

## **Une innovation didactique basée sur les nanotechnologies au lycée : quels effets sur la dynamique professionnelle des enseignants ?**

### **Dr Panissal, Nathalie**

Maître de conférences en Psychologie, ERT64 - GRIDIFE, IUFM Midi-Pyrénées, école interne de l'Université Toulouse II - Le Mirail et Octogone, EA 4156, Université Toulouse II - Le Mirail, Toulouse, France

### **Dr Brossais, Emmanuelle**

Maître de conférences en Sciences de l'Éducation, ERT64 - GRIDIFE, IUFM Midi-Pyrénées  
École interne de l'Université Toulouse II - Le Mirail, Toulouse, France

### **Dr Jourdan, Isabelle**

Docteur en Sciences de l'Éducation, formatrice, ERT64 - GRIDIFE, IUFM Midi-Pyrénées  
École interne de l'Université Toulouse II - Le Mirail, Toulouse, France

---

### **Introduction**

Une nouvelle stratégie éducative a associé durant trois ans (2006-2009), au sein d'un lycée toulousain, enseignants du secondaire et chercheurs en sciences (CNRS-LAAS) et sciences humaines (ERT 64-GRIDIFE). Dans une classe de Terminale Scientifique, elle permet de combiner enseignement scientifique (mathématiques, physique-chimie, Sciences de la Vie et de la Terre) et enseignement aux « humanités » (philosophie, histoire-géographie-Éducation Civique, Juridique et Sociale (ECJS), anglais). Cette ingénierie d'éducation citoyenne des sciences repose sur l'enseignement des nanotechnologies. Ces dernières touchent de nombreux secteurs d'application et sont appelées à connaître un fort développement dans la société, engendrant de ce fait, de nombreux bouleversements en matière de développements économiques et industriels mais aussi de questionnements sur les relations entre sciences, technologies et société<sup>1</sup>. L'ingénierie d'éducation citoyenne aux sciences met l'accent sur la complémentarité entre formation scientifique et éthique pour éduquer les futurs citoyens à faire face à l'incertitude liée aux technosciences et leur impact sur la société (Désautels, 2002 ; Bensaude-Vincent, 2009).

L'interdisciplinarité des nanotechnologies (Greenberg, 2009) est un atout pour créer un enseignement scientifique au lycée dans une perspective intégrée qui dépasse la juxtaposition des disciplines académiques clivées correspondant aux traditions de l'enseignement général. Notre projet d'enseignement en classe de Terminale Scientifique française (élèves de 17-18 ans) bénéficie du soutien du Rectorat de Toulouse et est parrainé par Albert Fert, prix Nobel de physique pour l'année 2008-2009. Cette éducation relative aux nanotechnologies comporte trois objectifs : (1) Immerger les élèves dans un laboratoire avec des chercheurs travaillant sur les nanobiotechnologies ; (2) Faire vivre l'interdisciplinarité : disciplines scientifiques et disciplines « humanistes » ; (3) Comprendre les interactions sciences-société.

---

<sup>1</sup>D'octobre 2009 à février 2010 en France, un débat public sur les options générales en matière de développement et de régulation des nanotechnologies est organisé avec des réunions dans 17 villes. <http://www.debatpublic-nano.org/>

Sa mise en œuvre tient en trois points (Panissal, Brossais, Vieu, 2008) : (1) les enseignements basés sur les nanotechnologies (mathématiques, physique-chimie, SVT) assurés au lycée par des chercheurs ; (2) une participation des élèves à une manipulation d'un nanodispositif de biodétection ultra-sensible, en cours d'étude qui met en œuvre les savoirs sélectionnés pour les cours ; (3) un protocole de débats argumentés portant sur les questions éthiques soulevées par les usages des nanotechnologies dans la société.

Les enseignants de la classe expérimentale ont participé à la conception de cette innovation didactique et à sa mise en œuvre. Les enseignants de sciences ont co-construit les planifications d'enseignement relatives aux nanotechnologies (Roussel, Panissal, Terrisse, 2010). Ils n'enseignent pas les savoirs à enseigner choisis et transposés. La négociation entre enseignants "humanistes" et chercheurs a porté sur la préparation et l'animation de débat sur les controverses liées aux nanotechnologies.

Pionnière dans les systèmes éducatif français et européen, cette innovation contribue à créer des lieux et moments différents dans lesquels se déploie et se structure l'activité enseignante en particulier dans le travail collaboratif entre l'équipe enseignante et les chercheurs.

### **Problématique et questions de recherche**

Dans notre recherche, nous voulons mettre l'accent sur la façon dont ce dispositif d'enseignement des sciences prend sens pour un enseignant participant au projet. La notion de rapport au savoir, en ce qu'il représente « un ensemble de significations » et « un espace d'activité » s'inscrivant dans le temps (Charlot, 1997), nous permet d'interroger le sens que prend ce dispositif pour des enseignants qui s'en saisissent (ou non). Le monde n'est donné à l'homme « qu'à travers ce qu'il en percevait, en imagine, en pense, à travers ce qu'il désire, ce qu'il ressent" (o.c.).

Altet étudie de façon plus spécifique le rapport aux savoirs professionnels. Elle distingue deux grands ensembles types de savoirs : les savoirs théoriques d'une part, avec les savoirs à enseigner (savoirs disciplinaires issus de la transposition didactique) et les savoirs pour enseigner (savoirs didactiques et pédagogiques) ; les savoirs pratiques d'autre part, avec les savoirs sur la pratique (savoirs procéduraux) et les savoirs de la pratique soit les savoirs d'expérience issus de l'action "fortement contextualisés" (Altet, 2004).

Nous pouvons alors envisager l'acte d'enseignement comme la mise en scène de ce qu'il y a de plus profond chez l'enseignant, son rapport au savoir. Beillerot, Blanchard-Laville, Mosconi (2000) vont jusqu'à dire que l'on est son propre rapport au savoir et Blanchard-Laville (2001) que l'on enseigne son propre rapport au savoir.

Nous nous situons dans une perspective intégratrice de ces différentes définitions de rapport au savoir. Nous envisageons le rapport au savoir à la fois comme un processus et un produit plaçant le sujet en activité (le savoir comme processus), dans son intimité (le savoir comme constitutif du sujet) et dans une extériorité (le savoir comme préexistant au sujet) (Jourdan, 2008).

Ainsi, nous considérons le sujet comme acteur, en interaction avec un environnement social varié au cours de la vie et disposant de plusieurs sources possibles de savoirs formels et informels. Nous nous choisissons une entrée par la notion de rapport au savoir pour interroger dans le discours des enseignants, le sens donné aux savoirs transmis en examinant leur activité propre (o.c.), dans une perspective professionnalisante. En ce sens, l'analyse du rapport au savoir des enseignants engagés dans le projet permet de prendre en compte de la façon dont le sujet est affecté par le dispositif "nano" et la façon dont ce sujet le signifie et s'y rapporte.

Notre hypothèse de recherche est que les enseignants, en tant que partenaires de ce dispositif d'enseignement original, peuvent s'en saisir pour modifier leur dynamique professionnelle.

### **Méthodologie**

Dans le cadre d'une approche qualitative portant sur les pratiques déclarées des enseignants, nous menons des entretiens semi-directifs qui sont soumis à une analyse de contenu permettant d'étudier les positions du sujet en relation avec les significations qu'il donne à ses pratiques. Après une analyse individuelle des entretiens par les trois chercheurs puis une confrontation de nos interprétations, nous co-construisons des cas centrés sur les effets du dispositif sur les pratiques repérés par les enseignants.

Nos indicateurs sont :

- les changements professionnels - en termes de conduite de classe, de découverte de nouveaux savoirs et d'intégration d'objets de savoir liés aux nanotechnologies dans l'acte d'enseignement,
- l'engagement de soi dans le sens d'un (re)positionnement identitaire.

Parmi les huit entretiens recueillis, nous en choisissons quatre dans une perspective de comparaison en fonction des disciplines d'appartenance : deux enseignants « scientifiques » (Sciences de la Vie et de la Terre et mathématiques) ; deux enseignants « humanistes » (philosophie et histoire-géographie-Education Civique Juridique et Sociale).

### **Résultats**

#### Cécile, enseignante de Sciences de la Vie et de la Terre

Cécile justifie son implication grâce aux arguments développés par l'instigatrice du projet : « à la fois les nanotechnologies et la motivation des élèves d'un lycée classé littéraire et le côté co-disciplinarité ». De plus, l'enjeu pour Cécile est de travailler en équipe dans ce dispositif, « donc la relation avec d'autres collègues et de disciplines différentes voilà former une véritable équipe ».

Cécile met au cœur de ses changements professionnels son goût pour le travail en équipe : « moi ce qui m'a beaucoup plu c'est le travail d'équipe parce que là vraiment on a travaillé... on travaille en équipe on a travaillé... on travaille en équipe ».

Dans cet échange, les savoirs sont le principal intérêt « ce qui nous anime c'est quand même les sciences le contenu ». Le dispositif « réactive » sa curiosité et son envie d'apprendre de nouveaux savoirs transmis par les chercheurs : « eux ont des choses à apporter et moi je suis tout à fait apte à découvrir ce qu'ils ont à me dire », par exemple les spécificités de l'introduction des nanotechnologies en immunologie : « une sensibilité meilleure donc des résultats beaucoup plus fiables avec une seule goutte ».

Dans cette nouvelle dynamique professionnelle, elle souhaite « aller plus loin ça c'est sûr dans ce projet là ». Il s'agit, pour elle, de chercher à comprendre « l'impact sur les élèves de ce projet » et d'approfondir « la transposition des nanotechnologies au lycée ».

Les contraintes du programme, qui « laissent très peu de marge de manœuvre », lui permettent peu de transformations des contenus de cours : « je ne peux pas le changer mais (...) faire une ouverture et parler à ce moment-là de ce que l'on a fait avec les chercheurs mais ça ne peut pas changer le TP ». Les nanotechnologies n'étant pas au programme, Cécile ne peut pas s'autoriser « une heure et demi sur les nanotechnologies » mais « juste une parenthèse ».

#### **Marie, enseignante de mathématiques**

Marie s'est impliquée "par curiosité" et trouve intéressant une « pédagogie de projet" qui permet de suivre un "fil conducteur". Elle se réfère à son expérience en ZEP pour expliquer son investissement dans le projet : "je crois que c'est mon... passage en ZEP".

Elle n'identifie que peu de changements dans sa façon d'enseigner : "moi ce que je fais là je le faisais (...) c'est pareil sans les nanos".

Cette affirmation est pondérée par la concession "si ce n'est que" :

- "mais bon moi je n'ai pas changé si ce n'est que" ;
- "pour moi ça n'a pas changé entre guillemets grand chose si ce n'est que bon (...) des études de fonctions des recherches de maximum de zéro de fonction des études de fonctions ça me permet de réactiver dès le début de l'année des notions qui ont été vu les années précédentes au travers de fonctions qui sont utilisées par les nanos".

Les modifications apportées à ses enseignements sont limitées à sa progression didactique : "je veux dire bon le cours en lui-même j'ai pas grand chose à changer en ce sens que de toute façon c'était dans un ordre ou dans un autre des choses que j'abordais avant (...) j'ai simplement déplacé un peu le problème je les ai étudiés en début d'année sur des devoirs à la maison de façon à ce qu'elles puissent être après reprises au compte du projet nano".

Au-delà de la nouveauté créée par les échanges avec les autres partenaires du projet "ça m'apporte une ouverture je sais pas comment dire... je me situe (...) j'apprécie de pouvoir parler avec des gens qui ont pas le même parcours que moi c'est vrai que quand on est ici je trouve qu'on est sclérosé", l'impact du dispositif est minime dans la pratique professionnelle quotidienne de Marie : "donc moi ça n'a pas je dirais vraiment modifié en profondeur... ce que je faisais".

Avec le projet nano, sa posture de professeur de mathématiques s'affirme dans le sens où sa discipline permet de justifier les résultats donnés "pour argent comptant" en physique où "on justifie pas toujours les résultats" alors qu'avec les mathématiques "on peut en donner une preuve très facile". Son identité professionnelle est ainsi confortée.

### **Philippe, enseignant de philosophie**

Philippe est arrivé la deuxième année du dispositif « par hasard ». Affecté dans cette classe nano, le projet s'est imposé à lui : « les collègues (...) ils m'ont dit voilà tu es dans le projet du nano voilà (...) alors là j'ai pas eu le choix ».

Il évoque son faible intérêt pour les nanotechnologies « dans la mesure où je ne m'y suis pas trop intéressé en terme de connaissance bon aussi je le présente pas de façon explicite ». Ses réticences sont renforcées par sa moindre implication : « c'est pas que ça m'intéresse pas mais effectivement je suis un peu en retrait ».

Philippe n'a rien changé à ses pratiques « en cours j'ai continué à faire ... ce que je fais habituellement ». Bien qu'il témoigne de son intention « de faire des connections un peu plus importantes », il associe très peu les nanotechnologies à ses cours et reconnaît : « pour l'instant j'intègre pas trop même pas du tout ».

En effet, il n'identifie pas de savoirs en philosophie sur ce thème : « objectivement il y a très peu de littérature (...) accessible (...) qui intéresserait le regard philosophique ». De plus, les problèmes éthiques liés aux nanotechnologies, « c'est plutôt un faux problème [sans] véritable enjeu philosophique en terme d'éthique » que Philippe qualifie de « mayonnaise journalistico-j'sais-pas-trop-quoi-commerciale ».

Pour Philippe, la philosophie s'adresse préférentiellement aux terminales Littéraires même si « il peut y avoir des S[cientifiques] qui sont aussi dans la philo ». Philippe compare les Littéraires, qui ont 8 heures de philosophie par semaine, et les Scientifiques qui ont « trois heures de philo ils ont quasiment une vingtaine d'heures d'enseignement scientifique tout confondu (...) de leur côté, l'investissement ne peut pas être le même ». Il aurait pu s'impliquer davantage « mais c'est vrai qu'il y a cette barrière des heures ». Son engagement avec les Scientifiques est à la hauteur du peu d'engagement qu'il leur présume : « je ne vais pas leur indiquer des pistes qu'ils ne suivront pas ».

je ne vais pas leur photocopier des textes et passer des heures à préparer des montages de textes pas possible qu'ils ne liron pas ».

### **Gilles, enseignant d'histoire-géographie-ECJS**

Gilles, qui est le professeur principal de la classe "nano" au cours de la deuxième année de l'expérimentation, s'y retrouve impliqué par hasard, "c'est le hasard purement simplement". Il trouve ce projet intéressant en ce qu'il rend possible un véritable travail d'équipe : "ça change quoi (...) c'est un véritable projet qui implique une équipe et pas seulement au lycée et donc je découvre ça et puis ça m'a bien intéressé je suis resté".

Gilles identifie ce projet, comme modifiant son rapport aux collègues des disciplines scientifiques : "je découvre un peu ce qu'ils [les profs de sciences] font ... à la fois ce qu'ils enseignent aussi et comment ils enseignent ... ils fonctionnent pas du tout pareil c'est intéressant... les élèves sont plus autonomes souvent (...) en TP alors que nous on les infantilise parfois (...) avec un enseignement souvent encore très frontal ... ça c'est peut-être un changement aussi ... oui c'est s'interroger sur la façon ... d'enseigner".

L'intervention de chercheurs en classe offre également à Gilles l'opportunité de remettre en cause sa pratique par l'observation d'une autre manière d'enseigner : "les chercheurs arrivent et je les ai observés (...) il occupait l'espace intermédiaire ... donc il utilisait pas la place du prof ... il était pas à la place des élèves non plus ... c'était très convivial ... c'était une bonne interrogation pour moi c'est intéressant parce que on peut s'interroger sur sa pratique".

Gilles inclut activement dans tous ces enseignements des illustrations issues des nanotechnologies même si "ce n'est pas au programme" : "surtout en éducation civique ... et en histoire on parle des nanos (...) c'est sous-entendu la France depuis la seconde guerre mondiale donc on parle des différentes révolutions technologiques et d'innovation ... donc ça rentre là-dedans en grande partie mais sinon ça rentre aussi un peu en géographie puisqu'on travaille pas mal sur l'aspect recherche-développement comme une nécessité pour être une puissance économique".

Pour Gilles, l'ECJS2 n'est pas reconnue institutionnellement : "j'ai une matière qui n'existe pas (...) au conseil de classe on ne parle jamais d'éducation civique". Le projet lui permet de se faire reconnaître dans son identité professionnelle : "parce que je suis aussi professeur d'éducation civique dans cette classe et c'est là c'est plus difficile à enseigner".

L'arrivée des nanotechnologies au lycée a permis à Gilles d'ouvrir des pistes d'enseignement pour l'exercice du débat : "je savais pas tout à fait que c'était aussi controversé avant les nanotechnologies le débat c'est une occasion de s'interroger sur le bien-fondé des sciences ... des applications que ça implique".

### **Conclusion**

Nous observons par l'étude du rapport au savoir des enseignants que cette innovation didactique, basée sur les nanotechnologies, a influé de façon nuancée sur les dynamiques professionnelles. Nous ne relevons aucune transformation liée à la spécificité disciplinaire des enseignants (humanistes/scientifiques).

Un résultat essentiel de notre étude est que les enseignants n'identifient pas de transformations majeures dans la conduite de leur classe et leurs relations aux élèves. Les "savoirs sur la pratique" (comment faire) et les "savoirs de la pratique" (Altet, 2004) issus de l'expérience professionnelle de l'enseignant restent inchangés. Ces premiers résultats vont dans le sens d'une stabilité du rapport au savoir "fortement ancré dans l'histoire personnelle de chacun (...). Ce n'est donc pas le

---

<sup>2</sup>Éducation Civique, Juridique et Sociale.

savoir qui s'expose, c'est le sujet" (Blanchard-Laville, 2001). Cependant, une nuance peut être apportée dans le cas de Gilles pour qui nous pouvons faire l'hypothèse que, dans une perspective temporelle, sa prise de conscience d'autres pratiques que les siennes donnent lieu à des changements de pratiques.

Nous notons, toutefois, des changements caractérisés par un processus d'ouverture qui se traduit par la découverte de nouveaux savoirs et de nouvelles expériences professionnelles et l'intégration de savoirs liés aux nanotechnologies cependant limités, par exemple, à des illustrations.

Gilles découvre les controverses sociétales liées aux nanotechnologies et Cécile les savoirs de bionanotechnologies enrichissant les savoirs de biologie qu'elle enseigne. De plus, Cécile envisage d'explorer d'autres champs de connaissance comme la recherche en didactique.

Les nouvelles expériences professionnelles s'appuient sur le travail d'équipe entre les enseignants et les chercheurs qui revêt une grande importance pour les enseignants impliqués dans le projet. Ce changement se manifeste par des échanges de nature nouvelle au sein d'une équipe : chez Marie avec l'équipe des chercheurs aux parcours professionnels différents du sien ; chez Cécile avec une équipe co-disciplinaire dont le travail se centre sur les savoirs scientifiques à partager. Gilles se place dans une posture réflexive à partir de l'observation des collègues et des chercheurs.

Gilles intègre des contenus de savoir en introduisant des exemples issus des nanotechnologies dans ses cours d'histoire, de géographie et d'ECJS. Marie modifie sa progression didactique au service du projet nano. Ces transformations se limitent aux "savoirs à enseigner" et aux "savoirs pour enseigner" (Altet, 2004). Cependant, ces changements en termes de savoirs disciplinaires et de savoirs didactiques sont mineurs.

Une autre évolution se situe dans le champ identitaire : les enseignants confortent leur assise disciplinaire. Cette dimension identitaire du rapport aux savoirs professionnels de l'enseignant qui trie, hiérarchise les savoirs convoqués dans sa pratique (Altet, 2004) est à référer "à l'histoire du sujet, à ses attentes, à ses rapports aux autres, à l'image qu'il a de lui-même et à celle qu'il veut donner aux autres" (Charlot, 1997). Pour Marie et Gilles, le projet agit comme un renforcement de leur identité professionnelle disciplinaire. La vérification mathématique incontournable pour une recherche mettant en jeu des nanotechnologies légitime Marie dans son statut de professeur de mathématiques. Gilles se voit reconnu dans son identité de professeur d'ECJS.

Parmi les quatre cas étudiés, trois nous permettent de répondre à nos questions de recherche en termes de changements professionnels et de positionnement identitaire. Le cas de Philippe nous permet d'aborder une autre problématique : celle d'un enseignant qui ne s'implique pas dans le projet proposé et pour qui ce dispositif n'offre pas d'espace de transformations de ses pratiques enseignantes.

### **Bibliographie**

Altet, M. (2004). L'intégration des savoirs de sciences de l'éducation dans l'expertise enseignante : représentations et rapports aux savoirs professionnels des enseignants. In C. Lessard, M. Altet, L. Paquay & P. Perrenoud. (dir.) *Entre sens commun et sciences humaines, quels savoirs pour enseigner ?* (pp. 159-178). Bruxelles : De Boeck.

Beillerot, J., Blanchard-Laville et C., Mosconi, N. (2000) *Formes et formations du rapport au savoir*. Paris : L'Harmattan.

Bensaude-Vincent, B. (2009). *Les vertiges de la technoscience*. Paris : Editions La Découverte.

Blanchard-Laville, C. (2001). *Les enseignants entre plaisir et souffrance*. Paris : PUF

Charlot, B. (1997). *Du rapport au savoir. Eléments pour une théorie*. Paris : Anthropos.

Désautels, J. (2002). L'alphabétisation technoscientifique et la démocratisation de la démocratie. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education / Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et de la technologie*, 2 (2).

Greenberg, A. (2009). Integrating Nanoscience into the Classroom : Perspectives on Nanoscience Education Projets. *ACS Nano*, 3 (4), 762-769.

Jourdan, I. (2008). Rapport au savoir et premières expériences professionnelles chez les enseignants novices en EPS. In M-F. Carnus, C. Garcia-Debanco & A. Terrisse. (dir.) *Analyse des pratiques des enseignants débutants - Approches didactiques*. (pp. 35-54). Grenoble : La Pensée sauvage.

Panissal, N., Brossais, E. et Vieu, C. (2008). An innovative pedagogical experiment for educating high school students to nanobiotechnologies: new approach of scientific knowledge and ethical issues. *BioEd conference, Biological Sciences Ethics and Education; The Challenges of Sustainable Development*, Burgundy, june.

Roussel, C., Panissal, N., Terrisse, A. (2010).