

Conceptions didactiques et épistémologiques de cinq enseignants tunisiens de sciences physiques

Oussama OUARDA

ISEFC, université de Tunis, oo@topnet.tn

Jacques GINESTIÉ

UMR ADEF équipe GESTEPRO (université de Provence, INRP), j.ginestie@aix-mrs.iufm.fr

Résumé • Cet article s'intéresse aux conceptions épistémologiques et didactiques de cinq enseignants tunisiens de sciences physiques. Notre recherche, conduite à partir d'entretiens semi-directifs, met en évidence, chez ces enseignants, un ensemble de conceptions qui forment un système conceptuel cohérent. Ce système favorise un enseignement des sciences privilégiant des méthodes inductives avec une forte prédominance d'approches centrées sur la transmission et l'accumulation des connaissances. Les liaisons entre ces conceptions ne forment pas un ensemble linéaire mais s'inscrivent dans des réseaux d'interrelations dialectiques complexes.

Mots-clés • Enseignement des sciences, conceptions, didactique, épistémologie, méthode inductive.

Introduction

Plusieurs recherches se sont déjà intéressées aux conceptions didactiques et épistémologiques des enseignants (citons parmi d'autres, Robardet, 1998, 2000a, 2000b ; Gallagher, 1991 ; Roletto, 1998 ; Porlan *et al.*, 1998 ; Lakin & Wellington, 1994 ; Yerrick *et al.*, 1997). Ces recherches s'accordent sur l'influence de ces conceptions dans les stratégies d'enseignement adoptées par ces enseignants et donc dans leurs pratiques.

Cependant, aucune étude ne s'intéresse à cette influence dans un pays comme la Tunisie ; pays arabo-musulman qui présente des différences notoi-

res, tant culturelles que socio-économiques ou historiques, avec la majorité des pays occidentaux dans lesquels ont été effectuées ces recherches. Or, la mise en place de nouveaux programmes de sciences physiques en 2004 introduit une évolution de fond en affichant explicitement des principes constructivistes. Les anciens programmes étaient surtout influencés par des approches béhavioristes.

Examiner cette question des conceptions des enseignants tunisiens de sciences physiques revêt une importance particulière dans ce contexte... C'est ce que cet article se propose d'examiner.

1. Problématique

La première partie du nouveau programme tunisien de sciences physiques de première année (MEF, 2003) stipule que : « pour stimuler la motivation des élèves et favoriser chez eux la rétention ainsi que la compréhension, il est recommandé de recourir autant que possible à l'enseignement par le problème : un enseignement qui vise un apprentissage dont le point de départ est une situation problème ». À première vue, c'est une évolution majeure des programmes d'enseignement de sciences physiques qui vient d'être effectuée en Tunisie (MEF, 2003). Au-delà d'un changement de contenus, il s'agit également de changer de références épistémologiques. Fondés sur des principes constructivistes, les nouveaux programmes promeuvent les situations-problèmes. Or, si les consignes générales de nouveaux programmes font référence au constructivisme et aux situations-problèmes, la deuxième partie du programme emprunte largement aux anciens programmes à propos des contenus disciplinaires, de recommandations de questions à poser par l'enseignant, d'activités pour l'enseignant ou pour les élèves, du temps à consacrer à chaque contenu, ou encore des détails sur les compétences qui rappellent les objectifs des anciens programmes.

Examinons brièvement ce paragraphe tiré de la deuxième partie du programme (MEF, 2003), sans toutefois rentrer dans les détails, car la question mérite une recherche à part.

Dans le tableau 1, nous avons reproduit un paragraphe de la deuxième partie du programme (MEF, 2003) relative à l'électrocinétique en première année secondaire. Ce tableau est composé de quatre parties.

Tableau 1 : Paragraphe de la deuxième partie du programme relative à l'électrocinétique en première année secondaire

Composante de la compétence terminale	Exemples de questionnements et d'activités	Contenu	Horaire
Reconnaître les conducteurs et les isolants électriques. Distinguer entre un dipôle générateur et un dipôle récepteur. Réaliser et dépanner un circuit électrique simple comportant un seul générateur. Déterminer le sens du courant dans un circuit électrique. Expliquer le passage du courant électrique dans un circuit fermé. Mesurer l'intensité d'un courant électrique avec un ampèremètre. Vérifier expérimentalement et appliquer la loi des nœuds.	Qu'est-ce que le courant électrique ? Réaliser des circuits séries avec des piles, des interrupteurs, des lampes et/ou de petits moteurs. Comment mettre en évidence le passage du courant électrique dans un circuit ? D'où vient l'énergie électrique ? Le courant électrique a-t-il un sens de circulation ? Utiliser des dispositifs permettant de déterminer expérimentalement le sens du courant électrique. (Diode, diode électroluminescente LED ou DEL, aiguille aimantée, moteur, électrolyseur). Qu'est-ce qu'un court-circuit ? Pourquoi les fusibles sautent-ils ?	Courant électrique *Circuit électrique : Conducteurs et isolants Générateurs et récepteurs *Sens du courant *Nature du courant électrique. *Intensité du courant : mesure, loi des nœuds.	4 heures

La première partie, « Composante de la compétence terminale », nous rappelle plutôt les objectifs des anciens programmes ancrés tous dans une perspective behavioriste (pédagogie par objectifs). Ces compétences sont profondément adjointes aux savoirs codifiés dans les programmes antérieurs, au point que nous nous posons la question de la pertinence d'une telle réforme : au concept de compétence est substitué, pratiquement sans autre forme de procès, celui d'objectif. Ce concept de compétence n'aurait-il pas dû faire l'objet d'une analyse approfondie avant d'être introduit dans ce programme, comme le précise Caillot (1994) ?

D'ailleurs, l'intitulé même de cette partie a été modifié dans l'évolution des programmes de sciences physiques (MEF, 2005) puisque le terme objectifs remplace celui de compétences. Nous pensons qu'une approche par compétence, bien qu'elle puisse véhiculer plusieurs entendements épistémologiques et bien que critiquée par plusieurs chercheurs (Ropé et Tanguy, 1994 ; Tanguy, 1994 ; Bronkard et Dolz, 2002) peut être constructiviste si la référence épistémologique n'est pas ambiguë comme c'est le cas des programmes de sciences physiques en Tunisie. En effet, bien que le programme dans la première partie s'affirme d'orientation constructiviste, cette approche par compétence paraît confondue avec une approche behavioriste : dans une perspective constructiviste, le concept de compétence ne peut pas se réduire à des objectifs opérationnels comportementalistes comme c'est le cas de ces programmes de sciences physiques (MEF, 2003 ; 2005). Ce concept

subit encore une forte influence de la pédagogie par objectifs, et ne s'en sépare guère... au moins jusqu'à maintenant, or le concept de compétence n'appartient à aucun courant épistémologique. Il peut être utilisé dans une perspective comportementaliste ou dans une perspective constructiviste. Mais le discours comportementaliste, reste dominant dans les programmes scolaires de sciences physiques (MEF, 2003 ; 2005) au point qu'on se demande si ces programmes ne sont que « des *salmigondis épistémologiques* » (Jonnaert *et al.*, 2004 ; 2005) et de véritables trompe-l'œil épistémologiques (Jonnaert, 2001 ; 2002).

Le texte du programme se contente d'énoncer une liste de « compétences » sans s'intéresser aux situations (ni d'ailleurs aux situations-problèmes ou aux situations problématiques ouvertes) auxquelles elles font référence. L'absence de situations dans le texte des programmes de sciences physiques (MEF, 2003, 2005) et d'activités que les apprenants doivent faire rend ces derniers plutôt proche d'une pédagogie par objectifs comportementaliste que d'une approche constructiviste. « Il s'agit là d'un non-sens puisque toute compétence est par nature fonction de l'activité de la personne en situation. Activité et situation sont incontournables dans une logique curriculaire de compétences » (Jonnaert *et al.*, 2005)

Dans la deuxième partie, « Exemples de questionnements et d'activités », nous trouvons un ensemble de recommandations d'activités et de questions.

Cependant, poser une question en classe constitue-t-il une situation problématique ? Examinons la question de point de vue épistémologique, didactique et selon des recherches qui se sont intéressées aux pratiques des enseignants tunisiens (Ouarda, 2007).

D'un point de vue épistémologique, une simple question est généralement moins élaborée qu'un problème. Selon Kant la question est le premier moment du problème alors que pour Aristote, la question n'est pas nécessairement un problème (Nadal, 1990) Selon les réflexions d'Aristote, pour qu'il y ait un problème, il faut que l'interrogation ne soit pas simple et la solution ne soit pas un « *oui ou un non* » (comme la question). Pour un problème, il faut que l'interrogation soit double et la solution doit D'ailleurs, l'intitulé même de cette partie a été modifiée dans l'évolution des programmes de sciences physiques (MEF, 2005) puisque le terme Objectifs remplace celui de compétences être un « *oui et un non* », en même temps. « Un problème est un nœud, un embarras, une impasse, une aporie. La question est trop « tendre » trop « attractive » pour être un problème ? Un problème fait barrage, une question fait pont » (Falcy, 1997). Pour Meyer (1990), la question ne dépend pas de sa forme interrogative ; mais du contexte dans lequel elle est posée : C'est ainsi par exemple, qu'être locuteur ou interlocuteur détermine si la phrase

est une question ou une réponse. Il y a donc convertibilité des questions et des propositions et tout dépend du contexte dans lequel on pose la question. En d'autres termes, poser une question, dans certains contextes peut être une réponse et non un problème...

Examinons maintenant comment la noosphère tunisienne a introduit les questions dans l'enseignement des sciences physiques. La seule trace des questions qu'on peut trouver est celle figurant dans le livre officiel de sciences physiques qui reprend ces questions prescrites dans cette deuxième partie (il y a un seul livre de sciences physiques en Tunisie qui est le livre officiel imposé par le ministère de l'Éducation et de la Formation). Dans ce livre, les questions remplacent les sous titres. Juste après, vient un ensemble d'informations et de connaissances scientifiques répondant à la question. Dans ce cas, cette question, peut-elle constituer un problème pour les élèves ? Peut-elle susciter même un questionnement chez les élèves qui peut stimuler un certain intérêt aux phénomènes électriques ? La réponse est non, la question dans ce cas est un élément de la réponse et elle a remplacé une proposition affirmative. Nous pouvons changer l'une par l'autre, ce qui confirme les propos de Meyer (1990), Aristote, etc.

Dans les pratiques enseignantes, nous ne trouvons aucune trace de problèmes ou de questionnement. Les professeurs se contentent de transmettre des connaissances exposées comme des vérités absolues, sans émettre des hypothèses. Pour certains d'entre eux, peu importe que les expériences réussissent ou non, que les élèves comprennent les exercices ou non (Ouarda, 2007). L'important est la réponse, c'est-à-dire, de transmettre les connaissances scientifiques et d'avancer dans la présentation du contenu prescrit dans le programme, sans question, ni questionnement, ni problème ou problématisation, sinon « ce sont les professeurs qui vont avoir des problèmes avec l'administration et les inspecteurs », comme le précise l'un des professeurs dans un entretien !

De telles pratiques restent très éloignées de n'importe quelle forme du constructivisme. D'ailleurs, parfois, elles ne peuvent pas être situées dans le courant béhavioriste ! C'est pourquoi, nous parlerons de traditionalisme...

Dans la troisième partie, « Contenu », les concepteurs du programme de sciences physiques se contentent d'énumérer les grandes lignes ou les titres du contenu disciplinaire enseignable, sans aucune autre spécification. Ceci nous rappelle plutôt les anciens programmes, tous ancrés dans des traditions béhavioristes.

Dans la quatrième partie, « Horaire », le temps imposé par le programme est de quatre heures ; ce temps est très nettement insuffisant de l'aveu même des enseignants qui ont mis huit heures pour assurer cet enseignement

(Ouarda, 2007). Tout retard étant mal vu par l'administration, comment dans les conditions imposées, les élèves peuvent-ils construire leurs connaissances ? Comment les concepteurs de ce programme peuvent-ils prétendre que le programme est basé sur des principes constructivistes ?

Contrairement aux principes généraux annoncés dans la première partie de privilégier une approche constructiviste en ayant recours aux situations-problèmes, nous ne trouvons plus aucune référence à cette approche de l'enseignement des sciences dans les autres parties qui l'organisent. Nous ne trouvons pas plus d'indices asseyant le constructivisme comme référence épistémologique ou didactique de ce programme. qui montreraient une assise épistémologique ou didactique. Nous nous limitons ici à cette brève analyse. Cependant, d'autres éléments méritent d'être étudiés (aucune relation avec d'autres disciplines, aucune référence à l'interdisciplinarité, aucune référence à l'histoire des sciences, etc.) ce qui demande une étude à part.

Les nouveaux programmes (MEF, 2003) sont construits sur la base de prescriptions contradictoires entre les différentes parties ce qui va probablement exacerber un second niveau de contradiction entre la dynamique générale que ces programmes souhaitent impulser et les conceptions des enseignants de sciences. En effet, une recherche (Ouarda, 2001) nous a permis de mettre en évidence des conceptions épistémologiques et didactiques qui s'opposent à l'introduction de situations problématiques dans l'enseignement des sciences physiques.

Au-delà des résultats de cette recherche, il y a un intérêt à examiner les liens que ces enseignants établissent entre les problèmes, la science, les modèles pédagogiques, l'épistémologie de référence. Incidemment, cet article permet d'apprécier les effets d'environnement sur les conceptions des enseignants tunisiens et en quoi ces conceptions peuvent se révéler être des obstacles à la mise en œuvre d'une nouvelle approche de l'enseignement scientifique.

2. Cadre théorique

L'enseignement des sciences, comme les enseignements dans d'autres disciplines, institutionnalise les interrelations entre un enseignant qui doit organiser des situations d'enseignement afin de transmettre des savoirs identifiés et organisés dans des curricula et des élèves qui vont apprendre. Si une telle définition spécifie les conditions d'existence de l'école (en précisant les buts et les enjeux), elle montre que les situations qui en résultent sont soumises au jeu des acteurs. L'organisation des savoirs enseignés dépend de la discipline et résulte du processus de transposition didactique. L'enseignant est

la personne chargée de concevoir, organiser, mettre en œuvre et évaluer les situations qu'il va proposer aux élèves pour leur transmettre ces savoirs. Son acception des finalités, son point de vue sur l'organisation des connaissances et sur les références choisies, son point de vue sur les élèves, l'école en général et le rôle de son enseignement en particulier, vont conditionner largement ses choix en matière de situations proposées et de méthodes pédagogiques mises en œuvre. Cette organisation ainsi retenue relève de la conception de l'enseignement. Enfin, l'élève qui participe à cet enseignement va répondre aux sollicitations de différentes manières. De l'activité qu'il va déployer vont découler les apprentissages qu'il va construire. Pour autant, les connaissances ainsi construites ne sont pas obligatoirement celles qu'escomptaient l'enseignant et l'institution. Les tâches scolaires qui lui sont proposées induisent un certain nombre de possibles et la réponse produite par l'élève n'est pas une conséquence directe et systématique : l'apprentissage des élèves dépend de leur perception propre de ce qui est attendu d'eux, de la manière dont il faut procéder pour produire la réponse attendue.

2.1 Conceptions épistémologiques des enseignants

Les conceptions épistémologiques spontanées des enseignants ne s'éloignent pas des différents courants de l'épistémologie institutionnelle. Nous décrivons ces conceptions rapidement. Notons que ces conceptions épistémologiques touchent parfois la discipline savante et parfois la discipline scolaire, ce qui ne veut pas dire qu'il faut confondre les deux épistémologies. En effet, « *la physique d'un chercheur ou d'une chercheuse est régie par d'autres intérêts et principes d'organisation que la physique de l'enseignement secondaire [...] le monde du cours de physique du secondaire, des chercheurs et des chercheuses, et celui des gens du terrain ne sont pas équivalents. Chacun a son usage et sa performance propre* » (Fourez, 2003, p. 81).

Inspirées par les trois axiomes de la logique formelle d'Aristote et des règles pour la direction de l'esprit de Descartes, les épistémologies positivistes rassemblent un ensemble de courants qui s'appuient sur le raisonnement déductif et analytique. Dans cette approche, la connaissance que forme progressivement la science est la connaissance de la réalité. Cette connaissance est saisie par la méthode scientifique qui est inductive. L'observateur se doit d'être objectif et neutre afin de découvrir et décrire la réalité telle qu'elle existe. De ce point de vue, la connaissance scientifique produite est un miroir de la réalité ; elle est réputée vraie, objective, universelle, reproductible et enseignable, voire même imposable institutionnellement ! Ces épistémologies ont longtemps dominé les institutions scientifiques ainsi que les sociétés occidentales (Le Moigne, 1995).

La Tunisie n'échappe pas à cette institutionnalisation épistémologique qui va associer ces approches positivistes à une approche plus traditionnelle émanant des sociétés arabo-musulmanes, de leurs histoires et de leurs cultures. En effet, si on se réfère au volet épistémologique, la connaissance pour les sociétés arabes est bien située dans la conception classique (Chabchoub, 2001 ; Verhaeghe *et al.*, 2004, p. 168-171). C'est une conception statique, définitive, extérieure au sujet apprenant. C'est une vérité absolue et éternelle qu'il faut « *apprendre par cœur* » et qui ne peut être changée. Par conséquent, de telles conceptions sont bien admises par la société tunisienne ; elles permettent d'établir une relation étroite entre une société qui veut conserver ses traditions culturelles et un jeune État moderniste. Ordinairement, la confrontation entre traditionalisme arabo-musulman et modernisme positiviste est souvent conflictuelle. Ce n'est pas vraiment le cas de la Tunisie. Cette approche de l'enseignement des sciences accentue les nécessaires complémentarités à construire dans le champ de l'éducation alors que les perspectives idéologiques et politiques sont radicalement différentes.

Pourtant, ces complémentarités, qui semblent résister aux évolutions sociales tunisiennes actuelles, répondent plutôt mal aux nécessités induites par l'évolution des sciences et de leur enseignement. Que ce soit du point de vue de la structuration des savoirs de référence ou de celui de l'enseignement de ces savoirs, les compromis trouvés marquent de plus en plus le décalage entre les finalités sociales d'une éducation scientifique des jeunes – visant notamment la formation d'un esprit scientifique largement inspiré par la raison, la critique, la réflexion, le construit social – et le conservatisme social traditionnel – qui renvoie plutôt à l'état de fait et la conformation sociale. C'est ce que la réforme en cours des programmes de sciences tente de faire évoluer en s'appuyant sur des épistémologies constructivistes.

La connaissance, dans ces épistémologies, a un autre statut que celui des épistémologies positivistes. Fondées sur une hypothèse phénoménologique, ces approches postulent que le réel n'est pas connaissable en dehors du sujet connaissant et que la connaissance se construit par interaction entre le réel et le sujet. Le sujet ne connaît que les représentations par lesquelles il perçoit les phénomènes dont il expérimente les sensations. Cette hypothèse phénoménologique est confrontée à l'hypothèse ontologique. Dans cette hypothèse, la connaissance que constitue progressivement la science est la connaissance de la réalité intrinsèquement vraie, universelle, objective, neutre, stable, extérieure, valide en soi et indépendante du sujet. L'hypothèse téléologique stipule que la réalité connaissable résulte d'un projet finalisé élaboré par un sujet qui souhaite connaître cette réalité et qui, pour cela, va devoir opérer des choix. En ce sens, cette hypothèse téléologique s'oppose à une hypothèse déterministe considérant l'existence d'une forme de déter-

mination interne propre à la réalité connaissable susceptible d'être connue. Il y a passage d'une conception déterministe soumise à des lois éternelles et universelles à une conception de la connaissance construite par un sujet connaissant qui organise un ou des projets possibles et dans laquelle le réel est une interprétation subjective construite à partir de connaissances référées à des finalités élaborées par le sujet connaissant.

Dans cette perspective, les sciences sont des constructions humaines qui relèvent d'un projet collectif, d'une production sociale. C'est cette dimension sociale de la construction des savoirs qui distingue les épistémologies socio-constructivistes. Les sciences s'inscrivent dans une perspective sociohistorique (Fourez *et al.*, 1997) et apparaissent comme le produit collectif d'une société et non pas le résultat de démarches individuelles. Les scientifiques produisent des modèles historiquement et socialement standardisés et normalisés par les communautés scientifiques.

2.2 Conceptions des enseignants à propos de l'apprentissage

Considérer l'influence des conceptions des enseignants sur leurs pratiques d'enseignement suppose de s'intéresser à leurs conceptions en matière d'apprentissage. Nous nous limiterons, dans cet article, à trois courants de la psychologie de l'apprentissage : le béhaviorisme, le constructivisme et le socioconstructivisme ; ils sont à l'origine de nombreux courants pédagogiques et didactiques.

Le béhaviorisme est un courant psychologique fondé sur des postulats positivistes et associationnistes (Amigues & Zerbato-Poudou, 1996, p. 11). L'approche béhavioriste est à l'origine de mouvements pédagogiques tels que la pédagogie par objectifs et la pédagogie de la maîtrise. L'apprentissage repose sur la production de réponses correctes à des situations particulières ; les réponses témoignent de la production d'un comportement observable adapté à la situation donnée et donc de la compétence à produire ces réponses.

Le constructivisme envisage l'apprentissage comme un processus de construction des connaissances qui s'accomplit dans l'interaction entre le sujet apprenant et son environnement. Cette approche sert de base à l'élaboration de différentes pédagogies comme, par exemple, les méthodes actives. Ces pédagogies résultent généralement de travaux de recherche, notamment en didactique des sciences.

Les études menées sur les interactions sociales (Doise & Mugny, 1981), mais surtout les travaux de Vygotsky (1934) ont fortement participé à l'élaboration du courant socioconstructiviste. La thèse de Vygotsky est celle de la

genèse sociale du psychisme et de la pensée. Le développement de l'enfant ne se fait pas uniquement dans un environnement physique mais dans un environnement socioculturel.

Dans une telle approche, l'enseignant n'est plus celui qui expose la connaissance à faire acquérir aux élèves mais celui qui organise les situations d'enseignement. Ces situations vont favoriser l'émergence d'interactions fécondes en termes de production d'apprentissages. Les rôles de l'enseignant et de l'élève sont profondément modifiés.

2.3 Conceptions des enseignants à propos de l'enseignement

De nombreuses recherches montrent l'influence des conceptions épistémologiques et psychologiques des enseignants sur leurs pratiques (Lakin & Wellington, 1994 ; Hashweb, 1996 ; Yerrick *et al.*, 1997 ; Robardet *et al.*, 1997, 2000 ; Robardet, 1998 ; Guilbert & Meloche, 1993). Bien que d'autres travaux affirment le contraire (par exemple, Lederman, 1992), il n'en demeure pas moins que leurs conceptions de l'organisation des situations d'enseignement susceptibles de favoriser les apprentissages sont tout aussi déterminantes. Cette incidence a été étudiée dans plusieurs travaux de recherche (Laplante, 1997 ; Pajares, 1992 ; Hewson & Hewson, 1988) conduits auprès d'enseignants en exercice ou en formation. Toutes concluent que leur conception des processus d'enseignement et d'apprentissage des élèves détermine largement leurs pratiques en classe, leurs stratégies pédagogiques et leurs comportements avec les élèves.

3. Méthodologie et recueil de données

3.1 Précautions liminaires

Cette recherche s'inscrit dans un travail plus large (Ouarda, 2007) qui vise à comprendre les facteurs qui influencent les pratiques didactiques des enseignants, notamment les obstacles à la mise en œuvre d'une approche constructiviste de l'enseignement et au recours à la problématisation. Pour ce faire, nous avons examiné les différentes conceptions des enseignants à propos de l'épistémologie, des processus d'enseignement et d'apprentissage des sciences et des organisations pédagogiques pour l'enseignement des sciences physiques.

3.2 Choix de l'échantillon

L'enquête a été conduite auprès de cinq enseignants (notés par la suite P1, P2, P3, P4 et P5) choisis dans cinq lycées proposés par l'administration scolaire. Cette recherche ne constitue qu'une étude exploratoire sur les conceptions épistémologiques et didactiques des enseignants tunisiens. D'autres recherches doivent être faites dans cette direction.

Ces enseignants expérimentés (P1 a vingt ans d'ancienneté, P2 quinze ans, P3 huit ans, P4 treize ans et P5 douze ans) ne se connaissaient pas et ne pouvaient pas communiquer entre eux du fait de l'éloignement de leurs établissements. Aucun travail de groupe n'a été organisé. Les quatre premiers enseignants ont une maîtrise en sciences physiques et n'ont aucune formation en didactique ou en sciences de l'éducation, le cinquième est doctorant en didactique des sciences.

Lors des entretiens, nous avons utilisé le tutoiement qui est spontanément employé en arabe ; le vouvoiement étant réservé aux conversations protocolaires. Les entretiens se sont déroulés en arabe et en français.

3.3 Outils de collecte des données

Nous avons procédé à un entretien semi-directif avec les cinq enseignants afin de repérer leurs conceptions à propos de :

- l'enseignement et l'apprentissage des sciences physiques ;
- l'exercice/problème de physique - science, d'une façon générale et les sciences physiques, d'une façon particulière.

La grille d'entretien est construite selon les trois volets précédemment cités. Les deux premiers volets de l'entretien vont permettre de reconstruire les conceptions sur l'enseignement et l'apprentissage, en particulier de l'électrocinétique. Ils ont pour objet de caractériser le rôle attribué par l'enseignant à l'expérience, aux travaux pratiques, à l'émission d'hypothèses, aux enseignements sous forme de cours, aux exercices et aux problèmes (notamment le choix de ces exercices ou de ces situations problème) ; ils visent également à connaître leur opinion sur les pratiques des enseignants, de l'organisation chronologique des enseignements. Notons que la distinction des deux directions enseignement et apprentissage a été faite et que l'entretien semi-directif a comporté des questions qui concernent l'enseignement (par exemple... Si je dois enseigner à l'une de vos classes, qu'est ce que vous me conseillez ? Comment doit-on exposer les différents concepts de physique ? Progressivement, c'est à dire, du plus facile au plus difficile ? Suivant l'ordre donné par le programme ? Ou celui du manuel ?

Qu'est-ce qu'un bon enseignant ?), et d'autres qui se rapportent à l'apprentissage (à titre d'exemples : Comment les élèves doivent-ils apprendre les sciences physiques ? Qu'est-ce qu'un bon élève ? Lorsque vous abordez un nouveau thème, tel que la tension électrique, croyez-vous que les élèves ont une certaine idée sur la question ?).

La troisième partie permet de reconstruire le « *profil* » épistémologique des enseignants (la production des connaissances scientifiques, les méthodes scientifiques, la vérité, l'objectivité, la neutralité de la science et des scientifiques, etc.). Les questions ont touché les résultats produits par la science et l'activité scientifique. Notons que le discours des enseignants a été reproduit tel qu'il a été prononcé, sans aucune correction.

4. Résultats et analyses

4.1 Analyse des conceptions didactiques des enseignants

4.1.1 Conceptions sur la manière d'enseigner et d'apprendre les sciences, les rôles d'enseignant, d'élève...

- **La manière d'enseigner**

La première question posée par l'interviewer portait sur les conseils que chacun des enseignants interviewés pouvait lui donner pour qu'il puisse enseigner dans leurs classes. Le tableau suivant présente les éléments marquants qui se dégagent de l'analyse des réponses de chaque enseignant. Les éléments marquants représentent les idées fortes sur lesquelles s'articulent les réponses des professeurs. Nous avons essayé de n'exclure aucune idée forte qui apporte une réponse directe ou indirecte à la question posée.

Tableau 2 : Conseils des enseignants pour enseigner à leurs élèves

Enseignant	Éléments marquants
P1	Imposer la discipline et le silence absolu- Motiver les élèves.
P2	Faire les expériences, l'interprétation et la conclusion. Utiliser des situations-problèmes de notre vie courante.
P3	Savoir dominer et maîtriser la classe. La discipline avant tout. Laisser les élèves travailler pendant les séances de TP. Vérifier si les élèves ont compris le cours de l'enseignant en faisant des applications directes qui ne présentent aucune difficulté.
P4	L'élève doit respecter son professeur. Imposer le calme et la discipline. Être vigilant envers les élèves qui veulent semer l'anarchie dans la classe. Bien préparer son cours, ce qu'il doit dire, ses expériences et ses exercices.
P5	Le temps prescrit par le programme est insuffisant. les élèves ont des problèmes de compréhension surtout à cause du langage. Il faut prendre tout votre temps et faire des exercices même s'il est interdit en première année d'en faire.

Les réponses obtenues font apparaître des points communs entre les enseignants mais permettent de pointer quelques distinctions. Trois enseignants (P1, P3 et P4) centrent leurs propos sur la conduite de la classe, notamment les conditions de travail, la nécessité d'avoir le calme, de travailler dans le respect mutuel, etc. Pour quatre enseignants (P1, P2, P3 et P4), l'enseignant est l'unique source de savoir dans la classe ; lorsqu'il fait son cours, les élèves doivent écouter, prendre des notes et comprendre ce qu'il dit et ce qu'il expose. Nous sommes bien dans une perspective transmissive dans laquelle l'enseignant est l'émetteur et l'élève le récepteur. Les discours de ces quatre enseignants sont bien centrés sur l'enseignement et non pas sur l'apprentissage des élèves. Ainsi, l'enseignant doit « imposer la discipline, le calme et le silence absolus et doit dominer et maîtriser sa classe ». Dans ces rapports, l'enseignement est subi par les élèves et l'apprentissage relève des obligations attachées au statut de l'élève. De fait, l'enseignant n'a d'obligation que celle de clarifier et d'explicitier son propos.

L'enseignant (P5) s'occupe des difficultés rencontrées par les élèves et essaie de les référer à des obstacles inhérents à l'apprentissage. Ainsi, il travaille sur la nature des obstacles qui est liée d'une part au niveau de maîtrise langagière des élèves qui suivent un enseignement dans une langue qu'ils maîtrisent mal et ne comprennent pas parfaitement, d'autre part à l'organisation curriculaire des programmes et aux instructions officielles qui laissent peu de temps pour la construction des apprentissages par les élèves, notamment en rendant très difficile, voire impossible, la réalisation d'exercices. Cet enseignant conseille « d'aller lentement avec ces petits ».

• **Un « bon enseignant »**

Le tableau 3 réunit les éléments marquants qui se dégagent de l'analyse des différentes réponses relatives à un ensemble de questions qui se rapportent à leur conception de ce qu'est, selon eux, un « bon enseignant » :

Tableau 3 : Conception du « bon enseignant »

Enseignant	Éléments marquants
P1	L'important est que la majorité de la classe saisisse ce qu'il faut saisir. Introduire les concepts d'une façon logique, un à un, du plus simple au plus complexe. Aller à l'essentiel.
P2	Il faut qu'il soit capable de bien faire parvenir les informations à l'élève. Introduire les concepts d'une façon logique, un à un, du plus simple au plus complexe. Aller à l'essentiel.
P3	Savoir surveiller les élèves pour éviter le copiage. Le cours doit être simplifié et clair. Introduire les concepts d'une façon logique, un à un, du plus simple au plus complexe.
P4	Il doit préparer son cours, exposer clairement ses concepts et faire régner la discipline absolue en classe.
P5	Un bon enseignant doit se mettre à la place des élèves ...et doit être formé.

Les réponses des quatre enseignants (P1, P2, P3 et P4) confirment les résultats de la première question. Un « *bon enseignant* » est celui « *qui sait transmettre les concepts physiques clairement à ses élèves* ». Pour le cinquième enseignant, un « *bon enseignant* » est « *un enseignant qui se met à la place des élèves* », c'est aussi un enseignant bien formé. Dans une formation qui ne se réduit pas aux seules connaissances scientifiques mais qui s'appuie sur d'autres champs telles que la didactique des sciences physiques et/ou les sciences de l'éducation...

• Un « *bon élève* »¹

La suite des interviews portait sur ce qu'était, selon eux, un « *bon élève* ». Les éléments marquants relatifs à la question sont réunis dans le tableau 4.

Tableau 4 : Conception du « bon élève »

Enseignant	Éléments marquants
P1	Un bon élève est un élève qui fait un effort pour trouver la solution à une situation-problème.
P2	Comprendre les phénomènes physiques.
P3	L'élève doit aimer les sciences physiques. Il doit participer en classe, il ne doit rien laisser passer en classe. Assimiler ce que dit l'enseignant.
P4	Assimiler ce que dit l'enseignant.
P5	Un bon élève est celui qui peut utiliser ses connaissances dans de nouvelles situations.

Les réponses formulées par les quatre enseignants (P1, P2, P3 et P4), mettent en avant la nécessité pour l'élève d'assimiler ce que dit l'enseignant. Un « *bon élève* » doit apprendre son cours et réviser les exercices/problèmes faits en classe, comme l'indique clairement par exemple l'enseignant (P4).

I : Comment les élèves doivent apprendre les sciences physiques ?
Qu'est-ce qu'un bon élève ?

P4 : le problème de plusieurs élèves c'est qu'ils ne comprennent pas en classe car ils ne suivent pas leur professeur et puis ils essaient de faire le maximum d'exercices et ça ne leur sert à rien car la majorité prend en fin de compte des mauvaises notes. L'important pour les élèves est qu'ils comprennent en classe leurs cours et leurs TP et de suivre ce que dit leur professeur ; une autre chose qui est importante : les élèves doivent réviser leurs cours, leurs exercices qui ont été corrigés en classe avant de venir en classe, après s'ils veulent ajouter d'autres exercices (.../...) tant mieux.

(1) Dans les réponses des enseignants, nous avons utilisé les symboles suivants : un silence : (.../...); un long silence : (...//...); échange, expression ou mot en arabe : [expression en arabe traduite en français par l'auteur]; I : Intervieweur ; P1 : enseignant 1.

Ces réponses mettent en avant la mémorisation des connaissances exposées par l'enseignant mais également la mémorisation des expériences et des exercices faits en classe.

Pour l'enseignant (P5), un « *bon élève* » est celui qui raisonne, qui applique ses connaissances dans de nouveaux contextes ou situations et ne se limite pas à répéter ce qu'on lui enseigne en classe.

I : En fin de compte, qu'est-ce qu'un bon élève ?

P5: Un bon élève, c'est celui [qui peut utiliser ses connaissances en d'autres choses ou en d'autres] situations [qu'il n'a pas vues auparavant] (.../...) [donc ce n'est pas l'élève qui répète ce qu'on lui a dit mais qui sait raisonner, appliquer ses connaissances dans d'autres] contextes (.../...) [ou] situations.

• Rôle de l'hypothèse

Le tableau 5 montre que ces cinq enseignants n'émettent pratiquement pas d'hypothèses.

Tableau 5 : Idées fortes concernant l'émission d'hypothèses

Enseignant	Éléments marquants et réactions des enseignants
P1	Cet enseignant émet des hypothèses lorsqu'il y a une situation qui n'est pas claire. Les vérifications des hypothèses se font en TP. Pour autant, il n'est pas capable de donner un exemple.
P2	Il n'a pas compris la question. Il dit qu'il n'émet pas d'hypothèses.
P3	Il n'a pas compris le mot hypothèse...il n'émet jamais d'hypothèses en classe.
P4	Il n'a pas compris le mot hypothèse.
P5	Il ne fait pas d'hypothèse car les professeurs ne font jamais ceci. En plus, la conception même des TP ne le permet pas. Pour faire des hypothèses, il faut plus de temps. il est d'accord pour l'utilisation des hypothèses et de situations-problèmes.

Trois enseignants (P2, P3 et P4) n'ont pas compris la question car ils ne connaissent pas le sens du mot « *hypothèse* ». L'enseignant P1 a affirmé qu'il émettait des hypothèses en classe mais il a été incapable de donner un exemple. Ceci n'est-il pas dû au fait que les enseignants considèrent que les connaissances scientifiques enseignées sont des vérités incontestables ? Donc, ils n'ont pas besoin de vérifier des vérités. Dans cette perspective, l'important pour les élèves est d'accéder aux vérités par le discours, par l'exposé, par la démonstration et par l'expérimentation. Le rôle de l'enseignant est donc de présenter les connaissances comme une suite de propositions vraies, de telle façon qu'au terme de la transmission, l'élève ne puisse pas ne pas reconnaître comme une évidence le savoir auquel on aboutit.

L'enseignant (P5) dit qu'il est d'accord pour l'utilisation des hypothèses et des situations-problèmes, mais il indique que ses pratiques de classe ne sont pas nécessairement conformes à ses conceptions.

I : Une bonne expérience de TP doit-elle être conduite selon les étapes suivantes : observations, interprétation, conclusion ?

P 5 : Parfois oui, on y est obligé.

I : C'est de l'inductivisme.

P 5 : Il y a les contraintes de l'enseignement ? , Oussama, (.../...) les programmes, l'inspecteur, ainsi de suite. Je ne suis pas convaincu mais je suis obligé de le faire.

I : Croyez-vous que le rôle de l'expérience est principalement de mettre en évidence et d'établir une loi ou une connaissance physique ?

P 5: Non, je ne suis pas convaincu de ça, mais je le fais parfois, parce que je suis obligé.

Il évoque, notamment, les facteurs institutionnels qui vont à l'encontre de la mise en œuvre de telles approches.

• Et le débat scientifique

Qu'ils envisagent un débat scientifique entre l'enseignant et les élèves ou entre les élèves eux-mêmes, les deux autres enseignants P3 et P4 refusent d'ouvrir ce genre de débat. Ils considèrent le débat scientifique comme une perte de temps et du bavardage puisque c'est l'enseignant qui détient la seule vérité scientifique et qu'il doit la transmettre aux élèves...

I : Est-ce que vous permettez, en classe un débat (scientifique) entre vous et les élèves ?

P4 : Oui, lorsqu'un élève me pose une question, je lui réponds.

I : (/) D'accord, est-ce que vous permettez, en classe un débat scientifique entre les élèves ?

P4 : [Elle rit] Non.

I : Pourquoi riez-vous ?

P4 : Ça sera du bavardage, c'est tout. Vous croyez qu'ils vont discuter entre eux de la science ? Non, non.

• Des exercices, des problèmes

Le tableau 6 résume les éléments marquants évoqués par les enseignants concernant le rôle du cours et du problème dans l'enseignement des sciences physiques.

Tableau 6 : Rôles du cours et du problème dans l'enseignement des sciences physiques

Enseignant	Éléments marquants
P1	Le cours c'est tout. Il est plus important. Les exercices c'est pour évaluer les élèves.
P2	Le cours est primordial. Les exercices c'est pour évaluer les élèves.
P3	Le cours est plus important.
P4	Le cours est plus important. Les exercices c'est pour évaluer les élèves.
P5	Le cours est intéressant. Il faut transmettre, on n'a pas le choix. Le temps, les programmes chargés imposent à l'enseignant de transmettre les connaissances au lieu de laisser les élèves les construire.

D'après ce tableau, il nous apparaît une idée principale : « *le cours est plus important que les exercices* ». D'ailleurs, les enseignants (P2) et (P3) affirment même que le cours est suffisant pour apprendre les sciences physiques (Tableau 7).

Tableau 7 : importance du cours

Enseignant	Éléments marquants
P1	Le cours est nécessaire mais il est vraiment insuffisant. Les exercices sont nécessaires, pour voir si l'élève a assimilé quelque chose.
P2	Le cours est suffisant. Pour un élève qui a bien compris le cours, les exercices ne sont pas nécessaires.
P3	Le cours et le TP sont suffisants. Pour un élève qui a bien compris le cours, les exercices ne sont pas nécessaires ; mais les exercices sont faits pour savoir si les élèves ont compris le cours.
P4	Pour un élève qui a bien compris le cours, les exercices ne sont pas nécessaires mais dans ce cas, on ne peut pas savoir si l'élève a compris ou non.
P5	Non, il faut diversifier les exercices. Oui, les exercices sont nécessaires car on ne peut pas savoir si l'élève a compris ou non.

L'exercice/problemé n'est pas considéré comme outil d'apprentissage mais plutôt comme outil d'évaluation. Les rôles respectifs de l'enseignant et de l'élève s'organisent, dans les réponses des cinq enseignants (P1, P2, P3, P4 et P5), selon un schéma traditionnel dans lequel l'enseignant apporte les connaissances et les transmet dans son cours à des élèves qui prennent des notes, apprennent par répétition et comprennent les sciences physiques grâce à l'articulation entre ce qu'ils apprennent et les applications numériques sur lesquelles ils s'exercent. Pour autant, les contraintes de temps, renforcées par les instructions officielles véhiculées par les inspecteurs, conduisent les enseignants à ne consacrer que peu de temps à la correction des exercices ; ce ne sont généralement qu'un ou deux exercices qui sont corrigés.

I : Comment introduisez-vous les exercices de physique en classe ?

P4 : À la fin de chaque paragraphe ou chaque leçon.

I : À la fin de chaque paragraphe ? Ou à la fin de chaque leçon ?

P4 : Ça dépend, lorsque je peux faire un petit exercice, je le fais.

I : Lorsque vous avez une nouvelle loi, par exemple ?

P4 : Oui, s'il y a possibilité de faire une application sur une loi avec d'autres petites questions, je le fais.

I : Quels rôles attribuez-vous aux problèmes ou aux exercices de physique ?

P4 : (...//...) C'est pour contrôler les élèves et voir s'ils ont compris ou non.

Une telle organisation montre bien le statut subalterne de l'exercice. Nous sommes toujours dans la logique selon laquelle l'important est de mémoriser la loi. La preuve de cette mémorisation réside dans l'aptitude à réaliser les exercices d'application numérique relatifs à la loi scientifique ainsi étudiée. Cette approche renforce le statut d'émetteur de savoirs pour l'enseignant et minore complètement son rôle d'organisateur des situations d'apprentissage, voire de facilitateur de ces apprentissages.

Ainsi, c'est l'objectif même du processus d'enseignement et d'apprentissage des sciences qui est subtilement modifié. D'une part, l'objectif est la mémorisation de la loi scientifique qui formalise la connaissance scientifique. D'autre part, la preuve de cet acquis repose sur la capacité de l'élève à produire une solution numérique unique à un exercice d'application donné. Dans cette perspective, l'exercice n'a plus qu'une fonction d'entraînement dans la perspective d'évaluation de l'élève, évaluation qui est censée rendre compte de son niveau d'acquisition obtenu par mémorisation et répétition. Pour s'assurer d'une répartition équilibrée de ses élèves dans l'échelle des notes, l'enseignant va graduer les difficultés rencontrées par les élèves dans les exercices d'application. Tout se passe comme si les élèves devaient surmonter un certain nombre de difficultés identifiées par l'enseignant et dont il gradue l'importance et la fréquence dans l'énoncé des exercices et dans les dispositifs d'aide qu'il met en œuvre. Cet aplanissement des difficultés a pour conséquence une plus grande artificialisation des énoncés en éliminant systématiquement les obstacles et donc en excluant tout aspect problématique. L'énoncé ainsi formulé enferme l'élève dans une logique de production de réponses stéréotypées qui découlent de manière plus ou moins explicite de questions simplificatrices et qui inhibent toute possibilité de confrontation de l'élève à des obstacles identifiés. Cette absence de confrontation empêche l'élève d'apprendre car elle le dispense de comprendre. In fine, le problème ainsi posé se réduit à une collection d'exercices d'application qui sont associés ensemble de manière très artificielle et uniquement par les contextes.

Autrement-dit, ce n'est pas le problème à résoudre qui organise l'énoncé mais le lien contextuel qui relie les différents exercices ; c'est ce dont témoignent les différents extraits ci-dessous.

I : Est-ce qu'il y a une différence pour vous, entre exercice et problème de physique ?

P3 : Est-ce qu'on donne un problème aux élèves de première année ? On ne donne pas des problèmes aux élèves de première année.

I : Vous ne donnez que des exercices.

P3 : Oui.

I : Oui, mais quelle est la différence pour vous entre un exercice et un problème ?

P3 : Un problème permet de tester un élève sur plusieurs choses (/) et même si je donne un problème, j'essaie que les questions soient indépendantes.

I : Un problème n'est-il pas un ensemble d'exercices ?

P3 : Voilà, un problème est un ensemble d'exercices ; mais il ne faut pas donner une question où l'on doit calculer une valeur numérique qu'il doit utiliser, par la suite, dans une autre question ; parce que cette valeur numérique si elle est fautive, elle va gêner l'élève.

I : Et vous ne donnez un problème que pour les élèves de terminale...

P3 : Pour les élèves de terminale, il faut que les questions soient indépendantes.

Un niveau de difficulté considéré comme majeur est l'interdépendance entre les questions, c'est-à-dire lorsque les données nécessaires pour répondre à une question résultent de la réponse à une question précédente. L'ordre et la formulation des questions constituent un cadre de guidage de l'action des élèves pour les accompagner dans leur progression vers l'ensemble des solutions à chacune des questions posées tout au long de l'énoncé du problème. Il y a un savant dosage entre l'articulation des questions, leur formulation et les éléments de guidage qui permettent d'obtenir la bonne réponse à chacune des questions et cela dans l'ordre même de ces questions.

Enfin, un « *bon exercice* » est avant tout une question qui permet de manipuler des formules algébriques, des données numériques et dont la solution est une valeur numérique unique. L'extrait de dialogue suivant montre les réactions d'un enseignant à qui l'on soumet un problème sans donnée :

I : Que pensez-vous de l'exercice 2 ?

P3 : (L'enseignant lit le problème : « Ma chandelle est morte. Mon ami Pierrot me prête une ampoule et une pile. Suis-je sûr de pouvoir m'éclairer ? » (Boilevin & Dumas-Carré, 2001). Il rit et me fait un signe avec la main pour me dire c'est quoi ceci ?)

I : Ce n'est pas un exercice ?

P3 : Oui.

I : Alors c'est quoi ?

P3 : C'est du n'importe quoi.

I : Donc vous ne le donnez jamais à vos élèves.

P3 : Je donne quoi ? (Il relit le problème et éclate de rire) c'est quoi ça ? Mon ami Pierrot (elle éclate de rire à nouveau).

I : C'est comme la chanson...

P3 : (Il relit le problème) mais c'est normal avec une pile et une ampoule d'éclairer...

I : C'est normal ! Toujours ?

P3 : Mais une pile elle est capable d'allumer une lampe...

I : (l'interviewer fait un signe de la main pour lui dire non) Lisez l'exercice de nouveau

P3 : Une pile et une lampe [elle relit le problème] (...//...) mais ce n'est pas clair, ici (...//...) non, non, [même l'élève sera bloqué].

I : Donc vous ne donnez jamais ce type d'exercice...

P3 : (L'enseignant fait un signe pour dire non.)

I : D'accord, Lequel préférez-vous donner à vos élèves, le 1 ou le 2 ?

P3 : le 1, comme application directe.

Une spécificité des enseignants tunisiens est le refus du recours aux problèmes. Ceci n'est pas dû seulement aux instructions des inspecteurs, mais au fait que le problème n'a pas la même signification et le même statut dans les sociétés occidentales et arabes.

Le traitement du problème définit le paradigme de la pensée occidentale (Fabre, 1999). Le « paradigme de résolution de problème » est très prégnant dans le monde occidental, mais quasiment absent dans nos sociétés arabes. Le problème dans la culture arabe ancienne *Mouchkila* ou *Mouchkil* est synonyme d'ambiguïté et de confusion. Quant à *Khadhia* (employé actuellement dans le sens de « problème »), ce mot était synonyme d'un jugement, mais désigne aussi actuellement une affaire judiciaire. Alors que *Mou'dhilaa*

désigne une grande difficulté insoluble ; c'est ce dernier sens que l'on trouve actuellement dans la population tunisienne (Ouarda, 2001). Alors, faut-il éviter les problèmes ?

C'est ainsi que lorsque j'ai demandé à un enseignant pourquoi il ne fait pas de problèmes avec les élèves, il m'a répondu ; est-ce que vous voulez me faire des problèmes avec les parents et l'inspecteur ?

Pour certains enseignants, un exercice qui ne comporte pas de valeurs numériques et de formules n'est pas un exercice. Pour autant, cet aspect formaliste de l'exercice est minoré par quelques enseignants qui déclarent « qu'il faut s'intéresser aux phénomènes aux dépens du formalisme mathématique ». Leur conception en la matière articule formalisme et phénoménalisme.

Notons que le cinquième enseignant fait référence à l'apprentissage. De même, l'idée que les élèves puissent conduire des activités d'exploration et de découverte apparaît dans les réponses de deux enseignants (P1 et P5). Ce dernier s'éloigne des modèles canoniques usuels en imaginant des situations différentes.

4.1.2 Conceptions des processus d'enseignement et d'apprentissage

En fonction de cet ensemble de réponses, nous pouvons tracer les contours des conceptions des enseignants tunisiens interviewés en matière de processus d'enseignement et d'apprentissage en sciences physiques.

D'une manière globale, les enseignants interviewés développent et étayent une conception traditionnelle des processus d'enseignement et d'apprentissage. L'enseignant transmet les connaissances aux élèves qui doivent les assimiler. La transmission doit être progressive et claire ; les élèves sont évalués sur ce qu'ils retiennent de ces connaissances.

On est très loin d'un modèle béhavioriste, de type pédagogie par objectif par exemple, qui a dépassé ce stade d'exposition, mémorisation et restitution des savoirs mais un tel modèle reste très prégnant en Tunisie. En Tunisie, ces approches béhavioristes restent associées à un modèle d'enseignement traditionnel, au sens historique du terme, qui est essentiellement transmissif.

Pour les enseignants (P1, P2, P3 et P4), l'exercice doit permettre d'apprécier le niveau de compréhension des élèves. Cette compréhension doit être entendue comme la capacité de l'élève à utiliser la formalisation algébrique de la loi scientifique étudiée dans des applications numériques. Ce niveau de formalisation induit un formalisme des exercices qui doivent reposer sur des manipulations de formules mathématiques conduisant à une seule et unique solution à partir des données fournies. Pour cela, les enseignants vont, de manière implicite, transformer les énoncés afin de contraindre les exercices dans ce cadre. Pour autant, l'essentiel de l'activité des élèves doit être centré

sur les phénomènes scientifiques à étudier. Donc les difficultés liées aux manipulations mathématiques doivent être aplanies autant que possible. Ainsi, pour éviter cet écueil, l'enseignant va développer des dispositifs guidant les élèves tout au long du processus de résolution. De ce fait, ce qui distingue un exercice d'un problème c'est sa longueur. Un problème est une collection d'exercices ordonnés selon une logique linéaire. Cette linéarité se retrouve dans la relation entre l'enseignement et l'apprentissage des sciences qui reste une relation émetteur (l'enseignant) récepteur (l'élève). Il est très difficile pour ces enseignants d'imaginer d'autres organisations qui ne suivraient pas cette linéarité, qui permettraient de proposer des dispositifs de confrontation à des obstacles liés à la structure des connaissances scientifiques ou à leur mode d'élaboration.

Quant à l'enseignant (P5), il envisage d'autres possibilités. Ainsi, il imagine des situations d'évaluation qui ne portent pas directement sur les résultats du cours mais sur des situations différentes de celles évoquées pendant le cours. Cette position s'appuie sur une conception différente de l'usage du problème et donc de son statut. Le problème doit être à l'origine de l'apprentissage des sciences physiques. Pour les élèves, il s'agit de décrire le problème qui leur est soumis ; la mise en œuvre d'une stratégie de résolution rend saillants les obstacles, doit leur permettre d'apprécier les connaissances nécessaires pour le résoudre et donc in fine de construire ces connaissances. Un tel processus est présenté comme plus performant dès lors qu'il est pris en charge par des groupes d'élèves qui fonctionnent en situation de confrontation entre pairs.

4.2 Conceptions épistémologiques sur les sciences physiques

Les réponses majoritaires des enseignants interviewés font largement référence à un réalisme et à un inductivisme naïfs. La science est envisagée comme le reflet du monde réel, régi par des « lois naturelles » qui, une fois qu'elles sont découvertes, deviennent les « lois scientifiques ». Les réponses de l'enseignant (P2) illustrent cela.

I : Qu'est-ce que la science ?

P2 : La science (.../...) la loi (.../...) c'est la vérité, la réalité.

I : Comment produit-on la connaissance scientifique ?

P2 : Il faut observer, faire l'expérience puis faire l'interprétation.

La science se construit à partir de faits observés (Mathy, 1997 ; Smith et Anderson, 1984). Le savoir scientifique, pour ces enseignants, résulte de cette observation et de cette élaboration minutieuse du scientifique. De ce point de vue, l'acte scientifique n'est pas considéré comme une invention collective et standardisée, il s'agit plutôt d'un acte individuel d'esprit hors

du commun, d'homme doté d'une intelligence supérieure. Pour produire des théories vraies, les savants doivent décrire correctement le monde réel. Ainsi, dans cette perspective, le chercheur doit être honnête, objectif et neutre (Carvalho & Gil-Perez, 1997-1998 ; Guilbert et Meloche, 1993). La production de connaissances scientifiques se fait en dehors de tout contexte social, culturel, politique et hors de toute pression économique. En ce sens, pour ces enseignants, la connaissance scientifique prend un statut de vérité absolue, éternelle, universelle, d'essence quasiment divine, comme en témoignent, par exemple, les réponses de l'enseignant (P2).

I : Partagez-vous l'idée qui dit : puisque toutes les observations sont empreintes de subjectivité, ainsi que les théories et les modèles scientifiques ; elles sont équivalentes et nous pouvons choisir arbitrairement celle que nous voulons ?

P2 : Non, je ne suis pas d'accord avec cette idée.

I : Si l'observation est nécessairement subjective et qu'elle est influencée par plusieurs facteurs (sociaux, économiques, politiques...), la connaissance scientifique, dans ce cas, est-elle vraie ?

P2 : Non.

I : Est-ce qu'il y a une vérité scientifique universelle ?

P2 : Oui, la vérité est universelle.

I : La vérité n'est-elle pas relative à un individu ou à un groupe social ?

P2 : Non (.../...) pour nous les musulmans, il y a une seule vérité qui est faite par Dieu.

I : Certains affirment que les connaissances scientifiques ne rendent pas compte de la réalité et que les données sensorielles ne sont pas les principales sources du savoir. Les connaissances scientifiques sont un produit de l'esprit humain, générées au moyen de la logique et de la rigueur. Qu'en pensez-vous ?

P2 : Je ne suis pas d'accord.

I : Ne croyez-vous pas que seule la raison peut nous faire accéder aux vérités scientifiques ?

P2 : [Non, les vérités scientifiques sont générées par l'observation et les expériences].

Les progrès de la science ne font que compléter cette vérité et la rendre de plus en plus indiscutable. De fait, une telle conception de la science, telle qu'elle s'exprime ici, conduit à privilégier un point de vue scientiste (Nadeau et Désautels, 1984 ; Robardet et Vérin, 1998) et déterministe. La science est une activité qui ne peut pas être mise en question. Les lois scientifiques sont invariables et les phénomènes régis par ces lois relèvent d'un déterminisme absolu.

Une spécificité chez certains enseignants tunisiens est qu'ils expriment des conceptions qui confèrent une dimension théologique à la science, conceptions qui ne sont pas très éloignées d'une vision absolutiste et radicale.

Plus globalement, les enseignants expriment une conception du progrès de la science selon des logiques internes, cumulatives et linéaires (Simard, 2002).

Dans cette logique, le développement de la science repose sur une accumulation permanente. Il y a ajout continu de nouvelles connaissances scientifiques qui ont une plus ou moins grande valeur explicative.

I : D'accord, pouvez-vous commenter cette citation : « La connaissance scientifique est objective et neutre. Au cours de l'histoire, elle ne fait que s'accumuler progressivement, donnant à l'humanité des vérités définitives et absolues. En effet, l'évolution de la science a accumulé une masse importante de vérités scientifiques (théories, lois, ...). Cependant, l'humanité doit se servir de la science pour résoudre ses problèmes et non pas pour faire la guerre ».

P2 : Oui, je suis d'accord.

Une telle logique n'est pas prise en défaut par la production de nouvelles connaissances qui sont encore en débat dans la communauté scientifique. Elles deviennent vraies, puisque de toute manière, les scientifiques découvriront les lois universelles (divines ?) qui régissent les phénomènes observés. La dimension théologique reprend d'ailleurs à son compte cette linéarité du progrès par l'affirmation de la place essentielle des savants qui construisent l'histoire glorieuse de la science ; ce passé est le meilleur garant des progrès à venir : Dieu pourvoira à cela en envoyant d'autres savants comme Newton et Einstein !

De telles affirmations univoques sont portées par les enseignants (P2, P3 et P4). L'enseignant (P1) montre une vision plus modérée d'une approche inductivo-réaliste.

I : Donc, pour vous, à partir d'observations et d'expérimentations, on peut découvrir les lois scientifiques et élaborer les lois et les théories scientifiques

P1 : Oui, oui, c'est ça.

I : Pensez-vous que l'observation du scientifique doit être objective et neutre ?

P1 : (.../...) Parce que la notion de neutralité et d'objectivité est une notion floue, elle a un caractère relatif donc, on ne peut pas parler d'objectivité et de neutralité... eh...

I : Certains pensent qu'il n'y a pas d'observation neutre et objective. L'observation est toujours influencée par le chercheur, ses théories, ses croyan-

ces personnelles, la société dans laquelle il vit. En plus, une théorie scientifique est toujours liée aux contextes sociaux, historiques, économiques et politiques,...dans laquelle elle est née. Que pensez-vous ?

P1 : Oui, tout à fait exact.

I : Mais, vous avez affirmé précédemment que les observations des scientifiques sont objectives et neutres...

P1 : Tout dépend du cas, si on prend le cas de notre conception de l'univers et comment on voit la naissance de l'univers, elle dépend d'un scientifique à un autre.

L'enseignant (P5) est le seul à émettre des réserves importantes, voire des critiques fondées, sur de telles approches.

I : Pensez-vous que les sciences physiques sont élaborées à partir d'observations et d'expérimentations ?

P5: Non...

I : Si l'observation du chercheur n'est pas objective et neutre, les théories et les lois élaborées par ce scientifique, pourraient-elles être vraies ?

P5 : On ne peut pas dire vraie (.../...) vraie (...//...).

I : Alors qu'est-ce qu'on peut dire ?

P5 : On peut dire pertinente (/) dans un cadre bien déterminé (/) on peut dire adéquate, mais on ne peut pas dire qu'elle est vraie.

I : D'accord, certains pensent qu'il n'y a pas d'observation neutre et objective. L'observation est toujours influencée par le chercheur, ses théories, ses croyances personnelles et la société dans laquelle il vit. En plus, une théorie scientifique est toujours liée aux contextes sociaux, historiques, économiques et politiques,...dans lesquels elle est née. Que pensez-vous ?

P 5 : Oui, je suis d'accord.

Les enseignants (P2, P3 et P4) survalorisent l'approche inductive comme la seule méthode scientifique garante d'une connaissance scientifique qui est une vérité absolue et universelle. Les lois et les théories scientifiques apparaissent comme une fidèle description du réel. La loi existe de manière immanente ; les scientifiques ne font que la découvrir, comme nous l'indique l'enseignant (P4).

I : D'accord, on passe à un autre genre de questions qui concernent la science et les sciences physiques d'une façon générales. Pour vous, qu'est-ce que la science ?

P 4 : La science (.../...) le but de la science (.../...) des sciences physiques, par exemple, c'est de trouver les lois de la nature.

I : Donc, il y a des lois de la nature que les scientifiques doivent découvrir.

P 4 : (.../...) c'est exact.

I : Comment la connaissance scientifique est produite ?

P 4 : En observant et en faisant des expériences...

I : Est-ce qu'il y a une vérité scientifique universelle ? La vérité n'est-elle pas relative à un individu ou à un groupe social ?

P 4 : Oui, la vérité scientifique est universelle, elle n'est pas relative à (.../...)

I : Un individu ou un groupe social.

P 4 : Oui, c'est ça...

I : Certains affirment que les connaissances scientifiques ne rendent pas compte de la réalité et que les données sensorielles ne sont pas les principales sources du savoir. Les connaissances scientifiques sont un produit de l'esprit humain, générées au moyen de la logique et de la rigueur. Que pensez-vous ?

P 4 : Non ! Non !

I : Pourquoi ?

P 4 : Les connaissances scientifiques sont issues de la réalité.

I : Ne croyez-vous pas que seule la raison peut nous faire accéder aux vérités scientifiques ?

P 4 : Non, ce n'est pas suffisant (/) en science, il faut expérimenter et observer, obtenir des résultats et puis, vient le rôle de la raison pour découvrir la loi.

De tels propos sont significatifs d'une conception empreinte de naïveté mais aussi formalisée dans un évident radicalisme ; dans cette perspective, la science porterait en elle intrinsèquement et structurellement tout le potentiel des connaissances humaines que le scientifique doit découvrir. Un tel point de vue confère à la science une dimension quasiment mystique et place l'enseignant de science dans le rôle de celui qui est chargé de rendre accessible cette vérité au commun des mortels. Si l'enseignant est institué en sorte de prêtre, le scientifique serait, dans ce schéma là, un être neutre et objectif chargé de révéler la vérité. D'une certaine manière, l'institution de la science dans une sorte de religion avec des révélateurs de vérité (les scientifiques) et des transmetteurs de cette vérité (les enseignants) est une manière pour ces enseignants d'organiser leur contradiction entre traditionalisme arabo-musulman et modernisme positivo-réaliste. Pour eux, la science est asociale et atemporelle.

I : Certains pensent qu'il n'y a pas d'observation neutre et objective. L'observation est toujours influencée par le chercheur, ses théories, ses croyances personnelles, la société dans laquelle il vit. En plus, une théorie scientifique est toujours liée aux contextes sociaux, historiques, économiques et politiques... dans lesquels elle est née. Qu'en pensez-vous ?

P 4 : Non, je ne suis pas d'accord. La preuve, c'est qu'on trouve maintenant les mêmes résultats que Newton ou Maxwell.

I : D'accord, Pour vous est-ce que la science a une portée universelle, indépendante des contextes historiques, culturels, politiques, économiques et sociaux ?

P 4 : (.../...) Oui, c'est ça...

I : Croyez-vous que la science est une activité qui ne peut pas être mise en question car seule la science peut nous assurer une conception juste, vraie, neutre et objective de quoi que ce soit ?

P4 : Oui.

I : Les lois scientifiques, sont-elles invariables ?

P 4 : Oui.

I : Permettent-elles la prédiction des phénomènes ?

P 4 : Oui.

En ce sens, il y a une distinction de fond avec l'approche inductive proposée par Auguste Comte : l'hypothèse ne fait pas partie des références de ces enseignants qui en contestent l'utilité même, certains n'en comprennent pas le sens.

I : Quel est le rôle de l'hypothèse dans l'élaboration des lois et des théories physiques ?

P3 : L'hypothèse aide (.../...) mais je n'ai pas bien compris

I : (L'interviewer explique le mot hypothèse en arabe)

P3 : Donc, on va procéder par élimination.

I : Possible.

P3 : Oui, ça peut aider.

I : Quel est le rôle de l'hypothèse dans l'élaboration des lois et des théories physiques ?

P2 : [Non], l'hypothèse [n'a pas d'influence] sur l'élaboration des lois et des théories scientifiques. Les scientifiques vérifient leurs hypothèses mais par l'observation et les expériences.

I : Donc, le principal c'est l'observation et les expériences, ce n'est pas l'hypothèse

P2 : Oui, bien sûr ; l'hypothèse [aide le scientifique, c'est tout]. L'élaboration des lois et des théories scientifiques se fait par l'observation et les expériences.

Nier ainsi le rôle de l'hypothèse revient à nier l'idée même que la science est une construction humaine. Pour eux, la science est une activité privilégiée qui ne prête pas à la critique. Pour étayer cette idée, leurs arguments reprennent le modèle explicatif traditionnel selon lequel la méthode scientifique permet d'accéder à une vision du monde juste et définitive. Les connaissances ainsi découvertes sont vraies, neutres et objectives. Les lois scientifiques sont universelles et éternelles. Dès lors que nous connaissons l'ensemble des conditions, nous pouvons prédire un phénomène (ou un événement). Plus globalement, considérant que tous les phénomènes sont liés les uns aux autres, il suffirait de connaître complètement l'état de l'Univers à un moment donné pour pouvoir en prédire exactement tous ses états futurs.

I : Croyez-vous que la science est une activité qui ne peut pas être mise en question car seule la science peut nous assurer une conception juste, vraie, neutre et objective de quoi que ce soit ?

P4 : Oui...

I : Les lois scientifiques sont-elles invariables ?

P4 : Oui.

I : Permettent-elles la prédiction des phénomènes ?

P4 : Oui.

I : Les phénomènes régis par ces lois sont-ils liés à un déterminisme nécessaire et absolu ? En d'autres termes, en utilisant une loi, pourra-t-on absolument connaître l'ensemble des conditions nécessaires pour qu'un phénomène se produise ?

P4: Oui, je le crois.

De fait, de telles conceptions portent en elle la nécessité d'une approche cumulative des savoirs. Si nos connaissances scientifiques sont vraies, perpétuelles, non révisables, neutres et objectives, c'est qu'elles résultent du cumul des connaissances antérieures qui s'imbriquent les unes avec les autres, un peu à l'image d'un immense puzzle qui se construit progressivement, dévoilant peu à peu l'image globale. En ce sens, la linéarité de l'évolution ne peut connaître des crises ou des ruptures. Il faut toute l'intelligence (le génie) du scientifique pour observer avec attention chacune des pièces du puzzle pour lui trouver sa place exacte. Il n'y a pas de problèmes dans une telle approche.

L'enseignant (P1) exprime une position inductivo-réaliste plus modérée qui se distingue de celle de ses trois collègues sur les points suivants :

il ne partage pas totalement l'idée d'objectivité et de neutralité du scientifique,

le développement de la science résulte soit d'observations, soit de problèmes,

la science peut exister sans les grands scientifiques. D'autres personnes peuvent faire les mêmes découvertes qui résultent d'un processus de modélisation et non d'une volonté divine,

les connaissances scientifiques ne relèvent pas de la catégorie des vérités définitives et absolues ; la portée des lois scientifiques est variable dans le temps,

la science est considérée comme une activité qui peut être mise en question et peut être critiquée ; c'est d'ailleurs par la critique qu'elle progresse et se renforce,

la science est soumise à la pression des contextes sociaux, politiques, historiques qui introduisent une relativité des représentations théoriques et induisent une variabilité des connaissances scientifiques.

I : Pour vous, est-ce que la science a une portée universelle...

P1 : Oui.

I : Indépendante des contextes socio-historiques, culturels, politiques, économiques et sociaux ?

P1 : Ça peut influencer en quelque sorte.

I : Donc, elle a une portée universelle, par exemple la loi d'Ohm est universelle mais dans certains cas, les contextes historico-sociaux peuvent influencer...

P1 : Oui, c'est surtout dans le cas de l'astronomie.

L'enseignant (P5) exprime une position différente. Développant une approche constructiviste de l'enseignement des sciences, il émet des principes sur la construction des sciences qui démontrent un bon niveau de familiarité épistémologique d'une science qui est considérée comme une construction humaine, critiquable, avançant par modélisations successives, l'une pouvant confirmer ou infirmer les précédentes. Cet enseignant fait appel à un discours construit pour faire part de sa manière de voir les choses ; il prend soin de choisir ses mots et ses exemples.

I : Pouvez-vous commenter ce paragraphe : « La connaissance scientifique est objective et neutre. Au cours de l'histoire, elle ne fait que s'accumuler progressivement, donnant à l'humanité des vérités définitives et absolues... »

P5: Non, Non, il y a des ruptures donc, ils ne s'accumulent pas et puis il n'y a pas de vérités...

I : Contrairement à certains épistémologues et philosophes qui affirment que la science part d'observations, d'autres affirment que la science part de problèmes scientifiques et que sans ces problèmes, il n'y a pas de sciences. D'après vous, quelle est l'idée la plus fiable ?

P5: Les problèmes.

I : Les lois et les théories, sont-elles nécessairement dans la nature ? Ne sont-elles pas des constructions, des inventions collectives et standardisées de scientifiques ?

P5: Elles sont des constructions et des inventions collectives standardisées de scientifiques.

Pourtant, il exprime, malgré tout, quelques contradictions dans son point de vue sur la science. D'une part, il adopte par moments des postures proches de ses collègues en affirmant des principes d'universalité de la science qu'expriment les lois et les principes sur la réalité du monde. D'autre part, il dit explicitement qu'il adopte les positions épistémologiques de Popper. Or, nous savons que Popper défend une position réaliste stricte, c'est-à-dire une position qui affirme que notre connaissance vise l'existence d'une réalité extérieure à la conscience (ce qui ne veut pas dire que nous connaissons la chose en soi).

I : Est-ce qu'il y a une vérité scientifique universelle ?

P5 : Il y a des modèles universels, mais il n'y a pas des vérités universelles. Ce que je n'accepte pas c'est le terme de vérité...

I : Certains affirment que la science ne peut produire que des théories vraies car la connaissance scientifique est le reflet de la réalité. Celle-ci est gouvernée par un ensemble de lois de la nature découvertes par la méthode scientifique. Que pensez-vous ?

P5 : La science est tout d'abord falsifiable, donc (.../...) [c'est la première des choses] ; en plus, toujours le terme vérité n'est pas (.../...) adéquat.

I : Croyez-vous que la science soit une activité qui ne peut pas être mise en question...

P5 : Non, il faut qu'elle soit mise en question. La science est falsifiable.

I : Vous adoptez les positions épistémologiques de Popper. C'est ça ?

P5 : Oui...

I : Ne croyez-vous pas que seule la raison peut nous faire accéder aux vérités scientifiques ?

P5 : La raison peut nous faire accéder aux connaissances scientifiques mais pas aux vérités scientifiques (.../...) à des modèles qui essaient d'expliquer certaines choses dans la réalité.

Il semble bien qu'il y ait cohabitation d'un point de vue constructiviste de la science avec un autre réaliste. Cette contradiction dans le discours, explicitée d'ailleurs par l'enseignant lui-même qui distingue « ce qu'il dit » de « ce qu'il fait », ne semble pas lui poser problème puisque s'il y a désaccord entre sa pratique d'enseignant et son discours, la cause en est avant tout institutionnelle en ce que la tradition et la hiérarchie lui imposent. Pour autant, la confusion de point de vue sur la science montre à quel point le modèle inductivo-réaliste est prégnant. Une telle confusion interroge sur la formation des enseignants et sur la mise en œuvre d'une telle évolution de l'enseignement des sciences telle qu'elle est envisagée en Tunisie.

5. Conclusion

Les résultats obtenus à partir de nos entretiens montrent la prégnance des conceptions de ces enseignants tunisiens sur leur métier, la manière de l'exercer, leur référence épistémologique et la valeur qu'ils y portent. Ces conceptions forment un système conceptuel cohérent et dynamique bien que chacune prise isolément se révèle bien des fois en contradiction avec les autres. Fruits de l'intégration des influences parfois conflictuelles entre des registres différents, elles permettent à chacune des personnes interviewées d'exercer son métier d'enseignant. Ainsi, il ne s'agit pas d'une juxtaposition de conceptions indépendantes les unes des autres mais bien la construction d'un réseau d'interrelations, qui ne sont pas de simples relations de cohabitation entre différentes conceptions, mais qui relèvent de confrontations dialectiques complexes.

Ainsi, le système conceptuel de chacun de ces enseignants se caractérise par une approche de l'enseignement des sciences fondé sur l'absence d'émission d'hypothèses, l'inutilité d'organiser des débats scientifiques en classe entre enseignant-élèves ou élèves-élèves, sur la négation et la non-utilisation de situations scolaires recourant à de la résolution de problèmes ou encore le refus de développer la problématisation. De fait, ces enseignants seraient empreints d'une forme de réalisme théologique qui confère à l'enseignement des sciences des vertus explicatives quasi-religieuses.

Nous attribuons ces différences de conceptions à des différences structurales qui affectent les volets sociopolitiques, économiques, historiques et culturels.

Le système conceptuel des enseignants tunisiens favorise un enseignement des sciences de type « inductiviste-transmissif et cumulatif ». Ce modèle, le plus prégnant en matière de conceptions didactiques, se traduit par une simplification des tâches, un aplanissement des difficultés, une tendance à

utiliser des raisonnements et des activités algorithmiques (Ginestié, 1999 ; 2000). Il y a toujours guidage de l'action visant à organiser le raisonnement des élèves dans une logique qui leur est extérieure et laisse peu de place pour développer une dynamique d'apprentissage. Ce système conceptuel constitue un obstacle à la mise en place d'un enseignement des sciences au moyen de problèmes et à la mise en œuvre des nouveaux programmes. En effet, selon cette conception transmissive-progressive, majoritaire chez ces enseignants, c'est l'enseignement qui détermine l'action éducative et non pas l'apprentissage de l'élève. L'élève doit mémoriser les savoirs exhibés par l'enseignant de manière transmissive, frontale et dogmatique. Le système conceptuel des enseignants tunisiens favorise un enseignement des sciences de type « inductiviste-transmissif et cumulatif ». Ce modèle, le plus prégnant en matière de conceptions didactiques, se traduit par une simplification des tâches, un aplanissement des difficultés, une tendance à utiliser des raisonnements et des activités algorithmiques séquentiels et linéaires (Ginestié, 1999 ; 2000). Il y a toujours guidage de l'action visant à organiser le raisonnement des élèves dans une logique qui leur est extérieure et laisse peu de place pour développer une dynamique d'apprentissage. Ce système conceptuel constitue un obstacle à la mise en place d'un enseignement des sciences qui s'appuie sur des dispositifs de résolution de problèmes tel que les nouveaux programmes le préconise. Selon cette conception transmissive-progressive majoritaire chez ces enseignants, c'est la logique de l'enseignement qui détermine l'action éducative et non pas la logique d'apprentissage de l'élève. L'élève doit mémoriser des savoirs exhibés par l'enseignant de manière transmissive, frontale et dogmatique. Une telle organisation réduit l'initiative des élèves à leur plus simple expression et amoindrit de fait leur implication dans leur apprentissage. L'enseignant n'utilise pas ou peu de supports ou de ressources autres que celles disponibles usuellement dans la classe. Il ne sollicite pas les élèves pour qu'ils conduisent des recherches documentaires, qu'ils présentent oralement les résultats de ces recherches, pour qu'ils établissent des synthèses ou pour qu'ils résolvent des problèmes. De fait, les exercices proposés sont des applications numériques univoques des cours. Leur résolution se fait selon des algorithmes éprouvés qui organisent l'activité des élèves ; la mise en œuvre d'évaluations exclusivement sommatives enferme encore plus les élèves pour qui l'enseignement des sciences se réduit bien souvent à la découverte du bon algorithme de traitement des exercices.

Cette approche éducative est appuyée par des conceptions béhavioristes ou néo-béhavioristes des processus d'enseignement et de l'apprentissage des sciences, par des conceptions positivo-réalistes et par une épistémologie traditionnelle émanant des sociétés arabo-musulmanes. Cette épistémologie traditionnelle considère que la connaissance scientifique est vraie dans l'ab-

solu et qu'il faut l'apprendre par cœur. Elle refuse, aussi, tout recours à la créativité, à la critique ou à l'innovation, car la connaissance scientifique est non seulement vraie, mais aussi quasi-divine. D'où l'absence des hypothèses, du dialogue scientifique en classe, des problèmes et de la problématisation.

D'après ces conceptions, la connaissance que forme progressivement la science est la connaissance de la réalité. Cette réalité ne peut être saisie que par la méthode scientifique inductive. L'observateur est objectif et neutre ce qui lui permet de découvrir et de décrire la réalité telle qu'elle existe. De fait, les connaissances scientifiques sont vraies, objectives, universelles, reproductibles et enseignables, voire imposables institutionnellement. Certains enseignants expriment une dimension théologique. Ils déclarent que les théories et les lois scientifiques sont non seulement vraies et uniques, mais aussi conçues comme immanentes à l'ordre de la nature et régies par dieu. La science ne fait que découvrir ces vérités et ces lois de nature divine. Ainsi, inductivisme, réalisme et traditionalisme épistémologique, béhaviorisme ou néo-béhaviorisme psychologique sont les bases des conceptions des enseignants et des cadres de l'éducation. Dans leurs formes radicales et théologiques les plus extrêmes, les conceptions inductivo-réalistes peuvent prendre, chez certains enseignants, des formes menant à des conceptions scientistes, internalistes et absolutistes.

Les conceptions épistémologiques des enseignants orientent les choix des savoirs qu'ils enseignent mais également l'organisation de ces savoirs (leur progression, leur exposition...). Les conceptions du processus d'enseignement et d'apprentissage de ces enseignants influencent la manière d'organiser leurs dispositifs d'enseignement. Les dispositifs d'évaluation des élèves retenus par les enseignants sont significatifs de cette influence. Dans la majorité des cas, nous constatons que les dispositifs d'évaluation reprennent les tâches déjà réalisées lors des cours, des TP ou encore des séances permettant de conduire la correction des exercices. Pour un élève, il s'agit de restituer ce qui a été fait en classe, selon la même logique et la même structuration. Obtenir de bons résultats suppose de mémoriser les contenus du cours et la structure ordinaire des exercices. De fait, les erreurs constatées sont interprétées par les enseignants comme un manque de travail personnel de l'élève ou comme une marque d'incompétence. Dans les deux cas, l'attribution d'une mauvaise note sanctionne cela. Cette approche met en avant une conception du processus d'enseignement et d'apprentissage qui renforce le rôle de la transmission des savoirs. La progression n'est pas liée aux stratégies d'apprentissage mais à l'organisation formelle des contenus d'enseignement dans l'année scolaire.

L'optimisation des dispositifs va conduire à aplanir les difficultés rencontrées par les élèves. Dans cette perspective, la rédaction des énoncés d'exercices va tendre vers une clarification et une précision ; il s'agit de lever toute ambiguïté d'interprétation par l'élève. L'enseignant va chercher à ne poser que

des questions qui ne peuvent avoir qu'une seule interprétation par l'élève et qui n'auront par conséquent qu'une seule solution qui doit découler directement de l'enseignement préalable. Par ailleurs, l'aplanissement des difficultés (réelles ou supposées) que va rencontrer l'élève repose sur un fort guidage de ses actions, guidage qui va s'exprimer au travers des questions intermédiaires qui lui sont posées ou des ressources mises à sa disposition (schémas explicatifs, données numériques, voire solutions partielles ou éléments de solution). Ainsi, l'exercice posé permettrait de différencier les élèves entre eux mais il permettrait aussi d'apprécier les compétences de l'enseignant. Ces compétences s'exprimeraient dans la capacité de l'enseignant à proposer des énoncés explicites, clairement formulés, univoques et parfaitement intégrés dans la progression des enseignements. Une telle conception des processus d'enseignement et d'apprentissage est largement partagée par les enseignants interviewés. Elle se caractérise par une hypertrophie de la fonction d'enseignement de l'enseignant au détriment de l'activité d'apprentissage de l'élève. Le guidage de l'action ainsi mis en place renforce les dimensions transmissives et cumulatives de cet enseignement. Dans cette perspective, l'enseignement s'organise de manière séquentielle selon une progression par complication des exercices à résoudre et non pas sur une complexification des concepts scientifiques étudiés ou sur la logique de progression des élèves dans leurs apprentissages. Cette progression des élèves se résume à une accumulation des savoirs qu'ils doivent mémoriser et des applications numériques qu'ils doivent pouvoir réaliser. On le voit, il y a un faisceau de relations étroites entre, d'une part, les conceptions épistémologiques d'une science déterministe qui progresse de manière linéaire par accumulation des savoirs et, d'autre part, les conceptions sur les processus d'enseignement et d'apprentissage dans lesquelles l'enseignement est mis en avant alors que l'apprentissage se réduit à des structures additives et cumulatives.

Nous sommes très loin des positions avancées par les nouveaux programmes d'enseignement. De fait, la mise en œuvre d'une telle réforme ne peut s'envisager qu'avec l'appui d'un dispositif de formation des enseignants particulièrement conséquent visant des changements significatifs des pratiques des enseignants et reposant sur une évolution de leurs conceptions sur la science et sur les processus d'enseignement et d'apprentissage.

Un futur travail ayant une perspective comparatiste est envisagé. En effet, notre étude montre bien cette recomposition par l'enseignant de ces différentes conceptions et comment il intègre de manière en apparence a-conflictuelle les contraintes et pressions issus du traditionalisme arabo-musulman et du modernisme positivo-réaliste. Regarder comment cette recomposition joue dans d'autres pays ayant des cultures différentes et d'autres contextes socio-historiques et politiques.

D'autre part, bien que les résultats de cette recherche soient limités, compte tenu du nombre d'enseignants interviewés, ils viennent confirmer d'autres recherches (Ouarda, 2001), faites avec une trentaine d'enseignants. Ceci étant, la question des conceptions des enseignants de sciences physiques tunisiens mérite d'être étudiée dans un cadre plus vaste dans la mesure où elle a des répercussions sur la formation des enseignants. En effet, cette recherche ne constitue qu'une analyse exploratoire qui demande d'être confirmée. D'autres recherches doivent être menées utilisant d'autres outils de collectes de données comme le questionnaire avec un grand nombre d'enseignants. Nous pensons que recherches qualitatives et quantitatives doivent être combinées. Ceci demande un temps beaucoup plus important à celui qui a été consacré à cette recherche.

Le programme de sciences physiques doit être clair quant à ses choix didactiques, méthodologiques et épistémologiques. Le volet didactique doit préciser des situations, des situations-problèmes ou des situations problématiques ouvertes qui donnent un sens aux connaissances scientifiques enseignées. Le programme actuel précise que la démarche scientifique est une démarche inductiviste ou déductiviste. Dans le champ de l'éducation scientifique, une référence à une démarche hypothético-déductive donne une idée plus proche de la science et de ses méthodes. Nous pensons qu'il faut dépasser ces méthodes inductives utilisées actuellement par les enseignants. Pour cela, il serait intéressant de traiter des problèmes de recherche (pour les élèves) où ils doivent comprendre la situation, imposer des conditions, émettre des hypothèses sur les paramètres pertinents et les vérifier théoriquement et expérimentalement et critiquer les solutions trouvées et les vérifier...

De même, il serait intéressant, lorsqu'il est possible, que les notions physiques transmises par l'enseignant soient nécessaires pour résoudre ces situations problématiques. En même temps, les élèves doivent être initiés à la recherche documentaire...

Un tel changement est possible si l'on en croit la volonté politique affichée pour moderniser et améliorer l'enseignement en Tunisie et ceci depuis l'indépendance.

Bibliographie

- AMIGUES R. & ZERBATO-POUDOU M.-Th. (1996). *Les pratiques scolaires d'apprentissage et d'évaluation*. Paris : Dunod.
- BOILEVIN J-M. & DUMAS-CARRÉ A. (2001). Un modèle d'activité de résolution de problèmes de physique en formation initiale d'enseignants. *Aster*, n° 32, p. 63-90.

- BRONCKART J.-P. & DOLZ J. (2002). La notion de compétence : quelle pertinence pour l'étude de l'apprentissage des actions langagières. In *Actes des journées d'études - Raisons éducatives : expliquer et comprendre en sciences de l'éducation*. Bruxelles : De Boeck Université. Vol. 6, p. 27-44.
- CAILLOT M. (1994). Des objectifs aux compétences dans l'enseignement scientifique : une évolution de vingt ans, in F. Friqué et L. Tanguy (dir.), *Savoirs et compétences*, Paris : L'Harmattan, p. 94-117
- CARVALHO A. M. P. & GIL-PEREZ D. (1997-1998). *Formation des maîtres en physique : analyses et propositions. Des résultats de recherche en didactique de la physique à la formation des maîtres*. Commission internationale sur l'enseignement de la physique (ICPE). Édition française. <<http://gric.univ-lyon2.fr/gric3/ressources/ICPE/francais/partieD/D4.pdf>>. Consulté le 23 juin 2006.
- CHABCHOUB A. (2001). Rapports aux savoirs scientifiques et culture d'origine, in B. Charlot (2001), *Les jeunes et le savoir. Perspectives Internationales*. Paris : Anthropos Éducation, p. 117-132.
- DOISE W. & MUGNY G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Paris : Interéditions U.
- FABRE M. (1999). *Situations-problèmes et savoirs scolaires*. Paris : PUF.
- FALCY J.-P. (1997). Qu'est-ce qu'un problème ? Ce qu'en dit Aristote. In J.-P. Falcy, L. Boucris, C. Elzière, F. Gallup, A. Prévot, V. Vanier, *La problématique d'une discipline à une autre*. Paris : ADAPT éditions.
- FOUREZ G., ENGELEBERT-LECOMTE V., MATHY P. (1997). *Nos savoirs sur nos savoirs. Un lexique d'épistémologie pour l'enseignement*. Bruxelles : De Boeck Université.
- FOUREZ G., avec la collaboration de LAROCHELLE M., (2003), *Apprivoiser l'épistémologie*. Bruxelles : De Boeck.
- GALLAGHER J. J. (1991). Perspective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75, 121-134.
- GINESTIÉ J. (1999). *Contribution à la constitution des faits didactiques en éducation technologiques*. Habilitation à diriger des recherches, université de Provence, Aix-en-Provence.
- GINESTIÉ J. (2000). *Contribution à la constitution des faits didactiques en éducation technologiques*. Cahiers de la recherche et du développement, *Skholè*, 11, éditions IUFM de l'académie d'Aix-Marseille, juin 2000, p. 167-184.
- GUILBERT L., MELOCHE D. (1993). L'idée de science chez les enseignants en formation : un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions ? *Didaskalia*, 2, 7-30.
- HASHWEB M. Z. (1996). Effects of Science Teachers' Epistemological Beliefs in Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 47-63.
- HEWSON P.W., HEWSON, M.G. (1988). On Appropriate Conception of Teaching Science: a View from Studies of Science Learning. *Science Education*, 72(5), 529-540.
- JONNAERT Ph. (2001). La thèse socioconstructiviste dans les programmes d'études au Québec : un trompe-l'œil épistémologique. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 1(2), 223-233.
- JONNAERT Ph. (2002). *Compétences et socioconstructivisme. Un cadre théorique*. Bruxelles : De Boeck Université.
- JONNAERT Ph., BÉLANGER P., BARRETTE J., BOUFRAHI, S. (2004). CRSH, subvention de recherche stratégique, compétences essentielles, 2004-2006.
- JONNAERT Ph., BARRETTE J., BOUFRAHI S., MASCOTRA D. (2005). Contribution critique au développement des programmes d'études : compétences, constructivisme et interdisciplinarité. Note de synthèse. *Revue des sciences de l'éducation*. 2005, volume XXX(3), p. 667-696.
- LAKIN S., WELLINGTON J. (1994). Qui enseignera l'épistémologie des sciences ? Conceptions d'enseignants sur la science et conséquences pour l'enseignement des sciences. *Aster*, 14, 175-194.

- LAPLANTE B. (1997). Teachers' Beliefs and Instructional Strategies in Science: Pushing Analysis Further. *Science Education*, 81(3), 277-294.
- LEDERMAN N. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- LE MOIGNE J.-L. (1995). *Les épistémologies constructivistes*. Paris : PUF.
- MATHY P. (1997). *Donner du sens aux cours de sciences : Des outils pour la formation éthique et épistémologique des enseignants*. Bruxelles : De Boeck Université.
- MEYER M. (1990). Logique des questions. In Sylvain Arnoux (dir.). *Encyclopédie philosophique universelle. Les notions philosophiques dictionnaire*. Tome II. Paris : PUF.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION (MEF), (2003). *Programme de sciences physiques 1^{re} année secondaire*. Tunis.
- NADEAU R., DÉSAUTELS J. (1984). *Épistémologie et didactique de la science*. Conseil des sciences du Canada, collection « exposé à débattre ». Canada.
- NADAL J. (1990). Problème in Sylvain Arnoux (dir.). *Encyclopédie philosophique universelle. Les notions philosophiques dictionnaire*. Tome II. Paris : PUF.
- OUARDA O. (2001). *Statut épistémologique et didactique des problèmes et des exercices en sciences physiques. Cas de l'électrocinétique en première année secondaire*. Mémoire de DEA. ISEFC, université de Tunis 1, Tunis.
- OUARDA O. (2007). *Conceptions des professeurs tunisiens sur l'enseignement-apprentissage de sciences physiques et leurs impacts sur leurs pratiques. Cas des exercices de l'électrocinétique et de la problématisation*. Thèse de doctorat, ISEFC, université de Tunis & université Aix-Marseille.
- PAJARES M.F.(1992), Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62, 307-332.
- PORLÁN ARIZA R., GARCÍA GARCÍA E., RIVERO GARCÍA A., & MARTÍN DEL POZO R. (1998). Les obstacles à la formation professionnelle des professeurs en rapport avec leurs idées sur la science, l'enseignement et l'apprentissage. *Aster*, n° 26, 207-235.
- ROBARDET G. (1998). La didactique dans la formation des professeurs de sciences physiques face aux représentations sur l'enseignement scientifique. *Aster*, 26, 31-58.
- ROBARDET G. (2000a). *La didactique des sciences physiques : enjeux actuels dans la formation des maîtres*. Actes du symposium international de didactiques des disciplines (Tunis, 2-4 novembre 1998) : Les postures épistémologiques des chercheurs et/ou des formateurs en didactiques de disciplines. Tunis : publications de l'ISEFC (université Tunis 1).
- ROBARDET G. (2000b). De l'espérance de vie de la didactique des sciences physiques en formation des maîtres. 3^e colloque international « Recherche(s) et formations des enseignants », Marseille.
- ROBARDET G., & JOHNSON S. (1997). La représentation naturaliste dans l'enseignement des sciences physiques : impact sur la formation des enseignants. *Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, 30(3), 57-81.
- ROLETTA E. (1998). La science et les connaissances scientifiques : points de vue de futurs enseignants. *Aster*, n° 26, 11-30.
- ROPÉ F & TANGUY L. (dir.), (1994). *Savoirs et compétences*. Paris : L'Harmattan.
- SIMARD J.-C. (2002). *Histoire des sciences et pédagogie*. <http://www.apsq.org/sautquantique/telechargement/histoire_sciences.pdf>. Consulté le 3 avril 2005.
- SMITH E. L. & ANDERSON C. W. (1984). Plants as producers: a case study of elementary science teaching. *Journal of research in science teaching*. 21(7), 685-698.
- TANGUY L. (1994). Rationalisation pédagogique et légitimité politique, F., Ropé et L., Tanguy (dir.), *Savoirs et compétences*. Paris : L'Harmattan, p. 23-61.
- VERHAEGHE J.-C, WOLF J.-L, SIMON X. et COMPÈRE D. (2004). *Pratiquer l'épistémologie- Un manuel d'initiation pour les maîtres et formateurs*. Bruxelles : De Boeck Université.

- VYGOTSKY L.S. (1934). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- YERRICK R., PARKE H., NUGENT J. (1997). Struggling to Promote Deeply Rooted Change: the "Filtering Effect" of Teachers' Beliefs on Understanding Transformational Views of Teaching Science. *Science Education*, 81-2, 137-59.