

## **Impact d'une ingénierie interdisciplinaire d'éducation citoyenne des sciences sur les pratiques d'enseignants de lycée**

---

*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*  
[isabelle.jourdan@bv.toulouse.iufm.fr](mailto:isabelle.jourdan@bv.toulouse.iufm.fr)

*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*

*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*

Mots clés : rapport au savoir, pratiques enseignantes déclarées, innovation didactique, nanotechnologies, interdisciplinarité.

### **Résumé**

*Une stratégie éducative pour un nouvel enseignement des sciences associe des enseignants de lycée et des chercheurs de sciences et sciences humaines. Cette expérimentation didactique, basée sur l'interdisciplinarité, met en jeu des savoirs issus des nanotechnologies, une pratique expérimentale en laboratoire et des débats entre lycéens. Dans quelle mesure cette expérimentation est-elle propice à faire évoluer les pratiques des enseignants ?*

*Nous rendons compte du développement professionnel au travers de l'analyse du rapport au savoir des enseignants impliqués dans le projet (Charlot, 1997 ; Beillerot, 2000, Altet, 2004) sous forme de leurs évolutions professionnelles. A partir de l'analyse de leur discours sur leurs pratiques, nous montrons des changements différenciés de pratiques professionnelles déclarées. Le rapport au savoir des enseignants est stable, l'identité professionnelle disciplinaire est renforcée, de nouveaux savoirs sont découverts et de nouveaux objets de savoir liés aux nanotechnologies sont intégrés dans l'acte d'enseignement.*

### **Introduction**

Une nouvelle stratégie éducative associe pour trois ans, au sein d'un lycée toulousain, enseignants du secondaire et chercheurs en sciences et sciences humaines. Ce projet d'enseignement des sciences 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.

Dans cette communication, nous nous centrons sur l'activité des enseignants dans la conception et la mise en œuvre de ce dispositif. Nous étudions les effets de cette implication sur leur pratique ordinaire déclarée.

## **1. Une ingénierie interdisciplinaire d'éducation citoyenne des sciences pour un nouvel enseignement des sciences**

Cette ingénierie d'éducation citoyenne des sciences permet de combiner enseignement scientifique (mathématiques, physique-chimie, Sciences de la Vie et de la Terre) et enseignement aux "humanités" (histoire-géographie-Éducation Civique, Juridique et Sociale (ECJS<sup>1</sup>), anglais). Cette ingénierie d'éducation citoyenne des sciences repose sur le traitement de questions venues des nanotechnologies. Ces dernières touchent de nombreux secteurs d'application et sont appelées à connaître un fort développement dans la société, engendrant de nombreux bouleversements en matière de développements économiques et industriels mais aussi de questionnements sur les interactions sciences-technologies-société.

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 (Rege Colet, 2002 ; Hasni & Lebeaume, 2008).

### **1.1. Quelle éducation relative aux nanotechnologies pour les élèves ?**

Cette ingénierie ambitionne de former des élèves-citoyens alphabétisés sur le plan technoscientifique tout en contribuant à la valorisation d'une "citoyenneté active" (Désautels, 2002). Elle comporte trois objectifs :

1. Mettre les élèves en place de chercheurs (Latour, 2008 ; McComas, 1998).
2. Faire vivre l'interdisciplinarité : disciplines scientifiques et disciplines « humanistes » (Aroq et & Niclot, 2006 ; Rege Collet, 2002 ; Maingain, Dufour & Fourez, 2002 ; Hasni & Lebeaume, 2008)
3. Comprendre les interactions sciences-société (Fourez, 1997 ; Désautels, 2002 ; Bensaude-Vincent, 2009 ; Bensaude-Vincent, Larrère & Nurock, 2008 ; Simonneaux, 2003 ; Albe, 2003)

Le projet consiste en un partenariat entre un lycée et deux laboratoires de recherche : l'un en Sciences Humaines travaillant dans le champ de l'éducation et de la formation des enseignants ; l'autre (CNRS) travaillant dans le champ de la nanomédecine sur des nanodispositifs de bio détection (« lab on chip »).

La mise en œuvre de l'ingénierie se déroule en trois temps :

Temps 1 - Enseignement par les chercheurs de savoirs transposés en cours de science

Les enseignements basés sur les nanotechnologies sont assurés au lycée par des chercheurs à partir de notions du programme de terminale S, qui sont nécessaires pour le temps 2.

Temps 2 - Pratique expérimentale en laboratoire au plus près des pratiques scientifiques actuelles

Les élèves participent à une manipulation concernant un nanodispositif de biodétection, en cours d'étude au sein du LAAS-CNRS et ayant fait l'objet d'un brevet récent ; elle met donc en pratique les savoirs sélectionnés pour les cours. En effet, ce dispositif fonctionne sur une détection optique mettant en jeu la diffraction de la lumière (cours de physique), la fabrication du dispositif est effectuée par nanolithographie douce pour laquelle il faut fabriquer un moule en polymère et fonctionnaliser chimiquement les surfaces du substrat (cours de chimie), la biodétection concerne l'interaction entre un anticorps et un antigène (cours de SVT), la sensibilité de la détection est modélisable (courbe en  $\sin x / x$ ) par l'analyse du signal de diffraction (cours de mathématiques).

Temps 3 - Protocole de débat argumenté sur les questions éthiques soulevées par les usages des nanotechnologies dans la société.

L'enseignement des nanotechnologies permet de travailler l'interdépendance sciences-technologies-société dans la mesure où elles sont porteuses de nombreuses controverses, incertitudes, voire fantasmes. La presse, parfois avec des titres à sensation, se fait l'écho de ce que l'on appelle une révolution des nanotechnologies (invisibles, puissantes, envahissantes, dangereuses...) Que faut-il en penser ? De quoi s'agit-il exactement ? Que risquons-nous ? La mise en place de ce protocole de débat argumenté sur une question socioscientifique (Panissal et al., 2008 ; Simmoneaux, 2003 ; Molinatti, 2005) est conduite en concertation avec les chercheurs et les enseignants d'anglais et d'histoire-géographie-ECJS.

## **1.2. Quelle activité des enseignants dans cette ingénierie d'éducation relative aux nanotechnologies ?**

L'activité des enseignants dans la conception du dispositif relève d'une négociation avec les chercheurs. La planification et la mise en œuvre des activités interdisciplinaires suppose une analyse curriculaire afin de déterminer les points de complémentarité et de convergence entre les différentes matières (Hasni, Lenoir, Larose, Samson, Bousadra, Satiro dos Santos, 2008).

Les enseignants de sciences ont co-construit les planifications d'enseignement relatives aux nanotechnologies (Cf. temps 1). Chercheurs en nanotechnologies et enseignants ont opéré des choix de savoirs des programmes de terminale scientifique. Cette négociation correspond à un échange interdisciplinaire (par exemple, la diffraction expliquée traitée sous l'angle des molécules biologiques) entre les enseignants de physique-chimie, mathématiques et SVT ; les nanotechnologies convoquant, par essence, des savoirs issus de disciplines comme la physique, la chimie, la biologie, pour les transposer en savoirs à enseigner (diffraction, immunologie ...). La négociation entre enseignants "humanistes" et chercheurs en nanotechnologies et en sciences humaines a porté sur la préparation et à la tenue de débat sur les controverses liées aux nanotechnologies (Cf. temps 3). Cette activité de débat argumenté s'ancre dans des thématiques appartenant aux programmes de la classe : la citoyenneté et les évolutions des sciences et des techniques (sécurité, responsabilité, éthique...) en ECJS ou la morale (liberté, devoir, bonheur) en philosophie.

En ce qui concerne la mise en œuvre du dispositif, les enseignants scientifiques n'enseignent pas les savoirs à enseigner choisis et transposés (les enseignements sont assurés par les chercheurs). Les enseignants "humanistes" co-animent avec les chercheurs les temps de préparation et de tenue des débats. Ainsi, l'interdisciplinarité que nous défendons n'est pas circonscrite aux disciplines scientifiques. L'intérêt du dispositif présenté est d'associer des enseignants de sciences et des enseignants des disciplines « humanistes ».

## 2. Cadrage théorique

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. Nous nous demandons dans quelle mesure cette ingénierie interdisciplinaire offre un cadre favorisant le "processus par lequel un sujet, à partir des savoirs acquis, produit de nouveaux savoirs singuliers lui permettant de penser, de transformer et de sentir le monde" (Beillerot et *al.*, 2000).

La notion de rapport au savoir permet d'appréhender la relation que noue le sujet au savoir (Charlot, 1997), enseigner étant alors envisagé comme la mise en scène de ce qu'il y a de plus profond chez l'enseignant, son rapport au savoir. Beillerot (2000) va 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.

Cette notion reprise dans de nombreuses recherches renvoie à différents référents : psychologiques, sociologiques, psychanalytiques, didactiques.

Altet étudie 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).

Pour Charlot, le rapport au savoir apparaît "comme ensemble de significations mais aussi comme espace d'activités et il s'inscrit dans le temps (...). Le monde n'est donné à l'homme qu'à travers ce qu'il en perçoit, en imagine, en pense, à travers ce qu'il désire, ce qu'il ressent" (Charlot, 1997). Le rapport au savoir est alors "rapport au monde, à soi et aux autres d'un sujet confronté à la nécessité d'apprendre" (*ibid.*).

Nous nous situons dans une perspective intégratrice de ces différentes définitions de rapport au savoir puisque "sur le fond, les questionnements, les modes d'entrée, les concepts et les méthodes se croisent plus qu'ils ne se heurtent" (Charlot, 2000). Nous considérons donc le rapport au savoir à la fois comme un processus et un produit (Jourdan, 2005) 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), (*ibid.*).

Nous choisissons une entrée par la notion de rapport au savoir pour rendre compte du développement professionnel dans le discours des enseignants. Nous considérons le sujet comme acteur de ses apprentissages, en interaction avec un environnement social varié au cours de la vie, et disposant de plusieurs sources possibles d'apprentissages formels ou informels. Nous interrogeons le sens donné aux savoirs transmis en examinant son activité propre (Jourdan, 2008 ; Brossais & Roques, 2008), l'essentiel étant pour le sujet de les articuler dans une globalité ayant du sens et dans la perspective d'un développement professionnel. En ce sens, l'analyse du rapport au savoir des enseignants engagés dans le projet permet de prendre en compte la façon dont le sujet est affecté par le dispositif "nano" et la façon dont ce sujet le signifie et s'y rapporte.

Dans cette perspective, nous retenons dans les propositions de définitions du développement professionnel celles qui font référence au sujet, à ses affects, à son identité.

Le développement professionnel se présente comme un processus social par lequel l'enseignant apprend simultanément à "faire" son métier et à "être à" son métier (Marcel, 2006). Pour Wittorski (2007), il renvoie à la dynamique du sujet en activité. Cette activité,

support d'affects, de significations et d'apprentissage, témoigne de la demande, émanant des sujets, de reconnaissance par l'organisation. Il y a là une négociation identitaire entre l'offre de l'organisation et la demande du sujet, soit entre un enjeu d'attribution et une reconnaissance de place. L'idée même de développement professionnel s'inscrit donc dans une approche subjective de l'expérience, construite "par et dans l'élaboration identitaire [engageant] une reconnaissance par les autres des compétences et des savoirs produits" (Wittorski & Briquet-Duhazé, 2008).

### **3. Problématique et questions de recherche**

Le terme de développement professionnel, emprunté au monde de l'entreprise, témoigne d'une logique d'optimisation des pratiques (Barbier, 2009). Ainsi, le développement professionnel des enseignants est envisagé comme l'ensemble des expériences et activités d'apprentissage vécus tout au long de la carrière, expériences qui les rendent capables d'apprendre par eux-mêmes de manière à analyser et à améliorer continuellement leurs pratiques (Day, 1999).

Rapport au savoir, relevant d'une « logique d'intelligibilité des pratiques » (ibid.), et développement professionnel s'articulent en ces termes : de quelle manière chaque enseignant donne sens à cet enseignement interdisciplinaire autour des nanotechnologies en le transformant (ou non) en un outil de développement professionnel ? Notre hypothèse de recherche est que les enseignants, en tant que partenaires de ce dispositif d'enseignement, peuvent s'en saisir comme un espace de formation. En quoi ce dispositif original relève d'un espace de développement professionnel pour l'enseignant ?

Les temps de conception et de mise en œuvre interdisciplinaire auxquels les enseignants ont participé ont-ils des effets sur les pratiques enseignantes ordinaires en classe (hors des temps consacrés au dispositif) en termes de transformations de soi, de ses pratiques professionnelles déclarées, de son rapport aux autres ? Quelles différences entre les enseignants scientifiques et les enseignants humanistes ?

Autrement dit, l'enseignant investi dans le projet nano intègre-t-il des nouveaux objets de savoir dans son enseignement et, si oui, comment les intègre-t-il ? Cette innovation didactique opère-t-elle des changements dans sa pratique déclarée et son identité professionnelles ?

## **4. Méthodologie**

### **4.1. Recueil des données**

Nous nous inscrivons dans une démarche compréhensive qui met l'accent sur la singularité du sujet. Nous nous intéressons au rapport au savoir d'enseignants, à travers leurs changements professionnels, tel qu'il se donne à voir lors de l'entretien semi-directif qui combine une attitude non directive favorisant l'exploration de la pensée dans un climat de confiance et un projet directif recueillant des informations sur des points définis à l'avance.

Cette forme d'entretien est basée sur des questions très ouvertes qui se prêtent le mieux à l'analyse du sens que les acteurs donnent aux événements auxquels ils sont confrontés, leurs

systèmes de valeurs, leurs repères normatifs, leurs lectures de leurs propres expériences soit leur rapport au savoir.

Les questions portent sur le choix du métier d'enseignant, leur parcours dans l'enseignement secondaire, leurs pratiques professionnelles et leurs attentes, leur participation au projet "nano". Dans le cadre de cette communication, nous nous centrons sur la série de questions portant spécifiquement sur le projet d'éducation citoyenne aux sciences :

- Qu'est-ce qui vous a poussé à vous impliquer dans le projet nano ?
- Est-ce que vous avez identifié des changements chez vous ?

Les entretiens ont été menés à la fin de la deuxième année de l'expérimentation, enregistrés et intégralement retranscrits à des fins d'analyse.

## **4.2. Analyse des données**

Dans le cadre d'une approche qualitative portant sur les pratiques déclarées des enseignants, les entretiens sont soumis à une analyse de contenu (Bardin, 1998). L'intérêt majeur d'une analyse des discours est d'étudier les positions du sujet en relation avec les significations qu'il donne à ses pratiques.

Dans une logique de rigueur et de cohérence, nous extrayons la réponse singulière d'un sujet enseignant confronté à l'innovation pédagogique et à son désir de transmettre des savoirs à partir des indicateurs suivants :

- 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-apprentissage.
- l'engagement de soi dans le sens d'un (re)positionnement identitaire.

Après une analyse individuelle des entretiens par les trois chercheuses et une confrontation de nos interprétations, nous co-construisons des vignettes centrées sur l'effet du dispositif sur les changements de pratiques repérés par les enseignants, en lien avec notre question de recherche. Nous présentons cinq cas d'enseignant représentant chaque discipline impliquée dans le projet ; la présentation des cas met l'accent sur la singularité de chaque enseignant. Puis nous repérons les différences et les ressemblances de remaniements professionnels.

## **5. Résultats**

### **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 de l'ingénierie 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.

### **Charles, enseignant de physique-chimie**

Charles se retrouve impliqué grâce au dynamisme de l'instigatrice du projet : "donc ça a poussé et puis c'est vrai que Patricia est donc dynamique "allez viens on y va" (...) bon de toutes façons on n'avait rien à perdre tout à y gagner". Pour lui, le plus important dans cette innovation est de sortir de ses habitudes professionnelles : "ça changeait on faisait quelque chose de nouveau (...) ça changeait ... de cette routine".

Dans un premier temps, Charles admet qu'il constate des changements chez lui : "moui, certainement". L'expérimentation nano lui offre l'occasion de retravailler ses propres savoirs de sa discipline : "j'en sais un peu plus voilà ça c'est des trucs... au niveau de mon savoir fondamental ... c'est important et puis ça m'a permis de... j'ai repris des bouquins (...) quand il a fallu me remettre... à la mécanique quantique tout ça j'ai eu du mal hein... il a fallu que je m'y replonge... un petit peu". C'est également une ouverture sur des savoirs d'autres disciplines : "C'est quoi l'ADN comment c'est fait c'est quoi l'anticorps c'est quoi l'antigène des bêtises comme ça donc il a fallu que je m'y remette... que je m'y remette que je m'y mette".

Les changements professionnels identifiés portent sur l'intégration de vocabulaire nano et sont associés à l'objet de savoir en jeu dans le projet. La diffraction intervient "de façon accessoire (...) c'est minime quoi ça représente deux heures de cours dans l'année". Dans les situations interactives avec les élèves, Charles est attentif à l'intégration du vocabulaire nano : "au lieu de dire 0,4 micromètre, je préfère dire 400 nanomètres non voilà c'est une manière de se mettre les idées ... en tête parce que voilà...".

Mais ces transformations ne remettent pas en cause sa pratique professionnelle dans son ensemble : "des changements ... dans ma façon de travailler ou... non je travaille toujours pareil".

### **Angela, enseignante d'anglais**

Angela s'est engagée dans le projet par "amitié" pour Patricia, instigatrice du programme. De plus, avant sa participation au projet, Angela était sensibilisée au lien entre les nanotechnologies et l'anglais : "ce que j'avais entendu à la radio sur la nanotechnologie et l'importance de l'anglais ça m'a intéressée cette façon dont ce chercheur avait traduit des choses... ça m'a interpellée quelque part... je pensais tiens l'anglais est très important dans les nanos".

Le projet permet à Angela de découvrir de nouveaux savoirs scientifiques : "je n'avais jamais fait de physique même la physique la plus élémentaire donc pour moi c'était très très très... j'étais assez excitée de pouvoir ... de savoir ce que c'était qu'une molécule (...) j'ai même lu le livre sur (...) ce qui était possible par la nanotechnologie (...) ce qui faisait un peu peur tout l'aspect éthique".

D'emblée, Angela n'identifie pas de changements dans sa façon d'enseigner : "j'enseigne toujours de la même façon hein je pense que c'est plus fort que moi", d'autant plus qu'"ils sont en terminale donc il faut quand même que je fasse de l'anglais ordinaire". Mais au fil de l'entretien, elle reconnaît : "j'ai essayé d'intégrer les documents qu'on m'a donnés au cours donc il y a eu un changement".

L'importance de l'anglais pour la science est ce qu'Angela s'attache à transmettre à ses élèves : "j'ai commencé le DVD<sup>2</sup> pour leur montrer qu'en fait il y avait de l'anglais partout qu'il y avait beaucoup de langues mais qu'il y avait toujours de l'anglais... comme fil conducteur... quelqu'un parle en allemand mais c'est sous-titré en anglais".

Elle modifie sa pratique en intégrant dans certaines séquences d'enseignement "un vocabulaire général plus scientifique que ce que je ferais normalement" à travers l'étude du "film "Bienvenue à Gattaca" qui a énormément de vocabulaire scientifique et des questions ... morales manipuler des cellules la science qui manipule la nature".

L'inscription dans le projet transforme l'identité professionnelle d'Angela : "je suis le prof nano je crois que j'ai un plus je sens que j'ai un plus oui parce que d'autres profs ils font langue renforcée ou européen...et moi je fais ça ... à la rigueur je trouve ça plus intéressant parce que nous sommes très ... on est très divisés en littéraires et en scientifiques si on est littéraire on peut pas être scientifique ça j'aime bien comme je vous ai dit à la fin de ma vie découvrir la physique ... oui oui oui j'ai une identité... oui je me sens liée avec eux".

### **Solène, enseignante de Sciences de la Vie et de la Terre**

A la suite d'une décharge d'enseignement de l'enseignante de SVT initialement investie dans le projet, Solène a été sollicitée pour la remplacer pour les enseignements obligatoires : "donc ils cherchaient une prof de SVT parce que c'était Mme R. à la base qui était dans le projet pour avoir les spécialités ... donc ils m'ont expliqué le projet". En outre, elle apprécie la perspective d'un travail engageant plusieurs disciplines et de nouveaux apprentissages : "de toutes façons on se dirige plus vers une pluridisciplinarité (...) ça m'a plu oui ... je ne savais pas trop en plus ce que c'était les nanos euh ... j'ai appris de toutes façons ça va m'apprendre des choses sûrement ... donc oui oui j'ai pas hésité une minute j'ai dit oui oui ça m'intéresse".

Dans un premier temps, Solène affirme que le projet n'a pas modifié sa pratique professionnelle. Ainsi sa première réponse à la question "est-ce que ce projet nano vous a fait changer dans votre manière d'enseigner" est négative : "non pas vraiment". En ce sens, elle reconnaît que "ça ne va pas non plus changer radicalement ma façon d'enseigner non plus quoi". Cependant, la modalisation "pas vraiment" relativise sa réponse ; elle énonce



immédiatement après son nouvel intérêt pour promouvoir la "pluridisciplinarité" auprès des élèves : "par contre vis-à-vis des élèves maintenant j'insiste beaucoup plus dès la première même dès que je peux (...) il suffit qu'on parle d'un sujet ... de la pluridisciplinarité (...) j'insiste beaucoup plus là-dessus alors qu'avant pas du tout". Ainsi, grâce aux nanotechnologies, elle montre à tous ses élèves - participant ou non au projet - la mise en relation des disciplines scientifiques et non scientifiques et l'importance pour l'élève de ne pas s'enfermer dans le cloisonnement institutionnel des disciplines au lycée : "souvent je leur montre regardez là on fait de la physique là on fait de la chimie et je leur dis finalement il vous faudra avoir des notions dans beaucoup de matières il faut parler anglais il faut savoir rédiger ... voilà c'est pas ... je vais en 1<sup>ère</sup> S je vais en 1<sup>ère</sup> L voilà en 1<sup>ère</sup> L je regarde que le français et les langues en 1<sup>ère</sup> S je regarde pas les langues ... ils cloisonnent un peu et c'est vrai que j'ai un discours qui va dans ce sens-là maintenant ... de plus en plus". Elle insiste sur l'importance à l'heure actuelle d'un décloisonnement disciplinaire pour leur avenir professionnel en souhaitant "leur faire prendre conscience que finalement il faut être pluridisciplinaire maintenant pour ... pour réussir dans la recherche ou ailleurs".

Ce projet conforte Solène dans la préséance de la biologie, dans son aspect "beaucoup plus concret", sur les autres disciplines scientifiques, jusqu'à la considérer comme fil conducteur de tout autre projet d'enseignement interdisciplinaire des sciences : "il faudra trouver un autre projet mais à chaque fois je pense ce sera la même chose c'est la biologie qui donnera du sens au projet ... donc il faudra mettre en place un système sûrement avec de la physique des maths de la chimie et l'application se fera ... ce sera une application biologique".

### **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 : "alors je ne me suis jamais intéressé aux ... collègues de sciences dans le sens où je n'ai jamais travaillé avec (...) je découvre un peu ce qu'ils font ... à la fois ce qu'ils enseignent aussi et comment ils enseignent ... ils fonctionnent pas du tout pareil c'est ... c'est intéressant ... les élèves sont plus autonomes souvent (...) en TP alors que nous on les infantilise parfois (...) avec un enseignement qui est 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 ... donc ... c'était une bonne interrogation pour moi c'est intéressant parce que on peut s'interroger sur sa pratique".

Dès l'énoncé de la question "que connaissiez-vous aux nanos avant de participer au projet ?", Gilles met en avant l'apport du projet dans sa pratique professionnelle : "j'ai découvert à travers les nanos qu'on pouvait donc utiliser les nanos pour l'éducation civique je trouvais ça intéressant".

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'ECJS n'est pas reconnue institutionnellement : "j'ai une matière qui n'existe pas finalement dont personne ne parle en général ... au conseil de classe on ne parle jamais d'éducation civique ça n'existe pas". Le projet lui permet de faire valoir l'ECJS auprès des élèves et de l'institution "pour la matière alors pour l'éducation civique c'est valorisant" et 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".

Face à cette "transmission difficile", le concours des chercheurs est bienvenu : "les jeunes [chercheurs] viennent pour faire cours ici ... pendant le débat et la préparation des débats je ne suis pas seul en éducation civique ça me facilite la tâche". 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".

## 6. 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 pratiques enseignantes ordinaires en classe (hors des temps consacrés au dispositif), en tant que construction de sens que prennent les savoirs disciplinaires et le métier d'enseignant.

En effet, les temps de travail d'équipe interdisciplinaire et disciplinaire, au travers de la conception et de la mise en œuvre du dispositif auxquels enseignants et chercheurs ont interagi, contribuent, à des degrés différents, à l'évolution professionnelle des enseignants.

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 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 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 ou des changements de lexique dans les cours ordinaires.

Gilles intègre des contenus de savoir en introduisant des exemples "nano" dans ses cours d'histoire, de géographie et d'ECJS. Angela inclut un lexique scientifique en langue anglaise et Charles adapte son vocabulaire à l'échelle des nanotechnologies quand il traite des mesures en physique.

Pour Charles et Angela, ce processus d'ouverture est également marqué par une autoformation à de nouveaux savoirs considérée comme « une démarche réflexive, une action du sujet sur sa

formation, dans une approche globale de construction de soi et de développement des connaissances » (Clénet, 2006). Charles approfondit des savoirs liés à sa discipline - la physique - mais également des savoirs issus des SVT alors qu'Angela découvre des savoirs scientifiques. Chez Marie, ce processus d'ouverture se manifeste par des échanges de nature nouvelle avec l'équipe des chercheurs aux parcours professionnels différents du sien. Dans l'acte d'enseignement-apprentissage, Solène fait vivre la notion d'interdisciplinarité à ses élèves et 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. Il apparaît une différence notable selon les disciplines d'appartenance : les enseignants "humanistes" ont, semble-t-il, modifié davantage leurs pratiques professionnelles ordinaires que les enseignants de sciences, qui trouvent en la personne des chercheurs des relais-experts pour l'enseignement des savoirs sous l'angle des nanotechnologies.

L'évolution la plus manifeste se situe dans le champ identitaire : les enseignants confortent leur assise disciplinaire. Au travers de l'analyse de leur discours, nous identifions des remaniements professionnels qui relèvent de processus de (re)constructions identitaires, des places et rôles successifs du sujet dans les institutions. 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 Solène, le projet agit comme un renforcement de leur identité professionnelle disciplinaire. Solène estime que la biologie fédère tout projet scientifique ; la vérification mathématique incontournable pour une recherche mettant en jeu des nanotechnologies légitime Marie dans son statut de professeur de mathématiques. Angela et Gilles se repositionnent d'un point de vue identitaire : l'appartenance au projet crée pour Angela son identité particulière de professeur d'anglais de la classe nano et Gilles s'inscrit dans une analyse réflexive de sa pratique, modifie son rapport à ses collègues et surtout se voit reconnu dans son identité de professeur d'ECJS.

Certes, on peut interpréter ce renforcement identitaire dans le sens d'un enfermement disciplinaire comme l'ont montré Albe et Ruel (2008) qui rapportent la réticence d'enseignants de sciences physiques à s'approprier un objectif de développement de culture scientifique et leur attachement aux « concepts scientifiques considérés comme n'ayant pas de relation avec les questions sociales » (ibid.) ou Lebeaume (2008) qui évoquent les "frontières de verre" et la juxtaposition des interventions pluridisciplinaires dans des situations supposées interdisciplinaires (IDD). Rappelons que notre question de recherche porte sur les effets du dispositif sur les pratiques ordinaires des enseignants en classe, hors des temps de mise en œuvre du dispositif. Il nous semble, dans ce cas, que ce renforcement de l'identité disciplinaire est un enrichissement pour l'enseignant et nourrit son développement professionnel. En effet, l'identité se constitue entre prise de conscience, interactions et régulations (Roux-Perez, 2003). En cela, elle offre un espace de développement professionnel pour les enseignants engagés dans le projet ; la conscience de soi et de ses interventions sur le réel se construisant dans le rapport aux autres (Wittorski, 2003). Cette expérimentation, inédite dans l'enseignement secondaire français, contribue à la construction des sujets enseignants dans l'engagement de soi qui conforte l'assise identitaire professionnelle de l'enseignant pour les cinq cas étudiés.

## Bibliographie

- Albe, V. (2003). Incertitudes, ignorances et questionnements soulevés par une controverse technoscientifique sur les dangers de la téléphonie mobile. *In* A. Giordan, J. L. Martinand & D. Raichvarg, (éds) *Ignorances et questionnements*. Paris : DIRES.
- Albe, V., et Ruel, F. (2008). Des enseignements de sciences dans une perspective d'éducation citoyenne ? *Didaskalia*, 33, 121-140.
- 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.
- Aroq, C., et Niclot, D. (2006). Disciplines scolaires et interdisciplinarité au collège et au lycée. *Huitième Biennale de l'Éducation et de la Formation. Expérience(s), savoir(s), sujet(s)*. Lyon : INRP.
- Barbier, J-M. (2009). A propos du développement professionnel. 7<sup>ème</sup> colloque international CDIUFM. *Le développement professionnel des enseignants. Le point de vue des sujets*. Mont-Saint-Aignan. 3-5 juin. Conférence introductive non publiée.
- Bardin, L. (1998). *L'analyse de contenu*. Paris : PUF.
- Beillerot, J., Blanchard-Laville et C., Mosconi, N. (2000) *Formes et formations du rapport au savoir*. Paris : L'Harmattan.
- Bensaude-Vincent B., Larrère C., et Nurock V. (2008) *Perspectives critiques sur les bionanotechnologies*. Paris : Vuibert.
- 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
- Brossais, E., et Roques, M-H. (2008). Étude du rapport au savoir des enseignants débutants : le rôle du mémoire professionnel en Lettres. *In* M-F. Carnus, C. Garcia-Debanç & A. Terrisse. (dir.) *Analyse des pratiques des enseignants débutants - Approches didactiques*. (pp. 55-72). Grenoble : La Pensée sauvage.
- Charlot, B. (1997). *Du rapport au savoir. Éléments pour une théorie*. Paris : Anthropos.
- Charlot, B. (2000). La problématique du rapport au savoir. *In* A. Chabchoub (dir.) *Rapports aux savoirs et apprentissage des sciences*. (pp. 13-23). Tunis : Faculté des sciences de Sfax.
- Clénet, C. (2006). Accompagner l'autoformation dans les dispositifs de formation. 7<sup>ème</sup> colloque européen sur l'auto-formation. *Faciliter les apprentissages autonomes*, ENFA, Auzeville, 18-20 mai.
- Day, C. (1999). *Developing teachers. The challenge of lifelong learning*. Londres : PalmerPress.
- 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).
- Fourez, G. (1997). Qu'entendre par "îlots de rationalité" et par "îlot interdisciplinaire de rationalité" ? *Aster*, 25, 217-225.
- Greenberg, A. (2009). Integrating Nanoscience into the Classroom : Perspectives on Nanoscience Education Projets. *ACS Nano*, 3 (4), 762-769.

- Hasni, A., Lebeaume, J. (Eds.). (2008). *Interdisciplinarité et enseignement scientifique et technologique*. Lyon / Sherbroke : INRP / Editions du CRP.
- Hasni, A., Lenoir, Y., Larose, F., Samson, G., Bousadra, F., Satiro dos Santos, C. (2008). Enseignement des sciences et Technologies et interdisciplinarité : point de vue d'enseignants québécois sur leurs pratiques. In A. Hasni & J. Lebeaume. (Eds.) *Interdisciplinarité et enseignement scientifique et technologique*. (pp 75-110). Lyon / Sherbroke : INRP / Editions du CRP.
- Jourdan, I. (2005). Rapport au savoir et logique de professionnalisation en formation initiale en EPS : deux études de cas. *Recherche et formation*, 50, 6-23. Paris : INRP.
- Jourdan, I. (2008). Rapport au savoir et premières expériences professionnelles chez les enseignants novices en EPS. In M-F. Carnus, C. Garcia-Debanc & A. Terrisse. (dir.) *Analyse des pratiques des enseignants débutants - Approches didactiques*. (pp. 35-54). Grenoble : La Pensée sauvage.
- Latour, B. (2008). *Le métier de chercheur, regard d'un anthropologue: une conférence-débat à l'INRA, Paris, le 22 septembre 1994*. Paris : Editions Quae.
- Lebeaume, J. (2008). Les sciences et la technologie dans l'enseignement obligatoire : curriculum et spécialités enseignantes. In A. Hasni & J. Lebeaume (Eds.) *Interdisciplinarité et enseignement scientifique et technologique*. (pp. 33-50). Lyon / Sherbroke : INRP / Editions du CRP,
- McComas, W. F. (1998). The Nature of Science. *Science Education*, 53-70. Kluwer Academic Publishers.
- Marcel, J-F. (2006). Apprendre des autres. Processus vicariants et développement professionnel de l'enseignant. 7<sup>ème</sup> colloque européen sur l'auto-formation. *Faciliter les apprentissages autonomes*, ENFA, Auzeville, 18-20 mai.
- Maingain, A., Dufour, B., et Fourez, G. (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*. Bruxelles : De Boeck.
- Molinatti, G. (2005). Préfiguration d'un protocole de débat lycéen sur des questions socio-scientifiques relatives au développement des neurosciences. *Rencontres ARDIST 2005, Lyon, 10-15 octobre 2005*. Paris : Association pour la recherche en didactique des sciences et des techniques (ARDIST), p. 241-248. En ligne : <http://www.inrp.fr/ardi...es/contributions/48.pdf>.
- 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.
- Rege Colet, N. (2002). *Enseignement universitaire et interdisciplinarité : un cadre pour analyser, agir et évaluer*. Bruxelles : De Boeck Université, 2002
- Roux-Perez.,T. (2003). Processus de construction de l'identité professionnelle des enseignants d'Education Physique et Sportive. *Recherche et Formation*, 43, 143-156. Paris : INRP
- Simonneaux, L. (2003). L'argumentation dans les débats en classe sur une technoscience controversée. *Aster*, 37, 189-214. Paris : INRP.
- Wittorski, R. (2007). *Professionnalisation et développement professionnel*. Paris : L'Harmattan.

Wittorski, R. (dir.). (2003). Configurations de professionnalisation par l'analyse de pratiques. Enquête IUFM de Bretagne, octobre.

Wittorski, R et Briquet-Duhazé, (dir.) (2008). *Comment les enseignants apprennent-ils leur métier ?* Paris : L'Harmattan.

---

<sup>1</sup>Education Citoyenne, Juridique et Sociale.

<sup>2</sup> Document européen présentant les nanotechnologies