

Images des pratiques scientifiques d'étudiants entrant en première année d'études scientifiques à l'université Paris-Sud

Maurines, Laurence⁽¹⁾, Fuchs-Gallezot, Magali⁽¹⁾, Ramage, Marie-Joëlle⁽¹⁾

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

Résumé : Nous présentons ici une première analyse des réponses fournies par 601 primo-entrants à l'université Paris-Sud à un questionnaire visant à explorer leurs images des pratiques scientifiques. Une caractérisation multidimensionnelle de ces pratiques qui s'appuie sur le concept de pratiques sociales de référence sert de grille d'analyse a priori. Nous examinons trois questions : quelle(s) image(s) ont les étudiants des pratiques scientifiques abordées dans leurs différentes dimensions ? quelle richesse de leur(s) image(s) des pratiques scientifiques sur une dimension donnée s'exprime à travers certains des résultats obtenus ? quelles relations existe-t-il entre l'appartenance à une filière disciplinaire, le genre et les modalités de réponse retenues par les étudiants aux différentes questions?

Mots-clés : Nature des sciences ; images des sciences ; étudiants de L1 ; disciplines scientifiques ; genre.

Introduction

Pour faire face aux nombreux défis que doit relever le monde contemporain, diverses réformes ont été engagées au niveau de l'enseignement secondaire et de l'enseignement supérieur. Il s'agit de favoriser et soutenir l'orientation des élèves et étudiants vers les métiers scientifiques, et d'aider les futurs citoyens à acquérir une culture scientifique qui leur permette d'agir de manière responsable. Multidimensionnelle, cette culture requiert en particulier des connaissances *sur* les sciences, des connaissances sur ce que les anglo-saxons désignent par Nature of Science (*NoS*). Fonctionnelle, elle suppose la capacité à utiliser ces connaissances dans des contextes variés pouvant mettre en jeu des questions socio-scientifiques ou liées au multiculturalisme (Allchin, 2011 ; Hodson, 2009).

Or les recherches sur la *NoS* montrent que les représentations des élèves, étudiants et enseignants, sont le plus souvent non-conformes aux conceptions contemporaines de l'entreprise scientifique et très souvent incohérentes (Roletto, 1998). Certaines études discutent la corrélation entre certaines représentations des pratiques scientifiques et différentes variables comme l'appartenance disciplinaire (Liu et Tsai, 2008) ou le genre (Baker, 2003). 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 pratiques scientifiques des étudiants entrant en première année d'études scientifiques. Nous présentons l'approche théorique adoptée et les questions explorées, la méthodologie utilisée, les principaux résultats.

Cadre théorique et questions de recherche

Inscrivant nos recherches dans une perspective curriculaire, nous avons fait le choix d'un cadre de référence large susceptible d'ouvrir le champ des possibles aussi bien au niveau

de l'enseignement secondaire que du supérieur. Adoptant une entrée par les pratiques, nous rejoignons un courant de recherches se développant depuis une quarantaine d'année dans le champ des *science studies* (Soler, 2009) et plus récemment dans celui de la *NoS*. 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. Notre caractérisation des pratiques scientifiques comprend neuf dimensions : les visées et les caractéristiques générales (valeurs et présupposés, spécificités), les ressources intellectuelles et matérielles, les objets étudiés, les produits obtenus, les activités et processus d'élaboration (démarches, activités, règles et valeurs mises en oeuvre pour élaborer les produits), les attitudes et qualités individuelles, la communauté scientifique (membres, types de relations, fonctions), la société (inscription des sciences en société, impacts réciproques), l'histoire (évolution de ces pratiques au cours du temps). Le choix de ce cadre multidimensionnel permet l'examen de la richesse (en termes de dimensions mobilisées) et de la complexité (diversité des thèmes évoqués pour chaque dimension, mise en relation) de l'image des sciences reflétée aussi bien par les propos d'étudiants que les textes institutionnels et les situations d'enseignement. Nous souscrivons en effet à la visée de complexification de *l'idée de science* défendue par Larochelle et Désautels (1992) dans la perspective d'une éducation citoyenne dans un monde multiculturel.

Nous examinons ici une première série de résultats en relation avec les trois questions suivantes : quelle(s) image(s) ont les étudiants de première année d'études scientifiques des pratiques scientifiques abordées dans leurs différentes dimensions ? quelles relations existe-t-il entre l'appartenance à une filière universitaire, le genre et les réponses fournies par les étudiants aux différentes questions ? quelle richesse de leur image des pratiques scientifiques sur une dimension donnée s'exprime à travers certains des résultats obtenus ?

Méthodologie

Le questionnaire que nous avons élaboré a été proposé aux primo-entrants à l'université Paris-Sud en septembre 2013 au cours d'une séance de formation à la culture numérique. 601 étudiants ont répondu. Le tableau 1 précise leur répartition entre les différentes filières d'enseignement et le genre.

MPI mathématiques- physique- informatique	PCST physique-chimie- sciences de la Terre	BCST biologie-chimie- sciences de la Terre	PCS0 préparation aux cursus scientifiques d'Orsay	Genre	
				F	G
30.9	13.8	42.3	13.0	48.7	51.3

Tableau 1 : répartition en pourcentages des 601 étudiants interrogés

Sous format numérique (logiciel SPHINX), il comporte 16 questions, dont 15 fermées et une ouverte. Quatre questions fermées demandent une sélection d'items parmi un ensemble. Afin d'identifier le positionnement des étudiants pour les différents items des autres questions fermées, il leur a été demandé de se positionner sur une échelle de 1 à 4. La plupart des questions fermées ont été accompagnées d'une demande de justification. Pour l'énoncé complet du questionnaire et la caractérisation des questions relativement à notre cadre d'analyse de la *NoS* en tant que pratiques sociales, le lecteur peut se rapporter à Maurines et *al.* (2015a et 2015b). Précisons ici seulement deux points. Afin d'explorer la

richesse de l'image des pratiques scientifiques des étudiants, nous nous sommes efforcées d'explorer différentes dimensions de ces pratiques, aussi bien celles en lien avec les caractéristiques des savoirs scientifiques et leur élaboration que celles en lien avec la communauté scientifique et la société ou les qualités individuelles. Compte tenu des difficultés potentielles de compréhension de questions portant sur la *NoS* mentionnées dans la littérature, nous avons élaboré le questionnaire fermé en nous appuyant sur les réponses données par une quarantaine d'étudiants à un premier questionnaire comprenant des questions ouvertes. Les différentes questions ont été rédigées en nous inspirant pour partie de différents questionnaires (VNOS, VOSI, VOSE, VOSTS ; Roletto, 1998).

Les réponses au questionnaire ont été analysées par le logiciel SPHINX. Nous avons tout d'abord examiné les résultats quantitatifs de l'ensemble de la population interrogée question par question puis l'existence de relations significatives entre les différentes variables du questionnaire. Comme notre précédente étude sur les programmes d'enseignement de sciences du lycée avait révélé que l'image des sciences qu'ils renvoient dépend de la filière, nous nous sommes tout d'abord intéressées aux relations impliquant la variable baccalauréat en nous centrant sur les questions relatives à la nature du savoir scientifique et à la démarcation sciences/non sciences (Maurines et *al.*, 2015b). Nous poursuivons l'analyse des relations significatives et examinons ici celles en lien avec la filière d'enseignement universitaire et le genre.

Nous explorons également le degré de richesse des visions des pratiques scientifiques des étudiants soit en dénombrant le nombre de dimensions évoquées par le choix de telle ou telle modalité de réponse, soit en repérant le nombre de modalités pertinentes retenues pour une question et en dénombrant ensuite le nombre d'étudiants ayant choisi une ou plusieurs modalités pertinentes. L'hypothèse sous-jacente est que le choix d'un grand nombre de modalités pertinentes reflète une vision plus riche et plus complexe des pratiques scientifiques.

Résultats

Vision des pratiques scientifiques pour l'échantillon global

La figure 1 (voir annexe) présente l'ensemble des affirmations sur les pratiques scientifiques associées aux questions et items proposés dans le questionnaire sur lesquelles les étudiants devaient se prononcer. Les pourcentages sont ceux des résultats obtenus auprès des 601 étudiants interrogés. Ils correspondent aux pourcentages d'étudiants d'accord ou tout à fait d'accord avec les affirmations et sont calculés sur la population totale. Un code de couleur et typographique est utilisé pour expliciter l'existence d'une relation significative avec les variables « genre » et « portail » (voir deuxième sous-partie). Dans ce qui suit, chaque dimension est désignée par son initiale, chaque nombre renvoie au numéro de la question.

Les scientifiques travaillent avant tout dans un laboratoire public (C1). Leurs quatre principales qualités sont la curiosité et l'amour des sciences, la rigueur et la persévérance (A3). Ils sont à un moindre degré imaginatifs et créatifs, les qualités relationnelles et méthodologiques étant globalement les moins importantes (A3). Ils peuvent avoir des convictions religieuses (A15). Ils cherchent en premier lieu à comprendre la nature (V2, V12) puis à poursuivre des objectifs utilitaires ou sociétaux (V2, S2, S4) ou personnels (A2). Le choix de leur sujet d'étude dépend avant tout des défis sociétaux (S4) et de leur

intérêt personnel (C4), les contraintes institutionnelles (C4), politiques, financières et légales venant après (C4, S4). Leur activité est davantage centrée sur la recherche d'explication, l'observation et l'expérimentation (E5) qu'ancrée dans la communauté (C5). Pour convaincre leurs pairs de la qualité de leurs travaux, ils doivent privilégier les aspects expérimentaux, techniques et méthodologiques (E8) plutôt que faire référence aux publications (C8). Les échanges entre eux sont avant tout perçus comme un partage d'expérience et un moyen d'aider à l'avancement des sciences. Ils contribuent moins au processus de validation des résultats et encore moins de confirmation (C10).

La science influence plus la société que le contraire (S7) et ne doit pas être crainte (S16). L'avancée des sciences permet plus celle des technologies que le contraire (S11). Le savoir scientifique évolue (H9) mais présente une certaine robustesse car les scientifiques questionnent les résultats expérimentaux incohérents et limitent son domaine d'application (E6). Il est davantage perçu comme universel (S9), objectif (V9) et obtenu par une approche particulière (E9), et moins comme décrivant la réalité telle qu'elle est (V9) ou dépendant du chercheur ou de la communauté (C9). Il est relativement spécifique comparativement aux connaissances artistiques et philosophiques (V14). La science ne pourra pas un jour tout expliquer (H13, V13).

Impact des variables « genre » et « portail » et richesse de la vision de la NoS

La figure 2 présente les principales relations significatives existant entre les différentes variables du questionnaire déterminées par SPHINX. Les affirmations liées aux variables portail et genre sont repérées par un code couleur et un encadré sur la figure 1. La modalité de la variable portail (MPI, PCST, BCST, PCS0) pour laquelle l'affirmation obtient un pourcentage de réponses significativement plus élevé est soulignée. L'affirmation pour laquelle la modalité fille fournit un pourcentage de réponses significativement plus élevé est mise en italique. Explicitons ceci pour la variable « observation » : si la majorité des étudiants s'accordent sur l'importance de l'observation, les filles donnent une réponse plus positive que les garçons, le portail PCST que le portail MPI.

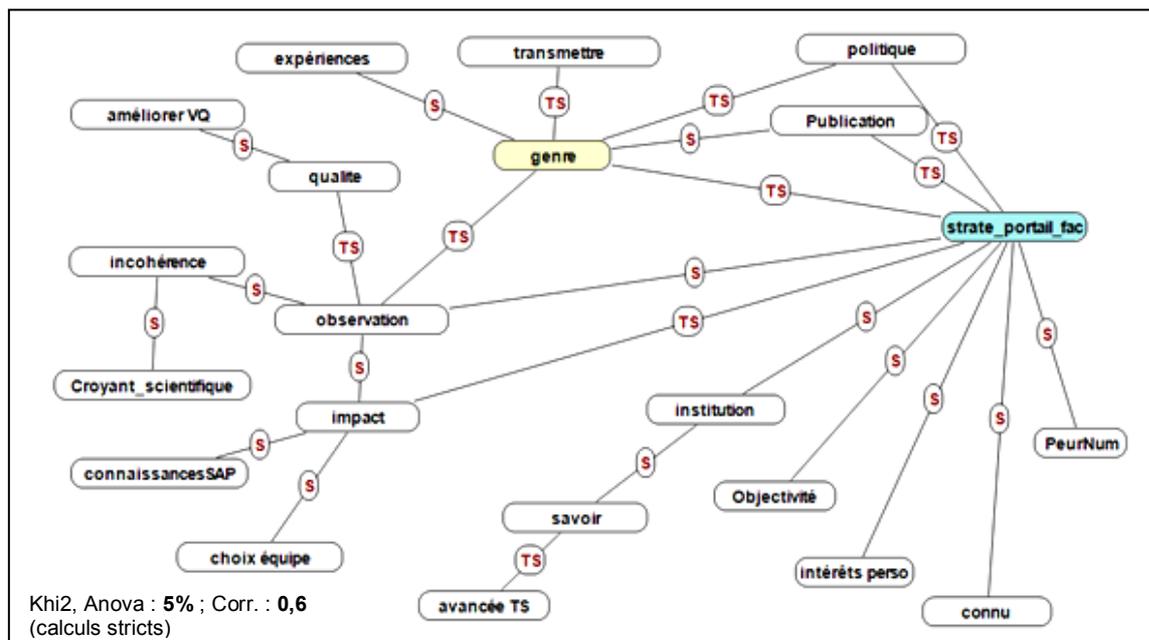


Figure 2 : relations significatives entre les variables déterminées par SPHINX

Nous illustrons le degré de richesse des réponses en prenant comme exemple celles données à la question E6 qui proposait 6 items de réponse et précisait que plusieurs choix étaient possibles. Si la majorité des étudiants choisissent plus d'un item (47.3% en choisissant deux et 23.6% trois), un nombre non négligeable d'étudiants (27.5%) n'en choisissent qu'un. L'examen des items choisis par les étudiants qui en choisissent au moins deux révèle une certaine robustesse des connaissances scientifiques. L'item retenu majoritairement par ceux qui n'en choisissent qu'un est « la proposition de nouvelles explications ».

Discussion et Conclusion

L'ensemble de nos résultats (Maurines et *al.*, 2015) renvoient la même représentation dominante de scientifiques mus par une sorte de détermination individuelle que celle dégagée dans la littérature dans les années 90 (Roletto, 1998). Ils semblent révéler une évolution concernant la place de la créativité et le statut des savoirs scientifiques. Le travail se poursuit en vue de caractériser la richesse de la vision de la *NoS* des étudiants et l'impact des variables « portail » et « genre » ainsi que par la mise en perspective de nos résultats avec ceux obtenus dans notre étude précédente et rencontrés dans la littérature.

Références bibliographiques

- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the Nature of (whole) science. *Science Education*, 95, 918-942.
- Baker, D. R. (2003). Equity issues in science education. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 869-895). Dordrecht : Kluwer Academic publishers.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and Learning about science. Language, theories, methods, history, traditions and values*. Rotterdam : Sense Publishers.
- Larochelle, M. & Désautels, J. (1992) *Autour de l'idée de science. Itinéraires cognitifs d'étudiants*. Québec : Les presses de l'université de Laval.
- Liu, S.-Y. & Tsai, C.-C. (2008). Differences in the scientific epistemological views of undergraduate students. *International Journal of Science Education*, 30 (8), 1055-1073.
- Martinand, J.-L. (1986). *Connaitre et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.
- Maurines, L. & Fuchs-Gallezot, M. & Ramage, M.-J. (2015). Exploring scientific French college freshmen's images of science: which positioning? *10th ESERA conference, Helsinki*. (a : <http://www.esera2015.org/programme/detailed-programme/parallel-sessions/?session=59>) (b : actes électroniques à paraître).
- Roletto, E. (1998). La science et les connaissances scientifiques : points de vue de futurs enseignants. *Aster*, 26, 11-30.
- Soler, L. (2009). *Introduction à l'épistémologie*. Paris : Ellipses.

Figure 2 : Résultats globaux (N= 601) regroupés selon les dimensions de notre cadre d'analyse de la NoS//Impact des variables Portail MPI PCST BCST PCS0 Genre

H. Histoire
 9. Un savoir scientifique est un savoir évolutif 82.2
 13. La science ne pourra pas un jour tout expliquer : 73.9

C. Communauté scientifique
Caractéristiques
 1. Ce sont des scientifiques : chercheur (CNRS) 91.2 ; enseignant-chercheur à l'université 85.3 ; technicien de laboratoire 73.3 ; ingénieur 72.3 ; chercheur en entreprise 44.6 ; expert 37.6 ; enseignant en lycée 17.0
Construction collective des produits :
 4. Le choix des travaux d'un chercheur dépend des centres d'intérêts personnels 70.9 ; la possibilité de financement de ses travaux 68.4 ; la politique de recherche de l'entreprise ou du laboratoire du chercheur 57.9 ; les lois ou les règlements qui régissent les activités de recherche 57.8 ; des choix de l'équipe du chercheur 43.6
 5. L'activité d'un chercheur repose sur la lecture des publications des autres chercheurs 71.4, la communication orale des travaux 58.4, la rédaction d'articles ou de mémoires 55.3 ; la recherche de financement 53.1
 8. Quand un chercheur veut convaincre de la qualité de ses travaux, il s'appuie sur les publications d'autres chercheurs 53
 9. Un savoir scientifique est un savoir dépendant de la communauté scientifique 18.5, du chercheur qui l'a élaboré 12.6
 10. Les échanges entre chercheurs sont importants pour : faire avancer la science 80.2, partager le savoir 79.7, éviter de reproduire des erreurs 76, utiliser les compétences d'autres chercheurs 70.9, débloquer une situation 70.4, avoir de nouvelles idées 65.6, valider les résultats 60.6, ne pas reproduire les mêmes expériences 22.5

V. Visées et caractéristiques générales
Visées
 2. Les motivations du travail d'un scientifique : progresser dans la compréhension des phénomènes naturels 93.5 ; améliorer les techniques, la technologie 88.5 ; améliorer la vie quotidienne 74 ; transmettre les savoirs 71.4
 12. La science ne permet pas seulement de transformer le monde 75.1
Caractéristiques générales des sciences (savoirs)
 9. Un savoir scientifique est un savoir évolutif 82.2, universel 50.7, objectif 43.6, décrivant le réel tel qu'il est 17.8, vrai 14
 13. La science ne pourra pas un jour tout expliquer 73.9
 14. Les connaissances scientifiques, artistiques et philosophiques ne sont pas de même nature 54.6

P. Produits de l'étude Intellectuels et Matériels
 9. Un savoir scientifique est un savoir évolutif 82.2, universel 50.7, objectif 43.6, décrivant le réel tel qu'il est 17.8, vrai 14
 11. L'avancée des techniques nécessite l'avancée des connaissances 90.9

E. Elaboration
Activités : 5. L'activité d'un chercheur repose sur la recherche d'explication 96.4, l'observation 95.2, la réalisation d'expériences 91.2
Modalités et « Règles » d'élaboration
 6. Lorsqu'une explication est mise en défaut [...], les chercheurs proposent une nouvelle explication 76.5, mettent en cause les résultats et tentent de les reproduire 64.1, l'utilisent en restreignant son champ d'application 37.6, restent sur leur position en attendant de nouvelles avancées 11.8, l'abandonnent 2.8
 8. Quand un chercheur veut convaincre de la qualité de ses travaux, il s'appuie sur le détail des expériences, des observations, des simulations, des calculs 95.7 ; la démarche utilisée 91.2 ; la manière dont sont exploités et interprétés les résultats 89 ; l'objectivité de ses résultats 89.5
 9. Un savoir scientifique est un savoir obtenu suivant une démarche particulière 43.6
 4. Le choix des travaux d'un chercheur dépend des lois ou des règlements qui régissent les activités de recherche 57.8

R. Ressources Intellectuelles et matérielles
 4. Le choix des travaux d'un chercheur est influencé par : l'état des connaissances sur le sujet 76.7 ; la formation du chercheur 64.1 ; la possibilité technologique (ou non) d'étudier le sujet 60.5
 11. L'avancée des connaissances nécessite l'avancée des techniques 82.3

S. Société
Interactions sciences - société
 2. Les motivations du travail d'un scientifique : améliorer les techniques, la technologie 88.5 ; améliorer la vie quotidienne 74 ; transmettre les savoirs 71.4
 4. Le choix des travaux d'un chercheur est influencé par : les grands défis posés à l'homme 75.1 ; la possibilité de financement de ses travaux 68.4 ; les lois ou les règlements qui régissent les activités de recherche 57.8, les politiques nationales ou internationales en termes de recherche 49.4
 5. L'activité d'un chercheur repose sur la recherche de financement 53.1
 7. C'est surtout la science qui influence la société 54.4 ; la société qui influence la science
 9. Un savoir scientifique est un savoir universel 50.7
 11. L'avancée des connaissances nécessite l'avancée des techniques 82.3
 L'avancée des techniques nécessite l'avancée des connaissances : 90.9
 14. Les connaissances scientifiques, artistiques et philosophiques ne sont pas de même nature 54.6
Rôles des sciences : 16. Il ne faut pas avoir peur de la science : 43.9/il faut avoir peur 11

sciences-scientifique

A. Attitudes et qualités du scientifique
 2. Les motivations du travail d'un scientifique sont : se faire plaisir 78.2 ; être attiré par la beauté des sciences 75 (émotion)
 3. Les quatre qualités les plus importantes pour être un scientifique sont :
 - être rigoureux 42.8 ; être inventif, faire preuve d'intuition 25.7 ; savoir se remettre en question 26.3 ; avoir un esprit logique, cartésien 16.7 ; faire preuve d'esprit critique 14.7 ; être objectif 6.2 (intellectuelles)
 - être observateur 18.5 ; être capable de suivre une méthode ou une démarche 13.3 ; être méticuleux 8.3 ; faire preuve d'esprit pratique 3.2 ; être un bon technicien : 0.5 (méthodologiques)
 - être capable de travailler en équipe 15.8 ; accepter les critiques 5.7 ; être capable de communiquer 6 ; écouter les autres 2.4 ; être désintéressé 2.1 (relationnelles et morales)
 - être persévérant 32.7 ; être motivé 17.8 ; être patient 18.2 ; accepter l'échec 17.3 ; être travailleur 8.3 (en lien avec l'implication)
 - être curieux 43.2 ; aimer les sciences 38.2 (en lien avec l'émotion)
 - posséder des connaissances 15.8 (en lien avec les ressources)
 8. Quand un chercheur veut convaincre de la qualité de ses travaux, il s'appuie sur l'objectivité de ses résultats 89.5
 15. On peut être scientifique et croyant 73.6