₁₄	51	04	05	60
Total	121	42	17	180
pourcentage	67	23	10	100

Figure 4.2 : Pourcentage de savoirs procéduraux dans l'expérience de cours n°1.

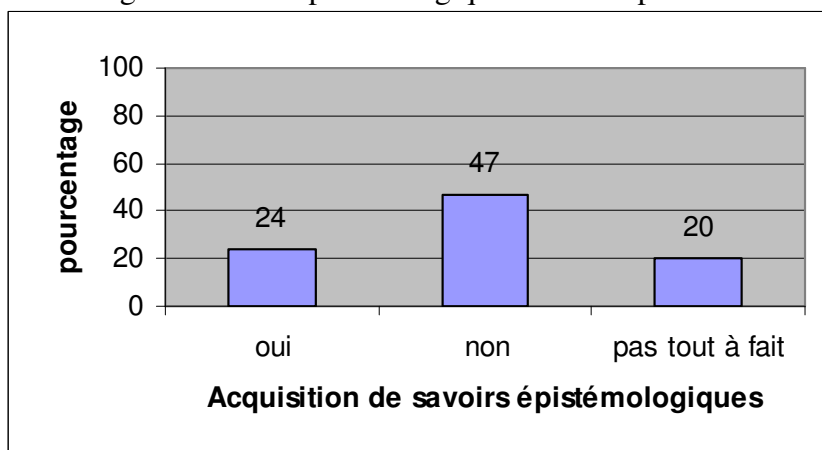


Sur la figure 4.2 représentant le tableau 4.4, les élèves déclarent acquérir 67% de savoirs procéduraux pendant l'expérience de cours n°1. 23% de ces savoirs n'ont pas été acquis et 10% n'ont pas été tout à fait acquis. Nous avons constaté que les savoirs procéduraux regroupent 15,7% de savoir-faire expérimentaux et 84,3% de savoir-faire théoriques qui sont déclarés avoir été acquis par les élèves

Tableau 4.5 : Distribution de la macro-variable acquisition de savoirs épistémologiques.

Modalités Variables	OUI	NON	PAS TOUT A FAIT	TOTAL
V ₁₅	13	29	18	60
V ₁₆	15	28	17	60
Total	28	57	35	120
Pourcentage	24	47	29	100

Figure 4.3: Pourcentage de savoirs épistémologiques dans l'expérience de cours n°1.



Sur la figure 4.3 les élèves déclarent acquérir 24% de connaissances sur la mesure de l'intensité du courant. 47% de ces connaissances n'ont pas été acquises et 20% n'ont pas été tout à fait acquises par les mêmes élèves.

III-1-4-2) EXPERIENCE DE COURS N°2 : La mesure de l'intensité du courant dans un circuit à l'aide de l'ampèremètre.

Les variables de l'expérience de cours n°2 sont :

V₁₇ : connaître le rôle de l'ampèremètre.

- V₁₈ : connaître le symbole de l'ampèremètre.
- V₁₉ : définir le calibre de l'ampèremètre.
- V₂₀ : définir l'échelle sur le cadran de l'ampèremètre.
- V₂₁ : connaître le rôle de la classe d'un ampèremètre.
- V₂₂ : brancher correctement l'ampèremètre.
- V₂₃ : choix du calibre convenable.
- V₂₄ : lire correctement sur l'ampèremètre.
- V₂₅ : mesurer l'intensité en un point d'un circuit à l'aide d'un ampèremètre.
- V₂₆ : exprimer l'intensité donnée d'un courant en A, mA, μ A.
- V₂₇ : indiquer sur un schéma électrique la polarité d'un ampèremètre.
- V₂₈ : tenir compte de la classe de l'ampèremètre pour évaluer l'incertitude absolue sur l'intensité.
- V₂₉ : calculer l'intensité du courant à partir du calibre, de l'échelle et de la position de l'aiguille qui traverse un circuit électrique.
- V₃₀ : l'idée de précision d'une mesure de l'intensité.
- V₃₁ : Le sens de la mesure de l'intensité du courant.
- V₃₂ : la signification de l'incertitude absolue sur la mesure de l'intensité du courant.

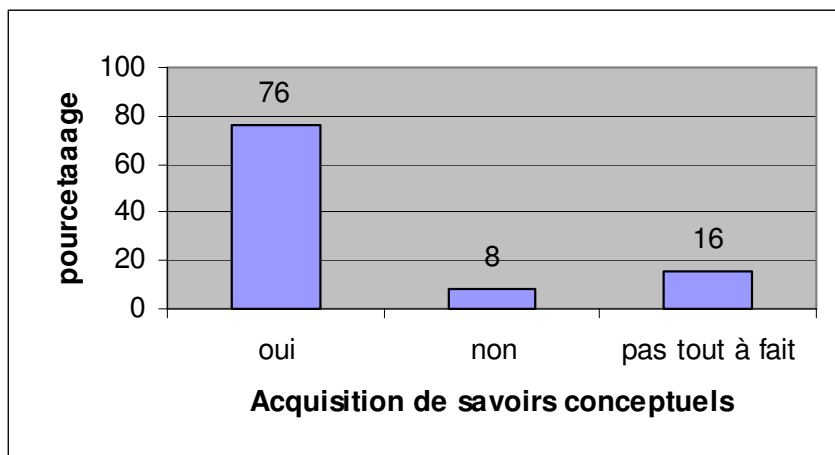
Dans cette expérience de cours n°2, la macro-variable acquisition de savoirs conceptuels contient 05 variables; la macro-variable acquisition de savoirs procéduraux contient 08 variables et la macro-variable acquisition de savoirs épistémologiques 03 variables.

Le dépouillement du questionnaire a fourni les résultats qui suivent :

Tableau 4.6 : Distribution de la macro-variable acquisition de savoirs conceptuels.

Modalités Variables	OUI	NON	PAS TOUT A FAIT	TOTAL
V ₁₇	54	01	05	60
V ₁₈	57	01	02	60
V ₁₉	46	06	08	60
V ₂₀	30	12	18	60
V ₂₁	41	04	15	60
Total	228	24	48	300
Pourcentage	76	08	16	100

Figure 4.4: Pourcentage de savoirs conceptuels dans l'expérience de cours n°2.

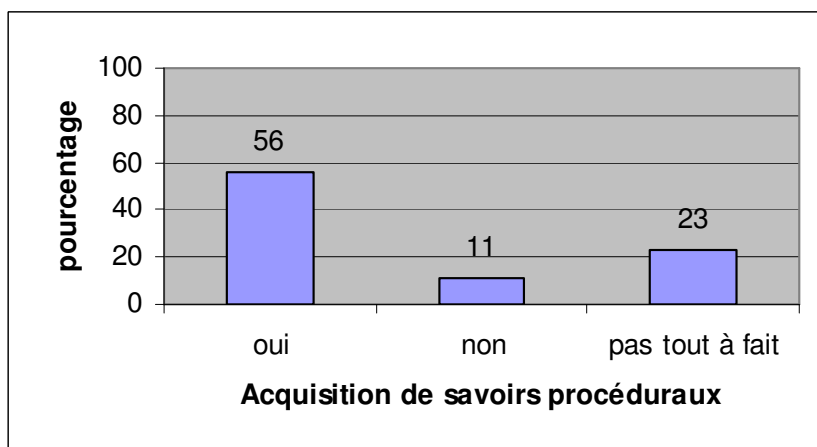


Sur la figure 4.4 représentant le tableau 4.6, nous obtenons 76% de savoirs conceptuels qui ont été acquis par les élèves pendant l'expérience de cours n°2. 08% de ces savoirs n'ont pas été acquis par les élèves et 16% de ces savoirs n'ont pas tout à fait été acquis.

Tableau 4.7 : Distribution de la macro-variable acquisition de savoirs procéduraux.

Modalités Variables	OUI	NON	PAS TOUT A FAIT	TOTAL
V ₂₂	13	05	42	60
V ₂₃	33	02	25	60
V ₂₄	31	02	27	60
V ₂₅	38	10	12	60
V ₂₆	32	05	23	60
V ₂₇	18	25	17	60
V ₂₈	49	04	07	60
V ₂₉	52	01	07	60
Total	266	54	160	480
Pourcentage	56	11	23	100

Figure 4.5 : Pourcentage de savoirs procéduraux dans l'expérience de cours n°2.

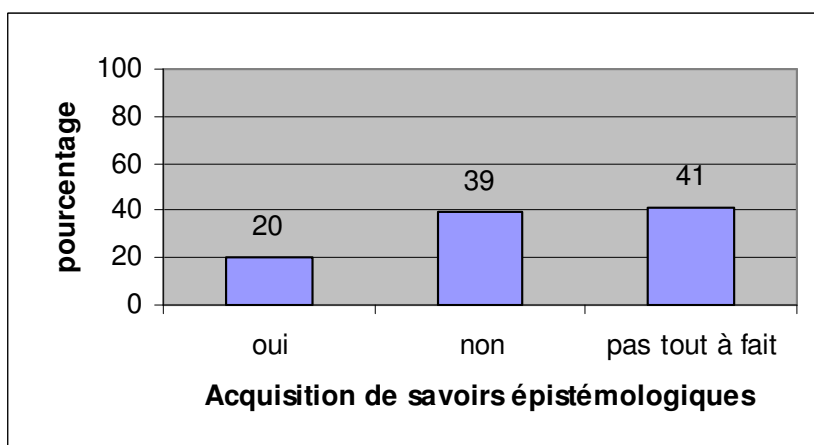


Sur la figure 4.5, 56% de savoirs procéduraux ont été acquis par les élèves pendant l'expérience de cours n°2. 11% de ces savoirs n'ont pas été acquis et 23% de ces savoirs n'ont pas été tout à fait acquis. Les savoirs procéduraux regroupent 43% de savoir-faire expérimentaux et 57% de savoir-faire théoriques qui ont été acquis par les élèves.

Tableau 4.8.: Distribution de la macro-variable acquisition de savoirs épistémologiques.

Modalités Variables	OUI	NON	PAS TOUT A FAIT	TOTAL
V ₃₀	19	11	30	60
V ₃₁	03	53	04	60
V ₃₂	15	06	39	60
TOTAL	37	70	73	180
Pourcentage	20	39	41	100

Figure 4.6: Pourcentage de savoirs épistémologiques dans l'expérience de cours n°2.



Sur la figure 4.6 , les élèves déclarent acquérir 20% de connaissances sur la mesure de l'intensité du courant pendant l'expérience de cours n°2. 39% de ces connaissances n'ont pas été acquises et 41% n'ont pas été tout à fait acquises.

III-1-4-3) EXPERIENCE DE COURS N°5: La mesure de la tension électrique à l'aide d'un voltmètre.

Dans cette expérience de cours les variables sont :

V₃₃ : connaître le rôle du voltmètre.

V₃₄ : connaître le symbole du voltmètre.

V₃₅ : définir le calibre d'un voltmètre.

V₃₆ : définir l'échelle sur le cadran du voltmètre.

V₃₇ : connaître le rôle de la classe du voltmètre.

V₃₈ : brancher correctement un voltmètre.

V₃₉ : choisir le calibre convenable.

V₄₀ : lire correctement sur le voltmètre.

V₄₁ : indiquer sur un schéma la polarité du voltmètre.

V₄₂ : mesurer une tension à l'aide d'un voltmètre.

V₄₃ : exprimer une tension donnée avec l'unité convenable.

V₄₄ : tenir compte de la classe du voltmètre pour évaluer l'erreur absolue sur la tension.

V₄₅ : calculer la tension électrique à partir du calibre, de l'échelle et de la position de l'aiguille.

V₄₆ : l'idée de précision d'une mesure de tension électrique.

V₄₇ : Le sens de la mesure d'une tension électrique.

V₄₈ : la signification de l'incertitude absolue sur la mesure de la tension électrique .

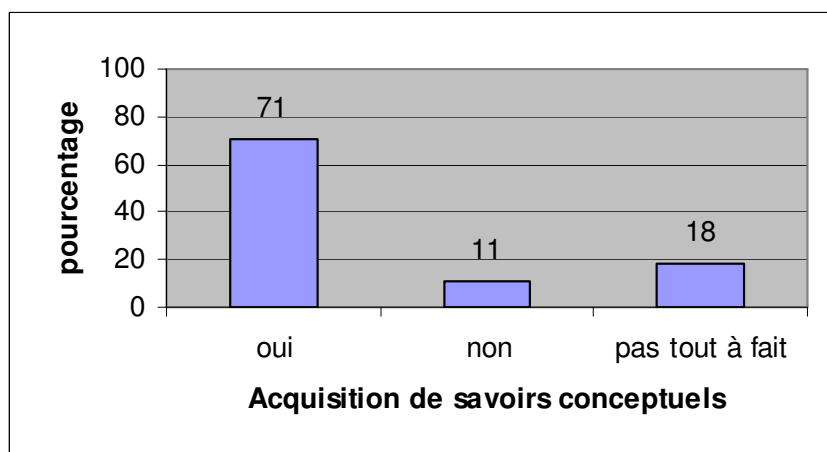
Dans l'expérience de cours n°5, la macro-variable acquisition de savoirs conceptuels contient 05 variables; la macro-variable acquisition de savoirs procéduraux contient 08 variables et la macro-variable acquisition de savoirs épistémologiques 03 variables.

Le dépouillement du questionnaire a fourni les résultats qui suivent :

Tableau 4.9 :Distribution de la macro-variable acquisition de savoirs conceptuels.

Modalités Variables	OUI	NON	PAS TOUT A FAIT	TOTAL
V ₃₃	56	03	01	60
V ₃₄	58	01	01	60
V ₃₅	38	06	16	60
V ₃₆	27	16	17	60
V ₃₇	34	06	20	60
Total	213	32	55	300
Pourcentage	71	11	18	100

Figure 4.7: Pourcentage de savoirs conceptuels dans l'expérience de cours n°5.

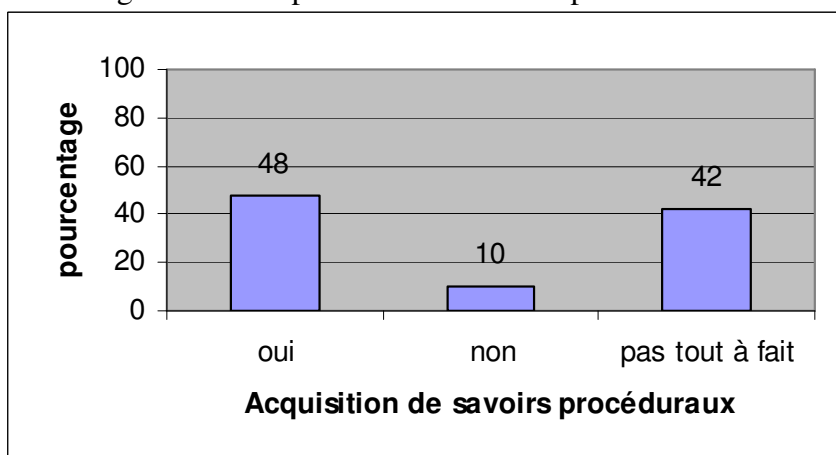


Sur la figure 4.7 , les élèves ont acquis 71% de savoirs conceptuels pendant l'expérience de cours n°5. 11% de ces savoirs n'ont pas été acquis par les élèves et 18% de ces savoirs n'ont pas été tout à fait acquis.

Tableau 4.10: Distribution de la macro-variable acquisition de savoirs procéduraux.

Modalités Variables	OUI	NON	PAS TOUT A FAIT	TOTAL
V ₃₈	10	05	45	60
V ₃₉	28	03	23	60
V ₄₀	27	04	29	60
V ₄₁	17	23	20	60
V ₄₂	32	01	27	60
V ₄₃	26	05	29	60
V ₄₄	38	07	15	60
V ₄₅	53	01	06	60
Total	231	49	200	480
Pourcentage	48	10	42	100

Figure 4.8: Pourcentage de savoirs procéduraux dans l'expérience de cours n°5.

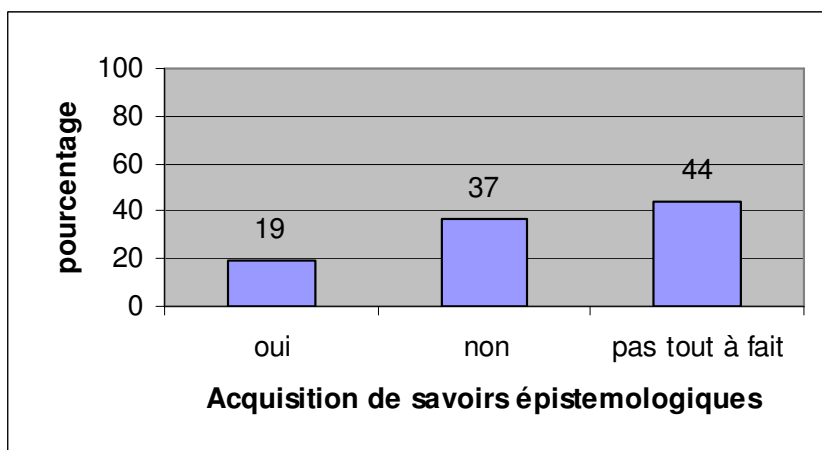


Sur la figure 4.8, les élèves déclarent avoir acquis 48% de savoirs procéduraux. 10% de ces savoirs n'ont pas été acquis et 42% n'ont pas été tout à fait acquis. Dans cette expérience de cours n°5, les savoirs procéduraux regroupent 42% de savoir-faire expérimentaux et 58% de savoir-faire théoriques qui ont été acquis par les élèves.

Tableau 4.11: Distribution de la macro-variable acquisition de savoirs épistémologiques.

Variables \ Modalités	OUI	NON	PAS TOUT A FAIT	TOTAL
V ₄₆	15	13	32	60
V ₄₇	04	45	11	60
V ₄₈	16	09	35	60
Total	35	67	78	180
Pourcentage	19	37	44	100

Figure 4.9: Pourcentage de savoirs épistémologiques dans l'expérience de cours n°5.



Sur la figure 4.9, les élèves déclarent avoir acquis 19% de connaissances sur la mesure de tension électrique pendant l'expérience de cours n°5. 37% de ces connaissances n'ont pas été acquises et 44% n'ont pas été tout à fait acquises.

III-1-4-4) Synthèse des trois expériences de cours ci-dessus.

Le résultat obtenu des trois expériences de cours ci-dessus montre que les élèves déclarent acquérir 80% de savoirs conceptuels pour l'expérience de cours n°1, 76% de savoirs conceptuels pour l'expérience de cours n°2 et 71% pour l'expérience de cours n°5.

Ils déclarent acquérir également 67% de savoirs procéduraux (15,7% de savoir-faire expérimentaux et 84,3% de savoir-faire théoriques) pour l'expérience de cours n°1; 56% de savoirs procéduraux (43% de savoir-faire expérimentaux et 57% de savoir-faire théoriques) pour l'expérience de cours n°2 et 48% de savoirs procéduraux (42% de savoir-faire expérimentaux et 58% de savoir-faire théoriques) pour l'expérience de cours n°5.

A propos des savoirs épistémologiques, les élèves déclarent qu'ils ont acquis 24% de connaissances sur la mesure de l'intensité du courant électrique pour l'expérience de cours n°1; 20% pour l'expérience de cours n°2 et 19% sur la mesure de la tension électrique pour l'expérience de cours n°5.

Nous avons proposé des exercices d'application sur les trois expériences de cours pour confirmer ou non les réponses que les élèves ont fournies à propos du questionnaire.

III-1-4-5) Traitement des exercices d'application sur les trois expériences de cours ci-dessus.

NB : Nous avons élaboré les exercices en tenant compte du questionnaire administré aux élèves (par exemple V_{119} est une variable qui met en relation la première question de l'exercice et la variable V_{19} ci-dessus; de même V_{220} est une variable qui met en relation la

deuxième question de l'exercice et la variable V_{20} ci-dessus etc...). Les réponses des exercices nous permettent de confirmer ou d'infirmer certaines réponses du questionnaire.

Les exercices d'application sur les trois expériences de cours n°1, n°2 et n°5 ont:

- Pour modalités (1 : juste, 2 : faux).

- Pour variables :

V_{119} : définir le calibre de l'ampèremètre

V_{220} : identifier l'échelle de mesure

V_{329} : calculer l'intensité du courant dans le circuit

V_{421} : donner le rôle de la classe de l'ampèremètre

V_{528} : calcul de l'incertitude absolue sur la mesure de l'intensité

V_{631} : Cette mesure de l'intensité du courant est-elle une grandeur quantitative? Justifie ta réponse

V_{733} : donner le rôle du voltmètre

V_{836} : déduire la position exacte de l'aiguille

V_{945} : calculer la tension électrique

V_{1048} : Cette mesure de la tension électrique est-elle une grandeur algébrique? Justifie ta réponse

V_{1146} : représenter le schéma du montage

V_{1208} : indiquer le sens conventionnel du courant

V_{1314} : calculer la quantité d'électricité

V_{1413} : calculer l'intensité du courant dans un conducteur métallique

V_{1526} : donner le résultat en mA et μ A

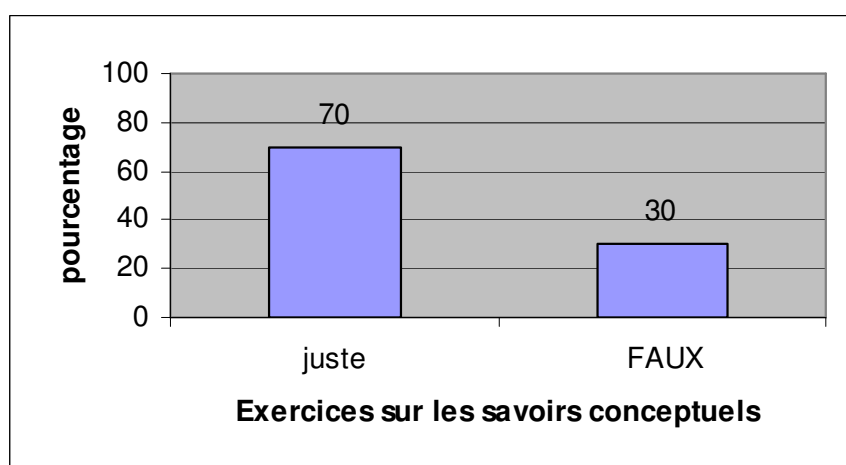
A travers le traitement des exercices d'application ci-dessus, les exercices concernant la macro-variable acquisition de savoirs conceptuels contiennent 05 variables; les exercices concernant la macro-variable acquisition de savoirs procéduraux contiennent 08 variables et les exercices concernant la macro-variable acquisition de savoirs épistémologiques contiennent 02 variables.

Le dépouillement du questionnaire a fourni les résultats qui suivent :

Tableau 4.12 : Distribution des exercices sur les savoirs conceptuels.

Variables \ Modalités	JUSTE	FAUX	TOTAL
V ₁₁₉	15	45	60
V ₂₂₀	42	18	60
V ₄₂₁	40	20	60
V ₇₃₃	57	03	60
V ₈₃₆	55	05	60
Total	209	91	300
Pourcentage	70	30	100

Figure 4.10 : Pourcentage de solutions des exercices sur les savoirs conceptuels.

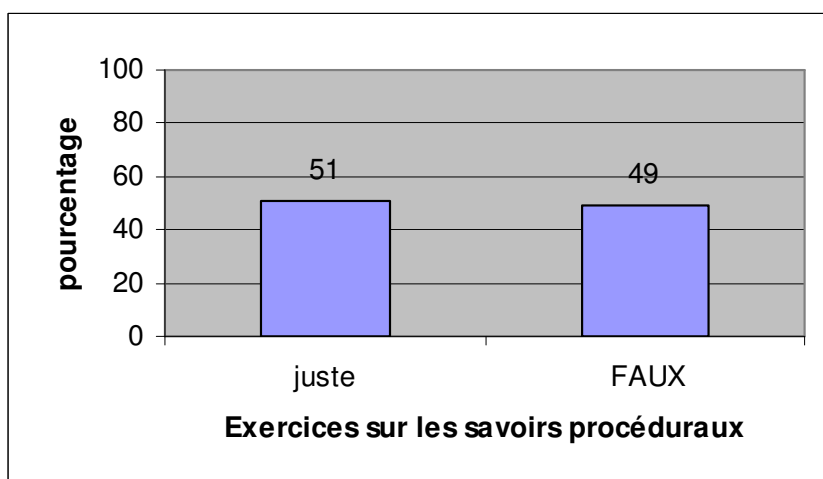


La figure 4.10 représentant le tableau 4.12 nous montre que les élèves ont trouvé les 70% des exercices sur les savoirs conceptuels et ont fait faux à 30% de ces exercices.

Tableau 4.13 : Distribution des exercices sur les savoirs procéduraux.

Variables \ Modalités	JUSTE	FAUX	TOTAL
V ₃₂₉	56	04	60
V ₅₂₈	52	08	60
V ₉₄₅	55	05	60
V ₁₁₄₆	03	57	60
V ₁₂₀₈	24	36	60
V ₁₃₁₄	28	32	60
V ₁₄₁₃	17	43	60
V ₁₅₂₆	09	51	60
Total	244	236	480
Pourcentage	51	49	100

Figure 4.11 : Pourcentage de solutions des exercices sur les savoirs procéduraux.

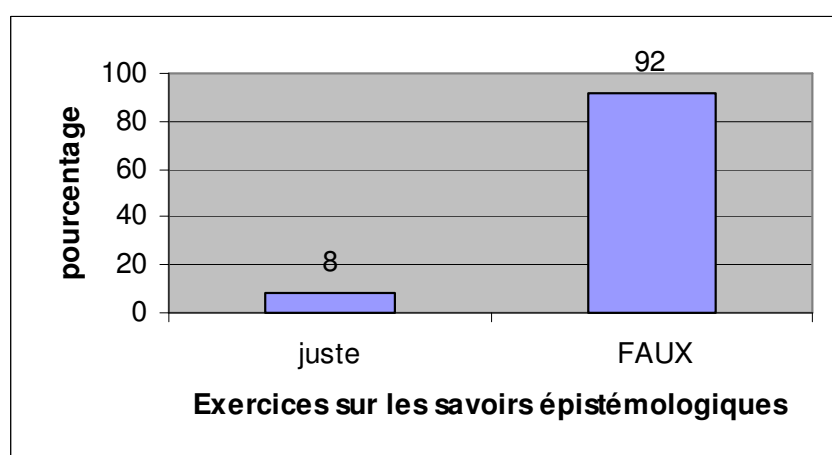


Sur la figure 4.11, les élèves ont trouvé 51% des exercices proposés sur les savoirs procéduraux et ils ont fait faux à 49% de ces exercices. En examinant les savoirs procéduraux, nous constatons que 11% des exercices sur le savoir-faire expérimental et 89% des exercices sur le savoir-faire théorique ont été trouvés par les élèves.

Tableau 4.14: Distribution des exercices sur les savoirs épistémologiques.

Modalités \ Variables	JUSTE	FAUX	TOTAL
V ₆₃₁	03	57	60
V ₁₀₄₈	07	53	60
Total	10	110	120
Pourcentage	08	92	100

Figure 4.12 : Pourcentage de solutions des exercices sur les savoirs épistémologiques



Nous constatons sur la figure 4.12 que 08% des exercices sur les savoirs épistémologiques ont été trouvés par les élèves et 92% de ces exercices ont été faussés.

III-1-4-6) Conclusion des résultats issus du questionnaire-élève.

La résolution des exercices d'application par les élèves a permis de conforter leur déclaration à propos du questionnaire.

Les résultats obtenus des exercices nous amènent à conclure que les élèves pendant les trois expériences de cours en électrocinétique construisent des savoirs conceptuels (70%) et des savoirs procéduraux (51%). Ces savoirs procéduraux regroupent 11% de savoir-faire expérimentaux et 89% de savoir-faire théoriques. Les savoirs épistémologiques correspondent seulement à 08%.

L'hypothèse 1 de notre recherche postulait que "les élèves de la seconde S pensent que l'expérience de cours en électrocinétique sert exclusivement à construire des savoirs conceptuels".

Les résultats attendus seraient que pendant chaque expérience de cours réalisée ci-dessus, les élèves construisent seulement les savoirs conceptuels avec un taux important.

Les résultats obtenus infirment l'hypothèse 1, dans le sens où nous observons en plus des savoirs conceptuels, les savoirs procéduraux avec un taux moyen et les savoirs épistémologiques avec un taux très faible.

Nous avons ainsi déduit que les résultats attendus sont légèrement différents des résultats obtenus.

Dans la partie théorique de notre étude, nous avons expliqué que les difficultés des élèves concernant l'apprentissage de sciences-physiques ont des origines diverses.

Les recherches récentes ont établi que l'une des raisons principales avancées comme étant la cause de ces difficultés provient des concepts de sciences-physiques à construire et des activités expérimentales à réaliser.

D'après l'enquête réalisée par Kane (2003), les activités expérimentales sont réduites à des expériences de cours où le professeur manipule et exploite les résultats. Les objectifs assignés

à ses expériences visent l'acquisition de savoirs conceptuels par les élèves, à travers la vérification de lois le plus souvent.

Selon Kouhila et Maarouf (2001), le rôle de l'expérience dans la physique qui s'enseigne est souvent réduit à l'illustration des concepts enseignés de façon dogmatique aux élèves.

En tenant compte des constats faits dans la partie théorique de notre étude, les résultats obtenus confirment d'abord ce qui a été expliqué dans cette partie théorique (il s'agit des objectifs visés par l'expérience en sciences-physiques). Ensuite à travers ces résultats, nous remarquons que pendant l'expérience de cours, l'élève construit en plus des savoirs conceptuels, les savoirs procéduraux.

De manière générale, nous dirons que les élèves de seconde S de la région de Dakar pensent que pendant les trois expériences de cours (n°1, n°2 et n°5) en électrocinétique, ils construisent des savoirs conceptuels, des savoir-faire théoriques et très faiblement des savoir-faire expérimentaux.

III-1-5) Entretien exploratoire.

Dans cette partie de notre recherche, trois composantes de la méthodologie vont nous intéresser : les sujets, les instruments et les procédures.

III-1-5-1) Les sujets.

Pour le niveau du D.E.A, dans une perspective pré-expérimentale, nous nous sommes limités à un échantillon de trois élèves de la seconde S répartis comme suit : deux élèves du lycée Saidou Nourou Tall et un élève du Groupe Scolaire des parcelles Assainies.

Le choix de nos trois élèves s'explique pour les raisons suivantes. D'abord le critère d'accessibilité car, nos élèves se sont portés volontaires à participer librement à notre enquête. Ce critère exprime le caractère occasionnel de notre échantillon. Ensuite, nous avons retenu ces trois élèves parcequ'ils font parti des établissements de la circonscription de Dakar.

Dans ces établissements, certaines classes de seconde S ont commencé le programme de l'année scolaire 2003/2004 en physique par l'électricité. Les trois élèves ont donné leur conviction sur le rôle de l'expérience de cours de manière générale et sur le rôle d'un exemple d'expérience de cours en électrocinétique. Cette expérience de cours a été faite dans les mêmes conditions dans les établissements ci-dessus.

III-1-5-2) Le guide d'entretien.

Nous allons procéder par interviews semi-dirigées auprès des élèves de la seconde S. Les deux questions orientant l'entretien sont les suivantes :

- a) Quelles sont les conceptions (représentations) des élèves sur le rôle de l'expérience de cours de manière générale ?
- b) Quelles sont ces conceptions dans le cas des expériences de cours autour des leçons sur l'intensité du courant et la tension électrique ?

Cette interview sémi-dirigée suivra le canevas suivant :

1) Renseignements sur l'élève.

- a) Age :
- b) Sexe :
- c) Classe :
- d) Lieu de résidence (quartier résidentiel ou quartier populaire)
- e) Niveau d'étude des parents (cycle supérieur, cycle secondaire, cycle primaire, pas de cycle)
- f) Etablissement fréquenté :

2) A propos de l'expérience de cours.

L'expérience de cours est une expérience réalisée par le professeur pendant le cours théorique.

- a) As-tu déjà assisté à des expériences de cours ? Si oui peux-tu en rappeler quelques unes ?
- b) A quoi sert une expérience de cours selon toi ?
- c) A partir d'un exemple d'expérience de cours en physique, peux-tu préciser ce que l'on peut apprendre :
 - en terme de savoirs ou connaissances théoriques,
 - en terme de savoirs pratiques,
 - en terme de connaissance sur la notion de la mesure,
 - en terme de précautions à prendre pendant une manipulation.

Consigne : Laisser l'élève s'exprimer librement en l'écoutant attentivement. Il doit dire tout ce qu'il pense sur chaque question posée.

III-1-5-3) Procédure d'enregistrement de l'entretien.

Dans cette perspective, il s'est agi pour nous de mettre au point un guide d'entretien. Ce recueil a suivi les étapes suivantes :

- **Présentation à l'interviewé de l'objectif de recherche.**

Avant de commencer l'entretien, nous nous sommes présenté à l'enquêté ainsi que la structure que nous représentons. Puis nous avons évoqué le thème général de l'entretien et les modalités de réalisation de l'interview : durée approximative (30 à 35 minutes), déroulement et enregistrement de l'entretien, attentes de l'enquêteur, ce qu'on attend de l'enquêté, les aspects déontologiques de l'enquête...

- **Identification du répondant quant à son statut.**

Après avoir présenté l'objectif de la recherche à l'interviewé, nous avons recueilli des informations relatives aux caractéristiques de l'enquêté (âge, sexe, classe, lieu de résidence, niveau d'étude des parents, établissement fréquenté).

- **Déroulement de l'entretien proprement dit.**

L'entretien est engagé à partir d'une question ouverte de départ : « A quoi sert une expérience de cours selon toi ? ». Ensuite, les deux thèmes du guide (conceptions des élèves sur le rôle de l'expérience de cours et sur quelques exemples d'expériences de cours en électrocinétique) sont abordés de manière successive sous forme de questions, reliées les unes aux autres. Ici nous avons utilisé des interventions de relances de type : reformulation, clarification, demandes d'éclaircissement, silence et marques d'écoute...

III-1-5-4) Méthode d'analyse de l'information.

Pour notre recherche nous avons opté pour la méthode d'analyse de contenu thématique. Selon Quivy et Campenhoudt (1996, p. 232), cette méthode permet principalement d'identifier les conceptions (représentations) des interviewés à partir de l'analyse de leur discours.

Les entretiens ont été enregistrés puis retranscrits (voir annexe 4). Les réponses aux questions de l'entretien sont analysées suivant une grille que nous présentons comme suit :

Exemple :

Fiche de réponses de l'élève

Catégories	Assertions	Indicateurs

Selon leur sens, les assertions de l'interviewé sont réparties en catégories. Pour chaque catégorie nous repérons les indicateurs par rapport à nos directions d'analyse.

Un commentaire est fait à la suite de chaque fiche de réponse.

III-1-5-5) Résultats issus de l'entretien.

Nous allons présenter dans cette partie de notre étude les fiches de réponses des trois élèves ci-dessus.

Nous avons eu recours à l'analyse qualitative pour commenter les réponses de nos enquêtes. Ce procédé, permet de comparer les fréquences de certaines caractéristiques préalablement regroupées en catégories significatives

Toutefois, nous signalons que nous avons fait appel à d'autres chercheurs pour commenter ou critiquer nos résultats. Les fiches de réponses de nos trois élèves (numérotés n°1, n°2, n°3) sont données dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 4.15 : Fiche de réponses n°1.

Catégories	Assertions	Spécification
Familiarisation pratique.	-Une expérience de cours peut nous permettre de connaître les différents appareils, de savoir comment les utiliser et de pouvoir les identifier lorsqu'on les verra dans l'avenir.	Acquisition de : -savoir conceptuel, -savoir procédural.
	-L'expérience de cours sur la mesure de l'intensité du courant m'a permis de connaître la technique d'utilisation de l'ampèremètre.	Acquisition de savoir procédural.
	-L'expérience de cours sur la mesure de l'intensité du courant m'a permis de mieux distinguer l'ampèremètre et de comprendre son mode de fonctionnement.	Acquisition de savoir conceptuel.
	-Manipuler un ampèremètre signifie par exemple le mode de branchement.	Acquisition de savoir procédural.
Elaboration théorique.	-Une expérience de cours nous permet de voir ce qu'on n'a pas su voir par les mots et de mieux comprendre.	Acquisition de savoir conceptuel.
	-L'expérience de cours sur la mesure de l'intensité du courant m'a permis de mieux comprendre la notion de polarisation et de savoir que pour l'ampèremètre le branchement se fait de telle façon que le courant entre par la borne positive et sort par la borne négative.	Acquisition de : -savoir conceptuel, -savoir procédural.
	-L'expérience de cours sur la mesure de l'intensité du courant m'a aussi permis de mieux comprendre la notion de calibre, d'échelle qui est le synonyme de calibre.	Acquisition de savoir conceptuel.
	-En terme de savoirs pratiques, je peux apprendre : à partir de l'intensité, si on veut mieux comprendre la notion d'intensité par rapport aux autres matières.	Acquisition de savoir conceptuel.
Rapport théorie/ expérience.	-Une expérience de cours selon moi sert à pratiquer ce que l'on écrit dans le cahier.	Acquisition de savoir pratique.
Rapport expérience/ vie quotidienne.	-En terme de savoir pratique, quand on est à la maison, on essaye de comprendre les différentes techniques de l'intensité du courant et tout ce qui tourne autour de cela.	Acquisition de savoir conceptuel
Expérience et résolution de problème.	-A partir de la notion de la mesure, on peut faire divers calculs, maintenant on a compris comment mieux utiliser les formules devant les exercices et pour mieux se comporter afin de pouvoir facilement les résoudre.	Acquisition de : - savoir conceptuel, - savoir procédural.

- **Commentaire de la fiche de réponses n°1.**

Parmi les catégories issues des réponses de cette fiche, la familiarisation pratique et l'élaboration théorique semblent être majoritaires. Nous observons aussi sur cette fiche, le rapport théorie/expérience, le rapport expérience/vie quotidienne, l'expérience et la résolution de problème qui sont toutes les catégories minoritaires. Des assertions, l'élève semble acquérir plus de savoirs conceptuels que des savoirs procéduraux.

Nous devons rappeler que les savoirs procéduraux regroupent les savoir-faire théoriques et les savoir-faire expérimentaux

Tableau 4.16 : Fiche de réponses n°2.

Catégories	Assertions	Spécification
Familiarisation pratique.	-Une expérience de cours nous permet de savoir l'effet magnétique du courant, l'effet calorifique du courant électrique.	Acquisition de savoir procédural.
	-A partir de la mesure de l'intensité du courant électrique, on peut apprendre à brancher l'ampèremètre en série, bien lire la tension, bien lire l'intensité, choisir le calibre.	Acquisition de savoir procédural.
Elaboration théorique.	-A partir de la mesure de l'intensité du courant électrique, on peut apprendre la définition de l'intensité du courant, le rôle de l'intensité.	Acquisition de savoir conceptuel.
	-On peut apprendre que la mesure est rattachée à une erreur, l'erreur que peut faire le lecteur, l'erreur de la machine, que la mesure se calcule en ampère.	Acquisition de connaissance épistémologique.
Rapport théorie/expérience.	-Une expérience de cours nous permet de bien comprendre le cours théorique et nous permet de pouvoir utiliser les machines comme l'ampèremètre, le voltmètre, l'oscillographe etc...	Acquisition de savoir conceptuel et procédural.
Rapport expérience/ vie quotidienne.	Il faut porter les gants de sécurité lorsqu'on manipule le courant, placer l'appareil à l'abri de la poussière et de l'eau parce que l'eau gêne la machine.	Acquisition de savoir conceptuel.
Expérience et résolution de problème.	L'expérience de cours nous permet de calculer l'intensité du courant, calculer la tension.	Acquisition de savoir procédural.
	-A partir de la mesure de l'intensité du courant, on peut apprendre comment calculer l'incertitude.	Acquisition de savoir procédural.

***Commentaire de la fiche de réponses n°2.**

L'examen de cette fiche nous donne les mêmes catégories que sur la fiche n°1. Mais elles n'ont pas de dominances remarquables entre elles. En plus des savoirs conceptuels et procéduraux, l'élève peut acquérir une connaissance épistémologique sur la mesure de l'intensité du courant électrique.

Tableau 4.17 : Fiche de réponses n°3.

Catégories	Assertions	Spécifications
Familiarisation pratique.	-L'expérience de cours sert à brancher les appareils, faciliter la manipulation des appareils et à identifier les bornes positives et négatives des appareils.	Acquisition de savoir procédural.
	-A partir de l'expérience de cours sur la mesure de la tension électrique on peut connaître le branchement du voltmètre, la variation du voltmètre.	Acquisition de savoir procédural.
Elaboration théorique.	-A partir de l'expérience de cours sur la mesure de la tension on peut connaître le rôle du voltmètre, le rôle de la classe.	Acquisition de savoir conceptuel.
	-Toujours à partir de l'expérience de cours sur la mesure de la tension électrique, on peut connaître le calibre d'un voltmètre, connaître l'erreur de la mesure de tension, connaître les unités de mesures. Par exemple : le volt, le microvolt, le picovolt, le kilovolt, le millivolt.	Acquisition de savoir conceptuel.
Rapport théorie/ Expérience.	-L'expérience de cours sert à mieux comprendre le cours, à faire la différence entre un voltmètre et un ampèremètre.	Acquisition de savoir conceptuel et de savoir procédural.
Rapport expérience/ vie quotidienne.		
Expérience et résolution de problème.	-A partir de la mesure de la tension électrique, on peut apprendre à : -calculer la tension, -calculer l'incertitude absolue, -indiquer le sens de la tension sur un schéma.	Acquisition de savoir procédural.

***Commentaire de la fiche de réponses n°3 .**

Parmi les catégories, la familiarisation pratique, l'élaboration théorique, l'expérience et la résolution de problème sont majoritaires

La catégorie rapport théorique/expérience est minoritaire. Le rapport expérience/vie quotidienne n'existe pas sur cette fiche. Les réponses de l'élève sur cette fiche peuvent lui permettre d'acquérir des savoirs conceptuels et des savoirs procéduraux.

III-1-5-5-1) Synthèse des commentaires issus des fiches de réponses.

Nous constatons à travers les fiches que les catégories issues des réponses des élèves sont : la familiarisation pratique; l'élaboration théorique; le rapport théorie/expérience; le rapport expérience/vie quotidienne; l'expérience et la résolution de problème.

De manière générale la familiarisation pratique et l'élaboration théorique sont des catégories majoritaires parmi les autres. Les réponses des élèves sur les trois fiches peuvent les permettre d'acquérir les savoirs conceptuels et les savoirs procéduraux.

Parmi les auteurs qui se sont intéressés au rôle de l'expérience, nous avons Soudani qui déclare dans le bulletin du C.I.F.F.E.R.S.E (octobre 1996, p. 146) que : « les élèves ne font pas "spontanément" le lien entre ce qu'ils apprennent à l'école et leur vie de tous les jours. Ce n'est pas l'aspect de l'expérience qui persiste en premier lieu dans leurs esprits, malgré que les instructions officielles insistent sur l'utilisation de produits, d'appareils,...qu'ils ont l'occasion de rencontrer dans leur entourage ou environnement quotidien ».

Selon cet auteur, les élèves pensent que les expériences de physique et de chimie " peuvent servir,...permettent de prévenir,...de mieux comprendre notre vie ".

III-1-6) Conclusion de la recherche exploratoire ou préexpérimentation.

Les résultats issus du questionnaire-élève et de l'entretien montrent que l'hypothèse n°1 est infirmée. Nous avons constaté que les élèves de seconde S de la région de Dakar pensent que

pendant les expériences de cours en électrocinétique, ils construisent des savoirs conceptuels et des savoirs procéduraux.

Dans cette partie nous avons traité les données issues du questionnaire-élève et entrepris un entretien avec quelques élèves du même niveau. Les résultats obtenus montrent que l'hypothèse n°1 est infirmée. Nous aurons dans le chapitre suivant les conclusions et les perspectives de notre travail de recherche.



CHAPITRE V : CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Nous avons pensé que la prise en compte pédagogique effective et contextualisée des conceptions d'élèves, à propos du rôle de l'expérience dans l'apprentissage des sciences-physiques, pourra aider à améliorer la qualité de leurs acquis scolaires.

Selon Nkolo (2000,p.80) «cette prise en compte pédagogique permet de mettre l'accent à la fois sur l'objet, la démarche et le produit de l'apprentissage ».

L'étude que nous avons menée dans le cadre du D.E.A a permis de présenter le contexte général de la vision actuelle de l'enseignement des sciences expérimentales et l'objet d'étude de notre travail. Nous avons évoqué ensuite les motivations du thème de notre recherche.

Le cadre conceptuel et la revue critique de la littérature nous ont permis d'une part, d'essayer de clarifier les concepts clés dans le champ de la didactique des sciences-physiques, et, d'autre part, de mieux situer notre question de recherche par rapport à quelques travaux antérieurs réalisés dans le même domaine.

Le cadre problématique a été construit à partir des variables interdépendantes. Parmi ces variables, trois macrovariables ont retenu notre attention. Le nombre de variables que regroupe une macrovariable dépend de l'expérience de cours qui a été réalisée en classe.

Dans notre étude, nous voulons connaître les conceptions des élèves de la seconde S sur le rôle de l'expérience de cours à travers quelques expériences d'électrocinétique. Nous nous sommes intéressés à trois expériences d'électrocinétique (n°1, n°2, n°5) qui ont été réalisées dans les deux lycées que nous avons choisis.

La connaissance de ces conceptions nous permettra de proposer (ultérieurement) une stratégie pédagogique adéquate prenant en compte ces conceptions pendant les activités expérimentales. La stratégie adoptée sera influencée par l'apprenant (notamment ses structures cognitives) et le contexte dans lequel elle est utilisée. La conception de l'apprenant est un indicateur déterminant de sa structure cognitive.

L'objectif essentiel de cette première partie de notre travail a été de jeter les bases d'une recherche doctorale future, à travers l'élaboration du cadre conceptuel et la construction des outils d'investigation qui seront utilisés par la suite.

Nous avons administré un questionnaire et un entretien semi-dirigé à des élèves de la seconde S. Les outils ont été conçus. Ces outils, préalablement testés seront améliorés et pourront aussi être appliqués à d'autres travaux de recherche dans la lignée de ce que nous avons entrepris.

Les résultats issus de cette recherche descriptive ne permettent pas de confirmer l'hypothèse que nous avons postulée (HP1). Toutefois, le travail qui a été réalisé nous permet de faire les constats suivants :

-Dans les résultats issus du questionnaire-élève, nous constatons que les élèves de seconde S de la région de Dakar pensent que pendant les trois expériences de cours (n°1, n°2, n°5) en électrocinétique, ils construisent des savoirs conceptuels, des savoir-faire théoriques et très faiblement des savoir-faire expérimentaux.

-Les résultats issus de l'entretien montrent que la familiarisation pratique et l'élaboration théorique sont des catégories majoritaires parmi les cinq catégories de la fiche de réponses. Ces réponses prouvent que les élèves peuvent acquérir les savoirs conceptuels et les savoirs procéduraux.

Ces résultats issus du questionnaire-élève et de l'entretien confirment d'abord les constats faits dans la partie théorique concernant les objectifs visés par l'expérience en sciences-physiques et nous amènent à conclure que pendant une expérience de cours en électrocinétique, l'élève peut construire non seulement les savoirs conceptuels, mais aussi les savoirs procéduraux.

Au vu des résultats de cette recherche descriptive, quatre implications semblent se dégager :

***Pour les enseignants.**

L'analyse des conceptions de l'apprenant à propos des travaux pratiques de physique pourra aider l'enseignant à connaître les élèves à qui il s'adresse.

L'enseignant pourra aussi prendre en compte les obstacles sous-jacents et des possibilités de compréhension des élèves pendant la préparation de leurs activités expérimentales. Il prendra conscience du chemin qui reste à parcourir entre les conceptions des apprenants et les objectifs qu'il doit élaborer pour l'enseignement. Il construira ainsi les objectifs-obstacles sur lesquels repose l'apprentissage des concepts.

***Pour les décideurs en éducation.**

De l'analyse des résultats de la recherche pourraient sortir des suggestions sur la gestion et l'équipement du matériel didactique en sciences-physiques au second cycle du secondaire. Le manque de matériel didactique entrave les activités expérimentales.

***Pour les élèves.**

Cette étude peut permettre une réflexion sur une interaction entre élève et professeur et, entre groupes d'élèves en vue de favoriser leur autonomie et la participation à la construction de leur propre savoir.

***Pour la recherche en didactique expérimentale.**

Cette étude peut servir d'appui aux différentes réflexions didactiques sur la pratique expérimentale et notamment l'élaboration des travaux pratiques de sciences-physiques en tenant compte de conceptions des apprenants. Elle met en évidence les relations entre les conceptions et les stratégies pédagogiques, les conceptions et les curricula.

Voici énuméré un exemple de question-problème générale en perspective :

"La prise en compte des conceptions d'élèves sur le rôle de l'expérience en sciences-physiques permet-elle d'élaborer des stratégies didactiques capables d'améliorer la qualité des acquis scolaires ?"

Ces quelques pistes de recherches que nous avons envisagées, sont autant de prolongements possibles pour ce travail.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Questionnaire administré aux élèves.

Ce questionnaire a été élaboré à l'intention des élèves de l'enseignement secondaire du Sénégal pour mener une recherche en science de l'éducation dont le thème porte sur les conceptions d'élèves à propos du rôle de l'expérience de cours en sciences-physiques. Nous vous saurions gré de bien répondre à ces questions.

I) Renseignements sur l'élève.

1. Age :-----

2. Sexe : garçon fille

3. Classe :-----

4. Lieu de résidence : quartier résidentiel quartier populaire

5. Niveau d'étude des parents : cycle supérieur
 cycle secondaire
 cycle primaire
 pas de cycle

6. Etablissement fréquenté :-----

II) A propos des expériences de cours sur l'intensité du courant et la tension électrique.

Les expériences considérées ci-dessous sont des expériences de cours réalisées par le professeur dans ta classe.

Répondre à chacune des questions en cochant la case correspondant à ton choix.

1) EXPERIENCE DE COURS N°1 : LA VERIFICATION DE LA RELATION ENTRE EFFETS DU COURANT ET INTENSITE.

Cette expérience, réalisée par le professeur t'a-t-elle permis de :

- a) Savoir le lien entre l'intensité et les effets du courant électrique (effets lumineux, chimique, magnétique, calorifique) oui non pas tout à fait
- b) Savoir le lien entre l'intensité du courant et le débit de porteurs de charges
 oui non pas tout à fait
- c) Faire varier les effets ou l'intensité du courant en manœuvrant le rhéostat
 oui non pas tout à fait
- d) Calculer la quantité d'électricité qui traverse une section de circuit
 oui non pas tout à fait
- e) Savoir l'ordre de grandeur de l'intensité du courant dans quelques appareils électroniques
 oui non pas tout à fait
- f) Définir la quantité d'électricité oui non pas tout à fait
- g) Définir l'intensité du courant à travers un conducteur
 oui non pas tout à fait
- h) Calculer l'intensité du courant connaissant la quantité d'électricité et la durée de passage dans le conducteur oui non pas tout à fait
- i) Connaître les dangers liés à des surintensités oui non pas tout à fait
- j) Savoir l'unité de mesure et les sous-multiples de l'intensité du courant
 oui non pas tout à fait

2) EXPERIENCE DE COURS N°2 : LA MESURE DE L'INTENSITE DU COURANT DANS UN CIRCUIT A L'AIDE DE L'AMPEREMETRE.

Cette expérience, réalisée par le professeur t'a-t-elle permis de :

- a) Connaître le rôle de l'ampèremètre oui non pas tout à fait
- b) Connaître le symbole de l'ampèremètre oui non pas tout à fait
- c) Brancher correctement un ampèremètre oui non pas tout à fait
- d) Choisir le calibre convenable oui non pas tout à fait
- e) Lire correctement sur l'ampèremètre oui non pas tout à fait
- f) Savoir l'idée de précision d'une mesure de l'intensité oui non pas tout à fait
- g) Définir le calibre de l'ampèremètre oui non pas tout à fait

- h) Définir l'échelle sur l'ampèremètre oui non pas tout à fait
- i) Mesurer l'intensité du courant en un point d'un circuit à l'aide de l'ampèremètre à aiguille ou numérique oui non pas tout à fait
- j) Exprimer l'intensité donnée d'un courant en ampère ,milliampère ou microampère
 oui non pas tout à fait
- k) Savoir le sens de la mesure de l'intensité du courant
 oui non pas tout à fait
- l) Connaître le rôle de la classe de l'ampèremètre sur la mesure de l'intensité du courant
 oui non pas tout à fait
- m) Indiquer sur un schéma électrique la polarité d'un ampèremètre
 oui non pas tout à fait
- n) Tenir compte de la classe de l'ampèremètre pour évaluer l'incertitude absolue sur l'intensité du courant oui non pas tout à fait
- o) Connaître la signification de l'incertitude absolue sur la mesure de l'intensité du courant
 oui non pas tout à fait
- p) Calculer l'intensité du courant à partir du calibre, de l'échelle et de la position de l'aiguille qui traverse un circuit électrique oui non pas tout à fait.

3) **EXPERIENCE DE COURS N°5 : LA MESURE DE LA TENSION ELECTRIQUE A L'AIDE D'UN VOLTMETRE.**

Cette expérience, réalisée par le professeur t'a-t-elle permis de :

- a) Connaître le rôle du voltmètre oui non pas tout à fait
- b) Connaître le symbole du voltmètre oui non pas tout à fait
- c) Brancher correctement un voltmètre oui non pas tout à fait
- d) Choisir le calibre convenable oui non pas tout à fait
- e) Lire correctement sur le voltmètre oui non pas tout à fait
- f) Indiquer sur un schéma électrique la polarité du voltmètre
 oui non pas tout à fait
- g) Savoir l'idée de précision d'une mesure de tension oui non pas tout à fait
- h) Définir le calibre du voltmètre oui non pas tout à fait
- i) Définir l'échelle sur le voltmètre oui non pas tout à fait

- j) Mesurer une tension entre deux points d'un circuit à l'aide d'un voltmètre
 oui non pas tout à fait
- k) Exprimer une tension donnée en volt, millivolt et kilovolt
 oui non pas tout à fait
- l) Savoir le sens de la mesure de tension électrique oui non pas tout à fait
- m) Connaître le rôle de la classe du voltmètre sur la mesure de la tension électrique
 oui non pas tout à fait
- n) Tenir compte de la classe du voltmètre pour évaluer l'erreur absolue sur la tension
 oui non pas tout à fait
- o) Connaître la signification de l'incertitude absolue sur la mesure de la tension électrique
 oui non pas tout à fait
- p) Calculer la tension électrique à partir du calibre, de l'échelle et de la position de l'aiguille qui traverse un circuit électrique oui non pas tout à fait.

4) EXERCICES D'APPLICATION AUX EXPERIENCES DE COURS CI-DESSUS .

Réponds aux questions des exercices ci-dessous :

EXERCICE 1.

Dans un circuit électrique ayant un générateur de basse fréquence, l'ampèremètre fonctionne sur le calibre de 10A. Son cadran comporte 150 divisions et l'aiguille s'arrête sur la division 75.

a) Définir le calibre de l'ampèremètre

b) Que représente les 150 divisions ?

c) Calculer l'intensité du courant dans le circuit.

Si l'ampèremètre utilisé est de classe 2

d) Quel rôle joue la classe de l'ampèremètre sur la mesure de l'intensité du courant.

e) Calculer l'incertitude absolue sur la mesure de l'intensité du courant.

f) Cette mesure de l'intensité du courant est-elle une grandeur quantitative ? Justifie ta réponse?

EXERCICE 2.

P_1 et P_2 sont deux piles ; le voltmètre fonctionne sur le calibre 30V ; son cadran comporte 150 divisions ; l'aiguille s'arrête entre les divisions 67 et 68.

a) Quelle est le rôle du voltmètre

b) Déduire la position exacte de l'aiguille

c) Calculer la tension U_{AB} .

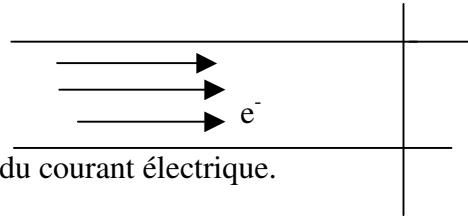
Si le voltmètre est de classe 2, le résultat de cette mesure est de : $V(v) = 13,5 \pm 0,6V$

d) Cette mesure de la tension électrique est-elle une grandeur algébrique ? Justifie ta réponse?

e) Représente le schéma du montage en respectant la polarité au niveau des piles et du voltmètre.

EXERCICE 3.

On fait passer dans un conducteur métallique, un courant continu tel que, pendant une durée de un milliseconde, 1000 milliards d'électrons franchissent chaque section du circuit dans le sens indiqué sur la figure



a) Indiquer le sens conventionnel du courant électrique.

b) Calculer la quantité d'électricité qui traverse chaque section pendant cette durée.

c) Calculer la valeur de son intensité ; Donner le résultat en mA et μ A.

ANNEXE 2 : Tableau de codage des données de l'expérience de cours n°1, n°2 et n°5.

N°	V ₁	V ₂	-----	V ₁₅	-----	-----	V ₄₀	-----	V ₄₈	V ₁₁₉	-----	V ₁₄₁₃	V ₁₅₂₆
01													
02													
03													
04													

10													

20													

30													

60													

Légende

N°: numéro d'identification.

V₁ : Age.

V₂ : Sexe (1 : garçon, 2 : fille).

V₃: Etablissement fréquenté (1 : lycée Nourou Tall, 2 : G.S.M.parcelle Assainie) .

V₄: Origine socioculturelle (1 : zone résidentielle, 2 : zone populaire).

V₅ : Série fréquentée (1 : série scientifique générale(S_I, S₂), 2 : série littéraire(L₁, L₂, L₃) et

3 : série scientifique et technique (T₁, T₂, S₃))

V₆: niveau d'étude des parents : 1 : cycle supérieur

: 2 : cycle secondaire

: 3 : cycle primaire

: 4 : aucun cycle.

Les types de conceptions sur le rôle de l'expérience de cours sont constitués de trois macro-variables. Ces types de conceptions dépendent de chaque expérience de cours.

Dans l'expérience de cours n°1 (la vérification de la relation entre effets du courant et intensité) :

- la macro-variable (acquisition de savoirs conceptuels ou savoirs théoriques) est mesurée à travers :

V₇ : savoir relier intensité et effets du courant (1 : oui, 2 : non, 3 : pas tout à fait).

V₈ : savoir relier intensité et débit de porteurs de charges(1 : oui, 2 : non, 3 : pas tout à fait).

V₉ : définition de la quantité d'électricité (1 : oui, 2 : non, 3 : pas tout à fait)

V₁₀ : définition de l'intensité du courant à travers un conducteur (1 : oui, 2 : non, 3 : pas tout à fait)

V₁₁ : savoir l'unité de mesure et les sous multiples de l'intensité du courant (1 : oui, 2 : non, 3 : pas tout à fait).

- La macro-variable (acquisition de savoirs procéduraux ou savoirs pratiques) est mesurée à travers :

V₁₂ : faire varier les effets ou l'intensité du courant en manœuvrant le rhéostat (1 : oui, 2 : non, 3 : pas tout à fait)

V₁₃ : calculer l'intensité du courant connaissant la quantité d'électricité et la durée de passage dans un conducteur (1 : oui, 2 : non, 3 : pas tout à fait)

V₁₄ : calculer la quantité d'électricité qui traverse une section de circuit (1 : oui, 2 : non, 3 : pas tout à fait).

-La macro-variable (acquisition de savoirs épistémologiques ou connaissances sur la notion de la mesure) est mesurée à travers :

V₁₅ : ordre de grandeur des intensités du courant dans quelques appareils électroniques (1 : oui, 2 : non, 3 : pas tout à fait)

V₁₆ : dangers liés à des surtensions (1 : oui, 2 : non, 3 : pas tout à fait).

Dans l'expérience de cours n°2 (la mesure de l'intensité du courant dans un circuit à l'aide de l'ampèremètre) :

-la macro-variable(acquisition de savoirs conceptuels) est mesurée à travers :

V₁₇ : connaître le rôle de l'ampèremètre.

V₁₈ : connaître le symbole de l'ampèremètre.

V₁₉ : définir le calibre de l'ampèremètre.

V₂₀ : définir l'échelle sur le cadran de l'ampèremètre.

V₂₁ : connaître le rôle de la classe d'un ampèremètre.

-La macro-variable (acquisition de savoirs procéduraux) est mesurée à travers :

V₂₂ : brancher correctement l'ampèremètre.

V₂₃ : choix du calibre convenable.

V₂₄ : lire correctement sur l'ampèremètre.

V₂₅ : mesurer l'intensité en un point d'un circuit à l'aide d'un ampèremètre.

V₂₆ : exprimer l'intensité donnée d'un courant en A, mA, μ A.

V₂₇ : indiquer sur un schéma électrique la polarité d'un ampèremètre.

V₂₈ : tenir compte de la classe de l'ampèremètre pour évaluer l'incertitude absolue sur l'intensité.

V₂₉ : calculer l'intensité du courant à partir du calibre, de l'échelle et de la position de l'aiguille qui traverse un circuit électrique.

-La macro-variable (acquisition de savoirs épistémologiques) est mesurée à travers :

V₃₀ : l'idée de précision d'une mesure de l'intensité.

V₃₁ : Le sens de la mesure de l'intensité du courant

V₃₂ : la signification de l'incertitude absolue sur la mesure de l'intensité du courant

Chaque variable de l'expérience de cours n°2 a pour modalités (1: oui, 2: non, 3: pas tout à fait).

Dans l'expérience de cours n°5 (la mesure de la tension électrique à l'aide d'un voltmètre) :

-la macro-variable (acquisition de savoirs conceptuels) est mesurée à travers :

V₃₃ : connaître le rôle du voltmètre

V₃₄ : connaître le symbole du voltmètre

V₃₅ : définir le calibre d'un voltmètre

V₃₆ : définir l'échelle sur le cadran du voltmètre

V₃₇ : connaître le rôle de la classe du voltmètre

-La macro-variable (acquisition de savoirs procéduraux) est mesurée à travers :

V₃₈ : brancher correctement un voltmètre

V₃₉ : choisir le calibre convenable

V₄₀ : lire correctement sur le voltmètre

V₄₁ : indiquer sur un schéma la polarité du voltmètre

V₄₂ : mesurer une tension à l'aide d'un voltmètre

V₄₃ : exprimer une tension donnée avec l'unité convenable

V₄₄ : tenir compte de la classe du voltmètre pour évaluer l'erreur absolue sur la tension

V₄₅ : calculer la tension électrique à partir du calibre, de l'échelle et de la position de l'aiguille

-La macro-variable (acquisition de savoirs épistémologiques) est mesurée à travers :

V₄₆ : l'idée de précision d'une mesure de tension électrique

V₄₇ : Le sens de la mesure d'une tension électrique

V₄₈ : la signification de l'incertitude absolue sur la mesure de la tension électrique

Chaque variable de l'expérience de cours n°5 a pour modalités (1:oui, 2: non, 3: pas tout à fait).

A partir des exercices d'application sur les expériences de cours réalisées aux élèves, nous retenons les variables et les modalités suivantes :

V₁₁₉ : définir le calibre de l'ampèremètre (modalité: 1: juste, 2: faux).

V₂₂₀: identifier l'échelle de mesure (modalité: 1: juste, 2: faux).

V₃₂₉: calculer l'intensité du courant dans le circuit (1: juste, 2: faux).

V₄₂₁: donner le rôle de la classe de l'ampèremètre (1: juste, 2: faux).

V₅₂₈: calcul de l'incertitude absolue sur la mesure de l'intensité (1: juste, 2: faux).

V₆₃₁: Cette mesure de l'intensité du courant est-elle une grandeur quantitative? Justifie ta réponse (1: juste, 2: faux).

V₇₃₃: donner le rôle du voltmètre (1: juste, 2: faux).

V₈₃₆: déduire la position exacte de l'aiguille (1: juste, 2: faux).

V₉₄₅: calculer la tension électrique (1: juste, 2: faux).

V₁₀₄₈: Cette mesure de la tension électrique est-elle une grandeur algébrique? Justifie ta réponse (1: juste, 2: faux).

V₁₁₄₆: représenter le schéma du montage (1: juste, 2: faux)

V₁₂₀₈: indiquer le sens conventionnel du courant (1: juste, 2: faux).

V₁₃₁₄: calculer la quantité d'électricité (1: juste, 2: faux).

V₁₄₁₃: calculer l'intensité du courant dans un conducteur métallique (1: juste, 2: faux).

V₁₅₂₆: donner le résultat en mA et μ A (1: juste, 2: faux).

ANNEXE 3 : Les différents types de savoirs rencontrés dans six expériences de cours de Seconde S en électrocinétique.

EXPERIENCE DE COURS N°1 : LA VERIFICATION DE LA RELATION ENTRE EFFETS DU COURANT ET INTENSITE.

Tableau 1 : Savoirs à acquérir dans l'expérience de cours n°1

Savoirs conceptuels	Savoirs procéduraux	Savoirs épistémologiques
-Savoir relier intensité et effets du courant (effets calorifique, lumineux, chimique, magnétique).	-Faire varier les effets ou l'intensité du courant en manoeuvrant le rhéostat.	Ordre de grandeur des intensités du courant dans quelques appareils électroniques.
-Savoir relier intensité et débit de porteurs de charges.	- Calculer la quantité d'électricité qui traverse une section du circuit.	-Dangers liés à des sur-intensités.
-Définition de la quantité d'électricité.	- Calculer l'intensité du courant connaissant la quantité d'électricité et la durée de passage dans un conducteur.	
-Définition de l'intensité du courant électrique à travers un conducteur.		
-Savoir l'unité de mesure et les sous-multiples de l'intensité du courant		

EXPERIENCE DE COURS N°2 : LA MESURE DE L'INTENSITE DU COURANT DANS UN CIRCUIT A L'AIDE DE L'AMPEREMETRE.

Tableau 2 : Savoirs à acquérir dans l'expérience de cours n°2.

Savoirs conceptuels	Savoirs procéduraux	Savoirs épistémologiques
-Rôle de l'ampèremètre -Donner le symbole de l'ampèremètre. -Définition des termes : <ul style="list-style-type: none"> • calibre • échelle • classe. 	-Brancher un ampèremètre. -Choix du calibre convenable. -Lecture sur l'ampèremètre. -Mesurer l'intensité en un point d'un circuit à l'aide d'un ampèremètre numérique. -Exprimer l'intensité donnée d'un courant en A, mA, μA . -Indiquer sur un schéma électrique la polarité d'un ampèremètre. -Tenir compte de la classe de l'ampèremètre pour évaluer l'incertitude absolue sur l'intensité. -Calculer l'intensité du courant à partir du calibre, de l'échelle, de la position de l'aiguille qui traverse un circuit électrique.	-L'idée de précision d'une mesure de l'intensité. -Connaître le sens de la mesure de l'intensité. -La signification de l'incertitude absolue sur la mesure de l'intensité du courant.

EXPERIENCE DE COURS N°3 : LA VERIFICATION DES PROPRIETES DE L'INTENSITE DU COURANT.

Tableau 3 : Savoirs à acquérir dans l'expérience de cours n°3.

Savoirs conceptuels	Savoirs procéduraux	Savoirs épistémologiques
-Loi d'unicité du courant dans un circuit serie. -Loi des nœuds dans un circuit parallèle.	-Réaliser le montage permettant de vérifier la loi d'unicité du courant. Appliquer la loi d'unicité à des exemples de circuit. -Réaliser le montage permettant de vérifier la loi des nœuds. -Appliquer la loi des nœuds à des exemples de circuit.	-Donner le sens d'une loi (modèle d'explication d'un phénomène).

EXPERIENCE DE COURS N°4 : APPROCHE EXPERIMENTALE DU CONCEPT DE TENSION.

Tableau 4 : Savoirs à acquérir dans l'expérience de cours n°4.

Savoirs conceptuels	Savoirs procéduraux	Savoirs épistémologiques
-Condition d'existence d'une tension. -La définition de la tension électrique. -Unité légale de la tension, ses multiples et ses sous-multiples (V, KV, mV).	-Détecter la tension avec un appareil (voltmètre à affichage numérique ou à zéro central) aux bornes d'un dipôle électrique. -Représenter une tension par une flèche.	-Ordre de grandeur des tensions électriques de certains appareils électroniques. -Dangers liés à des sur-tensions.

EXPERIENCE DE COURS N°5 : LA MESURE DE LA TENSION ELECTRIQUE A L'AIDE D'UN VOLTMETRE.

Tableau 5 : Savoirs à acquérir dans l'expérience de cours n°5

Savoirs conceptuels	Savoirs procéduraux	Savoirs épistémologiques
-Rôle du voltmètre. -Le symbole du voltmètre. -Définition des termes : <ul style="list-style-type: none"> • Calibre • Echelle • Classe. 	-Brancher un voltmètre. -Choisir le calibre convenable. -Lecture sur le voltmètre. -indiquer sur un schéma électrique la polarité du voltmètre. -Mesurer une tension entre deux points d'un circuit à l'aide d'un voltmètre. -Exprimer une tension donnée avec l'unité convenable (V,mV,kV). -Tenir compte de la classe du voltmètre pour évaluer l'erreur absolue sur la tension -Calculer la tension électrique à partir du calibre,de l'echelle et de la position de l'aiguille qui traverse un circuit électrique.	-L'idée de précision d'une mesure de tension électrique. -Connaître le sens d'une mesure de tension électrique. -La signification de l'incertitude absolue sur la mesure de la tension électrique.

EXPERIENCE DE COURS N°6 : LA VERIFICATION DES PROPRIETES DE LA TENSION ELECTRIQUE A L' AIDE DU VOLTMETRE.

Tableau n°6 : Savoirs à acquérir dans l'expérience de cours n°6.

Savoirs conceptuels	Savoirs procéduraux	Savoirs épistémologiques
<p>-Loi d'additivité des tensions dans un circuit série.</p> <p>Loi de l'unicité de la tension aux bornes des dipôles en parallèle.</p>	<p>-Réaliser le montage permettant de vérifier la loi d'additivité des tensions dans un circuit série.</p> <p>-Appliquer la loi d'additivité des tensions à des exemples de circuit.</p> <p>-Réaliser le montage permettant de vérifier la loi d'unicité de la tension aux bornes des dipôles en parallèle.</p> <p>-Appliquer la loi d'unicité de la tension à des exemples de circuit.</p>	<p>-Donner le sens d'une loi (modèle d'explication d'un phénomène).</p>

ANNEXE 4 : Transcription des entretiens.

A) Transcription de l'entretien n°1.

P : représente le chercheur.

E : représente l'élève.

Consigne :

P : Tu dois t'exprimer librement et dire tout ce que tu penses pour chaque question, sans complexe. Il faudra que tu saches qu'il ne s'agit pas d'un devoir de classe mais d'une enquête qui concerne l'enseignement.

Pour une précision les questions seront reparties en deux blocs :

Dans le premier bloc je dois te poser des questions concernant les renseignements sur toi et dans le deuxième bloc les questions concernent l'expérience de cours.

1) Renseignements sur l'élève.

a) Age : 17 ans

b) Sexe : Masculin

c) Classe : Seconde S_B

d) Lieu de résidence : Quartier résidentiel

e) Niveau d'étude des parents : Cycle secondaire

f) Etablissement fréquenté : Lycée Thierno Saidou Nourou Tall

2) A propos de l'expérience de cours.

P : Avant de commencer les questions du deuxième bloc, je dois te dire ce que c'est l'expérience de cours :

L'expérience de cours est une expérience réalisée par le professeur pendant le cours théorique. Tout ceci se fait en classe lors d'une séquence d'enseignement. Voici la première question que je te pose à propos de l'expérience de cours :

As-tu déjà assisté à des expériences de cours ?

E : Oui j'ai assisté à des expériences de cours.

P : Peux-tu en rappeler quelques unes ?

E : Nous avons par exemple les réactions chimiques en tant qu'expériences de cours, la mesure de l'intensité, de la tension et la technique d'utilisation du voltmètre et de l'ampèremètre.

P : A quoi sert une expérience de cours selon toi ?

E : Selon moi une expérience de cours sert à pratiquer ce que l'on écrit dans le cahier. Il nous permet aussi de voir ce qu'on n'a pas su voir par les mots et de mieux comprendre. C'est tout.

P : Est-ce qu'il n'y a pas d'autres idées que tu puisses encore dire en ce qui concerne l'expérience de cours ? Essaie de réfléchir et dire encore ce que tu en penses.

E : Cela peut aussi nous permettre de connaître les différents appareils, de savoir comment les utiliser et de pouvoir les identifier lorsqu'on les verra dans l'avenir.

P : A partir d'un exemple d'expérience de cours en physique, peux-tu préciser ce que l'on peut apprendre en terme de savoirs ou connaissances théoriques?.

E : Je choisis comme exemple la mesure de l'intensité du courant électrique.

L'expérience de cours sur la mesure de l'intensité du courant m'a permis de connaître la technique d'utilisation de l'ampèremètre, de mieux comprendre la notion de polarisation et de savoir que pour l'ampèremètre le branchement se fait de telle façon que le courant entre par la borne positive et sort par la borne négative. C'est tout.

P : Essaie de réfléchir encore pour chercher tout ce que tu peux imaginer, penser en ce qui concerne les connaissances théoriques.

E : Cela m'a aussi permis de mieux comprendre la notion du calibre, d'échelle qui est le synonyme de calibre, de mieux distinguer l'ampèremètre et comprendre son mode de fonctionnement.

P : A partir de la mesure de l'intensité du courant, peux-tu préciser ce que l'on peut apprendre en terme de savoirs pratiques ?

E : A partir de l'intensité, si on veut mieux comprendre la notion d'intensité par rapport aux autres matières et aussi (silence) quand on est à la maison on essaye de comprendre les différentes techniques de l'intensité du courant et tout ce qui tourne autour de cela.

P : En te référant sur ce que fait le professeur en classe pendant la mesure de l'intensité du courant qu'est-ce que tu apprends de pratique à travers la manipulation du professeur ?

E : Lorsque le professeur fait l'expérience en cours, on peut, même s'il est absent, la prochaine fois que l'on rencontre un ampèremètre on saura le manipuler, même s'il n'est pas là.

P : Par comment peux-tu manipuler l'ampèremètre ?

E : Quand on dit manipuler c'est-à-dire par exemple le mode de branchement. Par rapport à l'intensité utilisée, on peut connaître le calibre qu'il faut pour mesurer et choisir le meilleur calibre pour avoir la plus grande déviation possible et aussi pour les incertitudes pour éviter comment faire pour éviter la plus grande incertitude avec le calibre qu'il faut.

P : Toujours à partir de la mesure de l'intensité du courant est-ce que tu peux préciser ce que l'on peut apprendre en terme de connaissances sur la notion de la mesure?.

E : A partir de la notion de la mesure, on peut faire divers calculs. Maintenant on a compris comment mieux utiliser les formules devant les exercices et pour mieux se comporter afin de pouvoir facilement les résoudre.

P : Toujours à partir de la mesure de l'intensité du courant électrique quelles sont les précautions qu'on peut apprendre pendant la manipulation.

E : On peut apprendre que les branchements ne se font pas n'importe comment, les montages, il y a un principe à suivre pour pouvoir exprimer l'intensité et qu'il y avait un chemin à suivre.

P : Si tu remets un appareil ou un objet précieux entre les mains d'un enfant quelle précaution lui demanderas-tu de prendre ?

E : Je lui demanderai de ne pas jouer, ni laisser tomber cet appareil.

B) Transcription de l'entretien n°2.

P :représente le chercheur.

E :représente l'élève.

Consigne :

P : Au cours de l'entretien tu dois t'exprimer librement et dire tout ce que tu penses sur chaque question posée. Il ne faudra pas penser qu'il s'agit d'une interrogation de classe. Nous aurons dans notre entretien deux blocs de questions :

Le premier bloc concerne les renseignements sur toi. Pour le deuxième bloc, il s'agit des questions à propos de l'expérience de cours.

1) Renseignements sur l'élève.

- a) Age : 16 ans
- b) Sexe : Masculin
- c) Classe : Seconde S_C
- d) Lieu de résidence : Quartier résidentiel
- e) Niveau d'étude des parents : Cycle supérieur
- f) Etablissement fréquenté : Lycée Thierno Saidou Nourou Tall.

2) A propos de l'expérience de cours.

P : L'expérience de cours est une expérience réalisée par le professeur pendant le cours théorique.

As-tu déjà assisté à des expériences de cours ?

E : Oui j'ai déjà assisté à des expériences de cours.

P : Peux-tu en rappeler quelques unes ?

E : oui

- la mesure de la tension,
- la mesure de l'intensité,
- l'utilisation de l'oscilloscope,
- l'utilisation du voltmètre,
- l'utilisation de l'ampèremètre,
- l'électrolyse de l'eau.

P : A quoi sert une expérience de cours selon toi ?

E : Elle nous permet de bien comprendre le cours théorique et nous permet de pouvoir utiliser les machines comme l'ampèremètre, le voltmètre, l'oscilloscope etc...

P : Essaie encore de réfléchir et me dire tout ce qui te vient en tête.

E : Elle nous permet encore de savoir calculer l'intensité du courant, calculer la tension, savoir l'effet magnétique du courant, l'effet calorifique du courant électrique.

P : A partir d'un exemple d'expérience de cours en physique, peux-tu préciser ce que l'on peut apprendre en terme de connaissances théoriques.

E : Je choisis l'exemple de la mesure de l'intensité du courant électrique. Pour les connaissances théoriques nous avons : la définition de l'intensité, le rôle de l'intensité.

Elle nous permet de savoir que pour mesurer l'intensité, il y a des erreurs, comme l'incertitude absolue, l'incertitude relative. Il faut savoir les mesures à prendre pour ne pas abîmer la machine que nous utilisons.

P : Peux-tu préciser ce que l'on peut apprendre en terme de savoirs pratiques ?

E : Brancher l'ampèremètre en série, bien lire la tension, bien lire l'intensité, comment calculer les incertitudes (silence), comment utiliser la machine.

P : Quand tu parles d'utiliser la machine selon toi comment utilise-t-on la machine ?

E : Choisir le calibre, (silence), calculer l'incertitude.

P : Toujours à partir de la mesure de l'intensité du courant, peux-tu préciser ce que l'on peut apprendre en terme de connaissances sur la notion de la mesure ?

E : On peut apprendre que la mesure est rattachée à une erreur, l'erreur que peut faire le lecteur, l'erreur de la machine, que la mesure se calcule en ampère.

P : Peux-tu préciser ce que l'on peut apprendre en terme de précautions à prendre pendant une manipulation ?

E : Il faut porter les gants de sécurité lorsqu'on manipule le courant, au niveau de l'ampèremètre, on doit choisir un bon calibre pour lire une bonne échelle, bien brancher l'ampèremètre en série, bien tenir l'appareil pour ne pas qu'elle tombe, la placer à l'abri de la poussière et de l'eau parce que l'eau gâte la machine.

C) Transcription de l'entretien n°3

P : représente le chercheur

E : représente l'élève

Consigne :

P : Au cours de l'entretien tu dois t'exprimer librement et dire tout ce que tu penses sur chaque question posée. Les questions sont réparties en deux blocs.

Dans le premier bloc des questions, il s'agit des renseignements sur toi. Quant au deuxième bloc des questions, il s'agit des questions à propos de l'expérience de cours.

1) Renseignements sur l'élève.

a) Age : 18 ans

b) Sexe : Fille

c) Classe : Seconde S

d) Lieu de résidence : Quartier populaire

e) Niveau d'étude des parents : pas de cycle

f) Etablissement fréquenté : Groupe scolaire la "Maieutique" des parcelles Assainies.

2) A propos de l'expérience de cours.

P : L'expérience de cours est une expérience réalisée par le professeur pendant le cours théorique.

As-tu déjà assisté à des expériences de cours ?

E : Oui j'ai déjà assisté à des expériences de cours.

P : Peux-tu en rappeler quelques unes ?

E : La mesure de l'intensité du courant; la mesure de la tension électrique; le branchement du résistor.

P : A quoi sert une expérience de cours selon toi ?

E : L'expérience de cours sert :

- à mieux comprendre le cours,
- à faire la différence entre un voltmètre et un ampèremètre,
- à brancher les appareils,
- à faciliter la manipulation des appareils,
- à identifier les bornes positives et négatives des appareils. C'est tout.

P : A partir d'un exemple d'expérience de cours en physique, peux-tu préciser ce que l'on peut apprendre en terme de connaissances théoriques ?

E : Je choisis l'exemple de la mesure de la tension électrique.

Dans cet exemple on peut :

- Connaître le branchement du voltmètre,
- Connaître la variation du voltmètre,
- Connaître le rôle du voltmètre,
- Connaître le rôle de la classe. C'est tout.

P : A partir de la mesure sur la tension électrique, peux-tu préciser ce que l'on peut apprendre en terme de savoirs pratiques.

E : On peut apprendre à :

- Calculer la tension,
- Calculer l'incertitude absolue,
- Indiquer le sens de la tension sur un schéma. C'est tout.
- P : Toujours à partir de la mesure de la tension électrique, peux-tu préciser ce que l'on peut apprendre en terme de connaissances sur la notion de la mesure?

E : On peut :

- Connaître le calibre d'un voltmètre,
- Connaître l'erreur de la mesure de tension,
- Connaître les unités de mesures. Par exemple : le volt, le microvolt, le picovolt, le kilovolt, le millivolt.

P : A partir de la mesure sur la tension électrique, peux-tu préciser les précautions à prendre pendant la manipulation ?

E : On peut :

- Eviter la surtension,
- Bien brancher l'appareil,
- Eviter de laisser tomber les appareils. C'est tout.

BIBLIOGRAPHIE.

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

Albarello, L. (1999). Apprendre à chercher. Bruxelles : De Boeck & Larcier.

Arzika, A. (2003). Caractéristiques des épreuves et performances des élèves : cas de l'épreuve de sciences-physiques au baccalauréat D du Niger. Mémoire de D.E.A. Inédit. CUSE de Dakar.

Astolfi, J.P (1992). L'école pour apprendre. Paris : ESF éditeur.

Bachelard, G. (1938). La formation de l'esprit scientifique. Paris, J. Vrin.

Bachelard, G. (1938). La formation de l'esprit scientifique. In J. Toussaint. (1996). La didactique appliquée de la physique-chimie. Paris, Editions Nathan.

Badara, Sy.(2001). Rôle de l'environnement social dans l'apprentissage de la physique. Exemple de stratégie de changement conceptuel en classe de seconde. Mémoire Inédit. Ecole Normale Supérieure de Dakar. Département de sciences physiques.

Barth, B.M. (1997). L'apprentissage de l'abstraction. Paris : Retz.

Badou, K.(1996). Difficultés rencontrées par les élèves du lycée Seydou Nourou Tall dans l'apprentissage des sciences physiques. Mémoire Inédit. Ecole Normale Supérieure de Dakar. Département de sciences physiques.

Becu-Robinault, K. (1997). Activités de modélisation des élèves en situation de travaux pratiques traditionnels : introduction expérimentale du concept de puissance. Didaskalia, (11), 7-37.

Brandolin, J.(1996). Réinventer l'éducation en Afrique. Paris, Edition Afrique Education.

Coopération interafricaines pour l'harmonisation des programmes de sciences physique et de technologie. (2001). Fiches pédagogiques de physique pour les enseignants de seconde. M.A.E de France.

Coquide,M. & Flageul, R.(1999). Conceptions d'étudiants professeurs des écoles sur l'expérimentation et obstacles corrélatifs à sa mise en œuvre à l'école élémentaire. ASTER, (28), 33-52.

Coquidé-Cantor, M. & Desbeaux-Salviat, B.(2001). Chimie et Biologie : figures de rencontre. Didaskalia. (28), 121-146.

C.N.S.P. (1996). Programme de sciences physiques. Dakar : Ministère de l'Education National.

C.N.S.P. (1999). Programme de sciences physiques des cycles moyens, secondaire général et technique (tome 1). Dakar : Ministère de l'Éducation National.

De Ketele, J.M. & Roegiers, X. (1996). Méthodologie du recueil d'information. Paris, Bruxelles : De Boeck & Larcier, collection pédagogique en développement.

Deltour, N. (1995-1996), Thèse de Doctorat en sciences de l'éducation. Étude exploratoire de l'influence relative des facteurs scolaires et extraordinaires sur le changement conceptuel en sciences. Université de Liège-Belgique.

Develay, M. (1992). Collection pédagogique de l'apprentissage à l'enseignement. Paris : ESF éditeur.

Develay, M. (1989). Sur la démarche expérimentale. ASTER, (8), 3-15.

De Vecchi, G. (1992). Aider les élèves à apprendre. Paris : Hachette Education.

De Vecchi, G., Giordan, A. (1990). Les origines de savoir : Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques. Delachaux et Niestlé. Paris.

De Vecchi, G., Giordan, A. & Martinand, J.L. (1989). L'enseignement scientifique. Comment faire pour que ça marche ? Nice, Z' Editions.

De Corte, E., Geerligts, T., Peters, J., Lagerweij, N. & Vandenberghe, R. (1996). Les fondements de l'action didactique. (trad). Bruxelles : De Boeck.

Diakhaté, D. (1990). Problèmes de l'enseignement des sciences physiques dans un lycée régional : cas de AHOUNE SANE de BIGNONA. Mémoire Inédit. Ecole Normale Supérieure de Dakar. Département de sciences physiques.

Dia, A.S., Kane, S., Keita, B. & Ndiaye, P. (1996). Physique-chimie seconde S. KEMA édition.

Driver, R. (1990). La refonte des programmes de sciences à la lumière des recherches sur l'apprentissage. Innovation dans l'enseignement des sciences et de la technologie, (II), 69-94.

Edibi, Nkolo. (2000). Vers une pédagogie centrée sur les conceptions initiales des élèves en didactique des sciences physiques. Exemple des concepts de poids et de masse. Mémoire de D.E.A. Inédit. CUSE de Dakar.

Encyclopédie Universelle illustrée. (1968). Paris. Bordas.

Eysenck, M.W. & Keane, M.T. (1990). Cognitive psychology, student's handbook. Laurence Erlbaum Associates Ltd. Publishers.

Faye, Mb. (1993). Objectifs généraux et opérationnels du programme de physique de la classe de première. Mémoire Inédit. Ecole Normale Supérieure de Dakar. Département de sciences physiques.

Fourez, G. (1992). La construction des sciences. Bruxelles : De Boeck.

Farr, R. M. (1984). Psychologie sociale. (P.360-361). Paris : presses Universitaires de France. In Raynal, F. & Rieunier, A. (1997). Pédagogie : dictionnaire des concepts clés. Apprentissages, formation et psychologie cognitive. (P.322). Paris :ESF éditeur.

Giordan, A. (1978). Une pédagogie pour les sciences expérimentales. Paris. Le centrion.

Giordan, A.(1990). Un environnement pédagogique pour apprendre :Le modèle allostérique. Bulletin d'information des professeurs d'initiation aux sciences physiques. (93), 21-29.

Giordan, A.(1996). Le modèle allostérique : faire avec pour aller contre. L'enseignant lycées-collèges : pédagogie, (61), 1-6.

Giordan, A. (1996). Les conceptions des apprenants. In J. Houssaye (ed), La pédagogie : une encyclopedie pour aujourd'hui. Paris :ESF éditeur, 250-274.

Guillon, A.(1996). Etude épistémologique et didactique de l'activité expérimentale. Thèse de doctorat, Paris, Université Paris XI.

Gurgras, Y. & Godin, B. (1997). Expérimentation, Instrumentation et Argumentation. Didaskalia (11), 151-162.

Guyon, J.A., Mousseau, M.J. & Tutiaux-Guillon, N. (1993). Des nations à la nation. Apprendre et conceptualiser. Paris : INRP.

Giordan, A.& De Vecchi, G.(1994). Les Origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques. Neuchatel, Delachaux et Niestlé.

[http:// www.educnet.education.fr/phy/igen/exper1.htm](http://www.educnet.education.fr/phy/igen/exper1.htm) (page consultée le 05/02/2003).

<http://www.pédagogie.ac-aix-marseille.fr/physique/sciences-physiques/info/tp/des-tp-pourquoi.doc>- (page consultée le 18/06/2003).

Hulin, M. (1983). Quelques thèses pour la didactique de la physique. Communications aux journées du CIRDDS. Marseille. In Arzac, G., Develay, M.& Tiberghien, A. (1989). La transposition didactique en mathématique, en physique, en biologie. Université Claude Bernard, Lyon 1, 37-55.

Johsua, S. (1989). Le rapport à l'expérimental dans la physique de l'enseignement secondaire. ASTER, (8), 29-53.

Johsua, S. & Dupin, J-J.(1989) ; Représentations et modélisations : le débat scientifique dans la classe et l'apprentissage de la physique. Berne : Peter Lang.

Joshua, S. & Dupin, J-J. (1993). Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques. Paris, PUF.

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

Kane, S. (2003). Enquête préliminaire pour la recherche des types d'expériences réalisées par les professeurs dans l'enseignement des sciences physiques au niveau du collège et du lycée. Inédit. E.N.S de Dakar. Département de sciences physiques.

Kouhila, M. (1998). Le statut de l'expérience entre la science qui se construit et la science qui s'enseigne. Actes des deuxièmes journées Internationales de didactique des sciences. Marrakech, Faculté des sciences Seinlalia, 131-138.

Kouhila, M. (2000). Quelles activités de formation pourrait-on mettre à l'œuvre avec les stagiaires de l'E.N.S en vue d'assurer une adéquation entre la formation à la didactique et la pratique professionnelle ? Didaskalia, (17), 173-202.

Kouhila, M. & Maarouf, A. (2001). Approche épistémologique et didactique des fonctions de l'expérience dans la physique savante et scolaire, RES. Academica, 19 (1et2), 9-38.

Kuhn, T.S.(1970). La structure des révolutions scientifiques. Paris : Flammarion.

Larousse. (1991). Grand dictionnaire de la psychologie. Paris : Larousse.

Layton, D.(1990). Intégration et diversité dans l'enseignement des sciences et de la technologie. Innovation dans l'enseignement des sciences et de la technologie, (II), 11-27.

Legendre, Renald. (1993). Dictionnaire actuel de l'Education. 2^{ème} édition. Montréal : Guerin.

Lemeignan, G.& Weil-Barais, A.(1993). Construire des concepts en physiques. Paris: Hachette-livre.

Mc. Dermott, L.(1984). Critical review of research in the domain of mechanics. Recherche en didactique de la physique: les actes du premier atelier international. La Londe,(1983), 137-182. Paris, CNRS.

Moniot, H. (1992). Enseignement de l'histoire et de la géographie. Enseigner l'histoire et la géographie. A.F.DG. 14-17.

Ndiaye, V., Sall, C.T., Diouf., S, Ndiaye, B.D., Gueye, B., Thiaw, M.S., (1996). Quels travaux pratiques pour les sciences expérimentales au premier cycle à la faculté des sciences et techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar ? Premières Assises Francophones des sciences expérimentales. Bulletin du C.I.F.F.E.R.S.E, volume 2, Montpellier (France), 126- 136.

NOEL, B. (1999). Métacognition. Notes de cours. Inédit CUSE de Dakar.

Prat, Ch. (1998). Conception des élèves de collège sur la lumière et les phénomènes de couleurs. Bulletin d'information des professeurs d'initiation aux sciences physiques, (82), 6-12.

Piaget, J. & al (1970) L'explication dans les sciences. Paris : Flammarion.

Piaget, J. (1974). La prise de conscience. Paris : presses Universitaires de France.

Pinelli, P. & Lefèvre, R. (1993). Etudiants chercheurs : une proposition en électrocinétique. ASTER, (17), 65-87

Quivy, R., & Van Campenhoudt, L., (1995). Manuel de recherche en sciences sociales. Dunod. Paris.

Raynal, F. & Rieunier, A. (1997). Pédagogie : dictionnaire des concepts clés. Apprentissages, formation et psychologie cognitive. Paris : ESF editeur.

Ratzu, I., Ndiaye, V. & Guisse, S. (1998). Pourquoi notre recherche à nous tous? Présenter les éléments de savoir de manière structurée et cohérente ne suffit plus!. Inédit, CUSE de Dakar.

Rhoneck, C. Von. (1984). Semantic structures describing the electric circuit before and after instruction. Recherche en didactique de la physique : les actes du premier atelier international. La Londe, (1983), 303-312. Paris, CNRS.

Richard, J.F. (1990). Les activités mentales (p.9). Paris : Armand Colin, In Raynal, F. & Rieunier, A. (1997). Pédagogie : dictionnaire des concepts clés. Apprentissages, formation et psychologie cognitive. (p.321). Paris : ESF éditeur.

Robardet, G. (1990). Enseigner les sciences physiques à partir de situations-problèmes. B.U.P, (720), 17-28.

Robardet, G & Guillaud, J-C. (1993). Eléments d'épistémologie et de didactique des sciences physiques. Grenoble, publication de l'IUFM.

Rogier, M. (1998). Méthodes statistiques en sciences humaines. (Trad). Bruxelles : De Boeck Université. (Publication originale 19XX).

Sall, C.T.(1997). La résolution de problème en sciences physiques : conceptions, stratégies et performances scolaires dans l'enseignement secondaire. Mémoire de D.E.A. Inédit. CUSE de Dakar.

Seck, M.(2000). Conception de l'énergie chez les élèves Sénégalais de l'enseignement secondaire. Mémoire de D.E.A. Inédit. CUSE de Dakar.

Séré, M.G., Winther, J., Le Marechal, J-F. & Tiberghien, A.(2001). Les travaux pratiques dans l'enseignement des sciences. B.U.P, (839), 1723-1740.

Séré, M.G.(1998). Improving Science Education : issues and research on innovative empirical and computer-based approaches to labwork in Europe. Final report of project " Labwork in Science Education", Targeted Socio-Economic Research, Science, Research & Development, European Commission.

Séré, M-G. (1994). Une analogie pour comprendre l'approche statistique des incertitudes en première année d'Université. Didaskalia, (3) 27-42.

Soudani, Olfa. (1996). Statut et rôle de l'expérience en sciences physiques au collège : perception d'enseignants et d'élèves de troisième. Mémoire de D.E.A de didactique de sciences physiques. Inédit. Université Joseph Fourier, Grenoble 1, France. Montpellier.

Stavridou, H.(1990). Concept de la réaction chimique chez les enfants de la sixième à la terminale. Thèse de troisième cycle en didactique des disciplines option sciences. Inédit.

Statistiques des résultats du BAC. (1999 et 2000). Office du BAC, UCAD.

Tiberghien, A.(1988). Difficultés dans la formation des concepts. Innovations dans l'enseignement des sciences et de la technologie , (1), 101-114. Paris : UNESCO.

Tiberghien, A. (1989). Transposition didactique : cas de la physique. In Arsac, G., Develay, M. & Tiberghien, A. (1989). La transposition didactique en mathématique, en physique, en biologie. Université Claude Bernard, Lyon 1, 37-55.

Tiberghien, A. & Megalati, O. (1995). Characterization of a modelling activity for a first qualitative approach to the concept of energy. European journal of psychology of education, (4), 369-383.

Tiberghien, A. & Lemarechal, J-F. (1997). Analysis of video tape of labwork activity. In 3rd european summerschool. Barcelone, Universita Autonoma de Barcelona, 101-108.

Thouin, M. (1997). La didactique des sciences de la nature au primaire. Sainte-Foy, Québec : éditions Multimondes.

Thuiller, P. (1989). Les jésuites ont-ils été les pionniers de la science moderne ? La recherche, 19, 88-92.

Toussaint, J. (1996). Erreurs, conceptions, représentations... des élèves : de l'efficacité à l'introduction de l'enseignement. In J. Toussaint (Ed), Didactique appliquée à la physique-chimie. Paris : Nathan pédagogie, 73-86.

Toussaint, J. (1996). Introduction aux problèmes qu'aborde la didactique : didactique et enseignement... de la physique-chimie. In J. Toussaint (Ed), Didactique appliquée à la physique-chimie. Paris : Nathan pédagogie, 87-115.

Vijil, Gurdian, J. (1998). Les conceptions de l'apprentissage de l'histoire chez des enseignants de l'école primaire du Nicaragua. Thèse de Doctorat. Inédit. Université catholique de Louvain-La-Neuve. Belgique.

Viennot, L.(1978). Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire. Paris: Hermann.

Viennot, L.(1996). Raisonnement en physique: La part du sens commun. Bruxelles: De Boeck Université.

Viau, R. (1997). La motivation en contexte scolaire. Paris, Bruxelles : De Boeck & Larcier, collection pédagogique en développement.

Welzel, M. (1997). Investigation of individual learning sciences, a research program with its theoretical framework and research design. In 3rd european summerschool. Barcelone. Universita Autonoma de Barcelona, 101-108.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	3
REMERCIEMENTS	6
INTRODUCTION.....	7
CHAPITRE I : PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE.....	10
I) Contexte et objet de la recherche.....	11
I-1) Le visage actuel de l'enseignement des sciences expérimentales.	11
I-2) Questionnement large.....	20
I-3) Objet de la recherche.....	21
II) Motivations du choix du thème de la recherche.....	22
II-1) Justification du choix du thème de la recherche.	23
II-2) Justification du choix de l'expérience de cours.	23
II-3) Exemple d'expérience de cours : la mesure de l'intensité du courant continu en seconde S.....	24
CHAPITRE II : CADRE CONCEPTUEL ET REVUE CRITIQUE DE LA LITTÉRATURE.	27
A) LE CADRE CONCEPTUEL.....	28
I) La notion de concept.....	28
I-1) Définition	28
I-2) Catégorisation des concepts.	31
I-2-1) catégorisation selon Bruner.....	31
I-2-2) Catégorisation selon l'idée d'abstraction :.....	32
I-3) Bases théoriques de l'élaboration des concepts.....	34
II) L'expérience, l'expérimentation et la démarche expérimentale entre la science qui se construit et la science qui s'enseigne	41
II-1-) Définition du concept d'expérience	41
II-1-1) Définition du concept de l'expérimentation.....	43
II-1-2) Définition du concept de la démarche expérimentale.	43
III) A propos des conceptions d'élèves et de leur prise en compte pédagogique.	45
III-1) Définition de la notion de conception.....	45
III-2) Prise en compte pédagogique des conceptions.....	54

B) LES TRAVAUX DE RECHERCHES RELATIFS AU RÔLE DE L'EXPERIENCE EN SCIENCES-PHYSIQUES.....	57
I) Historique relatif au rôle de l'expérience dans le secondaire.....	57
II) Rôle de l'expérience dans l'apprentissage du savoir scientifique.	59
II-1) Option inductiviste.....	59
II-2) Rôles des activités expérimentales.....	61
II-2-1) La nature expérimentale de sciences-physiques.	61
II-2-2) Rôles des travaux pratiques en sciences expérimentales.....	62
III) Définition et rôle de l'expérience de cours.....	64
IV) Nouvelles tendances de l'enseignement expérimental de sciences-physiques.	67
IV-1) De l'enseignement à l'apprentissage.	68
IV-2) Vers un apprentissage authentique.	69
CHAPITRE III : LE CADRE PROBLEMATIQUE	71
I) Cadre problématique et variables.	72
I-1) Cadre problématique.	72
I-2) Les variables.....	74
II) Questions-problèmes et hypothèses de recherche.....	78
CHAPITRE IV : MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.....	81
I) Population ciblée	82
II) Echantillonnage.....	82
III) Outils de recherche.	83
III-1) La recherche exploratoire ou préexpérimentation.....	83
III-1-1) Présentation du premier instrument de recueil. de données.....	83
III-1-2) Démarche de collecte des données.....	84
III-1-3) Méthodologie de traitement des données issues du questionnaire-élève.	85
III-1-4) Résultats issus du questionnaire-élève.	88
III-1-4-1) EXPERIENCE DE COURS N°1 : La vérification de la relation entre effets du courant et intensité.....	89
III-1-4-2) EXPERIENCE DE COURS N°2 : La mesure de l'intensité du courant dans un circuit à l'aide de l'ampèremètre.....	91
III-1-4-3) EXPERIENCE DE COURS N°5: La mesure de la tension électrique à l'aide d'un voltmètre.	95
III-1-4-4) Synthèse des trois expériences de cours ci-dessus.....	98

III-1-4-5) Traitement des exercices d'application sur les trois expériences de cours ci-dessus.	98
III-1-4-6) Conclusion des résultats issus du questionnaire-élève.....	102
III-1-5) Entretien exploratoire.	104
III-1-5-1) Les sujets.....	104
III-1-5-2) Le guide d'entretien.....	104
III-1-5-3) Procédure d'enregistrement de l'entretien.	105
III-1-5-4) Méthode d'analyse de l'information.	106
III-1-5-5) Résultats issus de l'entretien.....	107
III-1-5-5-1) Synthèse des commentaires issus des fiches de réponses.....	111
III-1-6) Conclusion de la recherche exploratoire ou préexpérimentation.	111
CHAPITRE V : CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.	113
ANNEXES	117
ANNEXE 1 : Questionnaire administré aux élèves.	118
ANNEXE 2 : Tableau de codage des données de l'expérience de cours n°1, n°2 et n°5. .	124
ANNEXE 3 : Les différents types de savoirs rencontrés dans six expériences de cours de Seconde S en électrocineque.	128
ANNEXE 4 : Transcription des entretiens.	132
BIBLIOGRAPHIE.	139
TABLE DES MATIÈRES	145

Thème : Conceptions d'élèves du secondaire sur le rôle de l'expérience en sciences-physiques : cas de quelques expériences de cours en électrocinétique.

Mots clés : Concept-Expérience-Conception.

Résumé

L'amélioration des méthodes d'acquisition des connaissances chez les apprenants préoccupent les acteurs directs et indirects du système éducatif. Ceci nécessite d'abord de connaître les visions (conceptions) que les élèves ont sur un concept donné et sur les activités expérimentales.

Les recherches récentes menées en didactiques des sciences ont montré que les difficultés à l'apprentissage sont responsables en partie des échecs observés. Ces difficultés ne sont pas liées seulement au savoir lui-même, mais aussi à la conception que se font les élèves sur les sciences et plus particulièrement les sciences-physiques.

Nous pensons qu'un des éléments principaux permettant d'expliquer la difficulté liée à l'enseignement des sciences-physiques est le fait que les élèves ont des conceptions des phénomènes observés avant leur enseignement souvent en décalage avec les concepts scientifiques. Les conceptions des élèves constituent l'une des caractéristiques individuelles principales qui influencent le plus l'apprentissage. Ces élèves ont non seulement des conceptions sur des concepts de sciences-physiques, mais aussi ils ont des conceptions sur les activités expérimentales de sciences-physiques à notre connaissance.

Le cadre conceptuel et la revue critique de la littérature nous ont permis d'une part, d'essayer de clarifier les concepts clés dans le champ de la didactique des sciences-physiques, et, d'autre part, de mieux situer notre question de recherche par rapport à quelques travaux antérieurs réalisés dans le même domaine.

Des préoccupations d'encadreurs pédagogiques des élèves, nous ont alors conduit à nous investir dans la recherche des conceptions (après enseignement) des élèves sur le rôle de l'expérience en sciences-physiques.

Pour ce premier niveau de la recherche, notre choix porte sur le rôle de l'expérience de cours à travers quelques expériences d'électrocinétique.

La connaissance de ces conceptions nous permettra de proposer (ultérieurement) une stratégie pédagogique adéquate prenant en compte ces conceptions pendant les activités expérimentales.

Sur le plan méthodologique, nous avons appliqué un questionnaire et un entretien semi-dirigé à des élèves de seconde S dans deux établissements de la région de Dakar. Les outils ont été conçus. De l'utilisation de ces outils préalablement testés et améliorés, pourraient sortir des suggestions intéressantes tant au niveau du système éducatif Sénégalais qu'au niveau de la recherche en didactique expérimentale.

Les résultats issus de cette recherche descriptive montrent que l'hypothèse (HP1) que nous avons postulé est infirmée. Nous avons constaté au cours de ces résultats que les élèves pendant les expériences de cours en électrocinétique construisent des savoirs conceptuels et des savoirs procéduraux.