

Images des pratiques du chercheur : étude de cas auprès d'étudiants de troisième année de licence de physique fondamentale

Fuchs-Gallezot, Magali ⁽¹⁾, Maurines, Laurence⁽¹⁾, Bobroff, Julien ⁽²⁾, Bouquet, Frédéric ⁽²⁾,

⁽¹⁾Laboratoire DidaScO-EST, Université Paris-Sud- France

⁽²⁾Laboratoire Physique des Solides, équipe « La physique autrement », Université Paris-Sud-France

Résumé : Nous présentons ici une première analyse de 4 questions issues de deux questionnaires proposés aux étudiants de L3 de physique fondamentale de Paris Sud avant et après le suivi d'un module d'enseignement expérimental innovant ou classique. Ces questionnaires visent à explorer les images des pratiques du chercheur de ces étudiants avant enseignement et à repérer l'impact éventuel de l'enseignement suivi. Une caractérisation multidimensionnelle des pratiques scientifiques qui s'appuie sur le concept de pratiques sociales de référence sert de grille d'analyse a priori. Les premiers résultats sont présentés.

Mots clés : Nature des sciences, enseignement expérimental, innovation pédagogique, étudiants de L3, physique.

Introduction

Dans le contexte actuel d'évolution du paysage de l'enseignement supérieur et de valorisation des innovations pédagogiques, nous avons été sollicités pour participer à la réflexion sur l'évaluation d'un projet d'enseignement innovant proposé par les responsables du module d'enseignement expérimental du L3 de physique fondamentale de l'université Paris-Sud. Il s'agit de faire découvrir aux étudiants les pratiques du physicien expérimentateur et de contribuer au développement de compétences relatives à l'autonomie en les mettant dans une situation de projet qui se veut la plus proche possible d'une situation de laboratoire.

Nous présentons ici une partie de l'étude conduite pour évaluer ce module d'enseignement expérimental, celle qui concerne les images des pratiques du chercheur.

Cadre théorique et questions de recherche

Les questions relatives à la nature des sciences et des pratiques scientifiques dans la sphère scolaire appartiennent au champ de recherches désigné par l'acronyme *NoS* dans les pays anglo-saxons. De nombreux débats concernent la définition de la *NoS* (Maurines et *al.*, 2013). Nous avons fait le choix d'une entrée par les pratiques. Notre caractérisation des pratiques scientifiques mobilise le concept de pratiques sociales de référence (Martinand, 1986). Il s'agit de traduire la cohérence propre des pratiques scientifiques à travers différentes dimensions. Celles-ci visent à rendre compte de la façon la plus large possible des différents aspects de ces pratiques. Ainsi à côté de dimensions centrées sur les pratiques de recherches (visées, objet, produit de la recherche, ressources intellectuelles et matérielles mobilisées, modalités d'élaboration des savoirs scientifiques, attitudes des acteurs), sont présentes des dimensions relatives à l'inscription de ces pratiques dans une communauté scientifique et dans une société. Nous avons ajouté une dimension "histoire" afin de permettre l'appréhension de leur évolution au cours du temps. Cette approche multidimensionnelle des pratiques scientifiques qui permet leur exploration selon différentes dimensions vise l'examen de la richesse et de la complexité des images des pratiques

scientifiques des individus mais aussi celles renvoyées par les textes institutionnels ou les situations d'enseignement. Elle permet en proposant un terme de comparaison pour l'enseignement, une référence au sens de Martinand (1986), d'explicitier et de discuter des choix de contenus, de juger de l'authenticité du reflet que cet enseignement propose en identifiant les types de mise en relations possibles entre les situations scolaires et les pratiques prises pour référence et de contribuer à l'évolution de cet enseignement.

Dans le cadre de cette contribution, nous cherchons à répondre aux questions suivantes : quelle(s) image(s) des pratiques du chercheur peuvent être repérées chez les étudiants de L3 avant le début de l'enseignement expérimental ? Dans quelle mesure ces étudiants, perçoivent-ils une évolution de leur(s) image(s) des pratiques du chercheur suite au suivi d'un enseignement expérimental innovant ou non ? justifient-ils cette évolution (ou non évolution) par une mise en relation de la situation d'enseignement et des pratiques de référence ?

Méthodologie

L'innovation mise en place au sein du module d'enseignement expérimental

En L3 de physique fondamentale, les étudiants suivent un module d'enseignement expérimental de 5 jours consécutifs au mois de mai, après avoir suivi un enseignement théorique depuis le début de l'année universitaire et avant de partir en stage dans un laboratoire de recherche. En 2014-2015, ce module d'enseignement expérimental proposait aux étudiants de suivre soit un enseignement classique (projet ciblé (C)) soit un enseignement innovant (projet libre (L)) qui se distinguait notamment par une liberté plus grande laissée aux étudiants. Seuls les étudiants émettant le souhait de suivre le projet libre et ayant un niveau académique suffisant ont été retenus pour le projet libre. Dans le cadre du projet ciblé, il est proposé aux étudiants d'étudier des phénomènes complexes (turbulence, bruit thermique, etc.). L'objectif de l'étude étant donné, ils découvrent la physique en jeu et décident comment effectuer l'étude en s'appropriant un dispositif expérimental particulièrement élaboré et coûteux. Dans le projet libre, les étudiants décident du sujet qu'ils veulent étudier, construisent le dispositif expérimental de mesure à l'aide de microcontrôleurs Arduino et de capteurs à faible coût, et choisissent l'approche à adopter pour réaliser l'étude du phénomène.

Les questionnaires (cf. tableaux 1 et 2) et le traitement des corpus de réponses

Deux questionnaires ont été proposés en version numérique aux 103 étudiants du L3 de physique fondamentale, le premier avant enseignement, et le second après. Seules les questions relatives aux images des pratiques du chercheur sont examinées ici. Bien que nous cherchions dans les deux cas à explorer ces images, nous avons fait le choix de ne pas formuler les questions exactement de la même manière : les deux questionnaires devaient être renseignés dans un laps de temps court (un mois) et nous craignons un fort taux de non réponse au second questionnaire. Concernant le questionnaire avant enseignement, les trois questions retenues portent sur la nature des activités d'un chercheur, ses qualités et le degré de liberté dont il dispose dans sa pratique. Ces questions visent l'exploration des images des pratiques du chercheur au travers de l'identification des différentes dimensions de la *NoS* que les étudiants mobilisent dans leurs réponses (seuls 65 étudiants sur 103 ont répondu). Concernant le questionnaire passé après enseignement, la question retenue porte sur la perception par l'étudiant de l'impact de la semaine de TP sur son image du métier de chercheur. Cette question vise à explorer d'une part l'impact

perçu par les étudiants du TP suivi (libre ou ciblé) et d'autre part les mises en relation qu'ils établissent éventuellement entre situation d'enseignement et pratiques du chercheur (seuls 48 étudiants sur 103 ont répondu).

Une analyse de contenu thématique a pour l'instant été menée pour chacune des 4 questions sur 27 des étudiants (10 projets C et 17 L) et a engagé deux chercheurs qui ont confronté leur analyse. Pour chacune des 3 premières questions (tableau 1), l'analyse a d'abord été conduite en utilisant comme grille d'analyse a priori les neuf dimensions caractérisant les pratiques scientifiques (cf tableau 1, figure 1). Pour chaque réponse, il a été comptabilisé le nombre d'unités d'analyse (ua), ou énoncés relevant de telle ou telle dimension. Pour la quatrième question (questionnaire post-TP), nous avons catégorisé a posteriori les différents types de réponses concernant l'impact du TP perçu par les étudiants sur l'image du métier de chercheur (tableau 2) mais aussi les types d'explications avancées par les étudiants pour justifier en quoi la semaine de TP avait ou pas eu un impact. L'analyse de ces explications permet de repérer des mises en relation entre situation d'enseignement et pratiques des chercheurs. Les aspects de l'image des pratiques du chercheur enrichis, confortés ou non travaillés par les TP suivis d'après les étudiants ont été analysés avec la grille multidimensionnelle précédente. Nous avons également débuté une analyse spécifique des réponses des étudiants engagés dans les projets libre ou ciblé.

Premiers résultats sur l'image des pratiques du chercheur

Activités, qualités et compétences d'un chercheur et son degré de liberté

Le tableau 1 présente les résultats de l'analyse des réponses obtenues aux trois questions (1, 2 et 3) posées avant l'enseignement expérimental sur les pratiques du chercheur. Le nombre d'unités d'analyse relevant de chaque dimension et des exemples d'unités d'analyse sont présentés pour chaque question.

Pour évoquer les activités d'un chercheur, les étudiants mobilisent très majoritairement les dimensions "élaboration" (36 unités d'analyse / nombre total de 129 ua) et "communauté" (34/129). Pour chacune de ces dimensions, l'analyse des unités d'analyse associées permet de repérer l'appréhension par les étudiants d'une certaine diversité de ces activités. Ainsi concernant l'élaboration des savoirs scientifiques, sont cités des activités théoriques, expérimentales, de modélisation, de mesure, des aspects pratiques ou encore des activités d'analyse. Concernant les activités en lien avec l'inscription des chercheurs dans une communauté sont mentionnées des activités de communication, d'encadrement ou d'administration.

Concernant les qualités/ compétences du chercheur évoquées, elles relèvent de quatre dimensions les attitudes, la communauté, l'élaboration et la maîtrise des ressources intellectuelles (respectivement 79 ua, 25 ua, 23 ua et 10 ua sur 136 ua). Afin de mieux rendre compte de la diversité des unités d'analyse de la dimension attitude, nous avons distingué trois sous-dimensions correspondant à trois types d'attitudes : des attitudes intellectuelles, des attitudes relevant de l'implication affective et des attitudes relevant de l'implication au travail.

Enfin, les unités d'analyse évoquant des espaces de liberté relèvent majoritairement des dimensions "élaboration" (9 ua /24 ua), "communauté" (7 /24), et "objet" de la recherche (6/24). Les unités d'analyse évoquant des contraintes relèvent majoritairement des dimensions "société" (19/43) et "communauté" (14/43).

L'impact de l'enseignement expérimental sur l'image des pratiques scientifiques

Le tableau 2 présente les résultats de l'analyse des réponses obtenues à la question portant sur la perception par l'étudiant d'un impact de la semaine de TP sur son image des pratiques d'un chercheur. Quel que soit le TP suivi, plus de 50% des étudiants considèrent que cette semaine de TP n'a pas modifié mais renforcé/conforté certains aspects de l'image des pratiques du chercheur qu'ils possédaient déjà. Une minorité indique que cette semaine de TP a modifié ou enrichi leur image. Enfin 30% des étudiants indiquent que cette semaine de TP n'a pas modifié leur image. La partie droite du tableau 2 présente des exemples de types d'aspects du métier de chercheur, qui, d'après les étudiants, ont été modifiés, enrichis, renforcés par la semaine de TP ou qui en sont au contraire absents. Concernant l'impact spécifique de chaque type de TP, nous ne pouvons à ce stade qu'indiquer quelques tendances qu'il s'agira de confirmer sur un échantillon plus large. Il semble que les étudiants ayant suivi le TP libre soient proportionnellement plus nombreux que ceux ayant suivi le TP ciblé à considérer que cette semaine de TP a modifié, enrichi ou conforté leur image des pratiques scientifiques (76.5% des étudiants ayant suivi le TP L contre 60% de ceux du TP C).

L'analyse des explications avancées par les étudiants pour justifier en quoi la semaine de TP (libre (L) ou ciblé (C)) pouvait ou non avoir eu un impact sur leur image des pratiques du chercheur fait apparaître trois types d'explication. 52.5% des étudiants proposent une explication mettant explicitement en relation la semaine de TP qu'ils viennent de vivre et des aspects du métier de chercheur, soit pour expliciter en quoi le suivi de ce TP dit quelque chose du métier de chercheur, soit pour souligner l'écart entre le TP ciblé et le métier de chercheur. 33% des étudiants ne proposent comme explication que l'explicitation des aspects du métier de chercheur qu'ils considèrent comme ayant été renforcés ou confortés. Un peu moins de 10% mettent en relation leur image du métier de chercheur avec un autre dispositif de formation qui est le stage de laboratoire, soit pour souligner son importance pour découvrir le métier de chercheur soit pour préciser en quoi la semaine de TP libre a été complémentaire en termes d'apports concernant le métier de chercheur (L). Moins de 10% des étudiants ne proposent aucune explication. Concernant la mise en relation spécifique de chaque type de TP avec les pratiques du chercheur, il est à noter que si, pour une majorité d'étudiants, les deux types de TP semblent pouvoir être mis en relation avec les pratiques du chercheur, le TP ciblé est perçu par 30% des étudiants comme "*loin du métier de chercheur*" alors que le TP libre semble permettre l'appréhension de davantage d'aspect de ce métier, notamment du chercheur expérimentateur. Ces premières tendances restent à confirmer.

Conclusion et perspectives

La caractérisation des images des pratiques du chercheur renvoyées par les étudiants du L3 de physique fondamentale de l'université de Paris-Sud montre globalement une certaine richesse. Elle reste à compléter (élargissement du corpus analysé à l'ensemble des réponses, enrichissement de la grille d'analyse) afin de mieux cerner les différents profils des étudiants avant enseignement. L'évaluation de l'impact des différents TP sur l'évolution des images des pratiques scientifique par les étudiants suggère un impact un peu plus important des TP libre. Là encore, cette étude reste à compléter par un élargissement du corpus et une prise en compte de la spécificité des populations ayant suivi chacun de ces TP et une analyse des carnets de bord complétés par les étudiants lors des TP. Enfin, une mise en perspective de ces résultats avec d'autres études est à réaliser (Ryder et Leach, 2001 ; Séré et *al.*, 2001, Ibrahim et *al.*, 2009).

Tableau 1 : Résultats des questions posées avant enseignement portant sur l'image des pratiques scientifiques (analyse des réponses des 27 étudiants)

Questions sur les pratiques de recherche	1- selon vous, quelles sont les activités d'un chercheur ? (Figure 1 ci-dessous)	2- selon vous, quelles sont les qualités/compétences que doit posséder un chercheur ? (Figure 2 ci-dessous)	3- selon vous, quel est le degré de liberté qu'un chercheur a dans l'exercice de son métier ? (Figure 3 ci-dessous)																										
<p>Les dimensions évoquées (nombre d'unités d'analyse par dimension évoquées par l'ensemble des 27 étudiants, projets L+C)</p>	<p>Figure 1 : activités d'un chercheur</p>	<p>Figure 2 : qualités/compétences d'un chercheur</p>	<p>Figure 3 : degré de liberté/contraintes d'un chercheur dans sa pratique</p>																										
<p>Exemples d'unités d'analyse</p>	<p>Activités des chercheurs-exemples</p> <p>Dimension visées : comprendre, expliquer, améliorer la société</p> <p>Dimension objet : Nature, phénomène physique, loi de la nature, questions non résolues, monde qui entoure</p> <p>Dimension ressources : Intellectuelle (revue de littérature, maîtrise du sujet); Instrumentale (informatique)</p> <p>Dimension produit : Théorie, modèles, connaissances, explication</p> <p>Dimension élaboration: Elaboration de théories; de programmes informatique pour simuler; Confrontation des théories par des expériences, mesures, simulation; Aspect technique pour les expérimentateurs, bricolage; Analyse, traitement des résultats</p> <p>Dimension communauté : Communication des résultats (publication, colloque, séminaire); Diffusion des résultats (enseignement); Encadrement des thésards; Direction des équipes ; Administration, gérer l'argent</p> <p>Dimension société financement</p> <p>Dimension histoire : contribution avancement des connaissances</p>	<p>Qualités/compétences des chercheurs- Exemples</p> <p>Ressources intellectuelles : Maîtrise de son domaine de recherche, culture vaste</p> <p>Compétences en lien avec l'élaboration Envisager un problème sous différents angles Polyvalence méthodologique et technique Ingéniosité, débrouillardise, autonome, Interpréter, présenter les résultats</p> <p>Attitudes intellectuelles : Ouverture d'esprit, esprit critique, humilité, curiosité, imagination, créativité, rigueur, logique,</p> <p>Attitudes en lien avec l'implication affective : passion, envie, plaisir,</p> <p>Attitudes en lien avec l'implication au travail : Travaillleur, persévérant, sérieux, patient, efficace, réaliste gestion stress, motivation,</p> <p>Compétence en lien avec son inscription dans la communauté : Sociable, à l'écoute, coopératif, savoir travailler en groupe, savoir communiquer à l'écrit et à l'oral, savoir enseigner intègre, honnête, désintéressé, ambitieux</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Degrés de liberté</th> <th>Contraintes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Dimension objet</td> </tr> <tr> <td>Liberté de sujet de recherche</td> <td>Sujet de recherche contraint par le laboratoire, l'organisme, l'entreprise</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Dimension ressource</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Limitation des ressources matérielles</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Dimension Elaboration</td> </tr> <tr> <td>Liberté sur la manière de travailler, horaire, gestion du projet, approche</td> <td>Limitation du temps, d'éthique animale</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Dimension attitude morale</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Limitations éthiques imposées par sa conscience</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Dimension communauté</td> </tr> <tr> <td>Liberté de changer de fonction, de choisir ses coéquipiers Liberté plus grande dans une petite équipe</td> <td>Obligation de publier, de justifier ses orientations de recherche Choix du sujet relève de l'équipe Éthique dans la publication, dans les relations avec les collègues</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Dimension société</td> </tr> <tr> <td>Le service public est davantage un lieu de liberté</td> <td>Limitation des financements (recherche secteur public) Limitation éthique</td> </tr> </tbody> </table>	Degrés de liberté	Contraintes	Dimension objet		Liberté de sujet de recherche	Sujet de recherche contraint par le laboratoire, l'organisme, l'entreprise	Dimension ressource			Limitation des ressources matérielles	Dimension Elaboration		Liberté sur la manière de travailler, horaire, gestion du projet, approche	Limitation du temps, d'éthique animale	Dimension attitude morale			Limitations éthiques imposées par sa conscience	Dimension communauté		Liberté de changer de fonction, de choisir ses coéquipiers Liberté plus grande dans une petite équipe	Obligation de publier, de justifier ses orientations de recherche Choix du sujet relève de l'équipe Éthique dans la publication, dans les relations avec les collègues	Dimension société		Le service public est davantage un lieu de liberté	Limitation des financements (recherche secteur public) Limitation éthique
Degrés de liberté	Contraintes																												
Dimension objet																													
Liberté de sujet de recherche	Sujet de recherche contraint par le laboratoire, l'organisme, l'entreprise																												
Dimension ressource																													
	Limitation des ressources matérielles																												
Dimension Elaboration																													
Liberté sur la manière de travailler, horaire, gestion du projet, approche	Limitation du temps, d'éthique animale																												
Dimension attitude morale																													
	Limitations éthiques imposées par sa conscience																												
Dimension communauté																													
Liberté de changer de fonction, de choisir ses coéquipiers Liberté plus grande dans une petite équipe	Obligation de publier, de justifier ses orientations de recherche Choix du sujet relève de l'équipe Éthique dans la publication, dans les relations avec les collègues																												
Dimension société																													
Le service public est davantage un lieu de liberté	Limitation des financements (recherche secteur public) Limitation éthique																												

tableau 2 : Résultats de la question posée après enseignement sur l'impact de la semaine de TP sur l'image des pratiques du chercheur

3 types de réponses ont été obtenus à la question "Cette semaine de TP a-t-elle modifié votre image du métier de chercheur? "		Les étudiants explicitent différents types d'aspects du métier de chercheur modifiés, enrichis, renforcés d'après eux par la semaine de TP ou au contraire non présents		
		Exemple d'unités d'analyse		
réponses	Nombre d'étudiants et %	dimensions	des étudiants du TP C	des étudiants du TP L
Oui, la semaine de TP a modifié...	étudiant TP C+L : 4 (15%) étudiants du TP C : 1 (10%) étudiants du TP L : 3 (17.5%)	Enrichissement/modification par le TP de l'image concernant		
		ressources	maîtrise de savoirs pluridisciplinaires	avoir une large culture scientifique , connaître un panel de méthodes variée
		élaboration		existence d'aspects pratiques , dimension expérimentale du métier de chercheur
		attitudes	attitude de prise de recul, d'ouverture d'esprit	
Non, mais la semaine de TP a renforcé..	étudiant (C+L) : 15 (55%) étudiants du TP C : 5 (50%) étudiants du TP L : 10 (59%)	Renforcement par le TP de certains aspects de l'image des pratiques scientifiques		
		ressources	importance de l'informatique ;	recherche d'informations
		élaboration	analyser des données , valider/invalides des hypothèses/question , caractère long, complexe, ludique du travail dépendant de l'instant	élaborer un projet de A à Z , concevoir un protocole , réaliser un protocole , effectuer des mesures, interpréter conclure, se confronter à des problèmes pratiques de matériel, d'organisation, deux facettes du métier: théorique et expérimental, confrontation à des difficultés
		attitudes		la créativité, imagination, l'opiniâtreté, être astucieux, autonome et curieux
		communauté		importance de l'équipe
Non, la semaine de TP n'a pas modifié..	Etudiants TP C+L : 8 (30%) Etudiants TP C : 4 (40%) étudiants TP L : 4 (23.5%)	Aspects de l'image du métier de chercheur non présents dans la semaine de TP		
		Elaboration	TP manque de théorie	
		Communauté	TP monotone	pas d'échanges entre pairs qui auraient pu faire changer d'avis

Bibliographie

- Ibrahim, B., Buffler, A., Lubben, F. (2009) Profiles of Freshman Physics students' views on the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 46:3, 248-264.
- Maurines, L., Gallezot, M., Ramage, M.-J. & Beaufiles, D. (2013) La nature des sciences dans les programmes de seconde de physique-chimie et de sciences de la vie et de la Terre. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 7, 19-52. <http://rdst.revues.org/674>
- Martinand, J.L. (1986) *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.
- Séré, M-G., Fernandez-Gonzalez, M., Gallegos, J.A., Gonzalez-Garcia, F., De Manuel, E., Perales, F.J., Leach, J. (2001) Images of science linked to labwork : A survey of secondary school and university student. *Research in Science Education*, 31, 499-523.
- Ryder, J. & Leach, J. (1999) University science students' experiences of investigative project work and their images of science. *International Journal of Science Education*, 21:9, 945-956.