Représentations des étudiants sur les scientifiques et les savoirs scientifiques : exploration des caractéristiques associées et de leurs spécificités

*Freshmen's representations on scientists and scientific knowledge: exploration of
associated characteristics and their specificities*

Laurence Maurines, Magali Fuchs-Gallezot et Marie-Joëlle Ramage

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/ree/2266>

DOI : 10.4000/ree.2266

ISSN : 1954-3077

Éditeur

Université de Nantes

Référence électronique

Laurence Maurines, Magali Fuchs-Gallezot et Marie-Joëlle Ramage, « Représentations des étudiants sur les scientifiques et les savoirs scientifiques : exploration des caractéristiques associées et de leurs spécificités », *Recherches en éducation* [En ligne], 32 | 2018, mis en ligne le 01 mars 2018, consulté le 23 octobre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/ree/2266> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ree.2266>

Recherches en éducation est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Représentations des étudiants sur les scientifiques et les savoirs scientifiques : exploration des caractéristiques associées et de leurs spécificités

Laurence Maurines, Magali Fuchs-Gallezot & Marie-Joëlle Ramage¹

Résumé

Dans la perspective d'une acculturation scientifique citoyenne de tous les élèves et d'un regain d'intérêt pour les études et métiers scientifiques, les textes institutionnels du secondaire attendent plus ou moins explicitement des enseignants de sciences qu'ils aident les élèves à saisir la spécificité des sciences ainsi que l'existence de régimes de vérité différents. Nous présentons les résultats d'une partie d'un questionnaire visant à explorer l'image des sciences de 662 primo-entrants à l'université scientifique Paris-Sud. Nous présentons la grille d'analyse multidimensionnelle que nous avons élaborée pour caractériser la NoS (Nature of Science) en choisissant une entrée par les pratiques. Considérant que les savoirs scientifiques sont le résultat du travail conduit par des personnes qui agissent en tant que scientifique au sein d'une communauté inscrite dans une société et une histoire, cette grille mobilise l'ensemble des études sur les sciences, en particulier la psychologie des sciences. Nous examinons les questions suivantes : comment les étudiants caractérisent-ils le savoir scientifique et quelles qualités attribuent-ils à un scientifique ? Comment les étudiants appréhendent-ils la spécificité des savoirs scientifiques par rapport à d'autres (artistiques et philosophiques) ? Comment envisagent-ils pour un individu l'articulation des pratiques scientifique et religieuse ? Dans quelle mesure les représentations exprimées évoquent-elles une vision riche de la NoS ? Nous concluons en mettant en perspective les résultats obtenus avec l'image des sciences véhiculée par les programmes de sciences du secondaire.

Nombre des défis que le monde contemporain doit relever nécessitent non seulement le développement de l'activité scientifique et de l'innovation technologique mais aussi l'acquisition par tout citoyen d'une culture scientifique qui lui permette d'agir de manière responsable. Reposant sur la compréhension des différents aspects nécessaires à l'estimation de la validité d'une affirmation qui implique les sciences, cette culture requiert des connaissances *en* sciences mais aussi *sur* les sciences, la science. Elle suppose également la capacité à utiliser ces connaissances pour penser ou agir dans des contextes variés (Allchin, 2011 ; Hodson, 2009).

Cette composante épistémologique de la culture est notamment celle qui est mise en avant lorsqu'il s'agit de relever les défis de sociétés multiculturelles et d'un monde globalisé : savoir situer la vision du monde proposée par la(les) science(s) relativement à d'autres, religieuses notamment, s'avère fondamental lorsque les monopoles de légitimité disparaissent ou/et s'affrontent. C'est ce que soulignent en 2004 des textes relatifs à la laïcité et à l'enseignement : « il s'agit tout d'abord d'aider à pratiquer une séparation entre les différents domaines de réflexion (ce qui relève de la science et de la connaissance et ce qui relève des croyances) pour ne pas se laisser entraîner vers des confrontations qui n'ont pas de sens » (MENJVA, 2004)².

Or les recherches révèlent que les représentations des élèves, des étudiants et des enseignants sur ce que sont les sciences, la science, correspondent davantage à une image empirico-inductive et réaliste « naïve » des sciences (Chen, 2006 ; Guilbert & Méloche, 1993 ; Désautels

¹ Laurence Maurines, professeure en didactique des sciences et de la physique, responsable du groupe DidaScO (Didactique des sciences d'Orsay)-EST, Université Paris-Sud. Magali Fuchs-Gallezot, maître de conférences en didactique des sciences et de la biologie, DidaScO-EST, Université Paris-Sud. Marie-Joëlle Ramage, maître de conférences en chimie, didactique des sciences, DidaScO-EST, Université Paris-Sud.

² Si nous adhérons à la visée éducative de faire connaître aux élèves l'existence de différents registres de vérité, de la connaissance de la connaissance pour reprendre les termes d'Edgar Morin (1986), nous ne souscrivons pas à l'idée de démarcation forte renvoyée par l'extrait (cf. la partie 1 de ce texte et les articles de Stéphanie RuphyStéphanie et Charbonnier de ce dossier).

& Larochelle, 1989 ; Lederman, 2007 ; Roletto, 1998) qu'à une vision informée où « la connaissance est construite de façon active par un individu pensant seul ou au travers d'échanges. Elle n'est pas reçue ou transmise passivement de l'environnement [...]. Elle ne vise pas la découverte d'une réalité objective et certaine (ou vraie) existant indépendamment du monde éprouvé par l'individu et social » (Deng & al., 2011 p.964). Elles montrent de plus que la science est souvent associée à la rationalité, la rigueur et la logique uniquement, l'émotion et la créativité étant réservées à l'art (Glaveanu, 2014).

Par ailleurs, les recherches explorant les rapports sciences-religions révèlent l'existence de différentes représentations allant de la non-distinction au scientisme, en passant par l'indépendance et la complémentarité (Yasri & al., 2013). Si certaines se manifestent par la non-séparation des registres scientifique et religieux, en particulier lorsqu'il s'agit d'expliquer le big bang ou l'évolution (Aroua, 2006 ; Hansson & Redfors, 2007), d'autres sont associées au rejet de l'explication scientifique et à des conflits de vérité parfois difficilement vécus (Roth & Alexander, 1997). Plusieurs études, notamment celles inscrites dans une perspective culturelle et anthropologique (Cobern, 1991 ; Aikenhead, 1996), soulignent le risque de démotivation des élèves pour les sciences, les études et les métiers scientifiques que des représentations de type conflit peuvent engendrer. Des études mettent en évidence l'existence de corrélations entre le degré de religiosité et certaines représentations des rapports sciences-religions (Wolfs, 2013) et un pourcentage plus faible de scientifiques dans une population donnée.

Face à ces différents constats et dans un contexte de réformes des programmes d'enseignement et de réflexion autour de la culture scientifique, nous poursuivons un programme de recherches depuis une quinzaine d'années dans le domaine désigné par l'acronyme *NoS* (Nature of Science) dans les pays anglo-saxons. Dans la perspective de mettre en place dans l'enseignement supérieur des modules innovants centrés sur la *NoS* avec comme triple objectif de contribuer à la formation scientifique et citoyenne de l'étudiant et de soutenir son orientation, nous avons élaboré un questionnaire visant à explorer l'image des sciences des étudiants entrant en première année d'études scientifiques.

Nous présentons l'approche théorique adoptée et la méthodologie utilisée puis nous détaillons les résultats obtenus aux questions explorant les caractéristiques et spécificités du savoir scientifique d'une part, d'un sujet pratiquant les sciences d'autre part. Pour chaque aspect, une question explore les caractéristiques associées aux pratiques scientifiques et une autre les caractéristiques comparées des pratiques scientifiques par rapport à d'autres pratiques (artistiques, philosophiques, religieuses). Nous donnons les principaux résultats pour la population globale et examinons quelques aspects de la richesse des représentations exprimées.

1. Cadre théorique et questions de recherche

■ *Les sciences comme communautés de pratiques et d'acteurs agissant en tant que scientifiques*

Le champ de recherches sur la *NoS* est parcouru par de nombreux débats dont celui sur la possibilité de définir la(les) science(s) à des fins scolaires, sur les disciplines à mobiliser pour la caractériser (philosophie, histoire, sociologie, etc.), sur l'entrée à adopter (le savoir scientifique ou les modes d'élaboration de ce savoir, la science ou une discipline scientifique).

Les recherches se sont longtemps référées à la vision consensuelle de Norman Lederman (2007) et son équipe. Elle consiste à retenir comme objectifs d'enseignement des caractéristiques de la science qui font consensus au sein de la communauté de spécialistes. Les travaux initiaux caractérisent le savoir scientifique au travers de « tenets » : celui-ci est présenté comme révisable, fondé empiriquement, subjectif, reposant sur l'imagination et la créativité, ancré socialement et culturellement. Les travaux suivants s'intéressent aux modalités d'élaboration de ce savoir et à la dimension collective de cette élaboration.

Un changement d'approche est apparu depuis quelques décennies dans le champ des études sur les sciences et plus récemment dans le champ de la *NoS*. Désigné par « le tournant pratique » (Soler, 2009), il consiste à abandonner une vision normative et trop idéalisée de la science et à adopter une approche descriptive des sciences telles qu'elles sont pratiquées au sein de différentes communautés. Il conduit à s'intéresser non plus uniquement aux savoirs et aux modalités d'élaboration de ces savoirs, mais aussi aux contextes, et à tenir compte d'aspects matériel, collectif, psycho-social, tacite, etc. Différentes propositions de caractérisation des sciences avancées ces dernières années à des fins scolaires, dont la nôtre, s'inscrivent dans cette perspective.

Plusieurs auteurs ont cherché à caractériser l'élaboration du savoir scientifique par une communauté. Si la caractérisation initiale proposée par Gürol Irzik et Robert Nola en 2011 est fondée sur quatre catégories qui ne portent que sur le cœur du travail scientifique (activités, buts et valeurs, méthodes et règles méthodologiques, produits), la seconde présentée en 2014 et celle avancée par Sibel Erduran et Zoubeida Dagher la même année, en font intervenir davantage afin de tenir compte de la dimension socio-institutionnelle de ce travail (professions, systèmes financiers, etc.). L'enjeu est en effet de rendre compte de la façon la plus complète possible du travail au sein de la communauté scientifique. Ces différentes propositions permettent de rendre compte de spécificités et similitudes disciplinaires mais non des sciences en société et de leur histoire.

Inscrivant nos recherches dans une perspective curriculaire et en cohérence avec des visées éducatives multiples, nous avons choisi de mobiliser l'ensemble des études sur les sciences afin d'élaborer un cadre de référence plus large, susceptible d'ouvrir le champ des possibles aussi bien au niveau de l'enseignement secondaire que de l'enseignement supérieur.

En nous appuyant sur le concept de pratiques sociales de référence introduit par Jean-Louis Martinand (1986) dans le champ de la didactique des sciences et des technologies et sur la caractérisation qu'il en propose, nous avons cherché à traduire la cohérence propre des pratiques scientifiques à travers neuf dimensions présentées dans la première colonne du tableau 1.

Tableau 1 - Dimensions d'analyse retenues pour les pratiques scientifiques (première colonne) et exemples de caractéristiques proposées pour le savoir scientifique dans le questionnaire (deuxième colonne)

<i>Dimensions d'analyse retenues pour les pratiques scientifiques</i>	<i>« Le savoir scientifique est ... »</i>
Les visées et caractéristiques générales (valeurs et présupposés, spécificités)	« Vrai », « décrit le réel tel qu'il est », « objectif », « universel »
Les ressources (intellectuelles et matérielles)	
Les objets étudiés	
Les produits obtenus	
Les activités et processus d'élaboration (activités, démarches, règles et valeurs mises en œuvre pour élaborer les produits)	« Obtenu suivant une méthode particulière »
Les attitudes et qualités individuelles (intellectuelles, émotionnelles, d'implication, méthodologiques, relationnelles)	
La communauté scientifique (membres, types de relations, fonctions)	« Dépendant du chercheur ou de la communauté scientifique »
La société (inscription des sciences en société, impacts réciproques)	
L'histoire (évolution de ces pratiques au cours du temps).	« Évolutif »

L'intérêt de cette caractérisation multidimensionnelle est d'offrir pour l'analyse des représentations des sciences autant de dimensions d'analyse qu'elle possède et de permettre l'examen de la richesse (en termes de nombre et de diversité de dimensions, sous-dimensions et catégories mobilisées) et de la complexité (diversité des thèmes évoqués, mise en relation, en tension) de l'image des sciences reflétée aussi bien par les textes institutionnels que les situations d'enseignement et les propos d'étudiants. Selon les objectifs poursuivis, une étude pourra privilégier certaines dimensions par rapport à d'autres.

Nous sommes proches d'Irzik et Nola et aussi d'Erduran et Dagher en choisissant de caractériser la science comme des pratiques sociales. Notre approche diffère cependant de la leur car nous ne nous intéressons pas uniquement au savoir scientifique et au processus d'élaboration de ce savoir par une communauté.

D'une part, nous avons choisi de fonder notre cadre d'analyse de la NoS également sur la psychologie des sciences et d'introduire une dimension pour caractériser les qualités personnelles des scientifiques. Ce choix permet en effet de souligner le fait que les pratiques sont celles de personnes qui agissent en tant que scientifiques, d'« acting person as scientist » pour reprendre l'expression de Lisa Osbeck et al. (2013, p.29). Nous considérons que l'activité scientifique suppose différentes qualités qui doivent être vues comme en tension et non pas comme exclusives. Elle nécessite par exemple de mobiliser et d'articuler esprit créatif et esprit de contrôle (Cariou, 2015), engagement émotionnel et neutralité émotionnelle (Gauld, 2005). Nous adhérons à l'idée défendue par Colin Gauld que ces « habits of mind » sont nécessaires à toute activité scolaire, qu'elles se développent au cours de l'apprentissage, qu'elles ne sont pas nécessairement en conflit avec des croyances religieuses.

Compte tenu des résultats des études explorant l'impact des facteurs culturels et du genre sur les représentations des sciences (Baker, 2003), le choix d'articuler pratiques sociales et psychologie est important pour montrer que « la cité scientifique est ouverte à tous ». En effet, il permet de mettre en évidence l'existence de points communs et de différences parmi les scientifiques. Comme le souligne Léna Soler (2009, p.232) dans sa présentation du concept de paradigme avancé par Thomas Samuel Kuhn (1970), il existe « différentes qualités de consensus » : « affirmer que la recherche scientifique est structurée par quelque chose de commun aux membres de la communauté, ce n'est pas soutenir qu'aucune divergence n'existe entre ces membres, ni que tous les scientifiques sans exception s'accordent exactement sur les mêmes choses. »

D'autre part, en cohérence avec des visées éducatives multiples, en particulier d'éducation citoyenne, nous avons introduit des dimensions pour inscrire les pratiques scientifiques dans un contexte sociétal et historique. Nous souscrivons en effet à la visée de complexification de l'idée de science défendue par Marie Larochelle et Jacques Désautels et à l'approche comparative qu'ils proposent. Il s'agit pour nous non plus « de promouvoir la supériorité du savoir scientifique sur les autres savoirs, mais bien de le resituer au sein de la panoplie des jeux de connaissance inventés par les hommes et les femmes pour organiser, de façon viable, leurs expériences de cognition » grâce aux « termes d'une comparaison qui vise à préciser les différences et les ressemblances entre ces savoirs » (Larochelle & Désautels, 1992, p.5 et 69).

■ **Sciences et non-sciences : des limites/frontières floues et poreuses, toujours à reconstruire**

• *Une approche pragmatique, deux regards*

Notre approche de la démarcation s'inscrit dans la lignée des réflexions contemporaines en épistémologie. L'affirmation de l'existence d'un critère de scientificité, tel que la falsifiabilité par Karl Popper (1973) ou de la vérifiabilité par les positivistes logiques, est associée à une approche normative et traditionnellement unitaire des sciences ainsi qu'à la recherche de limite stricte et précise entre science et non-science, en particulier la religion. Cette position a été largement

discutée. Selon Robert Pennock (2011), certains philosophes comme Larry Laudan rejettent l'idée de démarcation et la considèrent comme absurde au prétexte qu'il n'est pas possible de trouver des critères nécessaires et suffisants valables dans tous les cas. D'autres avec lui, comme Massimo Pigliucci (2015), la considèrent comme importante car revendiquée dans la sphère publique par certains groupes sociaux, et adoptent une approche plus souple et pragmatique. Comme le note Stéphanie Ruphy (2013, p.73) « La quête d'un critère de scientificité ne fait plus guère couler d'encre philosophique aujourd'hui. D'aucuns considèrent même cette quête vaine et illusoire et lui préfèrent, dans un esprit wittgensteinien, la recherche plus modeste "d'airs de famille", qui s'efforce d'identifier des propriétés communes à de nombreuses activités scientifiques sans qu'elles le soient à toutes, ainsi que des propriétés communes à toutes les activités scientifiques, sans qu'elles le soient exclusivement ». Si Pigliucci (2015) inscrit sa réflexion dans la lignée de Wittgenstein (1958), Pennock (2011) met l'accent sur le fait que toutes les pratiques scientifiques reposent sur le même principe méthodologique qualifié de naturalisme.

Nous retrouvons ces deux regards dans les recherches sur la NoS. Les différentes propositions de caractérisation des sciences à des fins scolaires désignées par l'acronyme *FRA* (Family Resemblance Approach) relèvent de l'approche wittgensteinienne (Irzik & Nola, 2011, 2014 ; Erduran & Dagher, 2014), celle de Maurines (2010) de l'approche kuhnienne (1970). Cherchant à mettre en relief les caractéristiques de la NoS potentiellement sources de difficultés relativement au positionnement sciences-religions et à dégager le noyau minimal de caractéristiques communes associées aux pratiques de scientifiques pouvant travailler dans des disciplines différentes et avoir des rapports différents au monde et aux religions, Laurence Maurines explore la dimension métaphysique du paradigme. Notant que les présupposés fondateurs de l'activité scientifique ne sont pas tous de même nature, elle souligne que si certains présupposés sont partagés et stables dans le temps (principe du matérialisme méthodologique par exemple), d'autres ne le sont pas (présupposés auto-explicatifs, critères de choix des théories par exemple). L'activité scientifique se révèle ainsi guidée par un horizon constitué de critères de « vérité » au travers desquels les scientifiques naviguent à l'estime.

- *Notre position*

Concluons cette rapide présentation en précisant que nous avons souhaité questionner les sciences en mettant l'Homme au centre, en le plaçant dans un contexte sociétal et historique donné, en le prenant dans ses différentes dimensions et toute sa complexité. Ce faisant, nous considérons qu'un scientifique est avant tout un sujet que celui-ci est multidimensionnel et qu'il peut être croyant, qu'au cours de sa formation, il intériorise peu à peu les différentes composantes du paradigme et qu'il apprend à travailler dans le cadre du principe du NOMA (non overlapping magisteria : non recouvrement des magistères) avancé par Stephen Gould (2000) qui invite chacune, la science et la religion, à exercer ses compétences sans empiéter sur le domaine de l'autre.

2. Problématique et questions explorées

Compte tenu des enjeux liés à l'image des sciences repérés dans la littérature, nous avons débuté une étude en 2013 sur les représentations des sciences des primo-entrants à l'université scientifique Paris-Sud. En cohérence avec le cadre théorique précédemment décrit, nous avons cherché à explorer les pratiques scientifiques dans leurs différentes dimensions tout en mettant l'accent sur celles qui permettent d'étudier les représentations des étudiants du métier de scientifique (examiné sous ses différentes facettes : investigation, inscription sociale, qualités nécessaires) et du savoir scientifique (abordé comparativement à d'autres domaines de connaissances ou non). Nous avons également cherché à déterminer l'impact de différentes variables (genre, filière du secondaire, spécialité choisie pour le baccalauréat scientifique, filière universitaire).

Nous nous centrons ici sur deux dimensions de notre caractérisation multidimensionnelle des pratiques scientifiques, les produits et les qualités du scientifique. Nous les abordons tout d'abord en nous focalisant sur les pratiques scientifiques puis en les confrontant à ceux/celles d'autres domaines/pratiques. Nous renvoyons le lecteur intéressé par l'impact des différentes variables à d'autres publications (Maurines & al., 2015, 2016a, 2016b). Nous apportons des éléments de réponse aux questions suivantes :

1. Comment les étudiants caractérisent-ils le savoir scientifique et quelles qualités attribuent-ils à un scientifique ? Dans quelle mesure les représentations exprimées évoquent-elles une vision riche des pratiques scientifiques ?
2. Comment les étudiants appréhendent-ils la spécificité des savoirs scientifiques par rapport à d'autres savoirs (artistiques et philosophiques) ? Comment envisagent-ils pour un individu l'articulation des pratiques scientifique et religieuse ? Comment justifient-ils leur réponse ?

3. Méthodologie

■ Méthodologie de recueil de données

Afin d'entreprendre l'exploration des représentations concernant d'une part les savoirs scientifiques et les qualités du scientifique (QR1) et d'autre part une éventuelle démarcation entre les pratiques scientifiques (examinées au travers de ces deux dimensions) et les autres (QR2), nous avons retenu les réponses obtenues à quatre questions présentées dans le tableau 2. Elles sont issues d'un questionnaire plus large, réalisé avec le logiciel SPHINX, proposé aux 662 primo-entrants à l'université Paris-Sud au cours d'une séance de formation à la culture numérique en septembre 2013 alors même qu'ils débutent leur première année de licence.

Tableau 2 - Questions retenues sur la caractérisation des pratiques scientifiques (examinées au travers de deux dimensions : savoirs et qualités d'un individu agissant en tant que scientifique)

<i>Formulation de la question posée</i>	<i>Modalités de réponses proposées</i>
Q1 - Un savoir scientifique est... (Plusieurs qualifications sont possibles).	Les items proposés sont ceux obtenus en réponse à la première itération de l'élaboration du questionnaire. Une case « autre » est proposée.
Q2 - Donnez les quatre qualités les plus importantes pour être un scientifique, classées de la plus importante (1) à la moins importante (4).	
Q3 - Les connaissances scientifiques, artistiques, philosophiques sont de même nature.	Il s'agissait pour les étudiants d'indiquer leur degré d'accord avec ces propositions : 1- tout à fait d'accord ; 2 - plutôt d'accord ; 3 - plutôt pas d'accord ; 4 - pas du tout d'accord.
Q4 - On peut être scientifique et croyant.	Un cadre permettant de justifier la réponse est proposé pour chacune de ces deux questions.

Les questions 1 et 3 portent sur la caractérisation des savoirs/connaissances, alors que les questions 2 et 4 portent sur l'individu dans ses pratiques. Par ailleurs, pour chaque couple de questions, l'une est centrée sur la science (Q1 et Q2), l'autre prend également en compte un ou plusieurs autres domaines/pratiques (Q3 et Q4).

Le choix de questions fermées à propositions multiples vise à recueillir des données permettant à la fois de caractériser les représentations des pratiques scientifiques et d'examiner dans une certaine mesure leur éventuelle richesse (nombre, diversité des critères retenus) (QR1). Le choix de questions « de positionnement » associées à des demandes de justification (question ouverte) vise à avoir accès à leur positionnement concernant d'une part la spécificité des savoirs

et d'autre part la possibilité de l'articulation de différentes pratiques pour un individu. Le recueil par question ouverte des justifications permet d'avoir accès aux raisons de ces positionnements (QR2).

■ **Méthodologie d'analyse**

Les données ont été analysées en plusieurs étapes. Nous avons commencé par examiner l'ensemble des résultats quantitatifs fournis par le logiciel Sphinx pour l'ensemble de la population d'une part, et l'impact de différentes variables d'autre part (option suivie en terminale scientifique, filière universitaire, genre) (Maurines & al., 2015, 2016a, 2016b).

Nous avons parallèlement cherché à caractériser le degré de richesse des visions des pratiques scientifiques des étudiants. Le travail réalisé à ce jour ne porte pas sur l'ensemble du questionnaire mais sur quelques questions, en particulier celles sur les caractéristiques du savoir scientifique (question 1 du tableau 2) et les qualités d'un scientifique (question 2 du tableau 2). Le principe général d'une analyse en termes de richesse consiste à identifier le nombre et la nature des dimensions, sous-dimensions et catégories de la NoS mobilisées par les étudiants au travers de leurs réponses à une question. Pour ce faire, les items proposés à chaque question ont été préalablement catégorisés à l'aide de la grille d'analyse multidimensionnelle de la NoS. Ceux proposés à la question sur le savoir scientifique relèvent de quatre dimensions (colonne 2 du tableau 1). Ceux proposés à la question sur les qualités du scientifique relèvent par construction de la seule dimension « attitudes et qualités » et par regroupement de cinq sous-dimensions (figure 5). À la question sur le savoir scientifique, les étudiants pouvaient choisir autant d'items qu'ils le souhaitaient parmi les huit items proposés et en rajouter d'autres en cochant et justifiant la case « autre ». À la question sur les qualités scientifiques, les étudiants devaient choisir et ordonner quatre qualités parmi vingt-quatre. Dans la mesure où une analyse en termes de richesse de la NoS n'avait pas été anticipée au moment de l'élaboration du questionnaire en 2013, nous exprimons quelques réserves sur notre méthodologie et précisons que le travail présenté vise avant tout à examiner la possibilité et l'intérêt d'une telle analyse.

Nous avons ensuite réalisé une analyse de contenu des verbatims fournis par les étudiants pour justifier leur réponse brute, en particulier ceux fournis aux questions leur demandant de se positionner sur la spécificité des connaissances scientifiques par rapport aux connaissances artistiques et philosophiques et sur la possibilité d'être croyant et scientifique.

Pour chaque question, des éléments des grilles d'analyse élaborées *a posteriori* sont présentés. Pour celle concernant la comparaison des connaissances scientifiques artistiques et philosophiques, est également proposée une analyse des types de justification en fonction du positionnement exprimé.

Ces résultats concernant la richesse des représentations de la NoS et des analyses de contenu des verbatims sont exploratoires.

■ **4. Résultats**

Pour chaque question, nous présentons d'abord les résultats des réponses brutes puis ceux des analyses exploratoires sur la richesse de la NoS pour les questions 1 et 2, et des justifications pour les questions 3 et 4.

■ **Questions explorant la caractérisation des sciences**

• *Résultats concernant une caractérisation du « savoir scientifique »*

La figure 1 présente les résultats obtenus à la question 1 demandant aux étudiants de préciser les caractéristiques du savoir scientifique. Huit items leur étaient proposés ainsi qu'une case

« autres ». L'association des items proposés aux différentes dimensions des pratiques scientifiques est présentée dans le tableau 1 et visualisée à l'aide d'un code de couleur.

Figure 1 - Pourcentages du nombre de fois où un item est coché
(calculés sur N = 662) - Réponses multiples possibles

Les étudiants caractérisent le savoir scientifique en premier lieu par le fait qu'il évolue (82.2%). Il est davantage perçu comme universel (50.8%), objectif (43.8%) et obtenu par une approche particulière (44.4%), et moins comme décrivant la réalité telle qu'elle est (18.4%) ou vrai (14.4%), ou bien encore dépendant du chercheur ou de la communauté scientifique (12.7% et 18.1%).

Pour caractériser le degré de richesse des réponses des étudiants, nous examinons tout d'abord le nombre d'items cochés par chaque étudiant (figure 2) puis le nombre de dimensions mobilisées au travers des items cochés (figure 3).

Figures 2 et 3 - Richesse de la caractérisation du savoir scientifique

Figure 2

Figure 3

La figure 2 montre que les étudiants choisissent préférentiellement trois items (26%). 31% des étudiants choisit entre 0 et 2 items (2%, 10% et 19%) et 43% en choisit 4 ou plus (21%, 15%, 4%, 2%, 1%). La figure 3 montre que les items retenus relèvent majoritairement de deux dimensions (46%) puis de trois dimensions (26%) et une dimension (24%).

Figure 4 - Type et diversité des dimensions en fonction du nombre de dimensions identifiées dans la réponse

La figure 4 montre que quel que soit le nombre de dimensions mobilisées, la dimension préférentiellement convoquée est « histoire ». La dimension venant en seconde position est « visées » lorsque deux dimensions sont mobilisées et « élaboration » lorsque c'est trois. Le pourcentage de mobilisation de la dimension « communauté » augmente avec le nombre de dimensions mobilisées : elle passe de 4% pour une dimension, à 17% environ pour deux, 55% pour trois et 100% pour quatre.

- *Résultats concernant les qualités d'un scientifique*

La figure 5 ci-après présente les résultats de la question demandant d'indiquer les quatre qualités les plus importantes pour un scientifique. Les vingt-quatre qualités proposées relèvent de différents domaines comme indiqués dans la partie supérieure de la figure 5 : intellectuelles, méthodologiques, relationnelles, liées à l'implication ou à l'émotion. Les qualités intellectuelles portent non seulement sur la rationalité, la maîtrise de connaissances mais aussi sur la créativité.

La partie supérieure de la figure 5 montre que pour les étudiants, les quatre principales qualités d'un scientifique sont la rigueur (45.1%), la curiosité (43.1%), l'amour des sciences (37.6%) et la persévérance (32.5%). Viennent ensuite l'inventivité et l'intuition ou la capacité à se remettre en question (25.8%). Les qualités méthodologiques et relationnelles sont celles qui globalement sont les moins retenues (être observateur, 17.8% ; être capable de suivre une méthode, 12.8% ; être capable de travailler en équipe, 16.8%). L'analyse des items simultanément choisis montre que seulement un quart des étudiants citant la rigueur mentionne également l'inventivité et l'intuition (6.5% sur la population totale).

Figure 5 - Pourcentages des qualités retenues par les étudiants comme étant les plus importantes pour être un scientifique (pourcentages calculés sur N=662) et calcul d'un rang moyen rendant compte de l'importance donnée aux différentes qualités par les étudiants dans leur classement

La comparaison des parties supérieure et inférieure de la figure 5 montre que la rigueur et la curiosité sont les qualités non seulement les plus citées mais aussi les plus importantes et que les qualités relationnelles sont globalement les moins importantes et les moins citées. En ce qui concerne les qualités méthodologiques, la plus importante est la capacité à suivre une méthode alors que la plus citée est d'être un bon observateur. La motivation est la qualité liée à l'implication la plus importante, la patience et la persévérance étant proches, cette dernière étant la plus citée. Le désintéressement est la qualité relationnelle la plus importante, la capacité à accepter les critiques et à travailler en équipe étant proches, cette dernière étant la plus citée.

Pour caractériser le degré de richesse des réponses des étudiants, nous examinons tout d'abord le nombre de dimensions mobilisées pour les quatre items cochés (figure 6) et la nature des dimensions identifiées (figure 7). La figure 6 ci-après montre que pour une majorité de réponses (59.8%) les quatre qualités sélectionnées relèvent de trois dimensions. Dans 24% des cas, elles relèvent uniquement de deux dimensions et dans 14% des cas de quatre dimensions. La figure 7 indique le nombre d'items recensés par dimension dans les réponses où ces qualités relèvent d'une, deux, trois ou quatre dimensions. À l'exception des réponses pour lesquelles les quatre qualités relèvent de quatre dimensions, la majorité des qualités retenues sont des qualités intellectuelles. Viennent ensuite les qualités liées à la motivation et les qualités émotionnelles. Les qualités méthodologiques et relationnelles sont moins retenues comme importantes.

Figure 6 - Fréquence du nombre de domaines dont relèvent les 4 qualités les plus importantes pour un scientifique choisies par les 662 étudiants

Figure 7 - Nombre d'items relevant des différents domaines de qualité en fonction du nombre de domaines dont relèvent les 4 qualités les plus importantes pour un scientifique (N=662)

■ **Caractérisation des sciences : approche « comparée »**

- *Résultats concernant la comparaison des connaissances scientifiques, artistiques et philosophiques*

La figure 8 présente les résultats obtenus à la question demandant si les connaissances scientifiques, artistiques et philosophiques sont de même nature. Les connaissances scientifiques sont perçues comme relativement spécifiques (57.4%) du point de vue de leur nature comparativement aux connaissances artistiques et philosophiques (42.6%).

Figure 8 - Proportion en pourcentages des différentes positions exprimées par les étudiants à propos de la phrase « Les connaissances scientifiques, artistiques et philosophiques sont de même nature. » (N=662)

L'analyse des verbatims fournis par les étudiants (N=329) permet de préciser les types de connaissances évoquées et les types de mises en relation entre les différents types de connaissances (proximité ou différence).

Si les trois types de connaissance sont évoqués dans la quasi-totalité des verbatims (partie gauche de la figure 9 ci-après), les types de mise en relation apparaissent plus divers (partie droite de la figure 9 qui présente le nombre total d'unités d'analyse, codées comme relevant de chacune des catégories).

Concernant les modalités de mise en relation entre les connaissances scientifiques (S), artistiques (A) et philosophiques (P), une majorité d'unités d'analyse a été identifiée comme relevant des catégories « les trois types de connaissances sont proches (SAP) » ou « les trois types de connaissances sont distinctes l'une de l'autre » (S-A-P). Viennent ensuite deux catégories identifiant des proximités, soit entre les connaissances artistiques et philosophiques (AP), soit entre les connaissances scientifiques et artistiques (SP), ou opposant les connaissances scientifiques aux deux autres types de connaissances considérées comme plus proches (S- AP).

Figure 9 - Dénombrement des types de connaissances évoquées et des types de mise en relation des connaissances sur l'ensemble des verbatims (N=329)

La figure 10 ci-après présente les types majoritaires de mise en relation identifiés dans chaque verbatim pour l'ensemble de l'échantillon et en fonction de la position codée. Une grande majorité d'étudiants justifie son positionnement par la proposition de proximités ou de différences entre les trois types de connaissances (110 SAP, 56 S-A-P). Lorsque leur positionnement est justifié par la mise en relation de deux types de connaissances uniquement, ce sont très majoritairement les connaissances scientifiques et philosophiques (14 S-P et 7 SP) qui sont comparées. Un certain nombre d'étudiants (93) proposent des justifications qui nous semblent plus élaborées. Certains explorent par exemple, en quoi ces trois types de connaissances peuvent avoir des points de proximité mais aussi des différences (49 SAP-S-A-P). D'autres mettent en tension un type de connaissance, essentiellement les connaissances scientifiques ou artistiques, avec les deux autres (33 AP-S-AP et 13 SP-A-SP).

La figure 11 présente la ventilation des types de justification en fonction des positionnements. Les étudiants « tout à fait d'accord » sont ceux dont les justifications sont les plus homogènes : ils explicitent majoritairement des proximités entre les trois types de connaissance (22 SAP/28 étudiants). Parmi les étudiants « pas du tout d'accord », si une majorité explicite des différences entre les trois types de connaissances (20 S-A-P/50 étudiants), une certaine diversité de mise en relation peut être identifiée. 12 mettent en tension les connaissances scientifiques par rapport aux connaissances artistiques et philosophiques considérées comme proches (PA-S-PA). Les 18 autres proposent une mise en tension des trois types de connaissances en explorant des proximités et des différences ou d'autres types de justification (5 SAP-S-A-P, 5 S-P, 2 SP-A-SP et 6 autres). Ce sont les verbatims des étudiants qui choisissent les positionnements médians (plutôt d'accord ou plutôt pas d'accord) qui présentent la plus grande diversité de type de mises en relation, notamment parmi celles considérées comme les plus élaborées.

Figure 10 - Dénombrement des types de mise en relation des connaissances identifiés pour un étudiant (N=329)

Figure 11 - Identification des types de mise en relation des connaissances par étudiant en fonction de leur accord ou désaccord avec l'idée d'une nature commune des trois types de connaissances (N=329)

Les justifications concernant le degré de proximité entre les trois types de connaissances ont été analysées selon les neuf dimensions de la grille d'analyse d'une pratique présentées dans le tableau 1. Des unités d'analyse ont été identifiées comme relevant de chacune de ces dimensions. Nous avons choisi de nous centrer ici sur les dimensions présentant la diversité de justifications la plus élevée (figure 12 ci-après). Sur l'ensemble des verbatims proposés, il apparaît que peuvent être identifiés des arguments en faveur de la proximité ou au contraire de la spécificité des différentes connaissances pour les différentes dimensions. L'analyse quantitative n'a pas encore été réalisée.

Figure 12 - Exemples de catégorisation d'extraits de verbatims identifiés comme explicitant des proximités ou des différences entre les différentes connaissances relevant de différentes dimensions d'une pratique

Caractéristiques

C-1-a) sont de même nature : connaissances, savoirs, connaissances scientifiques, vérités, constitutives de la culture générale

C-1-b) ne sont pas de même nature

C-2-a) ont des caractéristiques communes : sont universelles

C-2-b) ont des caractéristiques spécifiques :

Spécifiques S universelles, objectives, vraies, exactes/moins débattables, n'imposent pas de point de vue

Spécifiques A subjectives/ non objectives, chacun a sa réponse-sensibilité individuelle/abstraites

Spécifiques P variables d'une personne à l'autre

Communes P et A subjectives / imposent des points de vue-permettent d'avoir des points de vue différents-donnent à débattre/ sont abstraites/ ne sont pas universelles

Visées

V-1-a) ont des visées communes : comprendre le monde, ce qui nous entoure/expliciter le fondement des choses/ donner des réponses à des questions/ permettent de remettre des choses en cause/ développer des techniques/ permettent des avancées (mais techniques artistiques / humain)/ améliorer le quotidien

V-1-b) ont des visées différentes :

Visions du monde différentes

Spécifiques S comprendre le monde/ expliciter le vivant, ce qui nous entoure/atteindre la vérité/connaissance du monde pur et dur/ développer la technologie

Spécifiques A représentation du monde selon sa vision/culture du beau/ se rapprocher du divin

Spécifiques P modifier/ comprendre les mentalités/ le sens des choses comme morale / étude de la pensée et du pourquoi des agissements/ interpréter des réactions/ penser à soi, travailler sur soi, pour s'améliorer, penser tout court/ c'est de la métaphysique/ travaillent sur l'humanité

Communes P et A PA tente d'expliquer des choses déjà créées par l'Homme/ visent à mieux SE comprendre

Objets/problèmes

O-1-a) portent sur un objet semblable /sur le même objet choses naturelles

O-1-b) portent sur des objets différents sujet de leur observation est différent/ explore chacun une partie du monde

O-2-a) ont des caractéristiques spécifiques

Commune P et A A et P ont d'autres objets

O-2-b) relèvent de problématiques différentes

domaine spécifique <=> soulever et résoudre des problèmes spécifiques/problématiques différentes proposent des regards, interprétations différentes de la même chose

Spécifiques S fondées sur des problèmes posés par l'environnement

Spécifiques P pose une question/ mode de pensée

Spécifiques A portent sur des recherches, sur des techniques

Elaboration

E-1-a) sont de même nature sont des constructions intellectuelles

E-1-b) ont des spécificités relèvent des registres théoriques et/ou empiriques

Spécifiques S fondées/s'appuient sur des faits/ faits réels et observables/ des faits, des événements démontrables, sur du concret, du solide sur des choses réelles

Communes P et A sont créées par l'Homme, invention, découverte la raison, la preuve/ basées sur des réflexions théoriques/ humaine/ non basées sur nature/sur des choses réelles/

E-2-a) sont obtenues par les mêmes activités/ démarches

observation/ pratiques/ création de concepts/ essais/ calculs/ recherche d'idée/ interprétation/

raisonnement cartésien/ réflexion/ réflexion méthodique

type de travail, démarche (logique d'ensemble ?)/travail de recherche/ recherche et résultats/ démarche de pensée, d'investigation

E-2-b) sont obtenues par des démarches spécifiques

Spécifiques S démontrés par des expériences rigoureuses/sont prouvées de manière logique,

indéniable/se base sur des théories, des calculs/ démarche scientifique (protocole bien

élaboré)/rigoureuses, preuve, universalité/ protocole, sécurité, imagination, invention/ établies par un ensemble de lois, règles et suivent des protocoles

Spécifiques A art liberté aucune obligation

Ccommunes P et A au mieux basé sur raison uniquement/ pas d'expérimentation

- *Résultats concernant la possibilité pour un individu d'être croyant et scientifique*

La figure 13 présente les résultats obtenus à la question demandant si « on peut être scientifique et croyant ». 76.4% des étudiants considèrent qu'il est possible d'être scientifique et croyant.

Figure 13 - Résultat global à la question demandant un positionnement par rapport à l'affirmation : « on peut être scientifique et croyant » (N=662)

L'analyse des verbatims est en cours. Les premiers résultats montrent une grande diversité des types de justification allant d'une possibilité de fait à une possibilité épistémologique, conditionnée ou pas, en passant par une possibilité de droit. Des exemples de verbatims identifiés comme relevant de ces différentes catégories sont présentés dans le tableau 3.

Concernant le type d'arguments discutant les possibles épistémologiques, nous avons repéré une grande diversité de mises en relation possibles entre sciences et religion allant de l'identité, l'opposition, la subordination d'un domaine à l'autre, l'indépendance, la complémentarité. Ces mises en relation des savoirs ou des pratiques, sont parfois aussi évoquées à l'échelle du sujet en termes de conditions, possibilité de gérer un potentiel conflit entre différents registres de vérité ou entre différentes démarches d'accès au savoir.

Tableau 3 - Types de justifications identifiées dans les verbatims des étudiants concernant la possibilité d'être scientifique et croyant

Type d'argument	Exemples de verbatims relevant des différentes catégories d'arguments
Possibilité de fait	Je pense qu'au moins la moitié de la population est croyante, et un bon nombre dans cette université l'est aussi, je ne vois pas pourquoi on ne pourrait pas allier les deux (501) Je connais de nombreux scientifiques croyants. (184) Combien de grands physiciens étaient croyants ? De Newton à Einstein. (523)
Possibilité de droit	Chacun est libre de choisir ses cultes et croyances (252) Rien ne justifie que l'on peut être croyant et un mauvais scientifique. (421)
Conditions de possibilité	Cela peut dépendre des personnes. (197) Si on est ouvert d'esprit, on peut tout envisager (654) Pour être scientifique il faut être le plus objectif possible. Or si un scientifique est croyant il faut qu'il ne mélange pas les deux. (119) Ca peut être le cas SI et SEULEMENT SI l'on peut faire usage d'un esprit critique...(70)
Possibilités /impossibilités épistémologiques	La religion st la science ne traite pas de la même chose, la science explique le monde et l'univers ainsi que son fonctionnement, la religion donne une origine et un acteur à ce que nous observons. (517)

La religion est personnelle, le scientifique peut tout à fait croire en ce qu'il veut, la science n'exclut en aucun cas les croyances de chacun.(518)
La science elle-même peut être vue comme une croyance.(483)
Je pense que plus on avance dans la science et plus on découvre la complexité et la minutie de la nature et de l'univers; on ne peut nier la présence d'un Dieu créateur, ça ne pas être juste là comme ça ... (444)
la science ne fait que découvrir les mystères de la nature et essaie de décoder ce que le bon dieu a donné sur cette terre .(535)
A ce stade, la science ne peut répondre à toutes les questions de l'homme quant à la création de l'univers. Je pense donc qu'il n'est pas irrationnel d'être à la fois scientifique et croyant (175)
La science et la religion sont depuis toujours des ennemis héréditaires sur l'explication de tout ce qui nous entoure. (93)

5. Discussion et Conclusion

Pour la majorité des primo-entrants à l'université Paris-Sud, le savoir scientifique est évolutif. Pour environ la moitié d'entre eux, il est universel, objectif et obtenu selon une démarche particulière ainsi que moyennement spécifique comparativement aux connaissances artistiques et philosophiques.

Les qualités considérées comme les plus importantes pour un scientifique sont des qualités intellectuelles et liées à l'émotion : rigueur et curiosité viennent en premier puis esprit logique/cartésien et amour des sciences. Si pour une minorité d'étudiants, un scientifique doit être à la fois rigoureux et inventif/intuitif, pour une majorité, un scientifique peut être croyant.

Les analyses en termes de richesse des questions fermées montrent que le nombre et la diversité des dimensions de la NoS mobilisées dans les réponses est variable. Ceci étant, il semble que les caractéristiques et qualités relatives aux aspects d'élaboration (modalités d'élaboration des savoirs, qualités méthodologiques du scientifique) ou relatifs à la communauté (modalités de validation des savoirs, qualités relationnelles du scientifique) sont relativement moins présentes dans les réponses des étudiants. Les premiers résultats des analyses de contenu des verbatims concernant le degré de proximité de différents types de connaissances et la possibilité d'être scientifique et croyant suggèrent une certaine disparité des justifications et une forte hétérogénéité de la population.

Au travers des résultats présentés ici, se dégage la même représentation dominante de scientifiques mus par la curiosité et l'amour des sciences, la dimension sociale du travail scientifique étant présente mais au second plan, que celle dégagée dans la littérature dans les années 1990 auprès des élèves de lycée (Désautels & Larochelle, 1989 ; Driver & al., 1996). Il est également à noter que comme dans les études sur la créativité (Glaveanu, 2014) et le genre (Baker, 2003), la science rime avec la rigueur et la logique et peu avec l'imagination et l'intuition.

Une même hétérogénéité des représentations de la NoS peut être observée que celle observée dans l'étude conduite par Ezio Roletto (1998) auprès de professeurs en formation. Nos résultats semblent cependant traduire une vision moins rationnelle des sciences (l'élaboration du savoir scientifique ne repose pas sur la seule raison, la logique et la méthode, mais aussi sur la créativité et l'imagination), et moins réaliste (une minorité d'étudiants considèrent que le savoir scientifique décrit la réalité telle qu'elle est). L'idée d'une démarcation stricte semble moins marquée car seule une moitié des étudiants accordent au savoir scientifique certaines spécificités (universalité, objectivité, obtenu selon une démarche particulière) et considèrent qu'il n'est pas de même nature que d'autres types de connaissances (philosophiques, artistiques).

La mise en perspective de ces résultats avec l'image des sciences renvoyée par les programmes de physique-chimie et de sciences de la vie et de la Terre du lycée (Maurines & al., 2013, 2017) révèle l'existence de similitudes et de différences. Les qualités de rigueur, et dans une moindre

mesure de raisonnement (esprit logique, cartésien), ainsi que la curiosité, sont valorisées tant par les étudiants que les programmes. L'idée d'une évolution du savoir scientifique est soulignée par les deux alors que les caractéristiques liées à la dimension collective du travail scientifique sont minorées dans les deux cas. Si tous les programmes mettent l'accent sur la dimension « élaboration », notamment au travers de la mention des activités d'observation et des démarches scientifique et expérimentale, les caractéristiques liées au mode d'élaboration des savoirs scientifiques ne sont pas celles qui sont le plus mises en avant par les étudiants. Si l'idée de l'existence d'une spécificité des pratiques scientifiques liée à leur mode de raisonnement et à leur rapport au réel est présente dans tous les programmes, celle d'une spécificité du savoir scientifique comparativement à d'autres n'est que faiblement majoritaire parmi les étudiants. La question se pose de savoir si ces différences ne sont pas liées au caractère implicite et non opérationnalisé du discours sur la science dans les programmes.

D'autres résultats (Maurines & al., 2016a, 2016b) montrent que si les proportions de réponses restent proches entre les étudiants issus des différentes filières d'enseignement du secondaire et spécialités du baccalauréat scientifique, des spécificités semblent néanmoins se dégager dans les discours et les positionnements des étudiants. Par exemple, ceux ayant suivi l'option mathématiques en terminale S caractérisent davantage le savoir scientifique par l'item « vrai » alors que ceux ayant suivi l'option physique-chimie (PC) le caractérisent moins par l'item « dépend du chercheur ». Ces derniers choisissent davantage la qualité « esprit critique » alors que ceux ayant choisi l'option sciences de la vie et de la Terre (SVT) valorisent les qualités de rigueur et de persévérance et ceux ayant obtenu un baccalauréat L ou ES les qualités « esprit logique, cartésien » et « être un bon observateur ». Des différences s'observent également entre les populations inscrites dans les différents cursus de première année de licence. Par exemple, les étudiants inscrits dans le portail BCST (biologie-chimie-sciences de la Terre) choisissent davantage les qualités de rigueur et de capacité à suivre une méthode, et moins la capacité à être imaginatif et créatif, alors que ceux inscrits dans le portail PCST (physique-chimie-sciences de la Terre) minorent la capacité à suivre une méthode et valorisent l'esprit critique et dans une moindre mesure l'universalité du savoir scientifique.

La question se pose de savoir si cette évolution des représentations des sciences des étudiants et ces spécificités liées au parcours antérieur peuvent s'expliquer par l'évolution des programmes d'enseignement et les spécificités disciplinaires dégagées par Réjane Monod-Ansaldi et Michèle Prieur chez des enseignants de différentes disciplines scientifiques (2011, p.29) : « les enseignants de sciences expérimentales (SVT et PC) sont plus nombreux que les enseignants de mathématiques à considérer les savoirs comme des constructions humaines argumentées, même si cette position s'articule difficilement avec l'empirisme réaliste également confirmé par nos résultats ». Une autre question concerne un lien éventuel entre les spécificités liées aux parcours antérieurs et celles liées aux portails universitaires.

Malgré les réserves exposées plus haut sur la pertinence d'une analyse en termes de richesse de la NoS de réponses à un questionnaire non conçu à cette fin, le travail réalisé sur quelques questions fermées nous conforte dans l'idée de continuer à chercher comment explorer cette question au travers des réponses données à l'ensemble du questionnaire. Dans la mesure où la caractérisation de la NoS repose non seulement sur la prise en compte de diverses dimensions mais aussi sur leur mise en relation/tension, nous avons commencé à corrélérer les réponses fournies par un étudiant à différentes questions. Nous prévoyons d'élaborer un nouveau questionnaire afin de caractériser le degré de richesse et de complexité des représentations de la NoS.

Pour finir, les justifications accompagnant les positionnements relatifs à la possibilité d'être scientifique et croyant renvoient les mêmes représentations des rapports sciences-religions que celles mises à jour dans la littérature (Yasri & al., 2013). On y observe également la même hétérogénéité de la population.

Les relations entre les sciences et les autres modalités de connaissances, notamment les religions, explicitées par les étudiants au cours de cette enquête interrogent à la fois l'impact des

enseignements du secondaire sur la construction d'une vision des sciences en cohérence avec les objectifs éducatifs et citoyens des programmes et les enseignants de l'enseignement supérieur sur les modalités de formation de ces étudiants, non pas uniquement *en* sciences mais également *sur* les sciences. La diversité des réponses fournies par les étudiants révèle une forte hétérogénéité de la population et renforcent ces interrogations. Comment penser un enseignement des sciences qui assure explicitement un enseignement *sur* les sciences ? Quels choix de contenus et d'activités pour construire quelle(s) vision(s) des sciences ? Dans quelle(s) discipline(s) ? Comment gérer les différentes visions des sciences portées par différentes disciplines ? Comment prendre en charge la diversité des représentations ? Comment former les enseignants à la prise en charge d'un enseignement de la NoS dans un tel contexte ? Ce sont autant de pistes de recherches qui méritent d'être explorées.

Bibliographie

- AIKENHEAD Glen S. (1996), « Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science », *Studies in Science Education*, n°27, p.1-52.
- ALLCHIN Douglas (2011), « Evaluating knowledge of the Nature of (whole) science », *Science Education*, n°95, p.918-942.
- AROUA Saïda (2006), *Dispositif didactique pour l'enseignement de l'évolution. Débat en classe pour l'enseignement de la théorie de l'évolution en Tunisie*, Thèse de doctorat, ENS de Cachan et ISFEC deTunis, En ligne http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/aroua_these.pdf
- BAKER D.R. (2003), « Equity issues in science education », dans Ben J. Fraser & Kenneth G. Tobin (éds.), *International Handbook of Science Education*, Dordrecht, Kluwer Academic publishers, p.869-895.
- CARIOU Jean-Yves (2015), « Quels critères pour quelles démarches d'investigation ? Articuler esprit créatif et esprit de contrôle », *Recherches en éducation*, n°21, p.12-33, En ligne <http://www.recherches-en-education.net/>
- CHEN Sufen (2006), « Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science », *Science Education*, n°90, p.803-819.
- COBERN William W. (1991), « Worldview Theory and Science Education Research », *Scientific Literacy and Cultural Studies Project*, Paper 44, En ligne http://scholarworks.wmich.edu/science_slcsp/44
- DENG Fen, CHEN Der-Thang, TSAI Chin-Chung et CHAI Ching Sing (2011), « Students' Views of the Nature of Science: A Critical Review of Research », *Science Education*, vol.95, n°6, p.961-999, doi : 10.1002/sce.20460
- DÉSAUTELS Jacques et LAROCHELLE Marie (1989), *Qu'est-ce que le savoir scientifique ? Points de vue d'adolescents et d'adolescentes*, Québec/Ottawa, Les presses de l'université Laval.
- DRIVER Rosalind, LEACH John, MILLAR Robin et SCOTT Phil (1996), *Young people's images of science*, Buckingham, Open University Press.
- ERDURAN Sibel et DAGHER Zoubeida R. (2014), *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. Scientific Knowledge, Practices and Other Family categories*, Dordrecht, Springer.
- GAULD Colin F. (2005), « Habits of mind, scholarship and decision making in science and religion », *Science & Education*, n°14, p.291-308.
- GLAVEANU Vlad Petre (2014), « Revisiting the "Art Bias" in Lay Conceptions of Creativity », *Creativity research journal*, vol.26, n°1, p.11-20.
- GOULD Stephen Jay (2000), *Et Dieu dit : « Que Darwin soit ! »*, Paris, Seuil.
- GUILBERT Louise et MÉLOCHE Danièle (1993), « L'idée de science chez les enseignants en formation : un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions ? », *Didaskalia*, n°2, p.23-46.
- HANSSON Lena et REDFORS Andreas (2007), « Physics and the possibility of a religious view of the universe: swedish upper secondary students'views », *Science & Education*, n°16, p.461-478.

HODSON Derek (2009), *Teaching and Learning about science. Language, theories, methods, history, traditions and values*, Rotterdam, Sense Publishers.

IRZIK Gürol et NOLA Robert (2011), « A family Resemblance approach to the nature of science for science education », *Science & Education*, vol.20, n°7-8, p.591-607.

IRZIK Gürol et NOLA Robert (2014), « New directions for nature of science research », dans Michael Matthews (éd.), *International Handbook of research in history, philosophy and science teaching*, Dordrecht, Springer, p.999-1021.

KUHN Thomas S. (1970), *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion.

LAROCHELLE Marie et DÉSAUTELS Jacques (1992), *Autour de l'idée de science. Itinéraires cognitifs d'étudiants*, Bruxelles, De Boeck.

LEDERMAN Norman G. (2007), « Nature of Science: Past, Present and Future », dans Sandra K. Abell & Norman G. Lederman (éds.), *Handbook of research on science education*, Londres, Lawrence Erlbaum associates, p.831-879.

LIU Shiang-Yao et TSAI Chin-Chung (2008), « Differences in the scientific epistemological views of undergraduate students », *International Journal of Science Education*, vol.30, n°8, p.1055-1073.

MAURINES Laurence (2010), « L'enseignement des sciences face au fait religieux. Au-delà des savoirs : l'idée de science », dans Laurence Maurines (éd.), *Sciences et religions. Quelles vérités ? Quel dialogue ?*, Paris, Vuibert, p.346-377.

MAURINES Laurence, FUCHS-GALLEZOT Magali, RAMAGE Marie-Joëlle et BEAUFILS Daniel (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*, n°7, p.19-52, En ligne <http://journals.openedition.org/rdst/674>

MAURINES Laurence, FUCHS-GALLEZOT Magali et RAMAGE Marie-Joëlle (2015), « Exploring scientific French college freshmen's images of science: which positioning ? », dans Laurence Maurines (coord), *Exploring the connections between science, culture and citizenship education: which positioning for NoS ?*, Actes de la dixième conférence internationale de l'ESERA, Helsinki, En ligne <http://www.esera2015.org>

MAURINES Laurence, FUCHS-GALLEZOT Magali et RAMAGE Marie-Joëlle (2016a), « Exploring scientific French college freshmen's images of science: which positioning ? », dans J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto et K. Hahl (éds), *E-Book Proceedings of the ESERA 2015 Conference : Science Education Research: Engaging learners for a sustainable future*, Part 6 (co-ed. M. Izquierdo et V.-M. Vesterinen), Helsinki, University of Helsinki, p.884-895, En ligne https://www.dropbox.com/s/mgggt4vjpgda2r6s/eBook2015_Part_6_links.pdf?dl=0

MAURINES Laurence, FUCHS-GALLEZOT Magali et RAMAGE Marie-Joëlle (2016b), *Images des pratiques scientifiques d'étudiants entrant en première année d'études scientifiques à l'université Paris-Sud*, 9^e rencontres de l'ARDiST, 30 mars au 1^{er} avril, Lens, Présentation des Rencontres en ligne <https://ardist2016l>

MAURINES Laurence, FUCHS-GALLEZOT Magali et RAMAGE Marie-Joëlle (2017), « Images diverses et partielles des sciences renvoyées par les programmes français de physique-chimie et de sciences de la vie et de la Terre du lycée », *Carrefours de l'éducation*, n°44 (L'école et les régimes de vérité[s]), p.31-50.

MARTINAND Jean-Louis (1986), *Connaitre et transformer la matière*, Berne, Peter Lang.

MENJVA (2004), *La laïcité au cœur des enseignements*, Eduscol - MENJVA - Laïcité et enseignement des faits religieux, En ligne <http://cache.media.eduscol.education.fr>

MONOD-ANSALDI Réjane et PRIEUR Michèle (2011), *Démarches d'investigation dans l'enseignement secondaire : représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie*, Rapport d'enquête, Lyon, IFÉ - ENS de Lyon.

MORIN Edgar (1986), *La méthode, Tome 3. La connaissance de la connaissance*, Paris, Seuil.

OSBECK Lisa M., NERSESSIAN Nancy J., Malo Kareen R. et Newsletter Wendy C. (2013), *Science as Psychology. Sense-Making and Identity in Science Practice*, New York, Cambridge University Press.

PENNOCK Robert T. (2011), « Can't philosophers tell the difference between science and religion? Demarcation revisited », *Synthese*, n°178, p.177-206, doi : 10.1007/s11229-009-9547-3

PIGLIUCCI Massimo (2015), « The Demarcation Problem. A (Belated) Response to Laudan », dans Massimo Pigliucci et Maarten Boudry (éds.), *Philosophy of Pseudoscience: Reconsidering the Demarcation Problem*, Chicago, University of Chicago Press, p.9-28.

POPPER Karl (1973), *La logique de la découverte scientifique*, Paris, Payot.

ROLETTTO Enzo (1998), « La science et les connaissances scientifiques : points de vue de futurs enseignants », *Aster*, n°26, p.11-30.

ROTH Wolff-Michael et ALEXANDER Todd (1997), « The interaction of students' scientific and religious discourses: two case studies », *International Journal of Science Education*, vol.19, n°2, p.125-146.

RUPHY Stéphanie (2013), *Pluralismes scientifiques. Enjeux épistémiques et métaphysiques*, Paris, Hermann, coll. « Philosophie ».

SOLER Léna, ZWART Sjoerd, LYNCH Michael et ISRAEL-JOST Vincent (2014), *Science after the practice turn in the philosophy, history and social studies of science*, New York, Routledge.

WITTGENSTEIN Ludwig (1958), *Philosophical Investigations*, Hoboken, Blackwell, Traduction française par Françoise Dastur et al., *Recherches philosophiques*, Paris, Gallimard, 2005.

WOLFS José-Luis (2013), *Sciences, religions et identités culturelles : quels enjeux pour l'éducation ?*, Bruxelles, De Boeck.

YASRI Pratchayapong, ARTHUR Shagufta, SMITH Mike U. et Mancy Rebecca (2013), « Relating Science and Religion: An Ontology of Taxonomies and Development of a Research Tool for Identifying Individual Views », *Science & Education*, n°22, p.2679-2707, doi : 10.1007/s11191-013-9623-4