

QUAND LES ÉLÈVES PARLENT DE L'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE ET DE LA CHIMIE ET DES PRATIQUES EXPÉRIMENTALES AU LYCÉE

Cheikh Tidiane Sall & Saliou Kane

1 Introduction

Longtemps réservé à une élite, l'enseignement des sciences en général, celui des sciences physiques en particulier, est devenu un enjeu stratégique du fait du rôle de plus en plus grand joué dans la société par les sciences et technologies. Celles-ci font désormais partie de notre univers culturel. Le développement de l'esprit scientifique chez les apprenants est ainsi devenu plus que jamais un objectif majeur de l'enseignement des sciences. Cet objectif doit être visé dès les premières années de la scolarité et consolidé au fur et à mesure que l'élève progresse dans ses études.

Se posent alors au moins deux questions : quelle conception avoir alors de la science et quelle éducation scientifique envisager ?

Contrairement à des idées reçues, la science ne se résume pas à un ensemble de faits. Une accumulation de faits ne suffit pas pour fonder une science. C'est dans le processus d'explication scientifique que se trouve la science (Hempel, 1972). La science cherche à répondre à des problèmes. Mais un problème n'existe pas en soit, un problème est construit. La première phase de la démarche scientifique c'est d'abord la construction d'un problème : Bachelard (1980) parle de problématisation..

L'éducation scientifique elle, ne peut donc se limiter à l'acquisition de savoirs purement formels. Il s'agit en priorité de valoriser l'acquisition d'une attitude où le questionnement, la confiance en soi et l'esprit critique sont mis en avant. Les savoirs doivent être considérés comme des outils au service des individus. Ces savoirs doivent être opératoires ou mobilisables, c'est-à-dire applicables à des situations réelles vécues par les individus, ce qui permet d'en construire le sens. Il faut surtout que les élèves aient en permanence la possibilité de réinvestir le savoir scientifique acquis à l'école, d'éprouver le pouvoir donné par ce savoir et de le remodeler s'il est remis en question. Mais l'enseignement des sciences, tel qu'il se pratique actuellement, ne donne pas tous les résultats qu'on serait en droit d'attendre. Giordan (1999) révèle que les évaluations effectuées depuis plus de vingt ans dénoncent clairement cette situation ; les

connaissances enseignées sont oubliées au bout de quelques semaines ; on retrouve parfois à l'université des conceptions à propos des sciences identiques à celles observées à l'école élémentaire.

Il était devenant donc nécessaire de remettre en cause les curricula et les pratiques enseignantes (De Hart Hurd, 1977) pour mieux les adapter aux besoins de la société et répondre aux attentes des différents partenaires de l'éducation.

L'émergence du courant des didactiques des disciplines peut ainsi être considérée comme l'aboutissement d'un long processus de remise en cause et de rénovation de l'enseignement scientifique. En didactique de la physique et de la chimie par exemple, différentes facettes de l'enseignement continuent d'être l'objet de recherches.

C'est ainsi que l'image des sciences chez les enseignants a beaucoup retenu l'intérêt de bon nombre de d'épistémologues, de spécialistes de l'éducation et de chercheurs (De Hart Hurd, 1977 ; Gallagher, 1991 ; Klaasen *et al.*, 1996). Un aspect important de ce courant de recherche s'intéresse précisément aux conceptions des enseignants à propos de la science et à son enseignement en général (Guilbert & Meloche, 1993); plus récemment, Sall (2002) a montré comment les conceptions des enseignants à propos de la résolution de problème reflétaient leur image du savoir scientifique. Les interactions complexes entre les conceptions des enseignants et celles des élèves semblent constituer un obstacle majeur à l'efficacité de l'enseignement des sciences.

La pratique expérimentale dans l'enseignement secondaire revêt différentes formes: les expériences de cours, les TP cours et les TP. La rénovation de la pratique expérimentale passe donc par un questionnement sur ces différentes approches.

La place et l'importance de la dimension expérimentale dans l'enseignement de la physique et de la chimie expliquent les nombreuses recherches qui lui ont été consacrées. A l'échelle européenne, plusieurs enquêtes ont été menées auprès des enseignants, sur les pratiques elles mêmes et sur les objectifs réellement assignés à ces pratiques (Welzel *et al.*, 1998). Les travaux pratiques tels qu'ils sont conçus et mis en œuvre actuellement, se révèlent être au service de l'acquisition de savoirs conceptuels et procéduraux. Des perspectives ont été cependant ouvertes vers l'élargissement des objectifs assignés aux activités expérimentales à des objectifs épistémologiques (Séré *et al.*, 2000).

C'est ainsi qu'en France, suite à une enquête sur l'état de l'enseignement expérimental de la physique, un groupe de chercheurs a proposé de modifier profondément le déroulement des TP en montrant que l'élargissement des enjeux d'apprentissage à d'autres enjeux que la vérification de lois entraîne aussi celui des objectifs (Larcher *et al.*, 1998). Par exemple, la pratique de la

démarche expérimentale en travaux pratiques est apparue comme un enjeu particulièrement riche, mettant en jeu différents types de savoirs.

Au Sénégal, les travaux de Kane(2004) s'inscrivent dans cette perspective de rénovation des TP de physique et de chimie. L'analyse de contexte du Sénégal portant, entre autres, sur les conditions matérielles de l'enseignement de la physique et de la chimie, l'état des pratiques des enseignants et leurs options pédagogiques sur ces pratiques, ont permis de faire des propositions argumentées d'innovations dans ce domaine.

Comme on le voit, l'image des sciences et des pratiques expérimentales dans l'enseignement des sciences constituent une des préoccupations majeures des chercheurs. Mais d'un point de vue méthodologique, la plupart de ces travaux sont centrés sur l'enseignant. Très peu d'études ont abordé cette question sous l'angle de l'apprenant. Et pourtant ce dernier est le bénéficiaire naturel (dans le cadre du contrat didactique) et le témoin clé des pratiques des enseignants.

La présente recherche porte sur les activités expérimentales vues du *pôle élève* (Toussaint, 1996), même si certaines interactions avec le *pôle enseignant* seront prises en compte.

- Comment les élèves perçoivent l'enseignement de la physique ?
- Quelles idées se font-ils des activités expérimentales ?
- Quel statut accordent-ils à ces activités ?
- Selon les élèves quels apprentissages sont réalisés à travers les différentes pratiques expérimentales ?
- Quelles sont les pratiques des enseignants décrites par les élèves et quelles justifications sont avancées par les professeurs ?

Autant de questions importantes auxquelles notre recherche tente d'apporter quelques éléments de réponse.

2 Matériel et méthode

2.1. Échantillonnage

Un échantillon est composé de 150 élèves avec les caractéristiques suivantes:

- *niveau* : Seconde (noté 2^{nde}) correspondant à la 5^{ème} année de l'enseignement secondaire (âge : 16-19 ans) ;

- *filière* : Sciences (mathématiques, physique et chimie, sciences de la vie et de la terre) appelée aussi 'série S' ;
- *établissement d'origine* : Cinq lycées du Sénégal à raison de 30 élèves par établissement : Lycée Blaise Diagne (Dakar), Lycée Djignabo (Ziguinchor), Cheikh Oumar Foutiyou Tall (Saint-Louis), Charles De Gaulle (Saint-Louis) et Valdiodio Ndiaye (Kaolack).

2.2 Outil de recherche

L'outil de recueil de données utilisé est un questionnaire papier crayon (voir annexe 4) conçu autour de six thèmes principaux :

1. les interactions en situation de classe ;
2. l'état de la pratique expérimentale ;
3. le degré d'implication des élèves dans les activités expérimentales ;
4. la relation entre activités expérimentales et compréhension du cours;
5. les raisons évoquées par les enseignants pour justifier la faiblesse de la pratique expérimentale;
6. les difficultés d'apprentissage en physique et chimie.

Les questions relatives aux six thèmes sont de deux sortes : des questions fermées, des questions semi-ouvertes complétant les premières mais donnant plus de liberté de réponse aux élèves. Une question ouverte donnant l'occasion aux élèves d'exprimer librement leurs interrogations sur l'enseignement de la physique termine le questionnaire.

Pour le thème 1, les élèves avaient à choisir une modalité de réponses parmi trois propositions (très souvent, souvent, jamais).

Pour les thèmes 2, 3 et 4 les élèves avaient à répondre à partir d'une proposition de pondération échelonnée de 0 à 100.

Pour les thèmes 5 et 6 les élèves étaient appelés à opérer une sélection à partir d'une liste d'items proposée dans le questionnaire.

Pour ces deux derniers thèmes les élèves avaient également la possibilité d'ajouter des items complémentaires (question semi-ouverte).

Pour la question ouverte qui termine le questionnaire les élèves devaient formuler librement des questions et des observations sur des aspects de l'enseignement de la physique et de la chimie.

2.3 Traitement des données

Selon le type de questions nous avons procédé à un traitement statistique ou à une analyse de contenus. Le traitement statistique axé sur un calcul de

fréquences concerne l'ensemble des six thèmes. Mais pour les thèmes 5 et 6, nous avons procédé auparavant à une classification des items proposés dans le questionnaire ou ajoutés par les élèves en catégories plus limitées.

Pour chaque réponse d'élève à la question ouverte, une ou plusieurs unités de classification ont été repérées ; elles sont constituées par une phrase ou une portion de phrase exprimant une idée explicite.

Les unités de classification sont réparties en catégories issues de l'ensemble des réponses des sujets. Ainsi 10 catégories ont été identifiées dans les réponses fournies par les élèves à la question ouverte. Parmi ces 10 catégories les 6 se retrouvent dans les deux premières séries de questions. Les 4 autres nouvelles catégories qui sont apparues et qui ont enrichi le corpus de données sont : l'environnement scientifique, la technologie, les programmes de l'enseignement secondaire et les contenus d'enseignement.

3 Résultats et discussions

3.1 Des interactions fondées sur une logique d'enseignement

En majorité les élèves posent des questions au professeur, soit pendant le cours ou après celui-ci. Cependant, environ 20% des élèves ne posent jamais de questions. Parmi ceux qui posent des questions pendant le cours, plus de 50% en posent très souvent. Parmi ceux qui en posent après le cours moins de 20% en posent très souvent (voir annexe 1).

Quant au professeur, il répond à la majorité (89%) des questions qui lui sont posées pendant le cours. Mais après le cours il se sent moins astreint à répondre aux questions des élèves ; ainsi il ne répond qu'à 33% des questions qui lui sont posées après le cours.

Les questions posées par les élèves se rapportent au cours pour 75% des cas, ce qui veut dire que 25% des questions ne sont pas directement liées au cours (voir annexe 1).

Cependant le professeur ne répond pas à plus de la moitié des questions non liées directement au cours. Enfin moins de 2/3 des élèves sont satisfaits des réponses fournies par le professeur.

Au vu de ces résultats, on peut noter qu'en majorité les élèves participent au cours en posant des questions, manifestant le besoin de comprendre et l'intérêt qu'ils portent aux sciences physiques. Ils veulent ainsi en savoir plus que ce qui est prévu dans le cours.

Le professeur répond positivement à la demande des élèves pourvu qu'elle se rapporte directement au cours, mais s'installe dans une logique

d'enseignement ; il n'accorde pas assez d'importance aux questions qui ne sont pas directement liées au cours, ce qui pourrait être à l'origine d'une déception, d'une baisse de motivation pour les sciences que certains chercheurs semblent avoir noté dans d'autres systèmes éducatifs (Ratzu, 2000).

Cette pratique est loin de s'inscrire dans les tendances actuelles de la didactique de la physique et de la chimie. En effet, actuellement la plupart des didacticiens s'accordent sur une approche constructiviste de l'apprentissage (Jonnaert, 1988 ; Jonnaert & Lenoir, 1993). Selon cette option, les connaissances sont le résultat d'opérations cognitives d'un sujet intellectuellement actif. On considère que l'apprenant construit des signifiés, il ne reproduit pas simplement ce qu'il lit ou ce qu'on lui apprend ; il construit de nouvelles connaissances à partir de ses connaissances préacclables et dans une interaction constante avec les objets, tout sujet étant porteur de conceptions lui permettant de donner du sens aux événements de son expérience quotidienne (Giordan & De Vecchi, 1987 ; Giordan, 1994).

D'un point de vue pratique, cette option constructivisme suggère un véritable changement de l'enseignement traditionnel des sciences expérimentales, en proposant une nouvelle conception de l'apprenant et des activités de classe (Dumas-Carré & Weil-Barais, 1998 ; Lebrun *et al.*, 2001).

L'apprenant est placé au centre des situations d'apprentissage, en position de se questionner par rapport à un savoir énigmatique car comme le disait si bien Bachelard (1980) 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."

3.2 La logique d'enseignement explique qu'il y ait peu d'activités expérimentales qui impliquent réellement les élèves

Les activités expérimentales ont lieu sous deux formes:

- la première forme appelée 'Travaux Pratiques ou TP' est une séance consacrée exclusivement à des manipulations faites par les élèves en petits groupes en dehors des cours et sous la supervision du professeur : vérification de loi, détermination d'une grandeur, mise en évidence d'un phénomène, préparation de solutions ou de substances chimiques, réalisation de réactions chimiques... ;
- la deuxième est constituée par des activités expérimentales intégrées au cours. Les manipulations sont faite prioritairement par le professeur mais les élèves ont parfois la possibilité de participer. Ces séances destinées à aider l'élève à découvrir et observer les phénomènes en jeu afin de

construire les concepts scientifiques et comprendre les lois étudiées sont appelées pour cela TP-Cours .

De manière générale plus de 45 % des élèves affirment qu'ils n'ont jamais l'occasion de manipuler. Ce résultat prend un relief particulier lorsqu'on considère que ceux qui déclarent manipuler ne sont en fait impliqués qu'à 40 % dans les activités expérimentales. On pourrait interpréter ces résultats en disant que les activités expérimentales, lorsqu'elles ont lieu se font essentiellement sous forme de TP-Cours A cela s'ajoute un déséquilibre manifeste dans la répartition des manipulations entre la physique (60%) et la chimie (40%).

Quant aux séances de travaux pratiques (TP) proprement dites, 60% des élèves affirment que les professeurs en organisent très rarement, 85% des séances étant consacrés à la physique. On voit ainsi que le déséquilibre entre la physique et la chimie au niveau expérimental passe d'un ratio 60/40 au niveau global, à un ratio de 85/15 dans les séances de TP. Dans l'enseignement secondaire, la chimie apparaît comme une discipline marginalisée au niveau expérimental. On pourrait trouver une explication de cette situation dans les représentations négatives à propos de la chimie : la chimie « brûle », « explose », « pollue », et « intoxique ».

Le choix des professeurs est assez clair : ils choisissent de faire des expériences de cours ou des TP – Cours au détriment des TP, centrant ainsi les activités sur eux – mêmes, ou ils n'en font pas du tout dispensant ainsi un cours purement théorique.

Dès lors peu d'occasions s'offrent aux élèves pour manipuler, ou même d'assister à des expériences réalisées par le professeur. Et pourtant les élèves accordent un intérêt particulier aux activités expérimentales, la grande majorité (90%) trouvant que les expériences de cours et les TP leur permettent de mieux comprendre le cours, leur conférant ainsi un statut valorisant dans la construction de leur savoir.

En effet, les activités expérimentales comme les travaux pratiques impliquant les élèves peuvent apporter aux élèves plus qu'un cours magistral ou une séance d'exercices. Habituellement pour l'élève, les séances sont organisées autour de l'appropriation d'une loi, par le biais de la vérification ou de l'application. Plusieurs autres enjeux d'apprentissage peuvent cependant être réalisés à travers les activités expérimentales. Ces enjeux très variés, sont autant de fils conducteurs de l'activité ; ils consistent par exemple à permettre aux élèves de comprendre qu'ils travaillent sur des modèles (Martinand, 1986), qu'il y a plusieurs façons d'exploiter des données, qu'il existe des choix quand on veut recueillir des données. On peut aussi leur demander d'imaginer un montage et une expérience pour répondre à un

problème. Aussi, un des objectifs prioritaires de l'enseignement de la physique est l'apprentissage des démarches qui conduisent à l'élaboration des savoirs par les physiciens. Entraîner les élèves à pratiquer des démarches analogues à celles des chercheurs (Caillot, 1993) est un enjeu qui répond à une vision constructiviste de l'apprentissage et qui donne aux élèves une image plus correcte de la science. Kane (2004), a montré que cet enjeu d'apprentissage n'est pas suffisamment pris en compte dans l'enseignement de la physique et de la chimie au Sénégal.

3.3 Les professeurs invoquent diverses raisons pour justifier le manque d'expériences dans leur enseignement

De l'avis des élèves, les professeurs évoquent diverses raisons pour expliquer le manque d'expériences. Ces raisons sont classées suivant sept catégories. On note dans l'ordre d'importance décroissante les catégories suivantes : matériel et produits chimiques (49 %), temps (19 %), conceptions du professeur (13%), effectifs de classes (9 %), locaux (7%) (Voir annexe 2).

La catégorie *matériel et produits* englobe le manque de matériel, la vétusté, l'insuffisance par rapport aux effectifs, la mauvaise gestion et l'absence de maintenance. Ces difficultés sont à nuancer. S'il est vrai que le matériel et les produits peuvent faire défaut en quantité dans une situation de grands groupes, cette raison est invoquée quelque fois à tort. Des visites effectuées dans des lycées dans le cadre du suivi pédagogique d'élèves-professeurs nous ont fait découvrir parfois du matériel neuf stocké dans des caisses jamais déballées pendant que les professeurs déclarent un manque de matériel. Quant à la maintenance, des appareils électriques restent immobilisés des années pour des problèmes mineurs tel que le manque de fusible.

La catégorie *temps* se réfère au manque de temps lié à l'insuffisance de l'horaire imparti aux sciences physiques, à la lourdeur des programmes, aux nombreuses fêtes et aux grèves scolaires. Les enseignants évoquent donc le manque de temps pour justifier l'absence d'expériences. Notons que l'analyse du programme officiel montre que l'horaire imparti à l'ensemble des activités expérimentales (Diaw, 1999) est relativement important et que l'un des buts majeurs des programmes actuels demeure la promotion résolue des activités expérimentales.

Quant aux *conceptions du professeur*, elles correspondent ici à des idées émises par les enseignants à propos du rôle des activités expérimentales et de leur utilité dans l'acquisition du savoir scientifique.

Des chercheurs ont établi que beaucoup d'enseignants du secondaire et même du supérieur ont des conceptions qui accordent une place secondaire au rôle des activités expérimentales (Ndiaye, 1996). Une hypothèse forte est que ces conceptions découlent de leur posture épistémologique par rapport à l'expérience et sa place dans la construction du savoir scientifique.

La catégorie *effectifs* englobe l'impact des grands groupes (au Sénégal l'effectif moyen des élèves en classe de 2nde peut être estimé à 50 par classe) sur l'organisation des activités expérimentales, l'insuffisance du nombre d'appareils et des quantités de produits chimiques disponibles et les difficultés de gestion de la classe.

La perception selon laquelle les effectifs pléthoriques constituent un facteur négatif dans l'organisation des activités expérimentales n'est pas nouvelle ; au contraire, elle est partagée par beaucoup d'enseignants. Mais s'il est vrai que le ratio élèves/matériel est un facteur pertinent, les nombreux travaux sur les grands groupes (De Perreti, 1993 ; De Ketele & Dioum, 1995), et surtout l'éclairage socioconstructiviste (Weil-Barais, 2001) ont montré tout l'avantage que la construction du savoir peut tirer des interactions sociales (Vygotsky, 1978). On gagnerait peut-être, dans une perspective d'innovation à articuler la richesse des grands groupes et la contextualisation des situations d'apprentissage des sciences.

Enfin la catégorie *locaux* renvoie à l'existence ou non de salles spécialisées, à la mauvaise gestion de l'occupation des salles disponibles et à l'inadaptation des locaux..

L'invocation de cette catégorie comme un facteur limitant est en relation avec les effectifs des groupes-classes. Il semble y avoir une fixation des enseignants sur la relation entre les activités expérimentales et l'existence et/ou l'utilisation des salles spécialisées. L'un des élèves interrogés dans le cadre de cette étude nuance fortement ce point de vue dans la question ouverte : "il y a d'autres façons de faire des expériences sans aller au laboratoire de sciences physiques, mais les professeurs ne les utilisent pas, pourquoi ?" Cette remarque apparemment naïve d'un élève de la classe de seconde montre cependant qu'il n'est pas toujours indispensable d'aller « au labo » pour mener des activités expérimentales, même si nous convenons avec les professeurs du secondaire que certaines expériences nécessitent des salles spécialisées.

Cependant deux catégories sont peu évoquées : *personnels de laboratoire* (2%) et *profil du professeur* (1%). Le pourcentage obtenu par cette dernière catégorie n'est pas surprenant : les enseignants évitent de se mettre en cause. Mais on aurait pu s'attendre à un plus grand accent mis sur les garçons de laboratoire. Le

peu de cas qui est fait des garçons de laboratoire pourrait être expliqué par des considérations d'ordre culturel : soit le professeur, dans une sorte de solidarité entre adultes évite de mettre en cause la personne chargée du laboratoire, soit les élèves ne veulent pas rapporter certains propos critiques tenus par leur professeur.

3.4 Le tout génère des difficultés réelles d'apprentissage

Les items proposés aux élèves pour parler de leurs difficultés dans l'apprentissage des sciences physiques ont été distribués dans 10 catégories (voir annexe 3).

Les élèves situent en premier lieu comme source de leurs difficultés l'enseignement reçu (27%). Cette catégorie concerne la qualité de la communication du professeur, la clarté des explications fournies, la conduite des expériences et des travaux dirigés, les possibilités offertes aux élèves de poser des questions pendant le cours et d'obtenir des réponses à celles-ci, et le degré d'implication des élèves dans les activités expérimentales et dans les situations de résolution de problème. Ces résultats confirment ceux obtenus à propos des interactions : le professeur s'installe encore dans une logique de transmission de connaissances.

Vient ensuite la catégorie *apprentissage* (20 %) déclinée en compréhension des notions de base, mémorisation des définitions et des formules, travail personnel, méthodes de résolution de problème, mise en relation du cours avec la vie courante. On pouvait s'attendre à de telles difficultés compte tenu de l'image de l'enseignement telle que décrite par les élèves. Les processus d'apprentissage sont naturellement dépendants de l'enseignement dispensé. Dans la catégorie *activités expérimentales* (13%), les difficultés se situent à l'absence ou l'insuffisance des activités expérimentales, aux possibilités de manipulations offertes aux élèves, à l'observation des phénomènes, à la formulation des observations et à l'interprétation des résultats des expériences. On relève ainsi, en accord avec les réponses des élèves aux items de la question fermée, que les élèves ne sont pas ou sont peu impliqués dans les activités expérimentales, et éprouvent par conséquent des difficultés dans leur déroulement et dans l'acquisition du savoir.

La catégorie *documentation*, qui entre pour 11 % des sources de difficultés, est déclinée en termes de manque de livres pour approfondir le cours, de fascicules ou d'annales pour s'entraîner à maîtriser le cours à l'aide d'exercices nombreux et variés. L'importance relative des difficultés posées par le manque de document est cohérente avec les résultats antérieurs. En effet s'entraîner à l'aide

de documents pédagogiques est une nécessité pour compléter le cours quand on sait que les élèves se posent beaucoup de questions sans recevoir de réponses satisfaisantes.

Enfin, la difficulté *résolution de problème* est également citée à 5 % par les élèves. Cette catégorie comprend les méthodes de résolution de problèmes proposées par le professeur, le manque d'implication des élèves dans la correction des séries d'exercices, la non prise en compte des démarches personnelles proposées par les élèves.

Les difficultés éprouvées par les élèves en résolution de problème sont en relation certes avec le manque de documentation mais elles sont fortement liées aux méthodes du professeur, mais aussi aux conceptions des enseignants, comme l'ont déjà montré des travaux récents dans ce domaine (Sall, 2002). On peut escompter que les méthodes transmissives utilisées par le professeur, le manque de livres pour approfondir le cours et le manque d'annales pour s'entraîner aux exercices adjoints à un manque de sollicitation des élèves en classe génèrent beaucoup de difficultés en résolution de problème.

4 Conclusion et perspectives

Les résultats obtenus dans le cadre de cette recherche montrent que les élèves ont fait preuve d'une grande lucidité dans la description des pratiques pédagogiques telles qu'ils les vivent quotidiennement, mais aussi dans la formulation de nouvelles questions à propos des activités expérimentales dans l'enseignement de la physique et de la chimie.

La logique de la transmission frontale qui s'impose au détriment de la logique de l'apprentissage constructiviste, apparaît comme l'un des obstacles à surmonter pour donner aux activités expérimentales leur véritable place dans l'enseignement des sciences physiques. En effet, au-delà de la disponibilité de matériel, de locaux appropriés, d'un crédit horaire suffisant, ce qui est en jeu dans l'enseignement de la physique et de la chimie, c'est le statut didactique et épistémologique des activités expérimentales. Les critiques sur la formation des enseignants ont souvent mis l'accent sur le manque de formation en matière d'expérimentation. Il nous semble, à la lumière de cette recherche, que la didactique de l'expérimental, c'est-à-dire, une réflexion systématique sur la conception et la conduite des activités expérimentales et leur contribution à la construction du savoir dans les sciences dites expérimentales doit être considérée désormais, comme une composante essentielle de la formation initiale et continuée des professeurs de physique et chimie de l'enseignement secondaire.

De plus les résultats qui viennent d'être présentés montrent que les apprenants constituent une source d'informations fiables sur les pratiques des professeurs de sciences. L'axe de recherche ainsi ouvert, qui propose de donner la parole aux apprenants pour identifier les dysfonctionnements du système d'enseignement/apprentissage des sciences nous semble prometteur dans une perspective didactique. Le présent article ouvre donc la voie à d'autres recherches.

Bibliographie

- BACHELARD, G., 1980. *La formation de l'esprit scientifique (11^{ème} édition)*. Paris : Vrin.
- BOYER, R. & A. TIBERGHEN, 1989. Des opinions des professeurs et des élèves sur l'enseignement des sciences physiques au lycée. In : *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 712, 305-321.
- CAILLOT, M., 1993. Sens et situations didactiques en sciences expérimentales. In : P. JONNAERT Y. LENOIR (sous la dir.), *Sens des didactiques et didactique du sens*. Editions du CRP, Faculté d'éducation. Université de Sherbrooke, 157-172.
- DE PERETTI, A., 1993. *Controverse en éducation*. Paris : Hachette éducation.
- DE KETELE, J.-M., & A. DIOUM, 1995. Quelles innovations pédagogiques face aux grands groupes ? In : *Pré actes des Journées pédagogiques*. Dakar : ENS.
- DIAW, Y., 1999. Programmes de sciences des cycles moyen et secondaire. In : *Inspection Générale de l'Éducation Nationale*. Académie de Dakar.
- DE HART HURD, P., 1977. *New direction in teaching secondary school science*. Chicago: Rand Mc Nally & Company.
- DUMAS-CARRE, A. & A. WEIL-BARAIS, 1998. *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berne: Peter Lang.
- GALLAGHER, J. J., 1991. Prospective and practicing secondary science teacher's knowledge and beliefs about the philosophy of science. In: *Science Education*, 75, 121-173.
- GIORDAN, A., 1994. *L'élève et/ou les connaissances scientifiques*. Bern : Peter Lang.
- GIORDAN, A., 1999. *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Collections débats, Paris : Éditions Bélin.
- GIORDAN, A. & G. DE VECCHI, 1987. *Les origines du savoir: des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel : Delachaux et Niestle.

- GUILBERT, I. & D. MELOCHE, 1993. L'idée de sciences chez les enseignants en formation : un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions. In : *Didaskalia*, 2, 7 – 30.
- HEMPEL, C.G., 1972. *Éléments d'épistémologie*. Paris: Collin.
- JONNAERT, P., 1988. *Conflits savoirs et didactique*. Bruxelles. Collections en développement. Editions De Boeck.
- JONNAERT, P. & Y.LENOIR, 1993. *Sens des didactiques et didactique du sens*. Éditions du CRP, Faculté d'éducation. Université de Sherbrooke.
- KANE, S., 2004. *Guidage dans les activités expérimentales de physique et chimie - analyse de contexte du Sénégal et propositions argumentées d'innovations*. Thèse de doctorat en didactique des disciplines de l'Université de Paris XI, Orsay.
- KLAASEN, C.W. J. M. & P.L. LIJNSE, 1996). Interpreting student's and teacher's discourse in science classes : an underestimated problem. In: *Journal of Research in Science Teaching*. 33, 2, 115-134.
- LARCHER, C., & GROUPE TP, 1998. *Des TP différents pour des enjeux différents. Activités expérimentales des élèves en physique et chimie : quels enjeux d'apprentissage?*. Paris : Ministère l'Éducation Nationale et de la Recherche Scientifique et de la Technologie.
- LEBRUN, M., J. PLUMAT, J. LEGA & C. VAN NIEUWENHOVEN, 2001. Des mises à distance pour apprendre à chercher. L'égo-centrisme cognitif à l'origine des raisonnements spontanés en physique? In : *Actes du colloque international 'Constructivismes: usages et perspectives en éducation'*, septembre 2000, Université de Genève, 276.
- MARTINAND, J.-L., 1986. *Connaître et transformer la matière*. Berne: Peter Lang.
- NDIAYE, W., 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 ? In : *Université de Montpellier*, 2, 126-136.
- RATZIU, I., 2000. *Les effets d'une pédagogie interactive et d'intégration dans l'enseignement des sciences expérimentales : recherche empirique dans le cours de physique au lycée*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation. Louvain-La-Neuve : UCL. Document inédit.
- SALL, C.T., 2002. *Les conceptions des professeurs de physique et de chimie en résolution de problème dans l'enseignement secondaire : structure, impact du profil professionnel et processus d'évolution en situation de formation initiale*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation. Louvain-La-Neuve : UCL. Document inédit.
- TOUSSAINT, J., 1996. *Didactique appliquée de la physique et de la chimie*. Paris : Nathan.

- SÉRÉ, M.-G., R. JOURNEAUX & J. WINTHER, 1997. Enquête sur les objectifs des travaux pratiques dans les classes de seconde, premières S et de terminales S. In : *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 796, 91, 1377-1389.
- VYGOTSKY, L. S., 1978. *Mind and society: the development of higher psychological process*. Cambridge, Masc: Harvard University Press.
- WEIL-BARAIS, A., 2001. Constructivismes et didactique des sciences. In : *Actes du colloque international 'Constructivismes: usages et perspectives en éducation'*, septembre 2000, Université de Genève, 131-139.
- WELZEL, M. & K.HALLER, 1998. Working paper 6 Teachers' Objectives For Labwork. In : *Science Education*. Institute of Physics Education. University of Bremen.

Annexe 1

Cet item comprend deux aspects interactifs :

- les élèves posent des questions à quel moment du cours et avec quelle fréquence;
- le professeur répond aux questions posées quand et avec quelle fréquence.

Les réponses seront données par les tableaux suivants. Les nombres dans les cases représentent les fréquences des questions pour les différentes modalités croisées.

L'élève pose des questions

Fréquence / moment	Très souvent	Souvent	jamais
Pendant le cours	20	17	5
Après le cours	4	15	6
Pendant ou après le cours	7	12	12

Le professeur répond

Fréquence / moment	Très souvent	Souvent	jamais
Pendant le cours	24	18	5
Après le cours	8	10	9
Pendant ou après le cours	4	9	2

- les questions posées par les élèves sont-elles directement liées au cours ? 75%
- le professeur répond-il aux questions non directement liées au cours ? 54%
- le degré de satisfaction des élèves face aux réponses fournies par le professeur 62%
- les élèves manipulent-ils ? jamais 45% oui 55%
Degré d'implication dans les manipulations : 40%
- répartition des manipulations éventuelles faites par les élèves entre la physique et la chimie
Physique : 60 % Chimie : 40%
- Des TP sont-ils organisés ? Jamais : 56% au moins une fois par mois : 44%
- répartition des TP quand ils sont organisés entre la physique et la chimie
Physique : 85 % Chimie : 15 %

Annexe 2

Poids des variables invoquées par les professeurs pour justifier l'absence ou l'insuffisance des activités expérimentales dans l'enseignement des sciences physiques.

Variables invoquées	Poids des variables	Explicitation des variables
Matériel et produits	49%	manque de matériel, matériel vétuste non renouvelé, matériel en panne ; insuffisant par rapport aux effectifs ; manque de produits chimiques ; produits détériorés ; gestion du matériel et des produits ; manque d'entretien, absence de maintenance..
Effectifs	9 %	effectifs pléthoriques par rapport : à la capacité d'accueil du locaux disponibles, au matériel à manipuler, au nombre de montages possibles, aux produits chimiques à utiliser, à l'observation des phénomènes, à

		l'encadrement à assurer aux élèves pendant les manipulations, à la sécurité du matériel et élèves
local	7 %	inexistence de salles spécialisées, indisponibilité du laboratoire due à une mauvaise gestion de l'occupation ou à l'insuffisance du nombre de salles, inadaptation des locaux à un enseignement s'appuyant sur des activités expérimentales
Personnels de laboratoire	2 %	poste non pourvu, absence ou incompétence personnels de laboratoire
temps	19 %	manque de temps dû à l'horaire imparti aux sciences physiques, à la lourdeur du programme, aux fêtes nombreuses, à l'absentéisme du professeur
Profil du professeur	1 %	peur des expériences de chimie, plus à l'aise en physique ou en chimie ; manque de maîtrise des expériences ; paresse, émotivité, stress
Conceptions du professeur	13 %	sur les sciences physiques, sur le rôle des expériences dans l'enseignement et dans l'apprentissage

Annexe 3

Tableau récapitulatif des poids relatifs des variables invoquées pour les difficultés rencontrées par les élèves dans l'apprentissage des sciences physiques.

Variables invoquées	Poids relatifs des variables	Explication des variables
Enseignement	27 %	La qualité de la communication du professeur; la clarté des explications fournies; la conduite des expériences et des séances d'exercices; les

		possibilités offertes aux élèves de poser des questions pendant le cours et d'obtenir des réponses à celles-ci, de s'impliquer effectivement dans des activités expérimentales et des situations de résolution de problème
Activités expérimentales	13 %	Les manipulations au cours des travaux pratiques ou des TP Cours, l'observation des phénomènes, la formulation des observations, l'interprétation des résultats de l'expériences, l'absence ou l'insuffisance des activités expérimentales
Prise de notes	2 %	La prise de notes de cours dans les cahiers sous la dictée du professeur
Schématisation	2 %	La réalisation des schémas illustratifs du cours de sciences physiques
Apprentissage	20 %	La compréhension des notions de base, la mémorisation des définitions et des formules, le travail personnel à faire à la maison après le cours, les difficultés pour avoir des méthodes de résolution de problème même si on a appris le cours, les difficultés pour mettre le cours en relation avec la vie courante
Documentation	11 %	Les livres et autres documents pour approfondir le cours, des fascicules ou des annales pour s'entraîner à maîtriser le cours à partir d'exercices nombreux et variés
Mathématiques	8 %	Les formulations mathématiques, la trigonométrie, la représentation vectorielle, la projection d'une force sur un système d'axes, l'utilisation des puissances de 10 les démonstrations, les simplifications et factorisations, les tracés de courbes et

		la résolution d'équations algébriques, les calculs numériques, les chiffres significatifs.
Contextualisation	4 %	L'utilisation de matériel et de produits tirés de l'environnement local, l'illustration du cours à partir d'exemples familiers, la prise en compte de l'environnement familial dans les stratégies d'apprentissage proposées aux élèves
Environnement	8 %	L'influence du milieu familial dans l'apprentissage des élèves, les contraintes d'espace et de temps qu'il génère
Résolution de problème	5 %	Les méthodes de résolution proposées par le professeur, les difficultés de suivre les corrigés faits par le professeur, le manque d'implication des élèves dans la correction des séries d'exercices, la non prise en compte des démarches personnelles proposées par les élèves

Annexe 4

Université Cheikh Anta Diop, Ecole Normale Supérieure de Dakar,
Questionnaire destiné aux élèves des séries scientifiques des lycées du Sénégal

Cher(e) élève,

Ce questionnaire a pour but de recueillir des informations sur l'enseignement de la physique et de la chimie au Sénégal. Il est anonyme. Vous ne devez mentionner ni votre nom ni celui de vos professeurs.

Il est recommandé de lire attentivement chaque question ainsi que les consignes qui l'accompagnent. Cela vous permettra de répondre aux questions en toute connaissance de cause.

*Les auteurs de ce questionnaire vous remercient d'avance pour votre collaboration et pour le sérieux avec lequel vous répondrez à **toutes les questions posées***

QUESTIONNAIRE

Renseignements préliminaires :

Etablissement :----- Région :-----
 Classe et série :----- Effectif de votre classe :-----
 Age :----- Sexe :-----
 Profession des parents : Mère :----- Père :-----

Question 1. Parmi les autres membres de votre famille (frères, sœurs, cousins, oncles, tantes...) y a-t-il des personnes exerçant les professions aux suivantes :

Pour répondre vous mettez une croix devant une profession exercée par un membre de votre famille.

- 1.1. un professeur d'une discipline littéraire (langue, histoire, géographie, philosophie...)
- 1.2. un professeur d'une discipline scientifique (Math, SVT, physique et chimie, médecine, pharmacie, technologie...)
- 1.3. un médecin
- 1.4. un ingénieur
- 1.5. un instituteur
- 1.6. un technicien
- 1.7. un ouvrier
- 1.8. un paysan
- 1.9. un artisan
- 1.10. un commerçant

Question 2. Avez-vous suivi des cours de physique et chimie dans le premier cycle (4^{ème}, 3^{ème}). **Répondez en cochant oui ou non**

OUI NON

Question 3. A quel moment posez-vous des questions à votre professeur de physique et chimie et avec quelle fréquence ? **Vous mettez une croix dans les cases correspondant à vos choix dans le tableau à double entrée suivant :**

Fréquence	Très souvent	souvent	jamais
A quel moment ?			
Pendant le cours			
Après le cours			
Pendant ou après			

Question 4. Dans quels cas votre professeur de physique et chimie répond-il à vos questions et avec quelle fréquence ? *Vous mettez une croix dans les cases correspondant à vos choix dans le tableau à double entrée suivant :*

Fréquence	Très souvent	souvent	jamais
A quel moment ?			
Pendant le cours			
Après le cours			
Pendant ou après			

Question 5. Parmi les questions que vous posez à votre professeur de physique et chimie quelle est la proportion de questions directement liées au cours ? **Vous répondez en cochant un pourcentage sur une échelle allant de 0% (jamais liée au cours) à 100% (toujours liées au cours).**

Pourcentages %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Réponse											

Question 6. Votre professeur de physique et chimie répond-il à vos question quand celles-ci ne sont pas directement liées au cours ? **Vous répondez en cochant un pourcentage sur une échelle allant de 0% (jamais liée au cours) à 100% (toujours liées au cours).**

Pourcentages %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Réponse											

Question 7. Les réponses apportées à vos questions par votre professeur répondent-elles à votre attente ?

Vous répondez en cochant un pourcentage sur une échelle allant de 0% (jamais liée au cours) à 100% (toujours liées au cours).

Pourcentages %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Réponse											

Question 8. Lorsque votre professeur de physique et chimie fait des expériences pendant son cours vous donne-t-il l'occasion de manipuler le

matériel ? **Vous répondrez en cochant un pourcentage sur une échelle allant de 0% (jamais liée au cours) à 100% (toujours liées au cours).**

Pourcentages %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Réponse											

Question 9. Lorsque votre professeur vous permet de manipuler le matériel pendant le cours, comment se répartissent ces manipulations entre la physique et la chimie ? **Vous répondrez en donnant un pourcentage à chacune des matières (la somme des pourcentages doit être égale à 100).**

Physique -----% Chimie-----%

Question 10. Votre professeur de physique et chimie organise-t-il des séances spécialement consacrées aux travaux pratiques ? **Cochez la case correspondante.**

Jamais	Une fois par semaine	Une fois tous les 15 jours	Une fois par mois

Question 11. Lorsque votre professeur de physique et chimie organise des séances de travaux pratiques, comment se répartissent-elles entre la physique et la chimie ? **Vous répondrez en donnant un pourcentage à chacune des matières (la somme des pourcentages doit être égale à 100).**

Physique -----% Chimie-----%

Question 12. Lorsque votre professeur de physique et chimie ne fait pas d'expériences pendant son cours, vous donne-t-il les raisons ? **Vous répondrez en cochant un pourcentage sur une échelle allant de 0% (ne donne jamais de raison) à 100% (donne toujours des raisons).**

Pourcentages %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Réponse											

Question 13. Lorsque votre professeur de physique et chimie n'organise jamais ou très rarement des séances de travaux pratiques, vous donne-t-il les raisons ? **Vous répondrez en cochant un pourcentage sur une échelle allant de 0% (ne donne jamais de raison) à 100% (donne toujours des raisons).**

Pourcentages %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Réponse											

Question 14. Le tableau suivant contient une liste de raisons invoquées par des professeurs de physique et chimie pour expliquer le manque ou l'absence d'expériences dans le cours. **Cochez sur cette liste les raisons invoquées par votre professeur. Vous pouvez éventuellement ajouter d'autres raisons évoquées par votre professeur et qui ne figurent pas sur cette liste.**

Liste des raisons invoquées par les professeurs	Cochez
Les expériences ce n'est pas important	
Il n' y a pas de matériel	
Il n' y a pas de produits chimiques	
Nous n'avons pas de courant	
Il n' y a pas de gaz pour les réactions chimiques	
Il n' y a pas de laboratoire	
Vous êtes trop nombreux pour pouvoir observer les expériences	
Il n' y a pas de garçon de laboratoire pour nous aider	
Il n' y a pas d'expériences à faire pour cette leçon	
Les expériences sont trop dangereuses	
Il y a du matériel mais il est en panne	
Je ne sais pas faire ces expériences	
Nous n'avons le temps de faire des expériences	
Il nous faut finir le programme	
Autres raisons évoquées par votre professeur	
1	
2	
3	
4	

Question 15. Pensez-vous que les expériences de cours ou les séances de travaux pratiques vous permettent de mieux comprendre votre leçon ? **Vous répondrez en cochant un pourcentage sur une échelle allant de 0% (n'apporte rien à la compréhension) à 100% (permet toujours de comprendre).**

Pourcentages %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Réponse											

Question 16. Voici une liste de difficultés que des élèves pourraient rencontrer dans l'apprentissage de la physique et la chimie. **Cochez sur cette liste des difficultés que vous rencontrez réellement. Vous pouvez éventuellement ajouter d'autres difficultés que vous rencontrez et qui ne figurent pas sur cette liste.**

Liste des difficultés que pourraient rencontrer des élèves dans l'apprentissage de la physique et de la chimie	Cochez
1. La compréhension des notions de base	
2. Le nombre élevé de formules à retenir	
3. Les efforts d'observation demandés aux élèves (comment observer)	
4. La description de ce qu'on a observé (comment décrire ce qu'on a vu)	
5. Les expériences à faire en travaux pratiques	
6. La compréhension des représentations graphiques dans le cours	
7. L'interprétation des résultats d'une expérience	
8. Les schémas à faire dans les cahiers	
9. La prise de notes pendant le cours	
10. Le manque de relation avec la vie courante	
11. Le travail personnel demandé aux élèves après le cours	
12. Le manque de clarté des cours dispensés par les professeurs	
13. Le manque de livres adaptés au programme	
14. L'insuffisance du nombre d'exercices faits en classe	
15. L'insuffisance du nombre d'heures de cours	
16. Les calculs compliqués pendant les exercices	
17. La rigueur exigée par les professeurs dans la résolution des exercices	
18. La mauvaise conduite des séances d'exercices par les professeurs	
19. Le manque de relation entre les programmes d'une année à une autre	
20. Le manque d'encadrement à la maison	
21. Les difficultés pour faire des exercices seul, après avoir appris les leçons.	
Autres difficultés que vous rencontrez	
1	

2							
3							
4							

Question 17. Enfin donnez au verso de cette feuille une liste de questions liées à la physique et à la chimie et pour lesquelles vous souhaitez obtenir des réponses de la part de votre professeur de physique et chimie. Ces questions peuvent être liées à votre cours, à votre environnement ou à l'actualité dans les médias.

MERCI, cher(e) élève !

Résumé

Cet article rend compte de points de vue d'élèves sénégalais sur l'enseignement de la physique et de la chimie en général, et les pratiques expérimentales en particulier. Les différents résultats obtenus dotés d'une grande cohérence interne, ont mis en évidence des tendances fortes sur l'enseignement de ces disciplines au secondaire.

La nature des interactions élève-professeur, révèle d'abord que les activités expérimentales sont essentiellement mises au service d'une logique d'enseignement qui laisse très peu de place à l'apprenant, que ce soit dans les expériences intégrées au cours (TP cours) ou dans les rares séances de travaux pratiques.

Les professeurs invoquent principalement, pour justifier le manque ou l'absence d'expériences ainsi que la faible implication des élèves dans les activités expérimentales les raisons suivantes : le manque de matériel et de produits chimiques, et le facteur temps.

Enfin, les élèves interrogés directement sur leurs difficultés mettent l'accent sur l'enseignement, l'organisation des activités expérimentales et l'articulation de celles-ci avec l'apprentissage des concepts scientifiques. Les élèves se révèlent ainsi comme une source d'informations pertinentes et fiables sur les pratiques des enseignants.

Abstract

In this paper viewpoints of Senegalese secondary school students on physics and chemistry education in general, and experimental practice at school more in particular are being considered. The various internally coherent

outcomes highlighted strong tendencies as to physics and chemistry teaching at the secondary school level. The nature of the student-teacher interactions revealed that the experimental activities relate to a teaching logic which attributes very little space to learning, neither during the integrated experiments, nor in the rare practical working sessions. To justify the lack or the absence of experiments as well as the weak implication of the pupils in the experimental activities, the teachers refer to the lack of material, chemicals, and time.

When directly questioned on their difficulties the pupils refer to the nature of the teaching processes, the organisation of the experimental activities and their articulation with the scientific concepts to be acquired. The pupils appear to be a source of relevant and reliable information for judging teachers' practices.

Samenvatting

Deze bijdrage brengt de mening in kaart van Senegalese leerlingen secundair onderwijs met betrekking tot het onderwijs wetenschappen in het algemeen en de experimenten die in het kader daarvan worden georganiseerd. Het blijkt dat de ondervraagde studenten een coherente mening hebben ter zake. Leraar-leerling interacties reveleren een onderwijsconcept dat weinig ruimte laat voor leren noch in de geïntegreerde wetenschapslessen, noch tijdens de zelden voorkomende experimenten. De leraren schrijven die situatie toe aan het gebrek aan materiaal en tijdsgebrek. Wanneer de leerling gericht bevroegd worden naar hun moeilijkheden voor de wetenschapsvakken wijzen ze op de aard van het onderwijsproces, de organisatie van de experimenten en de articulatie ervan met de wetenschappelijke begrip die verworven dienen te worden. Leerlingen vormen een uitstekende bron voor relevante en betrouwbare informatie wanneer het om de evaluatie van de onderwijspraktijk van hun leraren gaat.

Dr Ch.D. Sall et Dr S. Kane sont des Maîtres Assistants à l'Université Cheikh Anta Diop – Faculté des sciences et technologies de l'éducation et de la formation – Laboratoire de recherche en didactique des sciences expérimentales, Dakar.

Adresse : Boulevard Habib Bourguiba, B.P. 5036 Dakar-Fann, Sénégal.

*Courriel : ctsall@yahoo.fr
salkane@refer.sn*