

Le chercheur dans l'institution scolaire: l'analyse de l'enseignement des nanobiotechnologies dans une classe de terminale scientifique.

Catherine Roussel, Nathalie Panissal

André Terrisse

GRIDIFE, ERT64

Université de Toulouse ; UTM-Le Mirail

Introduction

Nous présentons dans cette communication une expérimentation innovante basée sur l'enseignement des nanotechnologies. Débutée en 2006, elle s'inscrit sur une durée de 3 ans. Les élèves participant à ce projet pourront observer et mener des expériences à l'échelle moléculaire, comprendre les propriétés nouvelles de la matière liées à cette dimension de réduction dans le but d'application spécifiques, impliquant les outils mathématiques, physiques et chimie ainsi que la biologie. L'interdisciplinarité est un des fondements de ce projet qui a mobilisé la collaboration d'enseignants de diverses disciplines.

Les trois temps fort du dispositif :

- des cours au lycée réalisés par des chercheurs en collaboration avec les enseignants et en lien avec des concepts scientifiques du programme de terminale S.
- une séance de travaux pratiques dans le laboratoire de recherche au cours de laquelle les lycéens conçoivent le nanodispositif enseigné.
- un débat argumenté sur une question socio scientifique soulevée par l'étude des nanobiotechnologies et la médecine.

Nous nous interrogeons sur la transposition que fait un chercheur (sujet exogène à l'institution scolaire) d'un savoir scientifique, non consolidé, produit d'une recherche en cours, dans une autre institution que celle dans laquelle il a été conçu. Le savoir scientifique porte sur des applications possibles du nanodispositif dans le diagnostic médical mettant en jeu les interactions anticorps antigène. Cette analyse s'inscrit dans le cadre théorique de la transposition didactique (Chevallard, 1985) qui rend compte des transformations adaptatives du savoir qui vont le rendre apte à prendre sa place parmi les objets d'enseignement. Comment le chercheur apprête-t-il le savoir pour le faire vivre dans l'institution scolaire ? Le savoir réellement enseigné n'est pas le savoir savant de départ, pire, ne peut pas l'être, elle (transposition didactique) donne le désagréable sentiment d'une déformation, d'une dégradation inéluctable (Halté, 1998).

Une des singularités du dispositif expérimental porte sur la position du chercheur qui devient provisoirement enseignant dans une institution qui n'est pas l'originelle. A quel degré le contexte institutionnel assujettit le chercheur dans la transmission du savoir tant dans son contenu que dans la façon de le transmettre. Pour autant, cette double posture l'autorise-t-elle à communiquer des connaissances sur la nature des sciences? L'approche anthropologique (Chevallard, 1989,1992,

2003) à travers la notion de rapport au savoir par sa double entrée par le savoir et l'institution nous permet de prendre la mesure des contraintes des systèmes diffuseurs de savoirs organisés en disciplines scolaires. (Shubauer-Léoni, Leutenegger, 2005).

Dans le cadre de cette communication, nous nous focalisons plus particulièrement sur les assujettissements de l'institution scolaire sur le chercheur.

Méthodologie

Caractéristiques de la recherche

La méthodologie de l'étude s'inscrit dans une perspective exploratoire sous-tendue par une visée descriptive, compréhensive et interprétative destinée à comprendre un système d'interactions autour d'un savoir, enjeu de transmission scolaire. Nos intentions sont de décrire « comment les choses sont {...} » (Van der Maren, 1995), percevoir les contraintes institutionnelles qui pèsent sur la mise en œuvre du contenu d'enseignement, de repérer des connaissances propres à l'institution de production du savoir et, de décrire le savoir enseigné pour le comparer au savoir savant.

Le recueil de données

La méthodologie s'appuie sur deux principaux procédés méthodologiques : l'observation de la classe et des entretiens.

Les séances d'enseignement du chercheur

La problématique repose sur l'étude du fonctionnement du chercheur en position d'enseignant, sujet central de notre recherche, en contexte, dans une visée d'identification des transformations adaptatives du savoir savant autrement dit la construction du savoir à enseigner au regard du savoir de référence, de son rapport au savoir en relation avec le changement d'institution et, des savoirs dispensés sur la nature des sciences. La séance de cours constitue un des moments forts de l'observation, sa durée est de deux heures. L'expérimentation a débuté en 2006/2007 mais le travail de recherche s'est construit autour du projet l'année suivante, pour réellement débuter en 2008/2009. Cependant, les séances de cours enregistrées en 2007 et 2008 ont été intégralement retranscrites. Elles seront comparées pour mesurer l'évolution des enjeux didactiques. La comparaison des deux séances observées devrait nous éclairer sur l'impact de l'institution scolaire sur le rapport au savoir du chercheur.

Les négociations entre le chercheur et l'enseignante

Le chercheur et l'enseignante ont convenu de se rencontrer, à deux reprises, dans l'intention de préparer le cours du chercheur. Les négociations portent sur les contenus de savoirs à sélectionner et à rendre conforme avec le programme officiel de même que les activités susceptibles d'être proposées. Du fait de la position de chaque sujet dans des institutions différentes, les négociations permettent d'identifier les éléments source de conflits ou au contraire source d'acceptation par l'un des acteurs. C'est particulièrement sur ces données de base que la comparaison avec le cours dispensé par le chercheur pourra être effectuée vis à vis des savoirs et rapports aux savoirs, de même que sur les manières de faire effectivement mises en jeu.

Les entretiens

Nous avons mené deux entretiens avec le chercheur programmés avant et après la séance de cours pour l'année scolaire 2008/2009 dans une visée de confirmation, d'infirmer et d'identification d'éléments nouveaux indispensables pour inférer sur les analyses des cours observés. En référence à l'ENRD (Entretien non directif de recherche) défini par A. Blanchet (1982) comme étant un entretien principalement entre deux personnes, un interviewé et un interviewer, conduit et enregistré par l'interviewer. Celui-ci a pour objectif de favoriser la production d'un discours de l'interviewé à partir de questions préétablies sur un thème défini dans le cadre d'une recherche en cours. C'est un échange libre, informel, en aucun cas un interrogatoire, autour d'un thème central. En fin de réponse, l'interviewer peut relancer par une autre question prévue ou une question

improvisée pour satisfaire le développement d'un point de discours particulièrement pertinent, en vue d'affiner l'analyse et la compréhension des observations. Les entretiens ont été tout d'abord intégralement enregistrés puis intégralement retranscrits à l'identique.

L'entretien *ante-séance* indique ce que le sujet prévoit d'enseigner, l'objectif et les savoirs mobilisés au cours de la séance ainsi que les gestes et les tâches qui accompagnent la transmission du savoir. Plus globalement, il nous éclaire sur les intentions didactiques du sujet.

L'entretien *d'après-coup* permet de dresser un état des lieux sur ce qui a été réellement enseigné, d'éclairer certains points de savoir, de comprendre les écarts entre les intentions didactiques exprimées lors de l'entretien *ante-séance* et l'enseignement effectivement délivré.

La confrontation des données

L'analyse des données est dans un premier temps linéaire avec comme objectif d'identifier les axes thématiques qui guident notre recherche pour chaque catégorie de données, puis dans un deuxième temps elle est transversale. Il s'agit de recouper, de confondre les différents axes de recherche dans les différents recueils pour confirmer, infirmer des données, instruire des points incompris afin d'inférer le plus judicieusement possible sur le sens à donner aux différentes observations. L'intention finale est de comparer les deux enseignements menés en 2008 et 2009. On analysera le poids de l'institution scolaire sur l'enseignement du chercheur, les contraintes auxquelles il a été confronté lors de l'élaboration de son cours. Il s'agit également de relever les transformations adaptatives apportées au savoir savant pour le faire vivre au lycée. On examinera aussi les connaissances à propos des sciences que le chercheur est en mesure d'apporter du fait de sa position dans l'institution de production de savoir.

Résultats et discussion

La négociation entre le chercheur et l'enseignante

Elle porte sur la préparation du cours dispensé par le chercheur et sa participation à une séance de travaux pratiques dirigée par l'enseignante, en relation avec la notion de savoir officiel que le chercheur doit transmettre. Deux situations didactiques différentes révèlent un positionnement singulier et distinct de la part des deux acteurs qui émane de leur provenance institutionnelle et des attentes de l'un vis à vis de l'autre. Dans la première partie de la négociation qui porte sur la séance du TP, dispensée par l'enseignante, celle-ci s'attache à suivre rigoureusement les injonctions institutionnelles pour garantir au maximum la réussite de ses élèves à l'examen terminal. L'intervention du chercheur ne doit en aucun cas interférer sur le contenu de savoir à transmettre au cours de la séance mais un apport de connaissances sur les gestes techniques est possible. La manière de faire est celle attendue par l'institution. Son rapport personnel au savoir à enseigner se conforme à celui du rapport institutionnel. La réussite de l'évaluation par les élèves constitue l'objectif final.

La préparation du cours enseigné par le chercheur est discutée au cours de la deuxième négociation. L'enseignante n'intervient pas sur le contenu scientifique que souhaite transmettre le chercheur. L'absence d'évaluation par l'institution scolaire de ce savoir, une méconnaissance du fonctionnement du nanodispositif et une confiance absolue sur la validité du savoir transmis par le chercheur pourraient expliquer l'absence de prise de position de l'enseignante vis à vis de ce savoir. Cependant, elle lui propose différentes stratégies didactiques pour susciter l'intérêt des élèves et ce, pour pallier à l'absence d'évaluation finale qui mobilise, selon elle, l'investissement des lycéens dans l'écoute et le travail demandé en classe. Elle invite le chercheur à favoriser les interactions, questionner les élèves, instaurer un dialogue et, lorsque la réponse attendue est formulée, inciter l'élève à venir devant la classe, au tableau, l'expliquer. Mettre en avant celui qui connaît la solution, le valoriser et démontrer aux autres que l'enjeu de savoir n'est pas insurmontable. L'enseignante l'informe également sur l'importance de la gestion du temps. Pendant son cours, il a la responsabilité de décision sur la pertinence ou non du maintien de la tâche. Ses

décisions sont autant de moyens d'accélération ou de ralentissement du temps didactique. Aucune remarque à propos du contenu du savoir savant, sur son souhait de développer des notions hors programme et d'élargir le champ d'application de la biodétection à d'autres maladies, n'est émise. L'enseignante lui rappelle malgré tout que trop de connaissances risquent de les embrouiller. Plus globalement elle lui montre que la transmission d'un savoir scientifique n'est pas suffisante pour mobiliser la curiosité et le goût d'apprendre. Ce savoir doit être construit en coopération avec les élèves. De plus, elle l'encourage à décrire le fonctionnement d'un laboratoire de recherche et, à préciser les acteurs qui composent l'institution de production scientifique.

Le chercheur requiert auprès de l'enseignante des connaissances sur le savoir-faire. Le rapport personnel du chercheur sur les connaissances professionnelles se crée par son entrée dans l'institution scolaire où il occupe la position d'enseignant. Il devient ainsi sujet de cette institution et s'assujettit à ses contraintes. Son souhait est d'être en conformité avec le fonctionnement de l'institution pour transmettre le savoir tel qu'il est dispensé à l'école et devenir ainsi un « bon sujet de l'institution ». (Chevallard, 2002). Des tensions sur des enjeux de savoir apparaissent au cours de la première négociation, elles concernent les connaissances issues de la réalisation du TP. Pour l'enseignante, la réussite des gestes techniques prévaut sur le sens donner à chacun d'eux, il en est de même pour les consignes de sécurité moins importantes à considérer que la réussite de la manipulation, or le chercheur exprime l'idée contraire. Chacun des deux sujets conserve à propos du savoir sa position propre à l'institution à laquelle il appartient.

Les entretiens ante séance et d'après-coup

Au delà de la connaissance de la biopuce et de ses applications, la priorité du chercheur réside dans l'évocation de l'interdisciplinarité au sens de Fourez. L'objet d'enseignement développé dans le cours du chercheur convoque les apports de différentes disciplines qui s'interconnectent en réponse à une problématique particulière : concevoir un nanodispositif de biodétection optique. Solliciter des rappels de mathématiques pour appréhender la diffraction, associer chimie de surface et biochimie pour comprendre les associations moléculaires du dispositif et ses applications illustrent pour le chercheur le concept d'interdisciplinarité. Il souhaite le transmettre aux élèves à travers son enseignement. Le principe de diffraction est mis en évidence et expliqué à partir des réseaux constitués de molécules dont des molécules biologiques.

Il simplifie le savoir savant et explique cet écart par la nécessité de respecter le niveau d'apprentissage des élèves et, celui exigé par le curriculum. Les concepts proposés se complexifieront au fur et à mesure de l'avancée de leurs études scientifiques. Il manifeste la volonté d'être compris par le public lycéen et apprête le savoir scientifique en fonction des connaissances des élèves définies dans le programme officiel et, de sa problématique : l'innovation que représente ce nouvel outil dans le diagnostic médical. Le chercheur s'assujettit aux instructions officielles sur les savoirs à enseigner à des lycéens de terminale scientifique. Cette démarche résulte de la négociation avec l'enseignante mais également de sa volonté « d'être le bon sujet de l'institution » (Chevallard, 2002). Volontairement, il passe sous silence certains savoirs en physique, en chimie et en biologie.

Il prévoit de solliciter les élèves en les interrogeant, en leur proposant des exercices. La prise de notes plus conséquente est prévue, de même qu'une utilisation du tableau plus marquée. Dépeindre une « science qui se fait » lui paraît fondamental ainsi que l'intrication entre le monde de la recherche et le monde économique.

Lors de l'entretien d'après-coup, le chercheur pense avoir atteint ses objectifs. Globalement, il estime que la transmission du savoir et la gestion du temps didactique sont plutôt réussies. Il attribue cette réalisation à des interactions plus riches synonymes d'un cours vivant, un temps plus long consacré aux explications et, par conséquent une grande majorité d'élèves ont été plus

réceptifs aux savoirs dispensés. Pour le chercheur, plusieurs indicateurs démontrent ces observations, la pertinence des réponses aux questions posées, la réalisation des exercices proposés.

La séance d'enseignement du chercheur

Il reproduit à l'identique la manière de diffuser le savoir officiel. Un autre aperçu de la mise en conformité du chercheur avec l'institution scolaire transparaît dans la gestion de la programmation attentive des contenus à dispenser, durant les deux heures de cours. Il développe également dans la séance, des pratiques qui impliquent les élèves et autorisent des échanges riches. Pour cela, il construit des exercices afin d'illustrer ses propos et de susciter le dialogue avec les élèves. Classiquement, en visite dans une classe, un inspecteur pédagogique évalue l'enseignant sur des bases de l'action professionnelle comme l'organisation de l'enseignement et les formes de travail retenues, mais aussi la régulation de l'enseignement et ses ajustements. Le chercheur, de part ses actions, répond aux exigences de l'inspection et par voie de conséquence à l'institution scolaire. Il répond aux exigences de la hiérarchie institutionnelle. L'ensemble des résultats sur l'analyse du cours dispensé par le chercheur révèle une intention manifeste d'être compris par des élèves du lycée et de favoriser l'appropriation des contenus d'enseignement du savoir savant. En même temps, il a le souci de reprendre dans ses explications les parties du savoir officiel qu'il estime insuffisamment maîtrisées par les élèves. Concernant le savoir savant, il a sélectionné des contenus, les a organisés au sein d'une programmation, les a « apprêtés » pour le public lycéen en les transformant au prix d'une simplification en fonction de l'âge des élèves et de leur acquis préalables. Il a conçu ainsi des « enseignables » et aménage des cheminements dans le temps didactique (Reuter, p.96, 2007).

Toutefois, il introduit dans le savoir enseigné des savoirs propres à l'institution de production à laquelle il appartient, notamment des nouveaux savoirs scientifiques très récents, et renseigne les élèves sur les métiers qui composent le monde de la recherche, des savoirs du laboratoire. Il montre que sa recherche est jalonnée de réflexions inutiles, de tâtonnements, de fausses pistes, de doutes, d'impasses qui pour autant ne l'entravent pas, mais bien au contraire la nourrissent. Sa démarche scientifique est contingente, les hypothèses formulées sont multiples.....et le résultat incertain. Il décrit l'objet d'enseignement comme un savoir instable pour lequel des doutes existent comparé à celui étudié en classe au cours de l'année scolaire. Des conflits de savoirs existent dans la recherche, l'incertitude est présente contrairement aux savoirs consolidés enseignés qui font l'unanimité depuis des décennies. Il affirme de façon récurrente l'interdépendance de la recherche scientifique avec le monde économique, les connexions que les technosciences entretiennent avec les besoins industriels et sociaux. Dans son cours, il dépeint la recherche comme une activité collective qui n'exclut pas la compétitivité, source de motivation pour le chercheur et requiert des qualités comme la créativité, l'ingéniosité et l'abnégation. A plusieurs reprises, il contourne les assujettissements scolaires pour faire vivre certaines notions du programme dans le cadre de sa recherche, et parfois expose des notions « hors programme officiel ». Certains de ces savoirs ne peuvent être connus et enseignés que par lui, par exemple les dernières avancées scientifiques, les investissements financiers publics et/ ou privés alloués à la recherche. Globalement, l'originalité et le caractère innovant du cours comparé à celui ordinaire d'un enseignant repose sur l'intrication entre les savoirs officiels, les savoirs issus des nanotechnologies, les savoirs à propos des sciences et l'interdisciplinarité ; possibilité d'ouverture scientifique que l'enseignant par une méconnaissance de certains de ces savoirs ne peut s'autoriser.

Nos résultats révèlent un affranchissement du chercheur vis à vis de l'institution marqué par la présentation de savoirs hors programme officiel, de l'interdisciplinarité, de connaissances sur la nature des sciences, des savoirs de l'institution dans laquelle il oeuvre. Le cours reste donc singulier, différent d'un cours ordinaire. Il est à la fois conservateur, de par son lien avec les programmes officiels, et innovant, de par les savoirs propres à l'institution de recherche qui y sont abordés.

Nous observons qu'au cours du temps le chercheur s'assujettit de plus en plus à l'institution aux dépens de savoirs très récents, de connaissances sur la nature des savoirs et d'interactions avec les élèves. Avec le temps, deviendrait-il un enseignant comme les autres? Nous pouvons réfléchir sur la nécessité des modifications observées et réalisées par le chercheur, hormis l'« apprêtage » du savoir savant, pour être compris par les élèves. Est ce que cette volonté de « mise en conformité » aux valeurs de l'institution scolaire est indispensable pour acquérir une légitimité face aux élèves, pour appuyer son autorité didactique? Nous pouvons citer Y. Chevallard : « Qui est légitime pour enseigner face à des élèves? ». L'appréciation positive d'une grande majorité de lycéens sur l'expérience vécue, renvoie à la possibilité qui leur est offerte d'investir à travers leurs questions, le monde de la recherche, mais aussi de percevoir un enseignement différent au lycée. Leur intérêt porte sur la nature des sciences plus que sur les savoirs constituant le cours, ce qui peut les inciter à choisir une carrière scientifique.

Conclusion

Notre travail s'appuie uniquement sur l'observation d'un seul chercheur, c'est à partir de cette étude de cas que nos résultats et nos interprétations ont été élaborés. Cette étude a sans nul doute une valeur locale contextuelle. (Van der Maren, 1995). Selon cet auteur, ce type de recherche permet d'introduire de nouvelles hypothèses et d'ouvrir à d'autres travaux. Un travail de recherche sur la représentation du cours par les élèves, sur les savoirs assimilés auraient pu être mené, à travers l'impact de ces séances d'enseignement sur leur choix d'études post-bac et leur orientation vers des cursus de formation scientifique. Qu'apporte le chercheur sur la « science qui se fait » qui peut engager, par identification, certains élèves vers ces métiers? Sa passion pour la recherche ?

Nous dégageons de ce travail de recherche une dialectique entre normes et habitudes scolaires d'une part, et monde de la recherche d'autre part. L'observation du chercheur de part sa double position, sujet de l'institution de recherche et provisoirement sujet de l'institution scolaire dans le cadre du projet, souligne la dualité dans son cours des normes scolaires et celles propres à la recherche.

Bibliographie

Arsac, G., Chevallard, Y., Martinand, J.L., Tiberghien, A. (1994). La transposition didactique à l'épreuve. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Astolfi, J.P., et Develay, M. (1989). La didactique des sciences. 6^{ème} Edition. Paris : Presses Universitaires de France.

Blanchard-Laville, C. (2002). Rapport au savoir : que nous dit la clinique ?, In *Actes des 31èmes journées franco-québécoises de didactiques : Rapport au savoir et didactique*. Sorbonne, Paris.

Bordet, D., (1997). Transposition didactique : une tentative d'éclaircissement, in *DESS* 110,45-52.

Chevallard, Y. et Johsua, M. A. (1991). La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble : La Pensée Sauvage.-Chevallard, Y. (2002). Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. In *Actes des 31èmes journées franco-québécoises de didactiques : Rapport au savoir et didactique*. Sorbonne, Paris.

Shubauer-Leoni, M.L., Leuteneger, F., (2005). Une relecture des phénomènes transpositifs à la lumière de la didactique comparée. Genève : *Revue Suisse des sciences de l'éducation*. 27(3), (page 403-429)

Van der Maren, J.M. (2005). Méthodes de recherche pour l'éducation. Bruxelles : De Boeck.