

# Former des enseignants à l'élargissement des enjeux d'apprentissage en travaux pratiques de physique et chimie : deux axes à articuler

par Saliou KANE

Laboratoire de didactique des sciences expérimentales  
Faculté des Sciences et Technologies de l'Éducation et de la Formation (ex ENS)  
Université Cheikh Anta Diop - Sénégal  
salkane@refer.sn

## RÉSUMÉ

*L'article présente un dispositif de formation d'élèves professeurs à l'élargissement des enjeux d'apprentissage en travaux pratiques au secondaire. Les limites des travaux pratiques tels qu'ils sont organisés actuellement à ce niveau, sont à l'origine des propositions d'innovations. L'initiation préalable des élèves-professeurs à la didactique a permis d'asseoir les bases nécessaires à la conception de TP aux enjeux non conventionnels. L'expérimentation de ces TP est alors menée sous forme d'une recherche-action articulant des axes didactiques et pédagogiques fondés sur un paradigme constructiviste de l'apprentissage. Les résultats de l'expérimentation fournissent des éléments pour l'amélioration du dispositif de formation. En plus de la pratique des innovations, la formation s'avère indispensable sur les enjeux relatifs à la démarche expérimentale et au mesurage.*

## 1. INTRODUCTION

Les travaux pratiques ne cessent d'être l'objet de recherches en raison de leur importance dans l'apprentissage des sciences physiques, mais aussi des problèmes d'enseignement-apprentissage qu'ils posent.

Comme le montrent plusieurs enquêtes menées ces dernières années, les travaux pratiques ne semblent pas apporter toute satisfaction aux étudiants et aux enseignants, aussi bien en Europe [1 à 3] qu'en Afrique [4-5].

Récemment, les recherches que nous avons effectuées dans le secondaire au Sénégal ont montré que dans l'enseignement expérimental de la physique et de la chimie au secondaire les enseignants choisissent en priorité de faire des expériences de cours ou des TP-cours, permettant d'introduire rapidement des phénomènes en classe ou de présenter des concepts et des lois aux élèves. Les travaux pratiques sont toujours précédés du cours magistral, le but poursuivi étant l'appropriation de lois par le biais de la vérification ou de l'application [6-7].

Ainsi, les activités expérimentales sont orientées en priorité vers la présentation des résultats de la science et s'écartent des démarches scientifiques d'élaboration du savoir. Centrées essentiellement sur le professeur, elles laissent peu de place aux élèves.

Donner aux élèves l'occasion de mettre en œuvre des procédures utiles, favoriser en eux l'initiative et l'autonomie, leur fournir des éléments pour une redécouverte de la science, constituent des enjeux d'apprentissage bien différents de la vérification de lois. Mais cela suppose que les enseignants soient formés à faire pratiquer des méthodes et des démarches dans lesquelles les élèves puissent s'engager avec une relative autonomie.

Le problème est donc de former les enseignants à élargir les enjeux d'apprentissage en travaux pratiques pour faire acquérir aux élèves une représentation correcte de la science et de son fonctionnement. « *Comment, dans le contexte sénégalais, concevoir et organiser des travaux pratiques qui soient au service de la construction du savoir par les élèves ?* » est la question-problème générale qui se pose.

On s'interroge sur la méthode et l'organisation nouvelles à mettre en place, par rapport à la situation existante, pour donner aux élèves la possibilité de maîtriser des procédures et des méthodes, d'acquérir un minimum d'autonomie dans leur relation aux objets techniques, de faire preuve d'initiative, d'avoir l'occasion de confronter leurs idées pour leurs acquisitions scientifiques et d'acquérir une représentation correcte du fonctionnement de la science. Ce questionnement large pose le problème du choix des objectifs et des enjeux d'apprentissage des travaux pratiques et de la conduite de ces travaux.

La question-problème spécifique se pose en ces termes : « *Quelles innovations introduire dans les travaux pratiques pour réaliser des enjeux d'apprentissage autres que la vérification de lois et atteindre d'autres objectifs que les objectifs conceptuels, à l'occurrence des objectifs procéduraux et des objectifs épistémologiques ?* ».

L'hypothèse retenue est que : « *C'est par le biais de TP utilisant des démarches proches des démarches scientifiques que l'on peut élargir les enjeux et les objectifs d'apprentissage* ».

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Avec des élèves-professeurs ou stagiaires en formation initiale à l'École normale supérieure (ENS) de Dakar est menée l'expérimentation d'innovations en travaux pratiques. Nous fondons notre démarche sur le fait que la formation initiale peut s'avérer efficace pour impulser un renouveau dans la pratique enseignante. C'est le gage que la démarche d'innovation se prolonge grâce aux jeunes professeurs qui y sont formés. La formation des stagiaires aux TP innovants est faite dans le cadre du module de didactique des sciences physiques et s'étale sur les deux années de formation initiale des élèves-professeurs à l'ENS.

### 2.1. La formation de base.

La première année de formation correspond à l'installation des préalables aux inno-

vations. Le problème posé par la conduite actuelle des activités expérimentales est étudié avec les élèves-professeurs à partir d'exemples.

Le premier exemple est fourni par le TP portant sur la caractéristique courant-tension d'un conducteur ohmique ou dipôle passif linéaire. Ce TP est organisé par la plupart des enseignants en classe de seconde comme l'attestent des enquêtes que nous avons menées sur le choix des expériences par les enseignants du secondaire ; quelques fois c'est l'unique TP qu'ils font à ce niveau. Ce qui en justifie le choix. Pour ce TP, l'exemple typique de fiches proposées aux élèves par la quasi-totalité des enseignants comporte le schéma du dispositif expérimental (montage potentiométrique), le protocole expérimental précisant les différentes tâches à réaliser, le tableau de mesures déjà dressé que l'élève doit compléter avec les mesures effectuées pour l'intensité du courant électrique  $I$  traversant le dipôle et la tension électrique  $U$  entre ses bornes, et le plus souvent le mode d'exploitation des mesures qui consiste à tracer la courbe de  $U$  en fonction de  $I$ .

Une séance de TP est conduite sur ce thème avec les élèves-professeurs. La fiche-élève et le matériel nécessaire sont distribués aux élèves-professeurs répartis en groupes. Ils réalisent le travail comme prévu sur la fiche puis nous analysons avec eux la séance. L'analyse porte essentiellement sur la caractérisation de l'enjeu et des objectifs implicites visés par les enseignants à travers ce TP, les activités des élèves et ce qu'ils peuvent tirer de ce TP. Les élèves-professeurs tirent les conclusions suivantes :

- les élèves exécutent des tâches prévues et planifiées par le professeur ;
- les objectifs poursuivis par l'enseignant sont essentiellement de types conceptuels ;
- l'enjeu d'apprentissage visé dans le TP est la vérification de la loi d'Ohm vue en cours théorique.

La séance suivante, un exemple de TP relevant d'un autre domaine de la physique, l'optique, est conduite suivant le même procédé. Le thème choisi cette fois-ci est la dispersion de la lumière blanche par un prisme, TP souvent organisé aussi bien en classe de troisième qu'en première.

Enfin, d'autres exemples de TP sont fournis aux élèves-professeurs et sont complétés par des résultats d'enquêtes et d'observations que nous avons effectués permettant de relever avec eux les limites suivantes des activités expérimentales dans l'état actuel de l'enseignement de la physique au secondaire :

- ◆ Les travaux pratiques généralement organisés sont réduits à des vérifications de modèles. Les activités de ce type sont centrées sur la question suivante : « *la théorie (ou le modèle) est-elle vérifiée ?* ». Le problème réside dans le fait que l'enseignant sait à l'avance que la loi est vérifiée, car si elle était fausse elle ne serait pas étudiée. On peut se demander alors l'utilité de mener de telles activités dans la mesure où l'élève ne découvre rien de nouveau.
- ◆ L'élève ne participe pas à la conception du protocole expérimental. Or cette étape est une phase importante des activités expérimentales. La conception d'un protocole expérimental, le choix du matériel et des mesures à faire ne sont pas le fait du hasard. Cela

nécessite la réflexion de l'élève, la mobilisation et l'organisation des connaissances qu'il a acquises et requiert de lui l'esprit d'initiative.

- ◆ L'élève est plutôt assigné à exécuter des tâches ; il n'a pas d'autonomie et ne travaille pas à sa propre vitesse ; il est guidé pas à pas par le professeur tout au long des activités vers des résultats fixés à l'avance par ce dernier ; ce qui ne fait appel ni à sa créativité, ni à son esprit d'initiative.

La nécessité de repenser les activités expérimentales afin de les recentrer sur les élèves pour qu'elles aient plus de sens pour eux est vite perçue par les élèves-professeurs. Ils perçoivent aussi que la rénovation des travaux pratiques passe par une formation qui puisse leur assurer des postures épistémologiques et pédagogiques cohérentes sur la place, le rôle et la conduite des activités expérimentales.

Le fait est que la formation académique théorique reçue par les étudiants, dans les deux premiers cycles universitaires, est essentiellement axée sur les contenus disciplinaires de physique et de chimie. Quant à la formation pratique, elle porte sur des thèmes étudiés en cours magistral ; à ce niveau les fascicules de travaux pratiques sont une compilation de fiches de protocoles expérimentaux que les étudiants doivent « exécuter » et pour lesquels d'ailleurs les résultats sont déjà connus puisque d'année en année rien ne change dans ces TP. Dans les faits les comptes-rendus sont rédigés à l'avance par les étudiants [8].

C'est seulement au troisième cycle que les étudiants sont initiés à la recherche à l'occasion de la préparation du diplôme d'études approfondies ou de la thèse de doctorat. Ainsi, les élèves-professeurs, qui accèdent à l'ENS avec la maîtrise de physique ou chimie, n'ont pas eu l'occasion, en travaux pratiques, d'apprendre des démarches proches de celles du chercheur. Aussi ils n'ont pas reçu une formation en épistémologie et en histoire des sciences. Nous avons alors introduit depuis trois ans une formation en didactique de la physique et de la chimie dès la première année, à côté des modules de pédagogie de spécialité et de psychopédagogie.

Au-delà de l'acquisition de concepts de base de la didactique, la formation dispensée devrait permettre de forger un outil efficace de rénovation des activités expérimentales de façon à donner à la formation scientifique de nos élèves toute sa dimension. Nous campons ici le cadre théorique des innovations en revisitant le constructivisme et en définissant les principaux concepts de didactique utilisés actuellement dans le domaine expérimental.

## 2.2. Conception et expérimentation des TP

La seconde période de formation des stagiaires a lieu en deuxième année et s'appuie sur une recherche-action portant sur la conception, la mise en œuvre et l'analyse de TP aux enjeux non conventionnels (enjeux autres que la vérification de lois).

Le travail consiste à redéfinir des enjeux et des objectifs de TP ciblés et à mettre en œuvre ces TP en prenant en compte le contexte des grands effectifs ainsi que les caractéristiques incontournables de l'enseignement africain dont il faut conserver les valeurs

telles que le rapport au savoir de l'élève, le respect et la considération du maître, les relations de fraternité élèves-élèves. La situation de grands groupes qui sévit dans les lycées est mise à profit de façon à exploiter les nombreuses possibilités de communication et d'échanges. Le rôle du professeur est défini de telle sorte qu'il conserve l'écoute des élèves et la maîtrise des groupes, même travaillant indépendamment. Il garde également son rôle de référent, quels que soient les enjeux programmés et réalisés.

### **2.2.1. Les choix didactiques et pédagogiques**

La nouveauté des TP innovants est présentée aux stagiaires suivant un axe didactique et un axe pédagogique.

#### ◆ L'axe didactique

L'option didactique est d'élargir les enjeux d'apprentissage en travaux pratiques à d'autres que la vérification de lois et de ne plus se limiter à des objectifs conceptuels ; le champ des objectifs est élargi à ce que l'on appelle des objectifs procéduraux (touchant aux savoir-faire et aux méthodes) et aux objectifs épistémologiques (permettant aux élèves de se former une image de la science).

#### ◆ L'axe pédagogique

L'option pédagogique est de favoriser l'autonomie des élèves et de demander aux enseignants de leur laisser des initiatives pour réaliser les enjeux choisis. La notion pédagogique d'initiative qui s'exprime à travers la fiche-élève et le contrat didactique établi entre les acteurs de la classe est considérée comme un critère déterminant de réalisation des enjeux d'apprentissage en travaux pratiques.

La fiche de TP élève est rédigée de manière à responsabiliser au maximum l'élève dans le déroulement. On y trouve la situation déclenchante, le travail que l'élève doit réaliser et le matériel.

Le rôle de l'enseignant est de guider les groupes, pour recentrer l'activité sur ses objectifs. Il participe à la discussion et aide les élèves à s'écouter et à développer clairement leurs idées. Il les pousse à exprimer leurs divergences, les invite à confronter leurs idées et à argumenter leurs propositions. L'enseignant abandonne donc son rôle encyclopédique de diffusion du savoir.

### **2.2.2. La grille d'analyse**

L'analyse des TP est faite à l'aide d'une grille conçue sur la base des concepts de la didactique actuelle permettant de caractériser les activités expérimentales et en tenant compte des choix didactiques et pédagogiques précisés dans le paragraphe 2.2.1.

Les objectifs poursuivis par les stagiaires sont relevés. Quant à l'enjeu de la séance, il a été défini préalablement et déclaré ; c'est sa réalisation qui est analysée. Sont également analysées l'attitude de l'enseignant et sa manière de conduire la séance. L'accent est mis sur les activités réalisées par les élèves, le comportement de ceux-ci, leurs inter-

actions et leurs prises éventuelles d'initiatives. À cette analyse faite pour chacune des séances, est adjointe une évaluation (une estimation) de la formation que les stagiaires ont reçue pour la conception de TP.

### **2.2.3. L'expérimentation**

L'expérimentation des TP comporte trois étapes fondamentales.

#### ◆ Première étape : la phase de simulation

Chaque séance de travaux pratiques est conçue par un élève-professeur avec notre assistance et fait l'objet d'une fiche de préparation appelée « fiche du professeur ». Cette fiche anticipe sur un déroulement possible du TP. Elle est alors testée par le stagiaire qui a fait la préparation, durant une séance où il joue le rôle de « professeur ». C'est un groupe de stagiaires (une quinzaine environ) qui jouent le rôle d'« élèves ». On observe ainsi, avec enregistrement vidéo, des petits groupes constitués d'élèves-professeurs à l'œuvre. Une « fiche de suivi » faisant état du déroulement des activités du « professeur » et des « élèves » est remplie au fur et à mesure par moi-même, permettant aussi de noter la durée impartie à chaque étape. Cette donnée fait partie des éléments d'évaluation de la séance.

À l'issue du test, l'enregistrement est visionné dans une séance dite de feed-back permettant de faire l'exploitation de la simulation avec les élèves-professeurs ; il s'agit alors d'identifier les enjeux effectivement réalisés, les objectifs qui sont atteints, les problèmes rencontrés. L'accent est mis, lors de cette exploitation, sur les aspects de la séance de simulation qu'il faudrait améliorer. La fiche du professeur est alors reprise par le « professeur » pour prendre en compte les suggestions faites lors de l'exploitation.

#### ◆ Deuxième étape : la phase de reprise en situation réelle

L'expérience ainsi testée et revue, est reprise en notre présence par le stagiaire dans la classe où il fait son stage de responsabilité, et où il est alors réellement professeur. On observe cette fois-ci, en situation réelle, des groupes d'élèves à l'œuvre. L'enregistrement vidéo est également réalisé.

À l'issue de cette séance, l'analyse est faite à nouveau avec l'idée de vérifier les enjeux prévus et les objectifs poursuivis, ce qui a pu être atteint, les ratés, suivant les pistes d'analyse correspondant à celles des observations de l'état des lieux. Cette fois l'accent est plutôt placé sur ce que les élèves ont pu faire en terme de procédures, d'initiatives, d'autonomie, de tâches de tout genre. Cette analyse permettra de parvenir à des conclusions en termes de faisabilité.

#### ◆ Troisième étape : la phase de transfert

Le stagiaire qui a eu la responsabilité des deux phases précédentes, réalise également une séance de TP en situation réelle, non simulée auparavant, sur un thème différent de celui des séances précédentes avec un enjeu différent.

La séance en situation réelle faite sans simulation est destinée à estimer le degré d'appropriation de la méthode par le stagiaire. Nous espérons relever des éléments permettant d'apprécier l'efficacité du système mis en place pour la formation des stagiaires. En effet, dans notre travail, nous cherchons à leur faire acquérir une compétence. Il n'existe pas, au sens strict, d'évaluation sommative de ce type de compétence. C'est sur le terrain, en situation, que nous pourrions évaluer l'acquisition d'une nouvelle approche des travaux pratiques, ou au moins d'une pratique qui ouvre à cette nouvelle approche.

En d'autres termes, il n'est pas pertinent de retenir l'évaluation de la personne ; nous cherchons à observer et relever d'autres éléments : la faisabilité de l'enjeu, les objectifs qui ont été rendus possibles par l'enjeu en question, les éléments de réussite et d'échec, ainsi que des effets du processus de formation.

### 3. RÉSULTATS

La séquence « simulation - reprise - transfert » a été menée par trois stagiaires en changeant d'enjeu lors de la séance directe. Nous savons que les stagiaires connaissent les phénomènes physiques ou chimiques étudiés à travers les situations déclenchantes utilisées pour dérouler les TP ; ce qui est analysé c'est moins leur connaissance de ces phénomènes que le respect des règles du jeu, leur comportement et le rôle qu'ils jouent pendant ces TP.

Pour la phase de reprise, nous analysons surtout le comportement des élèves et ce qu'ils font. Ce que font les élèves revêt une signification pour l'efficacité du système de formation mis en place.

#### 3.1. Quand l'enjeu d'apprentissage en TP est la pratique de la démarche expérimentale ou la conception et la réalisation d'une expérience

Pour l'un des stagiaires, l'enjeu des séances de simulation et de reprise en optique est : « la démarche expérimentale », et celui de la séance directe en électrochimie est : « avec du matériel donné, concevoir et réaliser une expérience ».

Nous avons souhaité faire travailler un stagiaire sur « la démarche expérimentale », bien que dans la référence définissant les enjeux [9], aucun enjeu ne soit défini de cette façon. C'est de façon évidente, un enjeu bien différent de la vérification de loi. Nous savons qu'il intéresse directement les enseignants autant que les stagiaires ; c'est une des recommandations officielles du programme de sciences physiques. Mais la démarche expérimentale ne constitue pas pour autant un enjeu visé à travers les activités expérimentales organisées au lycée et au collège par les enseignants, faute peut-être d'être formés à cela.

Ce qui nous pousse à la travailler directement. Ici il s'est agi pour le professeur de créer une situation-problème à laquelle les élèves pourront répondre, au moins partielle-

ment, par l'expérience. Cela nous semble être l'une des voies qui initient les élèves à la démarche scientifique et qui leur donnent confiance par la même occasion. Comme il est long de retracer ici le film du déroulement des trois séances, nous indiquerons les résultats de l'analyse des séances.

### **Les séances de simulation et de reprise**

La séance de simulation a porté sur le thème « *Dispersion de la lumière* ». Le problème suivant est posé aux élèves-professeurs.

<b>Situation déclenchante :</b>	
<i>Après l'orage, un de vos camarades contemple un bel « arc-en-ciel » qui est sans doute un des phénomènes naturels les plus spectaculaires. Il cherche à trouver une explication qualitative, mais il n'y parvient pas. Aidez-le à comprendre.</i>	
<b>Travail à faire :</b>	<b>Matériel :</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comment expliquer qualitativement ce phénomène ?</li> <li>2. Concevoir et réaliser une expérience qui puisse étayer qualitativement vos propos.</li> <li>3. Un compte-rendu de groupe devra être rédigé et rendu à la fin de la séance.</li> </ol>	Après avoir identifié le matériel dont vous aurez besoin, vous irez le chercher à la salle de rangement.

La séance s'est déroulée selon l'organisation décrite au paragraphe 2.2.3. L'analyse de la séance a prouvé que le « professeur » a compris dans l'ensemble la logique de la trame pour la simulation et l'a bien conduit. Les autres stagiaires ne se sont pas toujours comporté en élèves, il y a eu des biais, ce qui est inhérent à la simulation : interprétation du phénomène comme étant la dispersion de la lumière blanche, choix porté sur le prisme pour réaliser l'expérience de validation. Le « professeur » a vite fait de rappeler les termes du contrat pour dérouler la séance. Quelques difficultés ont été relevées également pour arriver au consensus dans les groupes ; les stagiaires reconnaissent que défendre ses idées, argumenter ses propositions et accepter les contradictions demandent un apprentissage. Finalement, le « professeur » a pu engager les stagiaires dans une situation d'apprentissage des démarches du scientifique. En partant d'une situation quotidienne, ils ont expérimenté pour valider leurs hypothèses d'explication. Ils ont suivi quelques étapes marquantes de la démarche expérimentale qui était l'enjeu déclaré : émission d'hypothèses d'explication, conception et réalisation de l'expérience, analyse des résultats et conclusions.

Ce processus a été transposé avec succès en classe avec les élèves lors de la séance de reprise. Au cours de cette séance, les élèves ont su émettre des hypothèses et user de procédures pour les valider par une expérience qu'ils ont conçue et mise au point. Des manipulations ont été faites avec des initiatives venant des élèves. Il s'est agi de la mise au point d'une expérience qualitative (pas de mesures) par variation de paramètres. C'est un objectif procédural. Les élèves avaient émis des hypothèses contextualisant des savoirs

conceptuels, qui leur ont permis de varier des paramètres tels que la quantité de lumière et l'inclinaison des rayons. Cet objectif a donc été atteint. On voit bien que l'enjeu choisi permet de viser des objectifs procéduraux.

La phase d'émission d'hypothèses, celle de conception, de mise au point et de réalisation des expériences de validation, la phase de rédaction des comptes-rendus, ont constitué des moments forts où des discussions nourries, des propositions argumentées et des conflits sociocognitifs ont sévi dans les différents groupes d'élèves et conduit à un consensus, instaurant ainsi un véritable débat scientifique en classe.

La rédaction de comptes-rendus, la présentation des résultats des différents groupes lors de la mise en commun sont des aspects essentiels de la communication scientifique au sein de la « communauté classe » et que les élèves ont appris à faire ici.

### **La séance de transfert**

L'enjeu choisi, la conception et la réalisation d'une expérience avec du matériel donné, est un enjeu d'application de connaissances. Un objectif procédural a été poursuivi : classer des couples oxydoréducteurs à partir d'expériences. Cet objectif a été atteint puisque tous les groupes ont su faire ce classement. Dans l'ensemble, les élèves ont été actifs : recherche du matériel, réalisation d'expériences et établissement de la classification des métaux suivant leur pouvoir réducteur. Le travail de groupe a suscité beaucoup d'intérêt chez eux ; ils ont travaillé avec engouement. Ils ont certes réalisé des expériences, mais ils n'ont pas complètement répondu aux attentes de l'enseignant. Mais on peut mettre en cause la formulation du problème, du travail demandé ainsi que les explications du professeur en début de séance.

Le fait est que le « professeur » s'est appliqué pour bien conduire la séance. Tout le long de la séance, il a essayé de jouer son rôle de guide, de médiateur. Il a su motiver les élèves. Sa principale difficulté a été de faire prendre en compte aux élèves le véritable problème.

### **3.2. Divers TP aux enjeux non conventionnels conduits par des stagiaires**

L'échantillon sur lequel des résultats sont obtenus est de trois stagiaires réalisant chacun trois séances de structure « Simulation - Reprise - Transfert ». Notre étude n'a aucune validité statistique, puisqu'elle s'apparente à une suite d'études de cas. Les conclusions que nous pourrions en tirer en ont les caractéristiques.

Nous avons présenté le cas d'un stagiaire qui a conduit trois séances de TP selon le système S-R-T avec deux enjeux d'apprentissage : la pratique d'une démarche expérimentale, la conception et la mise en œuvre d'un protocole expérimental. D'autres enjeux ont fait l'objet de TP conduits par d'autres stagiaires, il s'agit des enjeux : faire fonctionner un appareil électrique, identifier une substance chimique, comparer des résultats de mesure, comparer des méthodes de mesure, et bien entendu l'enjeu classique, mais

incontournable, construire des concepts et vérifier des lois qu'il s'avérait indispensable de revisiter.

D'ores et déjà dans l'ensemble des séances de TP, sous la direction de l'enseignant, les élèves sont mis en situation d'apprentissage basé sur la communication et l'expérimentation, donc proche d'une situation de recherche authentique. Ils apprennent ainsi des démarches analogues à celles qui conduisent à l'élaboration du savoir par les physiciens.

Pendant ces séances de TP, la présentation d'une situation déclenchante aura été un point de départ efficace pour amener les élèves à s'approprier le problème étudié et à s'engager avec motivation pour sa résolution. Dans la recherche de solution, le travail de groupe et le développement des relations interpersonnelles des élèves ont été largement favorisés.

La démarche expérimentale recouvre de nombreuses pratiques et nous n'avons pas épuisé les possibilités de la mettre en œuvre suivant les domaines. Cet enjeu conduit toujours à un élargissement des objectifs et apparaît donc comme un enjeu particulièrement riche.

## CONCLUSION

La réalisation d'activités productrices de nouvelles connaissances pour les élèves demande l'appropriation des modes de pensée et des démarches des scientifiques, ce qui nécessite une formation de base en didactique de la physique et de la chimie pour les futurs professeurs en formation initiale. Les prérequis étant assurés, nous avons engagé les stagiaires dans la formation à l'élargissement des enjeux d'apprentissage en travaux pratiques.

Dans la période de conception et d'expérimentation des innovations, notre travail a consisté à faire passer l'idée qu'il existe des enjeux autres que la vérification de lois, qui permettent de renouveler les apprentissages des élèves. Nous avons associé l'idée qu'il est pertinent de faire autre chose que de vérifier des lois en TP, à la notion opérationnelle de situation déclenchante, qui est souvent le biais par lequel un stagiaire trouve le moyen de faire explorer aux élèves un nouvel enjeu.

Le cadre didactique et pédagogique des innovations étant défini, il a été possible de tirer de notre travail les premiers éléments sur la faisabilité d'une liste d'enjeux qui ont été mis en œuvre par les stagiaires : pratique d'une démarche expérimentale, conception et mise en œuvre d'un protocole expérimental, identification d'une substance chimique, comparaison de résultats de mesure, comparaison de méthodes de mesure et l'enjeu classique la construction de concepts et la vérification de lois.

Nos résultats montrent qu'on ne peut pas toujours se passer de savoirs conceptuels pour viser des savoirs procéduraux et épistémologiques. Là est la raison de l'échec des enjeux liés au mesurage que l'un des stagiaires a voulu réaliser avec des élèves de seconde. Il aurait fallu connaître mieux les causes d'erreur pour pouvoir comprendre des savoirs pour le mesurage.

La réalisation des enjeux tels que la pratique d'une démarche expérimentale, la conception et la mise en œuvre d'un protocole expérimental ont donné l'occasion aux élèves d'apprendre des démarches analogues à celles qui conduisent à l'élaboration du savoir par les physiciens.

Du côté de ces élèves, les relations interpersonnelles ont été améliorées dans le sens d'une réelle autonomie. Le travail réalisé a permis d'offrir à chaque élève la possibilité de confronter ses idées avec celles des autres, mettant ainsi en œuvre le débat scientifique en classe. Mais l'autonomie a son revers : quand les élèves expriment en TP des représentations erronées, ils peuvent ne pas les contourner. Une réflexion à ce sujet assortie d'une formation est nécessaire.

Quant aux stagiaires les enseignements reçus à l'ENS ont été un facteur déterminant dans leur changement d'attitude. En effet, en comparaison avec leur réticence à laisser s'instaurer un travail de groupe, que nous avons relevé dans des enquêtes préliminaires menées sur le contexte de l'enseignement de la physique au Sénégal, ils ont donné des preuves qu'ils se sont approprié la méthode.

Les résultats de nos travaux fournissent aussi des réponses sur l'articulation à mener entre le fondement didactique et le fondement pédagogique des innovations. Les bases didactique et pédagogique de nos innovations et de la méthode de conception de TP innovants sont indissociables et complémentaires.

Nos travaux fournissent des éléments pour continuer à améliorer la formation. Les enjeux d'apprentissage portant sur la démarche expérimentale et sur le mesurage, c'est-à-dire sur des objectifs procéduraux, nécessitent une formation particulière. La formation s'avère aussi indispensable sur les représentations spontanées des élèves qui doivent impérativement être connues des enseignants avant de donner de l'autonomie en TP. Ces compléments de formation ainsi que les résultats déjà obtenus, qui ont entraîné l'enthousiasme et l'adhésion des stagiaires et élèves impliqués, devraient entraîner la pérennisation du processus d'innovation initié par ce travail.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] VALLÉE, RANSON & BRAULT. Enquêtes auprès des étudiants de l'année de DEUG A, licence et maîtrise de physique d'Orléans. *Rapport de J. BONAREL, l'enseignement de la physique en premier cycle universitaire*. Paris : SFP, 1990.
- [2] TRINCAZ J. et MILLET J. Adaptation des étudiants de l'année de DEUG A, leurs méthodes de travail et leurs projets professionnels. *Annexe du rapport de J. BONAREL, l'enseignement de la physique en premier cycle universitaire*. Paris : SFP, 1990.
- [3] SÉRÉ M-G., JOURNEAUX R. et WINTHER J. Enquête sur les objectifs des travaux pratiques dans les classes de seconde, premières S et de terminales S. *Bull. Un. Phys.*, juillet-août-septembre 1997, vol. 91, n° 796, p. 1377-1390.
- [4] CHAFIQUI F. Travaux pratiques, expérimentation et démarche expérimentale dans

l'enseignement des sciences physiques. *Acte des Journées de didactiques des sciences*. Marrakech, 1998.

- [5] DICKEH M. Les problèmes de mise en œuvre des activités expérimentales en situation de grands groupes dans l'enseignement des sciences physiques en Mauritanie. *Thèse de doctorat, École normale supérieure de Cachan*, 2002.
- [6] KANE S. Guidage dans les activités expérimentales de physique-chimie. Analyse du contexte du Sénégal et propositions argumentées d'innovations. *Thèse de doctorat de didactique, Université Paris Sud XI, UFR d'Orsay*, 2004.
- [7] NOUPETTATCOU G. Conceptions d'élèves du secondaire sur le rôle de l'expérience en sciences physiques : cas de quelques expériences de cours en électrocinétique. *Mémoire de DEA, Faculté des Sciences et Technologies de l'Éducation et de la Formation, Université de Dakar*, 2004.
- [8] NDIAYE V. Quels travaux pratiques pour les sciences expérimentales au premier cycle à la faculté des sciences et technique de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar ? *Université de Montpellier : actes des premières assises francophones des sciences expérimentales*, 1996 , 2, p. 126-136.
- [9] LARCHER C. et Groupe TP. Des TP différents pour des enjeux différents. Activités expérimentales des élèves en physique-chimie : quels enjeux d'apprentissage ? Paris : *Ministère l'Éducation nationale et de la recherche scientifique et de la technologie*, 1998.



**Saliou KANE**

*Formateur*

Faculté des sciences et technologies de l'éducation et de la formation  
Université Cheikh Anta Diop (Sénégal)