

LA FORMATION DES ENSEIGNANTS DE PHYSIQUE ET CHIMIE AU SECONDAIRE : COMMENT L'OPTIMISER ?

Kouamé NGUESSAN

IREEP/Ecole Normale Supérieure
d'Abidjan
Département des
Sciences de l'Éducation
sharlissan@hotmail.com

RÉSUMÉ

Cette étude présente les principales implications de la pédagogie, de la didactique et de l'épistémologie sur la formation des enseignants de physique et chimie au secondaire. Nous notons un certain nombre de points qui sont fondamentaux et constituent manifestement une rupture avec l'idée simpliste de la formation de ces derniers. L'enseignant de physique et chimie étant un «cadre» du savoir dans son domaine, il doit non seulement connaître sa discipline, situer l'état de sa discipline au travers de son histoire, ses enjeux épistémologiques, ses problèmes didactiques et les débats qui la traversent, mais aussi et surtout maîtriser les connaissances curriculaires et pédagogiques.

Mots-clés : formation, épistémologie, didactique, pédagogie, connaissances, physique, chimie.

ABSTRACT

This study presents the main implications of pedagogy, didactics and epistemology on the training of physics teachers in secondary schools. We note a number of points that are fundamental and clearly constitute a break with

the simple idea of training them. The teacher of physics is a «framework» of knowledge in his field, he must not only know his discipline, locate the state of his discipline through its history, epistemological, its educational issues and debates which through, but also and especially mastering the curriculum and pedagogical knowledge.

Key words : education, epistemology, learning, education, knowledge, physics, chemistry.

INTRODUCTION

L'enseignant est un professionnel de l'apprentissage, de la gestion des conditions d'apprentissage et de la régulation interactive en classe (Fauré, 2008). Son action en classe est nécessairement appuyée sur une préparation dans laquelle il mobilise des connaissances professionnelles. Cette préparation, nous la définissons comme étant l'activité du professeur en amont de la mise en œuvre d'une séance ou d'une séquence ; et laquelle préparation nécessite la mise en

condition pour réussir cette mise en œuvre.

Elle peut donner lieu à la conception et à l'organisation de supports matériels (fiche de préparation...). Les prises de décisions y sont importantes sans pour autant que le professeur soit assuré d'atteindre ses objectifs dans sa mise en œuvre. Notre travail se situe dans le cadre général de la formation professionnelle des enseignants de physique et chimie sur les problèmes d'enseignement et d'apprentissage, abordé sous l'angle des connaissances approfondies et de leurs évolutions. Nous considérons ce qui se passe hors de la classe et dans la classe ainsi que la manière dont ces deux moments s'articulent.

Dans ce cadre, nous avons choisi d'étudier la préparation de la leçon par l'enseignant puis sa mise en œuvre en classe dans le cas de l'enseignement de la physique et de la chimie au secondaire, en étant spécialement attentifs aux écarts entre le prévu et le réalisé. Dans la première partie de ce travail, nous présentons les cadres théoriques retenus et notre questionnement précis. Dans la deuxième partie nous présentons un ensemble de connaissances nécessaires pour rendre le contenu des enseignements en physique et chimie au lycée

et au collège optimum pour les apprenants. Enfin, nous présentons des éléments de conclusion.

1- CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE ET QUESTIONS DE RECHERCHE

1.1- Cadre théorique de l'étude

L'étude des différentes connaissances mobilisées par l'enseignant pendant la préparation de la classe fait référence au concept de Pedagogical Content Knowledge (PCK), issu des travaux de Shulman (1986, 1987), de Grossman (1990) et au modèle élargi de Magnusson et al. (1999). Le concept de PCK est défini comme une connaissance spécifique pour enseigner (Shulman, 1986b).

Chaque PCK est liée à un contenu. Grossman (1990) définit quatre grands domaines de connaissances : les connaissances pédagogiques générales, les connaissances disciplinaires, les PCK, et les connaissances sur le contexte. De ces quatre domaines, les PCK sont, selon Grossman, celles qui ont la plus grande influence sur l'action de l'enseignant.

Les travaux de Magnusson, Krajcik, Borko (1999) se situent dans la lignée de ceux de Grossman. Ils définissent les PCK selon la composition suivante : les

connaissances sur les stratégies d'enseignement, les connaissances du programme, les connaissances de l'évaluation, les connaissances sur les difficultés des élèves ; quatre composantes chapeautées par une cinquième, les orientations pour l'enseignement de la physique et la chimie. Ces cinq catégories sont elles-mêmes constituées de sous-catégories.

L'analyse de la plupart des programmes de formation des enseignants de physique et chimie se limitent pratiquement à deux dimensions: la connaissance par l'enseignant des deux disciplines que sont la physique et la chimie dont il doit maîtriser leurs notions fondamentales et ensuite la possession par ce dernier des méthodes grâce auxquelles il emmènera l'élève à apprendre ces contenus disciplinaires. A ces dimensions correspond la formation dans la physique et la chimie et dans leur didactique.

Certes la didactique a connu un développement impressionnant (Tiberghien, 1985 ; Linn, 1987 ; Viennot, 1989) et est devenue un corps cohérent et spécifique (Gil et al, 1991 ; Hodson, 1992) mais la formation destinée aux enseignants sur cette base, est limitée et inefficace. En effet, nous constatons qu'un fort pourcentage d'élèves (plus de 69%) échoue en physique et

chimie et l'attitude négative des élèves face à ces disciplines et à leur apprentissage est en constante progression. Cette constatation brise les idées simplistes sur l'enseignement de ces disciplines comme activité exigeant uniquement un solide savoir scientifique et une certaine expérience.

Pour ce qui concerne notre contribution, nous mettrons en lumière d'autres domaines à propos desquels les enseignants de la physique et de la chimie devraient posséder des connaissances, si, du moins, on considère que leur travail vise à une éducation des jeunes dans une société. Perçu dans cette dimension sociétale, le métier d'enseignant devient clair en ce sens que pour enseigner la physique et la chimie à un élève X ou une élève Y, il ne suffit pas de maîtriser ces savoirs et de connaître la psychologie et les problèmes de ces jeunes, mais il faut aussi savoir pourquoi, en vue de quoi et pour qui on se sent prêt à imposer cet apprentissage à l'élève X ou à l'élève Y (Fourez, 1998). Il y a intérêt à situer ces savoirs et cette mission d'enseignement dans un cadre plus large.

1.2- Questions de recherche

Vu sous cet angle, la formation des enseignants en physique et en chimie doit prendre en compte

les trois conceptions de leur enseignement/apprentissage en s'appuyant sur d'autres disciplines, en particulier l'épistémologie, la philosophie et l'histoire des sciences, et la linguistique, d'explorer les potentialités de divers types de ressources et de modalités d'enseignement, pour améliorer le confort des élèves, leur motivation, leur plaisir d'apprendre, leur image des activités et l'efficacité des dispositifs d'enseignement/apprentissage en termes de développement de compétences. C'est dans cette perspective que nous présentons ici quelques orientations pour une formation des futurs enseignants de physique et de chimie qui aille au delà de la discipline et de sa didactique.

Dans ce travail, nous tentons ainsi de répondre à différents types de questions en nous appuyant sur le cadre théorique présenté ci-dessus. Il s'agit, d'une part, de caractériser les connaissances mobilisées par les enseignants pendant la préparation de la classe et au cours de sa mise en œuvre. Quelles sont ces connaissances ? Peut-on les diviser en catégories ? Comment sont-elles structurées ? Il s'agit, d'autre part, de s'intéresser à l'évolution de ces connaissances. Peut-on identifier leurs origines ? Peut-on en observer des évolutions, et lesquelles ?

Nous présentons ci-dessous une méthodologie permettant d'apporter des éléments de réponses à ces questions, ainsi que sa mise en œuvre pour le suivi des enseignants de physique et chimie.

2- CONNAISSANCES DE LA PHYSIQUE ET DE LA CHIMIE

2.1- L'épistémologie des sciences

Définie comme la théorie de la connaissance scientifique, l'épistémologie des sciences étudie la formation et la structure des concepts et des théories scientifiques. Elle se penche sur d'abord la syntaxe et la sémantique des théories, ensuite la méthode scientifique et enfin, les limites et la valeur de l'entreprise scientifique.

Il n'est donc pas possible d'être un excellent scientifique sans pouvoir bien se représenter comment les scientifiques construisent leurs savoirs et même en ayant une série d'idées incorrectes sur ces sujets. Il est déjà plus difficile d'être un bon didacticien si on ne peut conceptualiser et verbaliser des démarches scientifiques, notamment celles liées aux preuves, aux modèles, aux représentations, aux paradigmes scientifiques, à la standardisation des savoirs, aux tests expérimentaux, etc. De

tels savoirs sur nos savoirs sont nécessaires pour enseigner des méthodes scientifiques et posséder une métacognition à leur propos. Sans ce genre de connaissances, il devient presque impossible de faire œuvre d'éducation et de conduire les élèves à considérer les sciences comme des œuvres humaines, construites pour et par les humains, historiques et collectives.

A propos de l'épistémologie, les futurs enseignants auront notamment à rencontrer divers débats relatifs au rôle des êtres humains et de leur créativité par rapport aux sciences. Les modèles scientifiques sont-ils des représentations produites et inventées par les humains, ou sont-ils des réalités éternelles qu'on ne fait que découvrir ? Ces modèles sont-ils des artefacts et des simplifications destinées à tenir la place, comme une carte géographique, d'un terrain trop complexe, ou sont-ils des reflets directs de l'état du monde ?

Sont-ils construits par et pour les humains, comme les technologies des ingénieurs, en fonction du contexte et des projets dont les scientifiques sont, implicitement ou consciemment, porteurs, ou sont-ils une vérité universelle socialement neutre ? On peut se demander si l'enseignant

des sciences désireux de faire œuvre éducative peut contourner ces interrogations.

Pour pouvoir gérer de telles questions, une formation à l'épistémologie est utile.

2.2- Connaitre l'histoire des concepts en physique et en chimie

Dans la mesure où l'on estime que la physique et la chimie sont des œuvres humaines, faites par les humains et pour les humains et non des doctrines tombées du ciel, une certaine ouverture à l'histoire des concepts en physique et en chimie est utile aux enseignants. Celle-ci peut les aider à situer les créations scientifiques dans leur cadre de société et à éviter de s'imaginer que les développements scientifiques d'hier, comme ceux d'aujourd'hui, ont eu lieu dans une tour d'ivoire.

L'histoire des concepts scientifiques peut être réduite à l'étude de l'album de famille de la tradition scientifique : elle serait alors trop idéologique et véhiculerait trop les intérêts des communautés scientifiques. L'histoire devrait permettre de replacer l'évolution des concepts en mécanique ou en thermodynamique par exemple dans leurs cadres culturel, social et économique.

Car le type d'histoire des concepts scientifiques véhiculés dans les cours, contribuera beaucoup à forger l'image que les élèves se feront des savoirs et de leur construction. En effet, l'étude de l'histoire des concepts scientifiques doit permettre de montrer que la physique et la chimie ne sont pas un domaine figé, qu'elles ont évolué avec des avancées mais aussi des reculs, dans des théories.

Une telle formation doit permettre à l'enseignant de savoir relier les périodes scientifiques aux périodes historiques ; connaître les grandes idées de certaines époques, et de l'évolution de ces idées ; et de percevoir la durée du cheminement d'une idée jusqu'à l'élaboration d'une loi.

2.3- Formation à l'analyse idéologique des cours de physique et de chimie

Un cours de physique ou de chimie selon Martinand (1993) ne transmet pas uniquement des résultats ou des méthodes scientifiques mais aussi toute une vision du monde. Ainsi, de même qu'il y a une différence entre parler d'un verre "à moitié plein" ou d'un verre "à moitié vide", cela ne revient pas au même d'affirmer que "Nous allons prouver que la distinction entre les matériaux conducteurs et isolants est un

fait" ou "Dans un certain nombre de circonstances, les physiciens ou chimistes ont trouvé intéressant de faire la distinction entre des matériaux dits conducteurs et d'autres dits isolants". Ni non plus de dire "Darwin a systématisé les connaissances biologiques de son temps autour de l'idée d'évolution qui était à la mode dans la culture qui l'entourait" plutôt que "Darwin a déduit la théorie de l'évolution de ses observations lors de son voyage autour du monde". La différence entre ces propositions renvoie à des visions idéologiques du monde (Fourez, 1989).

Un cours de physique ou chimie véhicule ainsi des idéologies. Ne serait-il pas utile qu'un professeur de physique et chimie ait été formé à l'analyse de ces contenus idéologiques ? Non pas pour prétendre donner un enseignement pur de toute idéologie, mais pour être capable de mieux contrôler ce qu'il transmet et éviter que son action idéologique ne soit contraire à des valeurs ou des positions qu'il voudrait défendre.

Parmi les dimensions idéologiques d'un enseignement de physique ou de chimie, on peut mettre en évidence la représentation des relations physique et chimie-technologies-sociétés qu'il véhicule. La formation des professeurs devrait leur permettre d'examiner

diverses représentations pour pouvoir décider en meilleure connaissance de causes de celle(s) qui seront véhiculées dans son enseignement.

Peut-être une telle formation permettra-t-elle à l'enseignant de décider s'il veut transmettre une image des savoirs selon laquelle ceux-ci auraient à être vrais une fois pour toute (comme lorsqu'on prétend "prouver" péremptoirement des vérités scientifiques) ou s'il veut restaurer la dimension de risque toujours présente dans la prise de parole. Selon cette dernière perspective, il s'agira de mettre en valeur le fait que le choix d'une représentation du monde est une décision risquée, en ce sens que la représentation qu'on se donne ouvre toujours à certaines possibilités et en renferme d'autres. Ce sera toujours un choix risqué de dire: "voici comment je me représente le monde". À l'opposé, ceux qui estiment qu'il n'y a qu'une "bonne" ou "vraie" représentation du monde occultent cette dimension de choix et de risque. Leur vision rejoint peut-être une philosophie technocratique qui prétendrait que les sciences déterminent ce qu'il faut faire (Boure, 2007).

Une vision constructiviste des savoirs, elle, en soulignant le

caractère relatif des représentations scientifiques sans pour cela être relativiste met davantage en évidence la dimension humaine et risquée de la construction des représentations du monde.

2.4- Formation à l'interdisciplinarité

La fécondité de la discipline dans l'histoire de la science n'a pas à être démontrée ; d'une part, elle opère la circonscription d'un domaine de compétence sans laquelle la connaissance se fluidifierait et deviendrait vague ; d'autre part, elle dévoile, extrait ou construit un objet non trivial pour l'étude scientifique : c'est en ce sens que Charaudeau (2010) disait que la chimie crée son propre objet. Cependant l'institution disciplinaire entraîne à la fois un risque d'hyperspécialisation du chercheur et un risque de «chosification» de l'objet étudié dont on risque d'oublier qu'il est extrait ou construit. L'objet de la discipline sera alors perçu comme une chose en soi ; les liaisons et solidarité de cet objet avec d'autres objets, traités par d'autres disciplines, seront négligées ainsi que les liaisons et solidarités avec l'univers dont l'objet fait partie. La frontière disciplinaire, son langage et ses concepts propres vont isoler la discipline par rapport aux autres et par rapport aux problèmes qui chevauchent

les disciplines. L'esprit hyper disciplinaire va devenir un esprit de propriétaire qui interdit toute incursion étrangère dans sa parcelle de savoir (Morin, 1990). On sait qu'à l'origine, le mot discipline désignait un petit fouet qui servait à s'auto-flageller, permettant donc l'autocritique ; dans son sens dégradé, la discipline devient un moyen de flageller celui qui s'aventure dans le domaine des idées que le spécialiste considère comme sa propriété.

La plupart des enseignements scientifiques sont et resteront disciplinaires. Mais la majorité des situations concrètes qu'il peut être intéressant de se représenter ne peuvent l'être de façon adéquate par une approche mono-disciplinaire. Il s'agit de montrer que les connaissances ne sont plus séparées du sujet mais elles font partie intégrante de lui-même. Par exemple, la maîtrise du concept d'énergie né de la physique à la suite de la décomposition du newtonianisme, nécessite pour l'enseignant une meilleure représentation dans les autres disciplines comme les sciences de la vie et de la terre, les sciences de la société, les sciences économiques et sociales ; lesquelles disciplines entretiennent des rapports différents à ce concept. De même pour se représenter l'alimentation

du petit déjeuner, il faudra faire appel à la biologie, à la diététique, à la psychologie, à l'économie, au droit, à l'anthropologie culturelle, etc. Et l'on pourrait dire des choses similaires si l'objectif est de se représenter l'usage de la drogue ou celui d'un Fax. C'est aussi l'exemple de la notion d'homme qui se trouve morcelée entre différentes disciplines biologiques et toutes les disciplines des sciences humaines : le psychisme est étudié d'un côté, le cerveau d'un autre côté, l'organisme d'un troisième, les gènes, la culture etc. : il s'agit effectivement d'aspects multiples d'une réalité complexe, mais qui ne prennent sens que s'ils sont reliés à cette réalité au lieu de l'ignorer.

Ces quelques exemples, hâtifs, fragmentaires, hachés, dispersés, veulent insister sur l'étonnante variété des circonstances qui font progresser les sciences en brisant l'isolement des disciplines, soit par la circulation des concepts ou des schèmes cognitifs, soit par des empiètements et des interférences, soit par des complexifications de disciplines en champs poly compétents, soit par l'émergence de nouveaux schèmes cognitifs et de nouvelles hypothèses explicatives, soit enfin par la constitution de conceptions organisatrices qui permettent d'articuler les domaines disciplinaires dans un système théorique commun.

Aujourd'hui, il faut prendre conscience de cet aspect qui est le moins éclairé dans l'histoire officielle des sciences et qui est un peu comme la face obscure de la lune. Les disciplines sont pleinement justifiées intellectuellement à condition qu'elles gardent un champ de vision qui reconnaisse et conçoive l'existence des liaisons et des solidarités (Darbellay, 2005). Plus encore, elles ne sont pleinement justifiées que si elles n'occultent pas de réalités globales.

L'utilisation concrète des sciences appelle le plus souvent une méthodologie de l'interdisciplinarité. C'est pourquoi on peut se demander si un professeur pourra donner un cours de sciences ayant du sens si, quand il est confronté à la complexité du concret, il n'est pas capable de faire se croiser plusieurs savoirs disciplinaires et de consulter les spécialistes d'autres disciplines, pour se construire une représentation adéquate de sa situation.

En conséquence, on peut considérer qu'une certaine formation aux méthodologies de l'interdisciplinarité est nécessaire pour prodiguer un enseignement des sciences ayant du sens. Il ne s'agit pas de prétendre remplacer

la formation disciplinaire par une hypothétique formation interdisciplinaire, mais il faut pouvoir compléter cette dernière par une éducation aux méthodes de l'interdisciplinarité.

3 - CONNAISSANCES CURRICULAIRES

3.1- Formation à l'analyse politique des constructions de programmes

Construire un programme de physique et de chimie (ou d'une autre discipline scientifique) n'est pas un acte qui relève uniquement de la physique et de la chimie (ou de la discipline concernée). Décider d'un programme, au contraire, est d'abord un acte politique au sens le plus strict du terme: il s'agit en effet de déterminer des normes qui seront imposées avec éventuellement des menaces de sanctions en cas de transgression. Ce que vise un programme de physique et chimie dépend davantage d'une analyse que l'on fait de la société et des objectifs qu'on se donne à son sujet que des disciplines scientifiques. On vise à imposer certains apprentissages à des jeunes en fonction de ce qu'on estime intéressant pour eux et la société, dans un contexte particulier. Ce que les enseignants de physique et chimie peuvent apporter à la construction d'un

programme de physique et de chimie peut être considéré comme des offres de services. Ils peuvent indiquer ce qu'ils estiment intéressant d'enseigner à des groupes de jeunes, et pourquoi. Ils peuvent aussi, à l'instar des pédagogues, indiquer quelles sont les contraintes que, selon eux, les traditions de leur discipline imposent à un tel enseignement. Mais l'analyse qui éclairera l'utilité éducative et sociale d'un enseignement de la physique et de la chimie ne relève pas de cette discipline. Ces enseignants de physique et chimie peuvent y contribuer, mais ce n'est pas leur formation scientifique comme telle qui y est primordiale. Au centre de la problématique, il y a les enjeux sociaux et éducatifs de la pratique enseignante (Boure, 2002); et ceux-ci ne relèvent pas de la physique et de la chimie.

On peut trouver raisonnable que les enseignants de physique et chimie aient reçu une formation les aidant à comprendre ces enjeux et, par là, à participer avec pertinence aux débats relatifs aux finalités de l'enseignement des sciences. Il s'agit là d'une formation en sciences sociales relative aux politiques et aux idées qui ont présidés et président aux choix de programmes en sciences.

3.2- Formation au courant technologique et à l'évaluation des technologies

On peut considérer que la pensée scientifique s'est divisée, vers le début du 19^{ème} siècle, en deux courants: celui des "sciences à projets" (dont l'ingénierie, la médecine et l'architecture sont des exemples typiques) et celui des "sciences disciplinaires" (les "sciences des professeurs" représentées surtout par la physique, la chimie et la biologie). Pour la grande partie de la population, parler des progrès des sciences renvoie aux "sciences à projets" et aux technologies (notamment, l'informatique, la conquête de l'espace et les technologies médicales). On trouve surtout les sciences disciplinaires dans l'enseignement secondaire et dans les laboratoires de recherche universitaires. Mais beaucoup de professeurs de sciences n'ont guère d'idées sur la façon de travailler des médecins, ingénieurs et architectes. Un bon nombre regarde d'ailleurs les technologies avec méfiance quand ils ne vont pas jusqu'à s'imaginer que celles-ci se réduisent à être des applications des sciences (alors que, généralement, le développement d'une technologie met en jeu des mécanismes au moins aussi complexes que ceux

des sciences disciplinaires, et exige la mise en œuvre de modèles théoriques aussi compliqués, tout en nécessitant des approches interdisciplinaires). Ils ne voient pas toujours que si l'on peut voir comment des principes disciplinaires permettent une analyse des technologies, ces dernières selon Requeplo (1974), mettent généralement en œuvre plusieurs de ces principes provenant souvent de différentes disciplines et les articulent avec des démarches sociales.

Bref, on peut être un excellent scientifique et ne pas y comprendre grand chose au fonctionnement des technologies. Une formation des enseignants dans ce sens ne serait donc vraiment pas un luxe dans une société où sciences et technologies interagissent sans cesse. Si du moins, on désire que les cours scientifiques soient perçus par les élèves comme ayant du sens dans un monde où les techno sciences sont partout.

3.3- Formation à la vulgarisation scientifique

Ily a un lien entre l'enseignement des sciences dans le primaire ou le secondaire et la popularisation des sciences et des technologies. Dans les deux cas, les finalités sont à la fois culturelles (avoir une vision du monde) et pratiques (permettre au citoyen de se débrouiller dans une

société où sciences et technologies sont devenues incontournables. C'est d'ailleurs ce que développent les réflexions tournant autour de l'alphabétisation scientifique et technique (Tilman, 1994).

Les professeurs de physique et chimie devraient percevoir la différence entre une vulgarisation - ou un enseignement - qui se limiterait à montrer les belles choses réalisées par les scientifiques et celle qui viserait à une véritable démocratisation, impliquant alors un partage du pouvoir lié au savoir. Il s'agit de leur faire percevoir la différence entre une action se limitant à un effet de vitrine (ou à une opération de relations publiques des communautés scientifiques), et celle conférant une réelle maîtrise et une capacité de négociation face tant aux choses qu'aux spécialistes ou aux technologies.

3.4- Formation à articuler savoirs scientifiques et décisions humaines

L'intérêt d'un enseignement scientifique ne se limite pas à la connaissance des modèles scientifiques: il s'agit aussi de rendre les élèves capables d'utiliser ces savoirs quand il s'agit de gérer leur propre existence et de participer à la vie sociale. L'enjeu soulevé ici concerne la capacité d'utiliser

les savoirs scientifiques dans les débats éthiques et/ou politiques (comme ceux concernant la drogue, l'énergie, la transmission du SIDA, etc.). Cela implique la capacité de se situer par rapport à la technocratie, comme celle de distinguer entre les dimensions techniques, éthiques et politiques d'un débat ou d'une décision. Et ici encore, une certaine formation ne serait pas de trop pour les enseignants de physique et chimie.

3.5- Formation aux dimensions "Physique et chimie, Technologies, Société"

En lien avec les questions que l'on vient de soulever, on peut situer les compétences qui permettent d'articuler les trois dimensions citées dans ce sous-titre. Les enseignants de physique et chimie n'auraient-ils pas à posséder un modèle clair des relations entre physique et chimie, et technologies ? Ne devraient-ils pas être capables, aussi, de percevoir les répercussions sociales de l'adoption d'une technologie (comme d'ailleurs aussi d'une vision scientifique du monde) ? Tout cela renvoie aux méthodes d'évaluation sociale des technologies. Les technologies, en effet, selon Tilman et Grootaers (1994) ne sont pas seulement des outils neutres pouvant être utilisés d'une façon ou d'une

autre, elles engendrent aussi comme des sortes de gènes sociaux des organisations de société. Elles ont des effets qu'il importe de pouvoir analyser.

Une autre conscience, celle de ce que Piaget appelait le cercle des sciences qui établit l'interdépendance de facto des diverses sciences est également nécessaire. Les sciences humaines traitent de l'homme, mais celui-ci est, non seulement un être psychique et culturel, mais aussi un être biologique, et les sciences humaines sont d'une certaine façon enracinées dans les sciences biologiques lesquelles sont enracinées dans la physique et la chimie, aucune de ces sciences n'étant évidemment réductible l'une à l'autre. Toutefois la physique et la chimie ne sont pas le socle ultime et primitif sur lequel s'édifient toutes les autres ; la physique et la chimie, pour fondamentales qu'elles soient, sont aussi des sciences humaines dans le sens où elles apparaissent dans une histoire humaine et dans une société humaine (Layton, 1993). L'élaboration du concept d'énergie est inséparable de la technicisation et de l'industrialisation des sociétés occidentales au 19^{ème} siècle. Donc, dans un sens, tout est physique, mais en même temps, tout est

humain. Le grand problème est donc de trouver la voie difficile de l'entre-articulation entre des sciences qui ont chacune, non seulement leur langage propre, mais des concepts fondamentaux qui ne peuvent pas passer d'un langage à l'autre.

Ne serait-il pas notamment souhaitable que les élèves sachent analyser les façons dont le technico-technique et le social sont articulés pour former une technologie concrète comme le chemin de fer, le fax, ou les méthodes de procréation artificielle. Mais pour les accompagner dans cette démarche (ou tout simplement pour ne pas la paralyser) une formation des enseignants de physique et chimie sera encore nécessaire.

3.6- Formation à l'analyse de société liée à l'enseignement et l'école

Les professeurs de physique et chimie (ou d'autres disciplines) ne vivent pas seulement dans leur classe : ils évoluent et sont conditionnés par l'institution-école. Ils ne pratiquent pas seulement ce que les sociologues appellent les "relations courtes" (celles où l'on voit et connaît bien ses interlocuteurs). Ils sont immergés dans des "relations longues" (comme celles qui les relient aux forces politiques ou

économiques régissant notre société). Ils vivent, par exemple, toutes les difficultés provenant de la perte de crédibilité de l'école dans nos sociétés d'aujourd'hui.

Il ne s'agit pas seulement de la capacité des enseignants à former des élèves; ce qui est en jeu, c'est aussi leur existence à eux et leur autonomie. Il y a des politiques scolaires qui les touchent, eux et leurs moyens d'action. Ils se trouvent au milieu de diverses violences, depuis celles qui éclatent parfois parmi leurs élèves à celles, plus froides, qui décident de la façon dont le monde économique tend à instrumentaliser l'éducation et l'école à ses finalités.

Pour ne pas être des ignorants face à ces instances diverses de la "grande société" les enseignants doivent pouvoir comprendre ces mécanismes de société. Et, là encore, les professeurs de physique et chimie pourraient être preneurs, comme les autres.

4 - CONNAISSANCES PEDAGOGIQUES

Il revient à répondre à la question fondamentale suivante : comment organiser les différentes activités du cours pour que les apprenants atteignent les objectifs d'apprentissage ?

4.1- Formation des enseignants aux stratégies et styles d'enseignement

4.1.1- Formation des enseignants aux stratégies d'enseignement

Ruffenach (2007), définit la stratégie d'enseignement comme étant l'art de planifier, de coordonner et d'anticiper une séance d'enseignement pour atteindre des objectifs. Vues sur cet angle, les différentes stratégies d'enseignement doivent être maîtrisées par l'enseignant pour aider les élèves à devenir des apprenants indépendants ou stratèges. En effet, ces stratégies d'enseignement deviennent des stratégies d'apprentissage lorsque les élèves en choisissent certaines de manière indépendante et les utilisent efficacement pour accomplir des tâches ou atteindre des objectifs. Avec ces stratégies, l'apprentissage doit se centrer sur l'apprenant et le développement des compétences plutôt que sur l'acquisition de savoirs, l'évaluation doit porter sur l'état de développement des compétences et non sur la stricte restitution, voire l'utilisation de savoirs ou savoir-faire.

Une formation des enseignants aux stratégies d'enseignement leur permettra de faire des choix judicieux au niveau du

matériel didactique et des méthodes d'enseignement variés. L'enseignant créera ainsi d'une part, de liens significatifs entre les habiletés et les idées ; et d'autre part, des situations réelles, d'occasions d'être indépendants et de montrer ce qu'ils connaissent; d'encouragement pour s'auto évaluer et se corriger; d'outils pour réfléchir sur leur apprentissage et évaluer celui-ci.

Il s'agit en fin de compte d'une formation des enseignants qui aura pour finalité les apprenants en vue de les motiver, et les aider à se concentrer. En outre, elle va permettre aux enseignants d'organiser l'information pour mieux la comprendre et la retenir, surveiller et évaluer leur apprentissage.

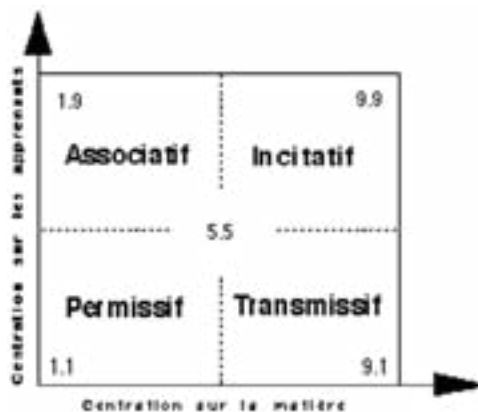
4.1.2- Formation des enseignants aux styles d'enseignement

En s'inspirant librement des travaux de Blake et Mouton (1964) en matière de management, Therer et Willemart ont tenté d'identifier et de décrire quatre styles d'enseignement représentatifs des pratiques pédagogiques observables. Ces styles se définissent à partir d'un modèle bidimensionnel qui combine deux attitudes de l'enseignant : attitude vis-à-vis de la matière et attitude vis-à-vis

des apprenants. Chacune de ces attitudes s'exprime à des degrés divers, faibles ou forts, désintéret ou intérêt. La combinaison de ces deux attitudes permet d'identifier quatre styles de base :

- Style *transmissif* (9.1), centré davantage sur la matière ;
- Style *incitatif* (9.9), centré à la fois sur la matière et sur les apprenants ;
- Style *associatif* (1.9), centré davantage sur les apprenants ;
- Style *permissif* (1.1), très peu centré tant sur les apprenants que sur la matière.

Schématiquement, la grille se présente comme suit :



Grille Therer - Willemart (1983), inspiré de Blake et Mouton (1964)

En outre, Therer et Willemart formulent l'hypothèse que chacun de ces quatre styles peut se révéler efficace ou inefficace en fonction des situations et en fonction des interventions plus spécifiques de l'enseignant ou du formateur.

A l'analyse de ce qui précède, nous pouvons dire que l'enseignant de physique et chimie doit être formé aux différents styles d'enseignement en vue de maîtriser :

- la nature des objectifs à atteindre : l'enseignant doit savoir que les objectifs socio-affectifs de haut niveau (esprit critique, capacité de travail en groupe,...) sont atteints plus aisément par les styles incitatifs et associatifs faisant appel à des stratégies telles que discussions de groupe, méthode des cas et les objectifs psychomoteurs en physique et chimie (par exemple le titrage, les manipulations...), ils requièrent nécessairement le recours à tous les styles et à de multiples stratégies comme la démonstration, les travaux pratiques et même le drill.

- le degré de motivation des apprenants : une stratégie d'enseignement est opportune si elle induit chez l'apprenant un sentiment de réussite, de progrès personnel, de responsabilité... Les stratégies centrées sur l'apprenant favorisent ces

attitudes et induisent ainsi un apprentissage intrinsèquement motivant. Il convient pourtant de préparer progressivement les apprenants à ces stratégies moins directives. Le professeur donnera d'abord un « cadre général » et des informations fondamentales puis il s'orientera vers un style de plus en plus associatif.

- la capacité des apprenants : peu de recherches expérimentales existent dans ce domaine. Il semblerait (Davies, 1971 et Dupont, 1982) que les apprenants moins « performants » préféreraient au départ un enseignement plus directif et plus formalisé ; et les apprenants « plus performants » ou « très performants » préféreraient des stratégies plus associatives.

4.2- Formation des enseignants de physique et chimie à l'approche par compétence et à l'évaluation

4.2.1- Formation à l'approche par compétence

Les systèmes éducatifs sont aujourd'hui dans un mouvement dans lequel « une des composantes du verbe connaître, c'est de démontrer sa compétence », ce qui est présenté comme qualitativement différent de la simple « maîtrise d'objectifs traduits en comportements observables » et

à la fragmentation pédagogique sous-jacente. De ce point de vue, la problématique des compétences dans le domaine scolaire marque un tournant dans la manière de concevoir l'éducation en rapport aux attentes de l'environnement.

Les compétences figurent désormais dans les textes officiels. Cependant la notion de compétence est employée avec un nombre d'acceptions tellement différentes qu'il est difficile de trouver dans cette expression une signification stable et partagée. Le sens pluriel de son emploi conduit à des ambiguïtés importantes qui ont des conséquences dans les échanges entre praticiens, formateurs et chercheurs. Pour certains auteurs, il n'y a pas de différence fondamentale entre cette notion et celle d'aptitude, de savoir-faire, d'habileté, d'expertise ou de capacité. Pour d'autres, la compétence ne se réduit pas à un savoir ou à un savoir-faire. On peut par exemple, disposer des compétences et ne pas être capable de les appliquer pour résoudre un problème (Beckers et al., 2001).

De ce point de vue, il serait absurde de prétendre que l'émergence de la compétence dans les documents officiels résout les problèmes de compréhension des phénomènes d'enseignement

et d'apprentissage. Face aux problèmes de fond qui semblent se poser à propos de l'usage de la notion de compétence, une formation des enseignants de physique et chimie est nécessaire pour leur permettre de cerner la différence entre les perspectives praxéologique et académique ; la compréhension de la notion de compétence ; le statut des dimensions cognitives individuelles ; et les niveaux d'analyse abordés.

4.2.2- Formation à l'évaluation de l'apprentissage

Pour comprendre l'importance de l'évaluation, l'enseignant de physique et chimie doit répondre aux quatre questions suivantes : Pourquoi faire ? Pour qui ? Quand ? Avec quelles références ?

Il devient alors important pour l'enseignant de physique et chimie de connaître les trois grandes fonctions de l'évaluation : l'évaluation formative (la régulation de l'enseignement et l'apprentissage) ; l'évaluation pronostique (l'orientation ou la prédiction) ; et enfin l'évaluation certificative (impliquant un bilan à la fin d'un cursus) (Paquay, 2000).

De ce point de vue, nous pensons que l'enseignant de physique et chimie doit être formé aux différentes fonctions de l'évaluation

en vue de : avant l'enseignement, dégager les capacités et les lacunes des apprenants pour lancer des situations d'apprentissage adaptées ; durant l'enseignement, identifier les difficultés et les stratégies des apprenants en continu pour aménager le milieu didactique et intervenir à bon escient de manière à réguler les processus dans l'apprentissage ; après l'enseignement, analyser les progrès.

Une formation des enseignants de physique et chimie aux techniques de l'évaluation doit leur permettre d'être attentif à certains risques et aux éventuelles dérives tels que :

- les confusions entre les trois grandes fonctions de l'évaluation, notamment les risques de transformer sans précautions l'évaluation formative continue interne en évaluation certificative ;

- la création d'instruments d'évaluation fondés sur des critères et des indicateurs qui ne sont pas cohérents avec la complexité des compétences analysées ;

- l'absence de clarté en ce qui concerne les critères de l'évaluation certificative et le danger d'utiliser les batteries d'épreuves réalisées à titre indicatif comme le seul élément de certification : l'évaluation externe risque de devenir alors dominante ;

- la tendance qui se dégage à mettre en route des formes d'évaluation des potentialités des apprenants en faisant abstraction des contenus disciplinaires et des familles de situations peut conduire à évaluer des généralités sur le fonctionnement de la personne ;

- la tendance à vouloir attribuer trop de fonctions à un outil d'évaluation créé dans un but particulier.

CONCLUSION

Il ne faudrait pas croire qu'on propose ici de transformer nos professeurs de physique et chimie en enseignants pluridisciplinaires. Leur formation sera principalement disciplinaire. Mais, s'ils veulent être des acteurs participants et non simplement des spectateurs des diverses dimensions de l'action éducative dans laquelle ils sont impliqués, ils doivent aussi avoir une formation allant au delà de la physique et la chimie. Si cela ne doit pas prendre trop de leur temps il faudrait pourtant se demander si, actuellement, ce type de formation non technique est suffisant pour permettre aux enseignants de physique et chimie de s'insérer efficacement dans la société dont ils font partie.

C'est par une action et une réflexion conjuguées sur différentes facettes du système éducatif,

une instrumentation didactique appropriée, assortie de la formation initiale sur ces nouvelles pratiques d'enseignement-apprentissage et d'évaluation et une modification des conditions d'exercice du métier dans les classes permettant l'exercice d'une responsabilité collégiale, que l'enseignant sera à l'aise dans la construction des savoirs des apprenants.

BIBLIOGRAPHIE

- Beckers, J. et Dumortier, J.-L. (2001), Construire des outils d'évaluation de compétences qui permettent d'apprendre. Un enjeu de formation pour de futurs enseignants, Actes du colloque de l'Admée, Aix en Provence, 11-13 Janvier 2001.
- Blake, R. et Mouton, J. (1964), *Managerial grid in Gulf publishing Cy - Houston - Texas.*
- Bourdon, J. (2011), «L'interdisciplinarité n'existe pas», *Questions de communication*, n° 19, pp. 155-170
- Boure, R. (2007), *Les sciences humaines et sociales en France, E.M.E. et intercommunication*, Fernelmont BE.
- Boure, R. (2002), *Les origines des sciences de l'information et de la communication. Regards croisés*, Lille, Presses universitaires du Septentrion.
- Charaudeau, P. (2010), «Pour une interdisciplinarité «focalisée» dans les sciences humaines et sociales», *Questions de communication*, n°17, pp. 195-222. Egalement disponible à <http://www.patrick-charaudeau.com/Pour-une-interdisciplinarite.html>.

- Crahay, M. (1997), *Une école de qualité pour tous !*, Bruxelles, Labor. (Thème 2.10)
- Darbellay, F. (2005), *Interdisciplinarité et transdisciplinarité en analyse des discours. Complexité des textes, intertextualité et transtextualité*, Slatkine, Genève, 2005
- Develay M, *Donner du sens à l'école*, Paris, ESF, 1996 (Thème 2.5 & 2.10)
- Dubet, F. & Maitricelli D., *À l'école: sociologie de l'expérience scolaire*, Paris, Seuil, 1996 (Thème 2.10)
- Fauré, B. (2008), «Décomplexer les SIC - Assumer le couple info-com et l'interdisciplinarité», Actes du XVIe Congrès SFSIC. Disponible sur http://www.sfsic.org/congres_2008/spip.php?article 140
- Fourez, G. (1989), "Scientific Literacy: Societal Choices and Ideologies" in Champagne A.B. ed.: *Scientific Literacy; AAAS Yearbook*; Washington, pp. 91-108 ; 1989 (Thème 2.3 & 2.5)
- Fourez, G. (1998), "Se représenter et mettre en œuvre l'interdisciplinarité à l'école" in *Revue des sciences de l'éducation*, (Thème 2.4)
- Fourez, G., Englebert-Lecompte V., Mathy Ph., (1987), *Nos Savoirs sur nos Savoirs, Un lexique d'épistémologie pour l'enseignement*, Ed. De Boeck Univ., Paris & Bruxelles, (Thème 2.1)
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York. TeachersCollegePress.
- Houssaye, J. (1992), *Les valeurs à l'école, l'éducation aux temps de la sécularisation*, Paris, PUF. (Thèmes 2.3, 2.8 et 2.10)
- Layton, D., Jenkins, E., Macgill, S., Davey, A. (1993), *Inarticulate Science? perspectives on the public understanding of Science*, Studies in Education, Driffield. (Thème 2.7)
- Layton, D. (1993), *Technology's Challenge to Science Education*, Open University Press, Buckingham, (Thème 2.6)
- Leclerc, M. (1989), «La notion de discipline scientifique», *Politique*, n°15, 1989, pp. 23-51.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In N. G. L. Julie Gess-Newsome (Ed.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 95 - 132). Boston : Kluwer.
- Maingueneau, D. (2010), «Analyse de discours et champ disciplinaire», *Questions de communication*, n°18, pp. 185-196.
- Martinand, J.L. (1993), "Histoire et didactique de la physique et de la chimie : quelles relations ?" in *Didaskalia*, n° 2, pp. 89-99. (Thème 2.2)
- Mathy, Ph. (1997), *Donner du sens au cours de sciences*, De Boeck Université, Paris & Bruxelles. (Thèmes 2.2, 2.3, 2.5, 2.10)
- Mattelart, A. et Mattelart, M. (2004), *Histoire des théories de la communication*, Paris, La Découverte.
- Morin, E. (1990), «Sur l'interdisciplinarité», *Carrefour des sciences*, Actes du Colloque du Comité National de la Recherche Scientifique *Interdisciplinarité*, éditions du CNRS.
- Nissani, M. (1995), «Fruits, salads, and Smoothies : A Working Definition of Interdisciplinarity», in *Journal of Education Thought*, 29, pp. 119-126.
- Roqueplo, Ph. (1974), *Le partage du savoir, sciences, culture, vulgarisation*, Paris, Seuil. (Thème 2.7)
- Shulman, L.S. (1986), Those who understand : Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L.S. (1987), Knowledge and teaching : Foundations of the new reform. *Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Therer J., Willemart Cl. (1984), Styles et Stratégies d'enseignement et de formation - Approche paradigmatique par vidéo, in *Education Tribune Libre*, in *Probio Revue*, vol. 7, n°1.
- Tilman, F. (1994), *Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*, De Boeck Université, Paris & Bruxelles 219 p., (Thèmes 2. 1 à 9).
- Tilman, F. & Grootaers, D. (1994), *Les chemins de la pédagogie, Guide des idées sur l'éducation et l'apprentissage*, Bruxelles & Lyon, EVO & Chronique Sociale, (Thème 2.10)