

Bernard LEYH, Viviane COLLIGNON-CLAESSEN
 Faculté des Sciences, Service de Didactique de la Chimie
 Université de Liège

FORMER LES FUTURS PROFESSEURS DE CHIMIE À LA PÉDAGOGIE DES COMPÉTENCES : QUELQUES PROPOSITIONS PRATIQUES ET PISTES DE RÉFLEXION

1. Introduction

En humanités générales et technologiques, deux niveaux d'enseignement des sciences doivent être distingués. Les sciences dites « de base » (une période de chacune des trois sciences par semaine) sont définies comme « nécessaires à chacun pour gérer sa vie

de citoyen »¹ tandis que les « sciences générales », à raison de généralement deux périodes hebdomadaires de physique, de chimie et de biologie, s'adressent à « ceux qui orientent leur formation vers les sciences, les mathématiques ou la technologie »¹. Si le référentiel de compétences¹ retient, pour la chimie en sciences générales, 56 compétences spécifiques à dévelop-

per, dont l'intitulé est fréquemment très précis et ne représente parfois qu'une paraphrase des savoirs à enseigner, il décrit également, dans sa partie introductive, un certain nombre de compétences génériques², communes à la biologie, la chimie et la physique : six pour les sciences de base, neuf pour les sciences générales. Elles sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Sciences de base		Sciences générales	
1	Confronter ses représentations avec les théories établies	1	S'approprier des concepts fondamentaux, des modèles ou des principes
2	Modéliser : construire un modèle qui rend compte de manière satisfaisante des faits observés	2	Conduire une recherche et utiliser des modèles
3	Expérimenter	3	Utiliser des procédures expérimentales
4	Maîtriser des savoirs scientifiques permettant de prendre une part active dans une société technico-scientifique	4	Bâtir un raisonnement logique
5	Bâtir un raisonnement logique	5	Utiliser des procédures de communication
6	Communiquer	6	Résoudre des applications concrètes
		7	Utiliser les outils mathématiques et informatiques adéquats
		8	Utiliser des savoirs scientifiques pour enrichir des représentations interdisciplinaires
		9	Établir des liens entre des démarches et notions vues en sciences et vues ailleurs

On retrouve dans cette liste, ce n'est pas une surprise, les fondements de toute formation scientifique :

a. La maîtrise des savoirs fondamentaux et la résolution d'applications concrètes, orientées, pour les sciences de base, vers les notions qui favorisent un rôle actif dans une société technico-scientifique. La portée de ces compétences est logiquement élargie dans l'option « sciences générales ». Sont ici concernées principalement les compétences n°1 et 6 (3). Il serait un peu artificiel d'en séparer les compétences n°2, 3, 4 et 7 qui interviennent nécessairement dans des proportions variables lors de toute séquence de cours.

b. L'éveil aux aspects épistémologiques de la discipline : rôle primordial de l'expérimentation et de l'induction, modélisation, apport de la logique déductive, mathématisation pour les sciences générales. Les compétences n°2, 3, 4, 7 et, dans une certaine mesure, 9, rentrent dans cette catégorie.

c. La communication (compétence n°5)

d. L'interdisciplinarité, au sein des sciences elles-mêmes d'abord, dans une perspective plus large ensuite (compétences n°8 et 9)

C'est sur la base de ce regroupement en quatre familles de compétences que nous nous proposons d'esquisser les options du cours de didactique spéciale de la chimie : comment rendre nos futurs professeurs de chimie les plus aptes possible à développer, chez leurs élèves, les compétences que nous venons de rappeler ? Nous aborderons, dans une dernière partie, un aspect essentiel, quoique délicat : l'évaluation des compétences.

2. La maîtrise des savoirs fondamentaux et la résolution d'applications concrètes dans la perspective d'une pédagogie des compétences (compétences n°1 à 4, 6 et 7)

Il peut, de prime abord, paraître superflu, voire abusif, d'imposer à de jeunes spécialistes de leur discipline une démarche réflexive sur la manière de transmettre des éléments de leur propre

savoir aux élèves d'humanités. Ne suffit-il pas de vulgariser clairement et/ou de suivre, pas à pas, tel ou tel manuel reconnu ? – pourrait-on objecter. Si la maîtrise des disciplines à enseigner est évidemment une condition *sine qua non*, celle-ci est loin d'être suffisante, surtout dans le cadre d'une pédagogie des compétences pour laquelle il est impérieux de toujours mettre en lumière les relations entre le contexte, le problème à résoudre, et les outils, les savoirs à mettre en œuvre. Les mêmes outils, et diverses combinaisons de ceux-ci, peuvent servir à résoudre des problèmes très divers alors qu'un même problème peut être abordé sous des angles variables, faisant appel à des concepts spécifiques. C'est donc de cette capacité à mettre en relation contexte et savoirs dont il faut armer les élèves. Or l'enseignement universitaire ne prépare guère – ce n'est sans doute pas son rôle – à réaliser une telle transposition au niveau de l'enseignement secondaire. Redécouvrir le langage des humanités, dans sa nouvelle parure de compétences, est, pour beaucoup de stagiaires un choc culturel, surtout s'ils ont choisi d'abord une autre voie avant d'aborder l'agrégation. Comment tentons-nous de les y préparer ?

Dès les premiers cours de didactique spéciale, après une présentation générale des objectifs du décret-missions et une première réflexion générale sur la motivation des élèves, leurs préconceptions, les styles d'enseignement et d'apprentissage (BARKE & HARSCH 2001), nous soumettons les étudiants de l'agrégation en chimie à des exercices pratiques appelés « micro-enseignements ». Au cours de ceux-ci, ils prépareront et présenteront une leçon devant leurs condisciples et devant les didacticiens aidés de collaborateurs pédagogiques issus d'établissements d'enseignement secondaire. Afin de favoriser la collaboration entre stagiaires et le partage d'expériences, les étudiants préparent ces leçons par groupe de deux, même s'ils doivent les présenter oralement de manière individuelle. La phase initiale de préparation des leçons s'effectue dans le cadre des heures de cours de didactique spéciale sous la guidance personnalisée des didacticiens. Le laboratoire de chimie

du service de didactique, ainsi que l'aide du personnel technique, sont à leur disposition. Nous insistons sur la nécessité d'inclure dans la présentation les étapes suivantes :

- mise en situation (contextualisation)
 - expérimentation
 - exploitation des résultats expérimentaux et modélisation éventuelle
- Chaque leçon fait l'objet d'une discussion approfondie visant à renforcer les points positifs, à corriger les faiblesses et à dégager des pistes d'amélioration.

Cette première « épreuve du feu » est bien sûr le prélude à de nombreuses autres leçons, dans le cadre des 40 heures de stages de responsabilité en établissements scolaires, réparties sur trois périodes de l'année. Les stagiaires AESS sont invités à préciser dans leurs préparations, qui seront incluses dans le rapport de stage, les compétences qu'ils souhaitent développer chez les élèves au cours des différentes leçons et la méthodologie qu'ils mettent en œuvre dans ce but. Chaque visite de didacticien spécialiste lors des stages est à visée purement formative. Nous cherchons à évaluer les progrès des stagiaires dans leur manière de guider chaque élève vers une autonomie croissante, vers une meilleure perception du raisonnement scientifique et, dès lors, vers une capacité accrue à résoudre des tâches de complexité adaptée au niveau d'enseignement. Les séances de pratiques réflexives sont également l'occasion d'analyser de manière critique les méthodologies mises en place en vue de l'acquisition, par les élèves, de compétences scientifiques génériques.

Une partie des stages doit être prestée en humanités techniques de qualification ou professionnelles, afin que les futurs agrégés prennent conscience des spécificités de ces filières d'enseignement. C'est l'occasion d'insister à nouveau sur l'impérieuse nécessité de faire percevoir par les élèves à quel point les sciences, et la chimie en particulier, aident à comprendre la réalité concrète, en choisissant des exemples pertinents pour la filière d'enseignement concernée. Il s'agit souvent d'une remise en question fondamentale pour nos futurs enseignants, qui doivent (ré)apprendre

des notions parfois très techniques peu envisagées dans leur formation antérieure (la chimie médicinale, la chimie des produits cosmétiques, de l'ébénisterie, du monde de l'automobile ...) et qui sont amenés, plus encore que dans l'enseignement général, à revoir la manière de donner du sens aux apprentissages des adolescents. En outre, nous demandons aux étudiants de l'agrégation de réaliser un travail personnel sur la chimie d'un objet de la vie courante, laissé à leur choix, afin, entre autres, de les sensibiliser aux aspects appliqués de notre discipline et de développer leur culture générale dans ce domaine. Enfin, il est important de souligner que le cours de sciences dans l'enseignement qualifiant est aussi le lieu où l'éducation à la citoyenneté dans une société technico-scientifique trouve naturellement sa place : nous tentons d'y sensibiliser nos stagiaires. Trois séminaires sont consacrés spécifiquement à la compétence n°6, « résoudre des applications concrètes », au cours desquels nous faisons expérimenter par nos étudiants les démarches susceptibles de rendre leurs élèves capables de développer une méthodologie logique et efficace de résolution de problèmes.

Outre ces expériences pratiques, nous offrons également aux futurs enseignants de chimie, dans le cadre du cours de didactique spéciale, plusieurs occasions de rencontrer divers acteurs du monde de l'enseignement secondaire issus des différents réseaux : directeurs, inspecteurs et professeurs de sciences. Ceux-ci leur présentent, lors d'exposés dont nous veillons à garantir le caractère interactif, la manière dont ils perçoivent et mettent en œuvre la nouvelle pédagogie des compétences définie par le décret-missions. Soulignons qu'un de ces exposés est spécifiquement orienté vers l'enseignement qualifiant. C'est également l'occasion de proposer une analyse plus détaillée des programmes de cours et de présenter le matériel didactique – manuels scolaires, outils multi-médias, appareillage de laboratoire – disponible et conforme aux objectifs de l'enseignement en Communauté Française de Belgique. Guider des élèves vers la maîtrise de

compétences à résoudre des tâches scientifiques plus ou moins complexes, c'est – on l'aura compris – leur faire vivre et progressivement dominer, tout en restant réaliste et modeste, la démarche scientifique. Encore faut-il que l'enseignant y ait réfléchi lui-même au préalable. C'est le point que nous abordons maintenant.

3. Aspects épistémologiques (compétences n° 2, 3, 4, 7 et 9)

Qu'on ne se méprenne pas. Il ne s'agit pas ici de chercher à transformer nos futurs enseignants en des théoriciens du développement des sciences. Il s'agit plutôt de les aider à mieux percevoir comment se construisent les sciences et, en particulier, celle dont ils sont spécialistes, pour leur permettre, en toute connaissance de cause, de faire parcourir, à leur tour, un bout de ce chemin à leurs élèves. Des compétences essentielles sont ici en jeu : elles sont reprises dans le tableau sous les numéros 2, 3, 4, 7 et, partiellement, 9.

L'assise des sciences biologiques, chimiques et physiques est avant tout, au moins depuis le siècle des lumières, expérimentale. Il faut en convaincre les élèves. Pour cela, les professeurs doivent disposer d'une batterie d'expériences élégantes, simples, répondant à des normes de sécurité et d'hygiène strictes et s'insérant de manière logique dans une perspective didactique. Qui plus est, l'approche expérimentale est une des plus efficaces pour motiver les élèves : (BARKE & HARSCH, 2001 et NAKHLEH, POLLES & MALINA, 2002) elle les place en situation, génère un certain suspense si elle est bien mise en scène et donc stimule leur curiosité et met leurs préconceptions à l'épreuve. Elle impose également des critères d'objectivité, de rigueur et d'honnêteté intellectuelle. Bref, une excellente école de sciences et de vie, à condition, évidemment, de disposer des bonnes expériences. Celles-ci sont en fait nombreuses et existent sous de multiples variantes. Mais peu de recueils récents et suffisamment détaillés existent et le professeur en début de carrière est souvent relativement démuné, d'autant plus que les travaux pratiques qu'il

a réalisés durant son curriculum de licence poursuivaient incontestablement des buts très différents. Aussi organisons-nous plusieurs séances de laboratoire focalisées respectivement sur les matières des 4^e, 5^e et 6^e années, au cours desquelles les étudiants de l'AESS peuvent voir et réaliser des expériences de démonstrations de cours ou de pratique de laboratoire et en discuter la pertinence didactique. Ces séances sont organisées en collaboration avec des professeurs chevronnés de l'enseignement secondaire. Signalons également qu'un séminaire relatif au respect des normes de sécurité et d'hygiène est organisé dès les premières semaines de l'année académique afin que les étudiants soient informés avant le début de leurs stages.

La démarche expérimentale s'inscrit dans une perspective plus large en interaction avec d'autres actes intellectuels essentiels : l'émission d'hypothèses scientifiques, la conception d'expériences complémentaires, l'élaboration de modèles et de théories, la vérification – ou la réfutation – de ceux-ci. Une réflexion épistémologique présentant les grands courants de pensée contemporains (TRO, 2004 ; MACHAMER, 1998 ; CHALMERS, 1999 ; SOLER, 2000 ; BESNIER, 2005 ; VERHAEGHE, WOLFS, SIMON & COMPÈRE, 2004) est proposée aux étudiants lors de quatre séminaires illustrés de nombreux exemples historiques et de suggestions d'applications didactiques concrètes au niveau de l'enseignement secondaire.

Deux séminaires supplémentaires abordent le sujet, pédagogiquement délicat mais épistémologiquement riche, de la découverte la structure atomique et de l'interprétation de la structure moléculaire (l'éternel problème de la liaison chimique !).

4. La communication (compétence n°5)

Lors des différentes activités décrites dans la première section, les futurs enseignants ont l'occasion de réfléchir aux méthodes susceptibles de promouvoir les compétences de communication de leurs élèves. Partant du principe de la valeur de l'exemple, nous stimulons nos stagiaires à adopter une attitude

irréprochable en la matière : précision et concision du langage, structuration du discours, utilisation de symboles et d'unités reconnus par l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée, soin de l'iconographie.

5. Interdisciplinarité (compétence n°8)

Depuis plusieurs années, nous collaborons avec les titulaires des cours de didactique spéciale de biologie (Professeur M.-N. Hindryckx) et de physique (Professeur F. Grandjean) et une fraction non négligeable des activités est commune : micro-enseignements, témoignages des acteurs du monde de l'enseignement secondaire, séminaires d'épistémologie. Les étudiants des trois disciplines ont ainsi l'occasion de confronter leurs expériences et d'exprimer leurs convergences comme leurs divergences de vue, en prélude à leur future carrière où de telles situations constitueront leur lot quotidien. Il faut également signaler que le service de didactique de la chimie participe, dans la mesure de ses possibilités, aux séminaires d'approches interdisciplinaires animés par N. Leclercq.

6. Évaluation des compétences

Évaluer le degré de maîtrise des compétences est une étape cruciale, tant pour l'élève que pour son professeur. Les épreuves-types mises au point par les groupes de travail inter-réseaux ont été évoquées par J. BECKERS en introduction de ce numéro. Dans le cadre du cours de didactique spéciale, nous invitons deux membres de ces groupes afin de sensibiliser nos étudiants à cet aspect essentiel. Après une présentation générale des enjeux et des pistes de solutions disponibles, nous proposons à nos stagiaires

une tâche pratique de conception d'une épreuve d'évaluation. Cette démarche concourt, nous l'espérons, à démystifier un des aspects les plus délicats et les plus controversés de la pédagogie des compétences.

7. En guise de conclusion

Guider les élèves dans leur acquisition de compétences est, certes, une tâche bien plus ambitieuse, que la simple – mais est-ce vraiment si simple ? – transmission de connaissances. L'un n'exclut pas l'autre, évidemment. Ce défi pour les professeurs de l'enseignement secondaire en est un également, et de taille, pour les enseignants de didactique spéciale. Nous avons mis en œuvre toute une série d'activités, de séminaires, de travaux pratiques, en vue de mieux armer les futurs enseignants qui nous sont confiés. Elles ont été brièvement décrites dans les pages qui précèdent. Nous avons cherché à faire correspondre à chaque activité que nous proposons un certain nombre des compétences qu'il s'agit d'éveiller chez les élèves. Il est clair qu'une telle découpe est un peu artificielle et n'a pour seul but que de clarifier l'exposé. Bon nombre d'activités font référence à plusieurs compétences. Nous voudrions insister sur un dernier point. Nous cherchons à réaliser un équilibre délicat entre un souci constant d'être le plus pratique, le plus concret possible et la volonté de ménager des temps de réflexion plus théorique. Il nous semble en effet que l'apprentissage tout au long de la vie, cette fameuse formation continuée, condition essentielle pour que la flamme du bon enseignant reste vive, ne peut que bénéficier de la maîtrise de quelques clefs de lecture théoriques dont on peut modestement espérer qu'elles survivront à l'évolution, difficilement prévisible, de notre enseignement et aux réformes probables dont il sera le bénéficiaire ... ou la victime.

Notes

- ¹ Compétences terminales et savoirs requis en sciences. Humanités générales et technologiques. Ministère de la Communauté Française de Belgique. <http://www.enseignement.be>
- ² Ces compétences sont appelées « compétences scientifiques » dans le document « Compétences terminales et savoirs requis en sciences. Humanités générales et technologiques » repris sous référence 1.
- ³ Dans la suite de ce texte, les numéros de référence des compétences seront ceux de l'option « sciences générales »

Bibliographie

- BARKE H.-D et HARSCH G., (2001). *Chemiedidaktik heute. Lernprozesse in Theorie und Praxis*, chapitres 1-3, Springer Verlag, Berlin.
- BESNIER J.-M., (2005). *Théories de la connaissance*. Paris Presses : Universitaires de France.
- CHALMERS A.F., (1999). *What is this thing called science ?* New York : Open University Press, Mc Graw Hill.
- MACHAMER P., (1998). *Philosophy of Science : an overview for educators*, Science and Education, 7 1
- NAKHLEH M. B, POLLES J., MALINA E., (2002). *Learning chemistry in a laboratory environment*, in *Chemical education : towards research-based practice*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- SOLER L., (2000). *Introduction à l'épistémologie*. Paris : Ellipses.
- TRO N.J., (2004). *Chemistry as general education*, Journal of Chemical Education, 81, 54
- VERHAEGHE J.-C., WOLFS J.-L., SIMON X. et COMPÈRE D., (2004). *Pratiquer l'épistémologie. Un manuel d'initiation pour les maîtres et formateurs*. Bruxelles : De Boeck.