

Des profils d'enseignement différents au sein du partenariat scientifique EDIFICE

Voisin, Vincent⁽¹⁾, Magneron, Nathalie⁽²⁾, Coquidé, Maryline⁽³⁾

⁽¹⁾Lycée Pothier, 2 Bis Rue Marcel Proust, 45000 Orléans - France

⁽²⁾ESPE Centre Val de Loire - Université d'Orléans, 72 Rue du Faubourg de Bourgogne, 45000 Orléans - France

⁽³⁾UMR STEF, Ecole normale Supérieure de Cachan - Bâtiment Cournot - 61, avenue du Président Wilson F-94235 Cachan cedex - France

Résumé : L'université d'Orléans a mis en place, à travers un projet IDEFI (initiative d'excellence en formations innovantes), un partenariat scientifique entre des lycées et des laboratoires, afin d'offrir à des cohortes de lycéens un enseignement par la recherche en immersion dans des laboratoires de recherche scientifique et sous la tutelle de doctorants. Ce dispositif, baptisé EDIFICE, implique ou a impliqué, depuis 2012, quatre cohortes d'environ 100 élèves chacune avec 100 doctorants au total. Notre objectif est d'étudier la nature des moments en laboratoire vécus par les élèves. Le cadre théorique comporte des éléments de la notion de pratique sociale de référence (Martinand ; 1986, 2003) avec la notion de la situation d'enseignement-apprentissage prototypique (Lebeaume ; 1999, 2000) et une caractérisation des démarches scientifiques des élèves à partir du cadre des démarches d'investigation de Grangeat (2013). Notre étude qualitative se focalise sur cinq exemples d'encadrements d'élèves par des doctorants dans des laboratoires de physique et de géologie. Notre corpus diversifié comprend, selon les groupes doctorant-élèves, des entretiens semi-dirigés des doctorants, d'élèves et d'enseignant du secondaire, des notes sur les visites des laboratoires et les observations des présentations orales des élèves, d'autre part des cahiers de laboratoires des élèves, ainsi que leurs diaporamas de présentation. Des articles scientifiques de doctorants ont également été recueillis. Les résultats mettent en évidence une différence dans l'articulation des trois pôles en tension : moments scientifiques, référence et visée du cadre théorique, entre les deux doctorants géologues et les trois physiciens. Les doctorants géologues parviennent à proposer des moments scientifiques à la fois proches de la référence, tout en laissant davantage les élèves être acteurs de leur démarche. Ces approches différentes sont interprétées comme étant la conséquence des visées éducatives qui diffèrent selon les doctorants. En outre, nous postulons que ces visées pourraient être, elles-mêmes, influencées par les spécificités propres à chacune des disciplines de recherche.

Mots-clés : partenariat scientifique ; élèves du secondaire ; doctorant ; laboratoire.

Contexte de l'étude

L'université d'Orléans a mis en place un dispositif curriculaire, baptisé EDIFICE, qui permet à des cohortes de lycéens une immersion dans des laboratoires de recherches, encadrés par des doctorants. Ce dispositif est une réponse apportée au constat d'une diminution, en valeur relative, du nombre d'étudiants dans certaines filières scientifiques universitaires depuis plusieurs années, notamment en sciences physiques et chimie (Boilevin et Ravanis, 2007 ; Venturini, 2004). EDIFICE souhaite donner une ouverture culturelle de la recherche scientifique avec une vision positive et favoriser l'orientation d'un plus grand nombre d'élèves dans des cursus scientifiques. Ce partenariat scientifique regroupe trois lycées orléanais avec une vingtaine de laboratoires du CNRS, du BRGM et de l'université d'Orléans. Depuis 2012, quatre-cent élèves, sont ou ont été engagés dans le

dispositif, avec une centaine de doctorants. Chaque doctorant encadre de 2 à 6 élèves une trentaine d'heures par an, au cours de chacune des trois années que dure la thèse.

Cadre théorique

EDIFICE offre un ensemble de situations diversifiées vis-à-vis des laboratoires, des thématiques de recherche et aussi par rapport aux mentors scientifiques qui n'ont pas nécessairement ni les mêmes contraintes, ni les mêmes visées éducatives. Par conséquent, nous utilisons le concept de situation d'enseignement-apprentissage prototypique qui a été élaboré pour l'étude de la cohérence interne entre les tâches des élèves, la visée éducative et la référence des méthodes anciennes de la technologie (Lebeaume ; 1999, 2000). Alors qu'intégrer des élèves de seconde dans un laboratoire ne va pas forcément de soi et qu'aucune des recherches référencées par Sadler et *al.* (2010) n'explique ce que font les élèves, cet outil nous permet de mettre en lumière les activités des élèves dans les laboratoires et de prendre en compte le rôle des doctorants en tant que sujets sur lesquels repose la prise en charge des élèves et l'élaboration des situations d'enseignement-apprentissage. Ces doctorants n'ont pas nécessairement les mêmes aspirations et nous souhaitons étudier dans quelle mesure les visées éducatives de ces mentors scientifiques influencent les situations vécues par les élèves. Pour désigner les périodes d'enseignement vécues par les élèves, nous utilisons le terme de moment en référence à la notion de moment scolaire définie par Develay (1992). Elle semble appropriée, dans le cadre de cette recherche, car elle recouvre en partie les tâches, les objets et les savoirs et il n'y a pas de domaine disciplinaire établi. De plus, la durée de chaque rencontre, correspond à des créneaux d'au moins trois heures que le doctorant organise, a priori, comme il veut et conformément à sa pratique de recherche.

Nous proposons de caractériser la nature des moments en laboratoire selon le degré de ressemblance entre le travail des élèves dans les laboratoires et la nature des activités de recherches du doctorant en utilisant la notion de pratique sociale de référence (Martinand ; 1986, 2003). Cette notion répond à la problématique de la référence dans la construction ou l'étude de curricula d'éducation scientifique et technologique (Martinand, 2001). La pratique sociale prise comme référence correspond aux activités de recherche des chercheurs dans les laboratoires universitaires. Nous choisissons de nous focaliser sur cinq caractéristiques de cette pratique et de définir quatre modes selon le degré de ressemblance à la pratique sociale de référence pour chacune de ces cinq caractéristiques. Le tableau 1 suivant représente les choix opérés et les compléments apportés vis-à-vis de la notion de pratique sociale de référence (Martinand ; 1986, 2003).

Caractéristique 1 : Les problèmes qu'on résout			
Mode 1.1	Mode 1.2	Mode 1.3	Mode 1.4
Pas de lien avec les thématiques du laboratoire	Les problèmes à résoudre sont reliés avec ceux du laboratoire et/ou le domaine scientifique du doctorant	Les problèmes à résoudre sont en lien avec ceux de la recherche du doctorant	Les problèmes à résoudre sont ceux de la recherche du doctorant
Caractéristique 2 : Les types de pratiques			
Mode 2.1	Mode 2.2	Mode 2.3	Mode 2.4
Pas de lien des pratiques avec celles du laboratoire	Les pratiques sont en lien avec celles du laboratoire	Les pratiques sont analogues à celles du doctorant mais adaptées	Les pratiques sont les mêmes que celles du doctorant
Caractéristique 3 : Les instruments matériels et intellectuels			
Mode 3.1	Mode 3.2	Mode 3.3	Mode 3.4
Pas d'outils utilisés ou pas de lien entre les outils utilisés par les élèves et ceux du laboratoire	Les instruments sont ceux du laboratoire mais ne sont pas utilisés dans la recherche doctorale	Les mêmes mais choix et/ou procédures adaptées	Les mêmes que ceux du doctorant sans adaptation

Caractéristique 4 : les représentations symboliques			
Mode 4.1	Mode 4.2	Mode 4.3	Mode 4.4
Pas de lien ou pas de représentations symboliques (alors que la recherche doctorale en produit)	analogues mais pas exploitable du point de vue de la recherche doctorale	Les mêmes mais des choix sont opérés pour une adaptation aux élèves	Les mêmes sans modification
Caractéristique 5 : les savoirs en jeu et les savoirs produits			
Mode 5.1	Mode 5.2	Mode 5.3	Mode 5.4
Sans lien direct avec la thématique de recherche du laboratoire	Dans la thématique mais sans lien direct avec la recherche doctorale	Les mêmes mais des choix sont opérés dans le but d'une adaptation aux élèves	Les mêmes

Tableau n°1 : Le modèle à quatre modes pour chacun des aspects choisis pour caractériser la nature des moments scientifiques (complété d'après Martinand ; 1986, 2003)

Nous proposons également une caractérisation de la démarche scientifique des élèves en adaptant le modèle de Grangeat (2013) qui permet d'identifier les pratiques d'enseignements scientifiques fondées sur les démarches d'investigation (modèle ESFI). Celui-ci propose six dimensions formant chacune un continuum sur lequel les stratégies d'enseignement peuvent être positionnées en quatre modes servant de repères. Nous avons modifié ce cadre d'analyse initialement conçu pour des situations scolaires, en prenant en compte les données recueillies et les contraintes des moments scientifiques vécus en laboratoire et élaborés par des doctorants, non formés à la démarche d'investigation.

Dimension 1 : Qui est à l'origine du questionnement éventuelle ?			
Mode 1.1	Mode 1.2	Mode 1.3	Mode 1.4
Il n'y a pas de questionnement verbalisé	Le doctorant apporte le questionnement initial	Le doctorant propose un questionnement initial en lien avec l'expérience des élèves	Les élèves construisent un questionnement à partir d'une situation proposée par le doctorant
Dimension 2 : Quelle est la nature du problème ?			
Mode 2.1	Mode 2.2	Mode 2.3	Mode 2.4
Le doctorant propose le suivi d'un protocole	Le doctorant propose une situation connue permettant aux élèves de concevoir un protocole	Les élèves disposent d'un matériel limité pour répondre à une consigne ouverte	Les élèves disposent de matériels libres pour répondre à une consigne ouverte
Dimension 3 : Quelle responsabilité ont les élèves ?			
Mode 3.1	Mode 3.2	Mode 3.3	Mode 3.4
Les élèves sont observateurs du doctorant	Le doctorant met en place les étapes de la démarche suivie par les élèves	Le doctorant amène les élèves à concevoir une ou plusieurs procédures	Les élèves sont responsables de l'investigation
Dimension 4 : Quelle est le degré de continuité des moments scientifiques ? d'articulation des moments entre eux ?			
Mode 4.1	Mode 4.2	Mode 4.3	Mode 4.4
Les moments scientifiques sont décousus, sans lien entre eux	Les moments scientifiques sont décousus mais les méthodes et/ou les matériels utilisés sont similaires	Les moments scientifiques sont continus avec des ellipses	Les moments scientifiques sont continus
Dimension 5 : élaboration de la réponse au problème / rédaction du diaporama pour le congrès EDIFICE			
Mode 5.1	Mode 5.2	Mode 5.3	Mode 5.4
Le doctorant élabore, rédige seul la réponse en lien avec le problème initial et rédige le diaporama	Le doctorant élabore, rédige la réponse avec la participation des élèves	Les élèves expliquent ce qu'ils ont appris et rédigent le diaporama avec l'aide du doctorant	Les élèves expliquent et rédigent seuls la réponse, ils élaborent seuls le diaporama

Tableau n°2 : Caractérisation de la démarche des élèves en fonction du type d'encadrement (modifié d'après Grangeat, 2013)

Méthodologie

Nous nous intéressons à cinq groupes doctorants-élèves du partenariat. Trois doctorants mènent leur travail de recherche dans un laboratoire de sciences physiques et deux autres sont en sciences de la Terre. Pour l'étude des caractéristiques des recherches doctorales

et/ou des visées, nous avons mené des entretiens semi-dirigés avec tous les doctorants et pris des notes lors de visites de laboratoires. Un recueil d'articles de recherche de doctorants a pu compléter l'analyse des caractéristiques des recherches doctorales. Les moments en laboratoire ont été investigués, en plus des entretiens avec les doctorants, au travers d'entretiens semi-dirigés avec des élèves et des enseignants du secondaire. En outre, nous avons assisté au congrès EDIFICE qui a permis la prise de notes lors des présentations orales des élèves de leur travail dans les laboratoires. Les supports de présentation de ce congrès, ainsi que des cahiers de laboratoires des élèves ont également été recueillis. Les entretiens semi-dirigés ont été menés avec des guides d'entretien doctorant, professeur et élève spécifiques et ont été entièrement retranscrits et codés avec le même cadre d'analyse. L'ensemble des éléments du corpus a été consulté afin d'apporter des précisions, de compléter ou de croiser les informations. Nous avons codé spécifiquement des informations sur chacune des caractéristiques : les problèmes qu'on résout, les types d'activités, de tâches, les instruments matériels et intellectuels, les représentations symboliques et les savoirs en jeu et produits attendant à la pratique de recherche du doctorant et aux moments en laboratoire. Les deux autres domaines d'analyse concernent la démarche entreprise par les élèves et les visées des doctorants. A partir des informations recueillies, nous avons étudié d'une part la proximité à la pratique de recherche de référence, d'autre part le type de démarche scientifique des moments en laboratoire en déterminant les modes qui leur correspondent selon les cadres d'analyse des tableaux 1 et 2. Lors d'hésitations, nous avons privilégié le mode chiffré le plus bas.

Résultats

Les résultats sont présentés sous la forme de deux pentagones avec les quatre modes et les cinq dimensions à chacun des pôles de chacun des cadres d'analyses (tableaux 1 et 2).

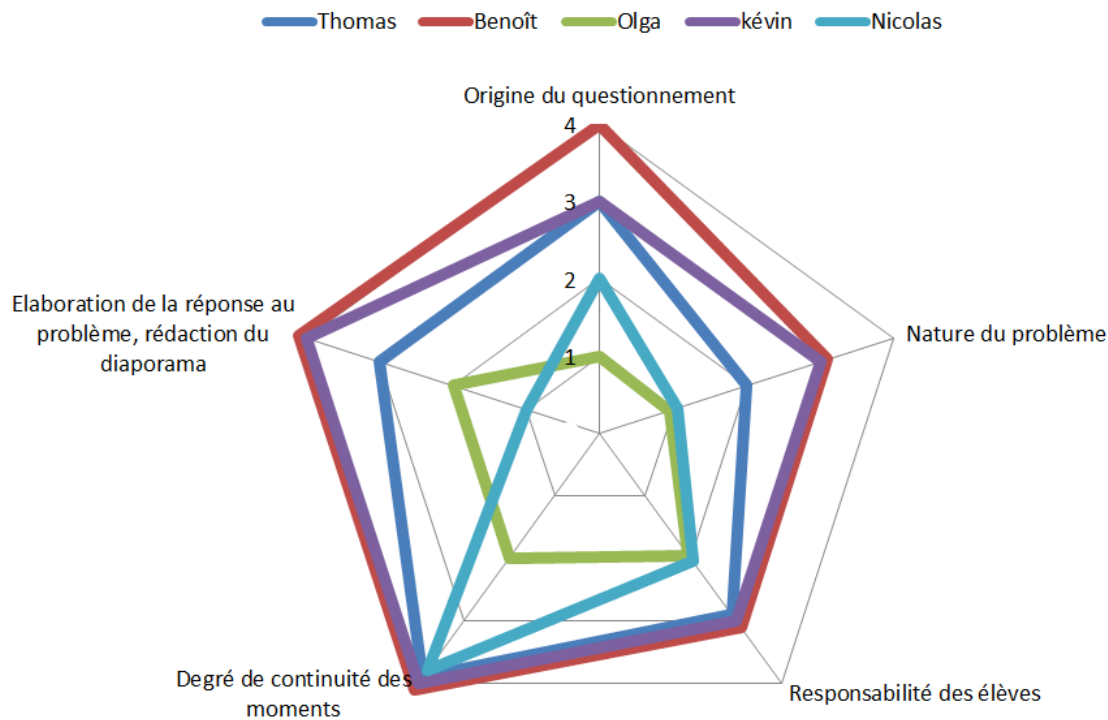


Figure n°1 : Caractérisation de la démarche d'investigation des élèves et de sa continuité

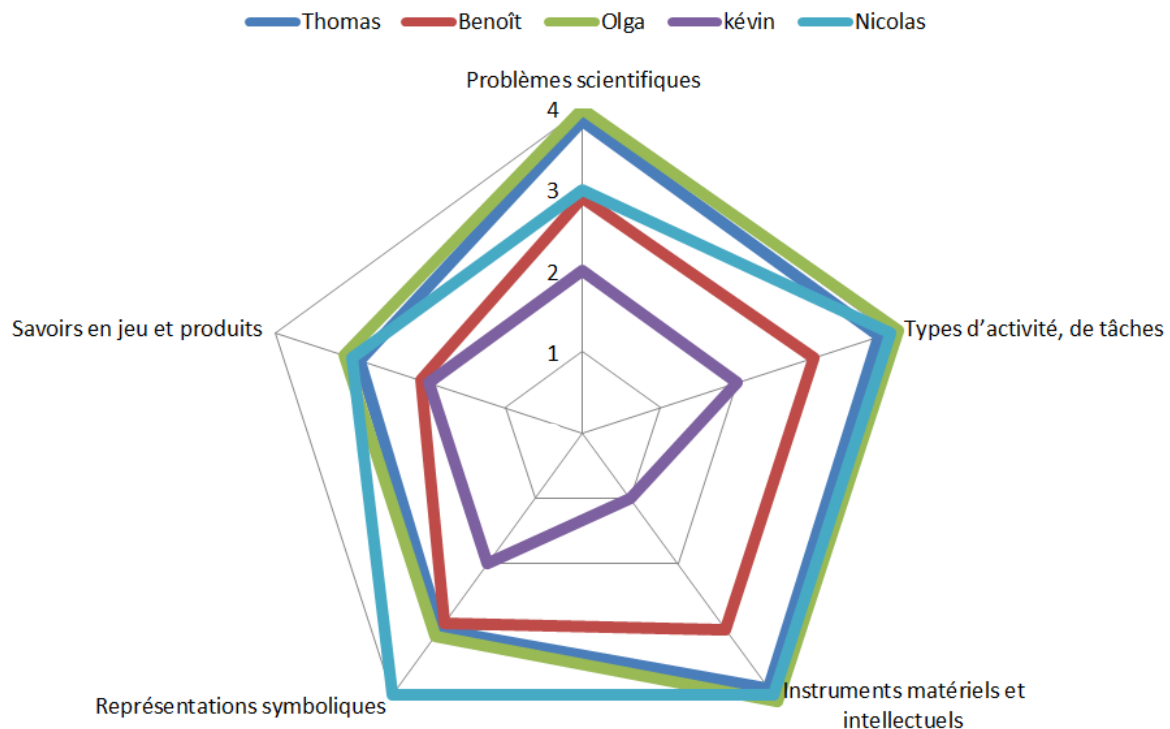


Figure n°2 : Les modes de la nature des moments pour chacune des caractéristiques de la pratique sociale de référence (Martinand ; 1986, 2003)

Les physiciens Olga et Nicolas ont proposé des moments scientifiques proches de leur recherche doctorale (modes 3 ou 4 du modèle) mais éloignés d'une démarche d'investigation (mode 2 et 1). L'autre physicien Kévin propose, en revanche, des moments scientifiques éloignés de sa recherche (mode 2 et 1) mais dans lesquels les élèves sont davantage acteurs (modes 3 ou 4). Ce constat est à mettre en relation avec les visées éducatives des doctorants car pour Olga, il s'agissait d'utiliser le spectroscope Raman ; pour Nicolas de donner une image réaliste de la recherche et d'utiliser le réacteur plasma. Kévin a préféré arrêter les explications sur les plasmas et engager les élèves dans une recherche motivante et à leur portée, sans investissement cognitif préalable. Les géologues ont élaboré des moments scientifiques relativement proches de leur recherche (modes 3 et 4 pour Thomas et mode 3 majoritaire pour Benoît) tout en laissant une certaine part d'initiative aux élèves dans la construction de la démarche (modes 2 à 4 pour Thomas et modes 3 et 4 pour Benoît). Ces résultats sont cohérents avec leur double visée partagée de donner une image réaliste de la recherche tout en rendant les élèves acteurs de leur recherche.

Discussion et conclusion

Cette étude qualitative montre une contradiction existante entre, d'une part offrir aux élèves des moments scientifiques proches de la référence et d'autre part les rendre acteurs de leur propre recherche. Néanmoins, cette tension apparaît moins forte chez les deux sujets géologues que chez les doctorants physiciens. Les moments scientifiques dans le laboratoire de géologie sont relativement proches de la référence tout en laissant une part certaine d'autonomie aux élèves. Les visées différentes des doctorants semblent en cause dans ce constat mais, plusieurs autres facteurs seraient susceptibles d'influencer la nature du compromis et la visée éducative. La prospection de terrain est très présente dans les

entretiens avec les géologues qui la considèrent comme indispensable au commencement d'une recherche. En revanche, dans les laboratoires de physique visités, ce sont les machines et outils technologiques qui prédominent pour analyser un monde non directement accessible à la vue, celui des atomes. Ils sont imposés par le sujet de thèse ; lui-même dirigé éventuellement par une entreprise industrielle et se retrouvent dans les visées des doctorants Olga et Nicolas. Dans les moments scientifiques en physique des matériaux, les outils technologiques ont été mis en avant rapidement, alors qu'ils ont été utilisés plus tardivement avec les géologues Benoît et Thomas. Les doctorants semblent être influencés par leur vécu en tant que chercheur au sein d'une communauté de pratiques et d'une discipline scientifique lorsqu'ils préparent les moments en laboratoire pour leurs élèves.

Références bibliographiques

- Boilevin, J-M., Ravanis, K. (2007) L'éducation scientifique et technologique à l'école obligatoire face à la désaffection : recherches en didactique, dispositifs et références. In J-M. Boilevin, K. Ravanis, *Regards croisés franco-helléniques sur l'éducation scientifique et technologique à l'école obligatoire*. Marseille : Éditions IUFM Aix Marseille, p. 5-11.
- Develay, M. (2004) *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris : Éditions sociales françaises.
- Grangeat, M. (2013) *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation: des formations et des pratiques de classe*. Presses Universitaires de Grenoble.
- Lebeaume, J. (1999) *Perspectives curriculaires en éducation technologique*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université Paris Sud, Paris.
- Lebeaume, J. (2000) *L'éducation technologique*. Paris : Éditions sociales françaises.
- Martinand, J-L. (1986) *Connaître et transformer la matière : des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*. Paris : Peter Lang.
- Martinand, J-L. (2001) Pratiques de référence et problématique de la référence curriculaire. In A. Terrisse, *Didactique des disciplines les références au savoir*. Bruxelles : Éditions De Boeck, p. 17-24.
- Martinand, J-L. (2003) L'éducation technologique à l'école moyenne en France problèmes de didactique curriculaire. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, vol. III, n° 1, p. 101-116.
- Sadler, T. D., Burgin, S., McKinney, L., Ponjuan, L. (2010) Learning science through research apprenticeships: A critical review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 235-256.
- Venturini, P. (2004) Note de synthèse : Attitude des élèves envers les sciences : le point des recherches. *Revue française de pédagogie*, n° 149, p. 97-121.