INSTITUT FRANÇAIS DE L'ÉDUCATION

RECHERCHE

Démarches d'investigation dans l'enseignement secondaire : représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie

Rapport d'enquête IFÉ – ENS de Lyon
Décembre 2011

Coordination
Réjane Monod-Ansaldi et Michèle Prieur

Conception de l'enquête et méthodologie d'analyse des données
Réjane Monod-Ansaldi, Michèle Prieur, Jacques Vince, Valérie Fontanieu, Jean-Philippe Perret

Analyse des résultats et rédaction du rapport
Réjane Monod-Ansaldi, Michèle Prieur, Jacques Vince, Valérie Fontanieu, Rim Hammoud, Jean-Philippe Perret, Anne-Marie Rossetto

ENS DE LYON

Ce rapport est le résulat d'un travail d'équipe coordonné par
Réjane Monod-Ansaldi et Michèle Prieur, chargées d'études à la composante EducTice de EA 4148 S2HEP Université Lyon1, ENS de Lyon- IFÉ

L'enquête et la méthodologie d'analyse des données ont également été conçues par
Jacques Vince, enseignant associé à l'UMR ICAR,
Valérie Fontanieu, statisticienne à l'informatique TICE - IFÉ / Direction des Systèmes d'Information de l'ENS de Lyon
Jean-Philippe Perret, enseignant associé à l'équipe ACCES puis à l'équipe EducTice

L'analyse des résultats et rédaction du rapport ont également été réalisées par
Rim Hammoud, doctorante dans l'équipe EducTice-S2HEP,
Anne-Marie Rossetto enseignante associée à l'équipe ACCES

Emmanuelle Goubet, Didier Krieger et Catherine Yviquel, enseignants associés à l'équipe EducTice, ont participé à la rédaction des encadrés

INSTITUT FRANÇAIS DE L'ÉDUCATION

1 PRESENTATION DE L'ENQUETE ET DE L'ECHANTILLON DES REPONDANTS 6
1.1 PREAMBULE : 6
1.2 CONTEXTE POLITIQUE ET INSTITUTIONNEL DES DI DANS L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE 7
1.3 OBJECTIFS DE L'ENQUETE 8
1.4 ELEMENTS DE CADRAGE THEORIQUE : 9
1.4.1 Représentations sociales, professionnelles et disciplinaires 9
1.4.2 Démarche d'investigation et construction du savoir par l'élève 9
1.5 METHODOLOGIE 10
1.5.1 Méthode d'enquête par questionnaire 10
1.5.2 Méthodes d'analyse des réponses fermées 13
1.5.3 Méthodes d'analyse des réponses ouvertes 15
1.6 CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION DES REPONDANTS 17
1.6.1 La population de référence 18
1.6.2 L'échantillon des répondants 18

2 REPRESENTATIONS SUR LA CONSTRUCTION ET LE STATUT DES SAVOIRS DISCIPLINAIRES ET SUR L'APPRENTISSAGE 21
2.1 REPRESENTATIONS SUR LA CONSTRUCTION DES SAVOIRS ET LE STATUT DES SAVOIRS SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES 21
2.1.1 Mathématiques 22
2.1.2 Sciences physiques et chimiques 24
2.1.3 Sciences de la vie et de la Terre 26
2.1.4 Technologie 28
2.1.5 Conclusion 29
2.2 REPRESENTATIONS SUR L'APPRENTISSAGE 32
2.2.1 Aspects consensuels des représentations sur l'apprentissage 32
2.2.2 Aspects disciplinaires des représentations sur l'apprentissage 33

3 REPRESENTATIONS DES DEMARCHES D'INVESTIGATION 37
3.1 REGISTRES LEXICAUX MOBILISES DANS LA DEFINITION DE L'EXPRESSION « DEMARCHE D'INVESTIGATION » 37
3.1.1 Registres lexicaux issus de l'analyse des réponses des 4 disciplines. 37
3.1.2 Registres lexicaux issus de l'analyse des réponses des enseignants de mathématiques 44
3.1.3 Registres lexicaux issus de l'analyse des réponses des enseignants de SPC 48
3.1.4 Registres lexicaux issus de l'analyse des réponses des enseignants de SVT 53
3.1.5 Registres lexicaux issus de l'analyse des réponses des enseignants de technologie 59
3.2 OBJECTIFS DES DEMARCHES D'INVESTIGATION 64
3.2.1 Aspects consensuels des objectifs des DI 65
3.2.2 Aspects disciplinaires des objectifs des DI 66
3.3 DI ET DEVELOPPEMENT DE COMPETENCES 69
3.3.1 Evaluation de la compétence 3 du socle commun 69
3.3.2 Capacités ou attitudes transversales définies dans le socle commun 73
3.4 MODALITES D'APPRENTISSAGE DEVELOPPEES PAR LES DI 77
3.4.1 Aspects consensuels des modalités d'apprentissage favorisées par les DI 77
3.4.2 Aspects disciplinaires des modalités d'apprentissage favorisées par les DI 78
3.5 DIFFICULTES DE LA MISE EN ŒUVRE DES DI 81
3.5.1 Aspects consensuels des difficultés de mise en œuvre des DI 81
3.5.2 Aspects disciplinaires des difficultés de mise en œuvre des DI 81
3.6 MISE EN ŒUVRE DE DI PAR LES REPONDANTS 85
FOCUS : LES DEMARCHES D'INVESTIGATION EN SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES 87

4 REPRESENTATION DE QUATRE CONCEPTS DES DI : PROBLEME, HYPOTHESE, EXPERIENCE ET MODELE. 90
4.1 PROBLEME 90
4.1.1 Définition du problème 90
4.1.2 Caractéristiques du *problème* dans le cadre d'une DI 92
4.1.3 Sens du terme *problème* dans les autres disciplines 95
4.2 HYPOTHESE 97
4.2.1 Définition de l'*hypothèse* 97
4.2.2 Sens du terme *hypothèse* dans les autres disciplines 98

4.2.3 Qualités nécessaires pour formuler une *hypothèse* 99
4.2.4 Caractéristiques de l'hypothèse 102
4.2.5 FOCUS : Un statut de l'hypothèse présentant des spécificités disciplinaires 106
4.3 EXPERIENCE 109
4.3.1 Définition de l'*expérience* 109
4.3.2 Caractéristiques de l'*expérience* 110
4.3.3 Sens du terme *expérience* dans les autres disciplines 116
4.4 MODELE 118
4.4.1 Une capacité à citer des *modèles* très contrastée selon la discipline. 118
4.4.2 Fonctions des modèles 119
4.4.3 Formes des modèles utilisés dans chaque discipline 124
4.4.4 Sens du terme « modèle » dans les autres disciplines 132
4.5 COMPARAISON DES SIGNIFICATIONS DES 4 TERMES ENTRE LES 4 DISCIPLINES. 134
5 CONCLUSION 136
REMERCIEMENTS 139
BIBLIOGRAPHIE 140
ANNEXE : QUESTIONNAIRE MIS EN LIGNE 144

1 Présentation de l'enquête et de l'échantillon des répondants

1.1 Préambule :

L'enquête présentée dans ce rapport a pour objet l'étude des représentations des enseignants du secondaire concernant les démarches d'investigation (DI). Initiée dans le cadre de l'observatoire OCEP[1] (Observatoire, Curricula, Evaluations, Pratiques), elle a été menée de janvier à mars 2011, sous la forme d'un questionnaire (voir ANNEXE : Questionnaire mis en ligne) auprès de professeurs de mathématiques, sciences physiques et chimiques (SPC), sciences de la vie et de la Terre (SVT) et technologie enseignant en collège et en lycée[2]. L'étude a été initiée au sein de l'INRP, par les équipes ACCES, EducTice et par l'UMR ICAR, en septembre 2009 et a été poursuivie au sein de l'IFÉ-ENS de Lyon par S2HEP-EducTice, ACCES et ICAR. Rédigé dans les neuf mois suivant la clôture du questionnaire en ligne, le présent rapport décrit les premiers résultats correspondant aux tris à plat par discipline et à des croisements de données permettant d'appréhender des convergences et des divergences entre les quatre disciplines, ainsi que des éléments de comparaison entre les répondants selon leur niveau d'exercice, collège ou lycée. Des résultats d'analyses multidimensionnelles sont également abordés.

Certains éléments d'interprétation sont apportés, mais l'objectif de ce rapport n'est pas de produire une analyse détaillée de l'ensemble des résultats. Il vise une première mise à disposition des résultats auprès de ceux qui ont répondu à l'enquête ou ont facilité sa diffusion, et constitue surtout un document de travail pour des analyses secondaires pouvant être présentées à différents publics. En premier lieu, des analyses visant à accompagner la mise en œuvre des DI, et plus généralement, à éclairer les mises en convergence des disciplines dans les classes seront proposées au cours de l'année 2012 dans des revues professionnelles des associations de professeurs des quatre disciplines. En second lieu, ce rapport met à disposition des formateurs des ressources pour concevoir des formations sur les DI dans leur discipline mais également entre disciplines. Des présentations de certains résultats dans le cadre de formations ont déjà été réalisées ou sont programmées sur le territoire national[3]. Enfin, ce rapport fournit des matériaux pour des recherches ayant pour objet les DI et le travail collectif des enseignants de sciences et de technologie. Des analyses statistiques plus poussées mais également des analyses qualitatives de petites populations bien identifiées sont envisagées. Certaines analyses statistiques ont déjà été présentées dans des communications scientifiques, des articles ou chapitres d'ouvrage sont en cours d'écriture ou sous presse (Monod-Ansaldi, Vince, Prieur, & Fontanieu, 2011 ; Paindorge, Prieur, & Monod-Ansaldi, soumission ; M. Prieur, Monod-Ansaldi, & Fontanieu, à paraitre ; Vince, Monod-Ansaldi, Prieur, Fontanieu, & Perret, 2011). Quelques analyses de cas, s'appuyant sur les réponses à l'enquête, sur l'étude des ressources mobilisées par ces répondants et sur leurs pratiques, sont engagées dans des travaux de thèse de l'équipe EducTice-S2HEP[4]. Ces analyses secondaires seront conduites par

[1] http://ife.ens-lyon.fr/ife/ressources-et-services/ocep

[2] Tout au long du texte, les disciplines sont présentées par ordre alphabétique, et le cas échéant par couplage disciplinaire enseigné : mathématiques, sciences physiques et chimiques (SPC), sciences de la vie et de la Terre (SVT), technologie.

[3] Séminaire du pôle Sud-Est des IUFM auprès des formateurs de technologie le 7 avril 2011 à Lyon,
Formation académique auprès des enseignants de SVT le 9 novembre 2011 à Rouen.
Formation de formateurs IFÉ « *Co-disciplinarité dans l'enseignement des sciences. Collaborer entre disciplines pour des démarches d'investigation* » en mars 2012 à Lyon.

[4] Ces travaux sont conduits auprès d'enseignants de SPC de lycée par Rim Hammoud et sont envisagés auprès d'une équipe pluridisciplinaire d'enseignants de collège par Michèle Prieur.

les membres de l'IFÉ impliqués dans ce travail d'enquête, mais d'autres peuvent également être réalisées en collaboration avec des partenaires extérieurs intéressés[5].

1.2 Contexte politique et institutionnel des DI dans l'enseignement des sciences et de la technologie

Depuis une dizaine d'années, on constate en France, comme dans d'autres pays, une diminution importante des effectifs dans les filières scientifiques (Ourisson, 2002), interprétée comme une désaffection des étudiants vis-à-vis des études scientifiques. Face à ce problème, plusieurs rapports publiés en France (Bach, 2004 ; Rolland, 2006), insistent sur la nécessité de rénover les enseignements scientifiques afin qu'ils soient plus attrayants et proposent de les repenser en s'appuyant sur la démarche d'investigation (DI). Ces propositions ne sont pas propres à la France : le rapport Rocard (Rocard et al., 2007), au niveau européen, appelle aussi à un renouvellement de l'enseignement des sciences basé sur la conduite par les élèves de leurs propres investigations. Cette approche pédagogique fondée sur la DI se situe dans le prolongement de l'Inquiry-based Science Education (IBSE), ou Inquiry Based Science Teaching (IBST), qui s'est imposée dans les textes officiels de plusieurs pays anglo-saxons dans les années 1990 (Coquidé, Fortin, & Rumelhard, 2009). Aux Etats-Unis, le National Research Council[6], préconise également de fonder l'enseignement scientifique sur l'investigation. Depuis les années 1990, au niveau international, on observe donc de profondes transformations curriculaires de l'enseignement des sciences visant à développer pour tous une éducation scientifique nécessaire à une insertion « positive » dans le monde d'aujourd'hui (Robine, 2009). Dans de nombreux pays, ces curricula s'appuient également sur une plus grande coordination des disciplines scientifiques (Coquidé, 2008). Selon les pays et les niveaux d'enseignement, il s'agit d'un *décloisonnement*, d'une *hybridation*, voire d'une *intégration* des disciplines comme dans le cas de l'Enseignement intégré de science et de technologie expérimenté en France ou des enseignements secondaires Science et technologie[7] et Science et technologie de l'environnement[8] au Québec.

En France, différentes prescriptions, communes aux mathématiques, SPC, SVT et technologie, préconisent la mise en œuvre de démarches d'investigation (DI) et une mise en convergence des disciplines pour le développement d'une culture scientifique et technologique. Ainsi, en 2006, le socle commun de connaissances et de compétences[9] inscrit ces différentes disciplines au sein d'une même grande compétence, *Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique*, incluant le domaine *Pratiquer une démarche scientifique et technologique, résoudre des problèmes*. En 2008, l'introduction commune aux programmes de collège de ces quatre disciplines[10], préconise la pratique de DI en interaction entre les disciplines et propose des thèmes de convergence. Dans cette continuité, les programmes de la classe de seconde[11] réunissent mathématiques, SVT, SPC et sciences de l'ingénieur au sein d'un même enseignement d'exploration, Méthodes et Pratiques Scientifiques (MPS)[12], ayant pour objet *d'initier les élèves à la démarche scientifique dans le cadre d'un projet*. En 2011, le plan Sciences et technologies à l'Ecole[13] réaffirme la place de l'investigation et de la pratique de démarches scientifiques effectives à tous les niveaux de la scolarité, en particulier dans des enseignements interdisciplinaires.

---

[5] Les chercheurs intéressés par ce type de collaboration peuvent nous contacter.

[6] National Research Council (1996). National Science Education Standards: Observe, interact, change, learn. Washington, DC: National Academy Press.

[7] http://www.meq.gouv.qc.ca/sections/programmeFormation/secondaire2/medias/6c-sciencetechno.pdf

[8] http://www.meq.gouv.qc.ca/sections/programmeFormation/secondaire2/medias/07-00846.pdf

[9] Décret n° 2006-830 du 11 juillet 2006

[10] Bulletin officiel spécial n°6, 28 août 2008

[11] Bulletin officiel spécial n° 4 du 29 avril 2010

[12] Bulletin officiel spécial n° 4 du 29 avril 2010

[13] Une nouvelle ambition pour les sciences et les technologies à l'École. Communiqué de presse de Luc Chatel, 31 janvier 2011. http://www.education.gouv.fr/cid54833/une-nouvelle-ambition-pour-les-sciences-les-technologies-ecole.html

Ces instructions officielles décrivent une DI prototypique (Rojat, 2010) et soulignent sans les expliciter, la *proximité* et les *spécificités* de cette démarche dans les différentes disciplines. Cet implicite peut constituer une difficulté voire un obstacle à sa prise en charge par les enseignants concernés. La DI constitue en effet un objet pluriel à décliner dans chaque discipline, à articuler entre les disciplines, à construire et évaluer collectivement. Nous faisons l'hypothèse qu'une meilleure connaissance des représentations des enseignants sur les DI dans leur discipline, dans les autres disciplines, et plus généralement sur les épistémologies disciplinaires (savantes et scolaires) peut éclairer et accompagner cette évolution de l'enseignement scientifique et technologique.

1.3 Objectifs de l'enquête

Les travaux sur la mise en œuvre des DI (Anderson, 1998 ; Dimarcq, 2009) et sur les changements de pratiques induits par les programmes (Pietrick, Robine, Martin, & Malleus, 2006 ; Robert & Rogalski, 2002) révèlent un certain nombre de difficultés provoquées par ce nouveau contexte d'enseignement des sciences. Les retours d'enseignants entendus en formation ou dans les établissements scolaires ont contribué à nous sensibiliser à ces difficultés. Des recherches préalables nous ont confrontés à la diversité des significations prises par l'expression *démarche d'investigation* et par les termes utilisés pour en parler, à l'intérieur d'une même discipline et entre les disciplines (Coince, Tiberghien, & Vince, 2009 ; Darley, 2005 ; Monod-Ansaldi et al., 2010 ; Sanchez & Prieur, 2006 ; Sanchez, Prieur, & Fontanieu, 2007). Ces significations diverses, souvent peu explicitées, complexifient le travail collectif des enseignants particulièrement en contexte pluridisciplinaire. Nous nous sommes proposé de les explorer à partir d'une étude quantitative permettant un traitement statistique des résultats. Une enquête interrogeant l'opinion des enseignants de différentes disciplines sur les DI a été élaborée pour tenter d'identifier des représentations associées aux DI. Cette enquête a pour objectif d'outiller la recherche afin de mieux comprendre les difficultés et les points d'appuis des enseignements reposant sur l'investigation et favorisant le rapprochement des disciplines scientifiques et technologiques.

L'élaboration de notre questionnaire a été guidée par les questions suivantes : Quelles sont les convergences et les spécificités des DI envisagées dans les différentes disciplines scientifiques et technologiques ? Quelles représentations les enseignants ont-ils construit de ces démarches, en référence à leur discipline mais également par rapport aux autres disciplines ? Peut-on dégager des "postures" disciplinaires face à cette demande institutionnelle qui implique des échanges entre disciplines ?

L'enquête revêt un caractère national même si elle ne prétend pas sonder un échantillon représentatif. Elle sonde d'abord les opinions des enseignants sur le statut et la construction des savoirs de leur discipline et sur les modalités d'apprentissage à privilégier, puis aborde les objectifs, les intérêts et les difficultés de la mise en œuvre de DI en classe. Enfin, elle explore également la variabilité des opinions des enseignants de sciences et de technologie sous-jacentes à quelques termes fortement associés aux DI. L'objectif est, à partir de l'expression de leurs opinions, de mieux comprendre leurs représentations et comment celles-ci s'articulent avec les préconisations d'une démarche d'investigation relativement détaillée et normée proposée dans les programmes. Notre choix s'est porté sur les concepts épistémologiques de *problème*, *hypothèse, expérience* et *modèle,* souvent mobilisés dans la description des démarches d'investigation mais plus généralement dans les démarches scientifiques et technologiques. Ces quatre termes ont été envisagés dans le cadre des DI mais leurs significations dépassent largement le cadre de ce dispositif pédagogique particulier.

L'état des lieux présenté dans ce rapport permet de repérer des convergences et des spécificités disciplinaires face aux DI. Il devrait également fournir des outils pour la recherche et permettre d'approfondir la compréhension des processus en jeu lors de la mise en œuvre de DI dans les classes et en collaboration entre les disciplines. En ce sens, il constitue une étape vers la conception de modalités de formation et d'outils à destination des enseignants pour favoriser à la fois le dialogue nécessaire à la collaboration entre disciplines et la mise en œuvre de DI.

1.4 Eléments de cadrage théorique :

1.4.1 Représentations sociales, professionnelles et disciplinaires

Abric, (1994) définit la représentation comme une vision fonctionnelle du monde, qui permet à l'individu ou au groupe de donner un sens à ses conduites et de comprendre la réalité, à travers son propre système de références, donc de s'y adapter, de s'y définir une place. La représentation est aussi un *guide pour l'action, elle oriente les actions et les relations sociales. Elle est un système de pré-décodage de la réalité car elle détermine un ensemble d'anticipations et d'attentes* (*ibidem*, p. 13). Dans cette perspective, les représentations et les pratiques ne peuvent être isolées les unes des autres. En effet, les représentations sont conçues comme étant aux prises avec la pratique de l'individu qu'elles régulent, à laquelle elles donnent un sens et à partir de laquelle elles peuvent être modifiées. Les représentations peuvent ainsi remplir des fonctions plurielles et, en particulier, selon le point de vue d'Abric (*ibidem*), des fonctions de savoir, d'identité, d'orientation et de justification.

Si les représentations sociales sont décrites comme une forme de connaissance particulière collectivement construite d'un objet, un savoir pratique de sens commun (Moscovici, 1961) ayant pour fonction l'orientation, l'organisation, la régulation des conduites et des communications sociales, les représentations professionnelles en constituent une catégorie spécifique (Bataille, Blin, Jacquet-Mias, & Piaser, 1997). Les représentations professionnelles sont des savoirs communs, partagés et socialement élaborés par les membres d'un groupe, mais qui ne concernent que des groupes professionnels et des objets saillants dans le champ d'activité occupé par ce groupe. Ces savoirs sont des ensembles structurés de cognitions, d'attitudes et de croyances qui définissent la réalité et régulent les pratiques des groupes qui en sont porteurs. L'expression et la compréhension des représentations professionnelles ne peuvent se faire en dehors des références aux cadres sociaux et institutionnels dans lesquelles elles évoluent (Piaser & Ratinaud, 2010).

Le champ de l'activité enseignante est un champ professionnel particulier, possédant ses propres cadres sociaux et institutionnels. Les pratiques enseignantes qui concernent les DI s'intègrent dans ces cadres, orientées et régulées par des représentations professionnelles construites collectivement par les différents acteurs de l'enseignement. En ce sens, notre enquête a pour objectif d'explorer les représentations professionnelles de certains éléments clés de l'enseignement scientifique et technologique : les savoirs et les modalités d'apprentissage, les DI, et certains concepts fortement liés aux DI. Elle cherche à qualifier et à mieux comprendre les représentations de ces éléments au sein de quatre disciplines : mathématiques, SPC, SVT et technologie. Comme les pratiques de formation et d'enseignement et les cadres institutionnels, tels que les programmes, présentent des spécificités disciplinaires, on peut penser que les représentations professionnelles des enseignants concernant l'objet partagé *démarches d'investigation* sont également spécifiques de chaque discipline. On pourrait alors parler de représentations disciplinaires. La méthodologie d'enquête par questionnaire retenue pour ce travail ne permet sans doute pas d'aborder directement l'aspect fonctionnel de ces représentations disciplinaires puisqu'elle n'appréhende pas directement leur articulation avec l'action. Les réponses déclaratives obtenues ont cependant été produites dans un cadre de référence professionnel et dans un objectif affiché de partage d'informations entre enseignants. On peut donc penser que ces réponses permettent d'appréhender en partie l'aspect social, professionnel et disciplinaire des représentations.

1.4.2 Démarche d'investigation et construction du savoir par l'élève

Les séquences d'investigation sont diverses (Morge & Boilevin, 2007). Cette diversité se manifeste à travers les champs disciplinaires mais également à l'intérieur du même domaine. La question cruciale reste celle de la responsabilité de l'élève vis-à-vis du savoir. Dans les propositions didactiques, le constructivisme et le socio-constructivisme sont souvent considérés comme des références épistémologiques à la DI (Calmettes, 2008). D'un point de vue institutionnel, la DI est structurée autour de plusieurs moments-clés. On y trouve, incluse, l'approche hypothético-déductive d'une démarche expérimentale (Triquet & Guillaud, 2011),

avec un accent mis sur l'activité des élèves. Le protocole expérimental n'est pas imposé aux élèves par le professeur, il est laissé à leur initiative. Ils le conçoivent et le réalisent pour tester leurs hypothèses (Coquidé et al., 2009). Parallèlement, dans l'étude de (Mathé, Meheut, & Hosson, 2008), la DI est identifiée comme une démarche hypothético-déductive exploitant le conflit cognitif. Pour (Larcher & Peterfalvi, 2006), l'investigation met l'accent sur le questionnement et l'important est que l'élève construise ses connaissances. Il s'agit donc de laisser plus d'autonomie aux élèves en proposant des tâches plus ouvertes et des activités de plus haut niveau cognitif (J-M. Boilevin & Brandt-Pomares, 2011).
Par ailleurs, l'implémentation de DI entraîne une rupture avec des pratiques d'enseignement bien installées, d'où sa difficulté. En effet, les fonctions de l'enseignant s'en trouvent sensiblement modifiées (Weil-Barais & Dumas Carré, 1998). Par l'observation de la mise en œuvre de DI au sein de pratiques d'enseignement ordinaires de SPC, (Calmettes, 2008) met en évidence une certaine variabilité ainsi que des écarts entre les prescriptions institutionnelles, ce qui est prévu par les enseignants et ce qui est réalisé. Il identifie ainsi des difficultés de mise en place de la DI qui résident dans la gestion des interactions langagières enseignant-élèves ou entre élèves, dans la gestion du temps didactique, et dans la définition et la gestion des prérequis et des savoirs scientifiques en jeu. Les autres obstacles identifiés par cet auteur sont la coutume didactique des travaux pratiques et le fort guidage des activités des élèves et des connaissances limitées sur le processus de la démarche elle-même, en particulier sur les points de départ que constituent la problématisation et l'émission d'hypothèses (Calmettes, 2008). Calmettes (2008) pointe également des difficultés pour les enseignants dans la constitution d'éléments du milieu didactique (prérequis, matériels, consignes) permettant une avancée des élèves dans le temps didactique. Notre enquête interroge différemment ces mêmes thèmes en explorant les représentations d'enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie concernant les DI, leurs concepts clés, leurs liens avec les apprentissages, et leurs difficultés de mise en œuvre.

1.5 Méthodologie

1.5.1 Méthode d'enquête par questionnaire

La méthodologie d'enquête par questionnaire a été choisie dans le but de recueillir un grand nombre de réponses pour pouvoir mener une approche comparative entre les disciplines. Ayant repéré au préalable qu'à l'intérieur d'une même discipline certains mots tels que *autonomie* (Monod-Ansaldi et al., 2010) ou *hypothèse* (Coince et al., 2009) avaient des significations diverses et souvent peu explicites, nous avons considéré qu'un effectif important d'enseignants de chaque discipline devait être consulté pour laisser s'exprimer une diversité de représentations. Le choix d'un questionnaire en ligne présentait également l'avantage de permettre l'anonymat des répondants.
L'élaboration du questionnaire, sa diffusion, et la méthodologie de traitement et d'analyse des résultats sont présentés ci-après. L'ensemble de ce processus induit trois traductions des représentations des enseignants. La première traduction s'opère lors de la réponse des enseignants : le choix ou la rédaction de leurs réponses implique un premier travail de mise en forme de leurs opinions. Les formulations des questions et des modalités de réponse choisies par les rédacteurs du questionnaire influencent cette première traduction des représentations. La deuxième traduction est liée au traitement statistique des réponses obtenues, il permet de souligner des tendances, de construire des profils, etc. La troisième traduction se situe dans nos commentaires et nos interprétations des analyses statistiques. Ces trois traductions opèrent une mise en forme des représentations des interrogés. Ce type de méthodologie permet néanmoins une première approche statistique de ces représentations à l'échelle d'une population. Les informations obtenues peuvent être mises en regard avec d'autres résultats obtenus par des méthodes de granularité et de durée différentes telles que des entretiens, des suivis de pratiques, l'analyse de journaux de bord ou l'étude des ressources produites par les enseignants (Gueudet & Trouche, 2010). Ce rapport, présentant une première étape d'analyse, ne prend pas en charge cette mise en regard qui pourra être réalisée ultérieurement grâce à quelques analyses de cas.

1.5.1.1 Elaboration du questionnaire

Dès le début du projet, l'équipe a regroupé des enseignants et des chercheurs issus des sciences expérimentales (SPC et SVT) ayant une expérience préalable d'étude par enquête sur les pratiques enseignantes ou sur les croisements disciplinaires (Coince et al., 2009 ; Monod-Ansaldi et al., 2010 ; Michèle Prieur, Sanchez, & Aldon, 2011). Cette expérience a été mise à profit pour appréhender les représentations des enseignants concernés institutionnellement par les DI. Les disciplines impliquées dépassaient donc de fait celles des concepteurs du questionnaire. Ceci a nettement orienté sa méthodologie d'élaboration. Nous nous sommes appuyés sur la bibliographie concernant les démarches d'investigation (Coquidé et al., 2009 ; Dimarcq, 2009) ainsi que les représentations des enseignants concernant ces démarches et les savoirs scientifiques (Bomchil & Darley, 1998 ; Kapala, 2009 ; Pelissier, Venturine, & Calmettes, 2007 ; Porlan Ariza, Garcia Garcia, Rivero Garcia, & Martin del Pozo, 1998 ; Roletto, 1998), et avons tenu compte des instructions officielles concernant les DI. Nous avons également sollicité les avis et conseils de chercheurs en didactique des mathématiques et de la technologie[14].
Les questions ont été construites suite à des entretiens semi-dirigés réalisés auprès de 6 enseignants de collège et lycée (mathématiques, SPC et SVT). Afin de valider le questionnaire, nous l'avons testé auprès de 13 enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie (au moins 2 pour chaque discipline) dont certains exercent des fonctions de formateurs, et auprès de chercheurs en didactique des mathématiques et de la technologie.

Structure du questionnaire	
Quelques informations vous concernant *Discipline(s), âge, statut, académie… : informations permettant la comparaison de l'échantillon de répondants avec la population d'origine, et des comparaisons entre caractéristiques socio-démographiques*	4 questions
Partie 1 : Votre discipline *Questions sur :* *- les activités des experts de la discipline pour construire des savoirs,* *- les savoirs de la discipline,* *- les modalités d'enseignement privilégiées pour enseigner cette discipline.* *Le but est d'établir différents profils de positionnement par rapport aux savoirs, et de repérer les modèles d'apprentissage mobilisés (transmissif, socio-constructivistes…), pour déterminer dans une deuxième analyse si ces éléments influencent les représentations concernant les DI.*	4 questions
Partie 2 : Les démarches d'investigation dans la classe *Définition libre d'une DI, puis questions fermées sur les objectifs de la mise en œuvre de DI, les compétences travaillées, les modalités d'apprentissage qu'elle favorise.*	6 questions
Partie 3 : "Problème" et démarches d'investigation en classe *Questions pour caractériser le sens du terme problème pour le répondant.*	3 questions
Partie 4 : "Hypothèses" et démarches d'investigation en classe *Questions pour caractériser le sens du terme hypothèse pour le répondant.*	4 questions
Partie 5 : "Expérience" et démarches d'investigation en classe *Questions pour caractériser le sens du terme expérience pour le répondant.*	3 questions
Partie 6 : "Modèle" et démarches d'investigation en classe *Questions pour caractériser le sens du terme modèle pour le répondant.*	4 questions
Pour conclure (questions pour caractériser le répondant) *Questions concernant l'expérience du répondant : son expérience de mise en œuvre de DI, sa formation, son activité de recherche, sa participation à des dispositifs d'enseignement particuliers, son implication dans la formation. Le but est d'explorer l'influence éventuelle de ce type d'expérience sur les représentations déclarées (non traité dans le présent rapport).*	7 questions

Tableau 1: structure du questionnaire (pour plus de détails voir annexe 1).

[14] Gilles aldon, EducTice-S2HEP, Martine Paindorge et Christophe Lasson, UMR STEF, et Alain Jean, LIRDEF, ont été sollicités.

Le questionnaire comporte 35 questions principales en majorité fermées (Tableau 1) concernant la construction des savoirs de sa discipline, les modalités d'enseignement dans sa discipline, les démarches d'investigation et la signification des concepts *problème, hypothèse, expérience* et *modèle* ainsi que des questions pour caractériser le répondant (discipline(s), âge, statut, académie, formation, activités annexes…). Les éléments théoriques qui soutendent ces questions sont abordés rapidement au fil du rapport, au moment de l'analyse des réponses obtenues. Certaines des questions principales sont présentées sous forme de tableaux regroupant une série de propositions pour lesquelles les répondants avaient à se prononcer selon un degré d'accord/de désaccord (échelle de Likert, de *pas du tout d'accord* à *tout à fait d'accord* en 4 modalités plus *ne sais pas,* ou *oui/non/ne sais pas*). Il s'agit de 13 questions principales cumulant au total 95 sous-questions. La durée de réponse au questionnaire a été estimée entre 15 et 45 minutes.

1.5.1.2 Diffusion du questionnaire sur le territoire national

Le questionnaire a été proposé sur Internet du 11 janvier au 15 mars 2011 sur un serveur d'enquête (LimeSurvey). Les professeurs ont été sollicités par l'intermédiaire du réseau des interlocuteurs académiques Tice de chacune des disciplines (enseignant en charge de la réflexion sur les Tice dans leur académie), qui sont souvent animateurs de la liste académique de diffusion, ainsi que par le réseau des enseignants associés à l' IFÉ-ENS de Lyon. La diffusion de l'information auprès des associations professionnelles (AEAT, AFPSVT, APBG, APMEP, ASSETEC, Pagestec, UdPPC) et des IUFM a également été réalisée. L'existence de l'enquête a aussi été annoncée sur les sites de nos équipes (ACCES[15], EducTice[16], PEGASE[17] et OCEP[18]) et relayée par le café pédagogique et certains forums professionnels.
Au moins deux relances auprès de ces réseaux ont été effectuées durant la période de mise en ligne du questionnaire. Le circuit institutionnel des Inspecteurs Pédagogiques Régionaux n'a pas été directement sollicité pour diffuser l'information, dans le but de minimiser l'influence des prescriptions institutionnelles sur les réponses. Cependant, dans certaines académies, les IA-IPR ont relayé l'information auprès des enseignants.

1.5.1.3 Choix des modalités de passation

Ce mode de diffusion facilite la passation en l'absence d'une base de sondage requérant un moyen de contact des enquêtés, ou face à la solution consistant à relayer l'information par voie hiérarchique auprès d'établissements échantillonnés (sondage à deux degrés). Par rapport aux enquêtes par téléphone cette méthode présente l'avantage de minimiser les biais liés à l'intervention de l'enquêteur (Ganassali & Moscarola, 2002) et de garantir au répondant l'anonymat, ce qui le libère de tout jugement direct sur ses réponses. Ce dernier élément nous paraissait très important dans un contexte où les instructions officielles sont nombreuses, fortement prescriptives et parfois sources de polémiques dans la communauté enseignante.
En contrepartie, avec cette solution, l'échantillon des répondants ne peut être maîtrisé (absence d'échantillonnage), ce qui induit le risque qu'il ne soit pas représentatif au regard des caractéristiques sociodémographiques de la population de référence, qui correspond ici à l'ensemble des enseignants de collège et lycée français des quatre disciplines.
Les caractéristiques de l'échantillon de répondants ont seulement été comparées avec des données globales disponibles sur la population de référence une fois les données récoltées. Cette comparaison *à posteriori* (cf infra pour le détail) a permis de vérifier que notre échantillon ne semble pas être fortement biaisé relativement à ces caractéristiques. Elle montre essentiellement une sous-représentation des enseignants de mathématiques par rapport aux trois autres disciplines ce qui ne compromet pas l'objectif d'observer les résultats dans chacune des disciplines et de les comparer. En effet, celles-ci recueillent chacune un effectif suffisant de réponses et les modalités de passation sont communes.

[15] http://acces.inrp.fr/acces/aLaUne
[16] http://eductice.inrp.fr/EducTice
[17] http://pegase.inrp.fr/
[18] http://ife.ens-lyon.fr/ife/ressources-et-services/ocep

D'une manière générale, les modalités de diffusion de l'enquête laissent penser que les répondants constituent une population plus particulièrement interpellée par la problématique des DI, et que potentiellement, les enseignants les moins impliqués dans les démarches d'investigation, ou ceux qui ressentent plus de difficultés à les mettre en œuvre ont moins répondu à l'enquête que les autres. On peut également supposer que certains ont répondu pour exprimer leurs difficultés et/ou leurs critiques envers l'institution et/ou les instructions officielles. En particulier, sans considérer les activités réellement représentées par le terme « DI », les enseignants déclarant ne jamais avoir mis en œuvre des DI dans leur classe sont un peu moins de un sur 10. Ainsi, nous mentionnons une certaine prudence quant à la population réellement représentée par l'échantillon de répondants au questionnaire et veillons à une interprétation des résultats de l'enquête comme de grandes tendances plutôt que comme des résultats chiffrés considérés pour leur précision.

1.5.2 Méthodes d'analyse des réponses fermées

1.5.2.1 Résultats globaux par discipline et recherche de profils

Pour une première vision des spécificités et homogénéités disciplinaires, l'ensemble des tris croisant la discipline et les autres questions d'intérêt ont été analysés. Les convergences de réponses (modalités choisies en forte proportion) ont été identifiées, témoins de consensus à l'intérieur d'une discipline ou pour les quatre disciplines. Les divergences entre disciplines ou les réponses qui scindent l'opinion à l'intérieur d'une discipline ont également été pointées. Les comparaisons des niveaux collège et lycée ont aussi été commentées pour chaque discipline.

Afin d'évaluer la significativité des liens entre questions, les tests du khi-deux d'indépendance, assortis des Pourcentages d'Ecart Maximum (PEM) proposés par le logiciel de traitement et d'analyse de données d'enquête Modalisa (KYNOS), ont été exploités. Le PEM consiste à quantifier la liaison entre deux modalités d'une table de contingence, par le calcul du ratio entre l'écart observé (effectif observé - effectif théorique) et l'écart maximum, un PEM nul traduisant l'absence d'attraction entre deux modalités et un PEM de 100 l'attraction maximum (Cibois, 1993). Il arrive qu'une modalité de réponse recueillant une faible adhésion dans les quatre disciplines (modalité de faible proportion) soit cependant liée à une discipline, car enregistrant une proportion significativement plus élevée dans cette discipline que dans les autres (PEM élevé). Le cas peut se produire également pour un niveau d'enseignement lors de la comparaison des réponses issues d'enseignants de collège et de lycée. Nous avons ajouté une note lorsque le cas se présente, afin de distinguer ces liens peu « visibles » mais cependant significatifs (spécificités « positives »), des liens plus immédiats marqués par des proportions élevées et des écarts entre disciplines plus conséquents.

Les PEM ont également été utilisés pour caractériser des profils obtenus par analyse multidimensionnelle des questions d'intérêt. Pour différents groupes de questions, traitant d'un thème en particulier, nous avons en effet procédé à la mise en évidence de profils d'enseignants, partitions groupant les enseignants cumulant le plus grand nombre de réponses communes aux questions d'intérêt considérées simultanément. Nous sortons là des consensus et des réponses « d'ensemble » pour repérer des groupes d'enseignants se caractérisant par des points communs distincts de ceux d'autres groupes. Pour cela, la méthode statistique a consisté à mettre en œuvre une classification basée sur les résultats d'une analyse factorielle des modalités de réponses à un groupe de questions. Pour regrouper les individus en classes, il s'agit de calculer une distance entre eux établie à partir de leurs premières coordonnées factorielles, les premiers facteurs étant les plus discriminants. Les classes obtenues sont décrites d'une part au travers des questions à partir desquelles elles ont été construites, afin d'identifier leurs particularités respectives et d'autre part vis à vis des autres questions pour déceler les éventuels liens avec d'autres thèmes du questionnaire.

Pour l'analyse des réponses aux questions s'intéressant au statut de l'hypothèse présentée dans le focus à la fin du paragraphe 4.2., la discipline d'appartenance a été prise en compte en tant que variable active dans les analyses multidimensionnelles, sachant par ailleurs que les résultats globaux (sans distinction de discipline) pourraient être potentiellement différents avec une représentation correcte du poids de chacune d'elles. Dans cette analyse, la discipline a un

impact globalement assez fort sur la composition des classes et induit une séparation assez marquée car elle présente des liens forts avec les questions d'intérêt, plus que d'autres caractéristiques telles que l'ancienneté… Elle ne détermine cependant pas à elle seule la structure des classes en raison de la présence de « profils » communs entre disciplines.
Pour les questions abordant la construction et le statut des savoirs, au paragraphe 2.1, nous avons conduit le même type d'analyse, mais en considérant la discipline comme variable illustrative pour obtenir une vision d'ensemble. Puis nous avons recherché des profils à l'intérieur de chacune des disciplines.

1.5.2.2 Précisions méthodologiques

Pour les données qualitatives standard, l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM) a servi de base à la classification. C'est le cas pour les questions traitant des représentations des enseignants des quatre disciplines sur les concepts d'hypothèse, d'expérience et de problème où il s'agissait pour chacun des termes de donner la définition adéquate (choix unique parmi plusieurs définitions) puis de donner son appréciation par *oui*/non/ne sais pas, pour une série de propositions.
En revanche, pour les questions conduisant à un degré d'accord, selon une échelle ordinale de Likert, une Analyse Factorielle Multiple (AFM) a été réalisée. Cela concerne l'étude des représentations des enseignants vis à vis des savoirs de leur discipline.
Permettant de considérer simultanément plusieurs tableaux de données pouvant être de type qualitatif et/ou quantitatif, le principe de l'AFM est d'analyser des groupes de variables, en équilibrant leur influence et en repérant des facteurs communs. L'intérêt ici était de considérer simultanément les données qualitatives initiales et ces mêmes données codées quantitativement, afin de combiner la vision ordinale des réponses (par la réalisation d'une Analyse en Composantes Principales (ACP), pour données quantitatives) et la vision qualitative (par AFCM) : l'une permettant de tenir compte de la dimension ordinale de la réponse mais examinant une corrélation linéaire entre les questions ce qui est restrictif, la seconde perdant l'ordre des réponses mais mesurant les liaisons non linéaires (khi-deux). Dans ce contexte, l'AFM propose une analyse enrichie des deux points de vues qualitatif et quantitatif des données (Camiz & Pagès, 2005).
Le codage suivant des réponses a été utilisé: *pas du tout d'accord* = 1, *plutôt pas d'accord* = 2, *plutôt d'accord* = 3, *tout à fait d'accord* = 4, *Ne sais pas* = 2,5.
La classification consiste à partitionner les individus en ensembles les plus homogènes possibles. Pour cela une distance entre les individus est définie. Le calcul des distances entre individus et entre groupes peut se faire à partir des coordonnées factorielles des individus, issues de l'analyse factorielle pour laquelle on ne retient que les facteurs les plus discriminants. Les premiers facteurs représentent la plus forte inertie du nuage de points, résumant l'essentiel de l'information, le reste étant considéré comme du « bruit ».
La méthode a été réalisée avec le logiciel d'analyse statistique Spad (Coheris). Il propose une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), consistant à réunir de manière itérative les deux individus les plus proches puis les groupes d'individus jusqu'à ne former qu'un seul ensemble. On obtient ainsi un arbre hiérarchique (dendrogramme). La partition est ensuite obtenue en coupant l'arbre à un niveau formant des groupes homogènes les plus distants entre eux (optimisation afin d'obtenir une faible inertie intra-classes et une forte inertie inter-classes). Avec Spad, la distance entre individus utilisée est la distance euclidienne et le critère d'agrégation entre deux sous-ensembles disjoints celui de Ward (critère de moindre diminution de l'inertie inter-classes).
Une fois la partition obtenue par coupure de l'arbre, le logiciel réalise une consolidation par procédure itérative de calcul pour réaffecter les individus en fonction de leur distance aux centres de classe obtenus (augmentation de l'inertie inter-classes).
La caractérisation des classes obtenues avec Spad se fait par listage des modalités de réponse les plus spécifiques de la classe et triées selon un critère propre au logiciel, la « valeur test » : donne le fractile de la loi normale correspondant à la p-value d'un test de proportion (données qualitatives) comparant la part de la modalité dans la classe et la part de la modalité dans l'ensemble.

1.5.3 Méthodes d'analyse des réponses ouvertes

1.5.3.1 Approche par analyse statistique de données textuelles avec le logiciel Alceste

Pour l'analyse des réponses ouvertes à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* , la méthode de statistique textuelle mise en œuvre par le logiciel Alceste a été utilisée. Il s'agit d'un logiciel d'analyse de données textuelles (Reinert, 1990) développé par la société *Image* en collaboration avec le CNRS. Le corpus de texte à analyser peut contenir des entretiens, des textes écrits, des réponses ouvertes…

Cette méthode permet de mettre en évidence les différents thèmes prépondérants du corpus en évaluant les liens statistiques de cooccurrence des mots à l'intérieur des segments de texte. C'est donc sur la co-présence répétée des mots dans les segments de texte du corpus qu'est fondé le lien entre les mots.

Le logiciel procède en plusieurs étapes, qui succinctement se résument par la constitution des dictionnaires des mots lemmatisés (constitution du lexique du corpus et comptage des mots sous leur forme réduite), puis par un découpage des réponses ouvertes en segments de texte (basé sur la ponctuation et sur un nombre de mots à analyser déterminé par défaut de manière automatique), puis par une méthode de classification descendante hiérarchique. Cette classification permet de grouper dans un même ensemble les segments de texte présentant des mots lemmatisés co-présents et ainsi de distinguer différents ensembles chacun composés de segments comprenant d'autres mots cooccurrents.

Deux classifications sur deux longueurs de segments de textes distinctes sont réalisées puis comparées pour ne conserver que les classements communs aux deux classifications afin de garantir la stabilité du résultat. Certains segments de texte se retrouvent non classés car classés de manière différente dans l'une et l'autre des classifications (car non liés à une classe en particulier).

Divers paramètres d'analyse peuvent être modifiés afin de s'adapter au corpus (longueur, densité…). D'autres traitements statistiques sont réalisés par le logiciel pour valider les résultats obtenus et pour fournir des éléments d'aide à l'interprétation des résultats.

Le traitement se fait automatiquement, donc sans *a priori* lié à l'enquête. Il permet de traiter de grands volumes de textes. La méthode est reproductible d'un corpus à un autre. En revanche, l'approche du texte est fréquentiste et le sens des mots est ignoré par les calculs, ce qui induit des hypothèses linguistiques assez fortes, donnant notamment une importance particulière à la distribution des mots dans les discours et à leur proximité.

partir d' une **situation concrete** ou d' une **problematique,** inciter les **eleves** a observer, **reflechir, proposer,** tester avant de **proposer** une explication generale.

c'-est **proposer** un **probleme simple** aux **eleves** et leur **demander** de **reflechir** a une **solution,** ou alors de **proposer** une **reponse** mais avec une **preuve** pour argument, **chercher** une experience qui atteste de leur facon de penser.

proposer une **situation probleme** proche-de la **vie** de tous les jours et **faire** que les **eleves** se questionnent en-vue de **proposer** des **solutions,** experiences.

que l' **eleve** s' **approprie** une **question** ou un **probleme,** si **possible issu** de son **quotidien,** et **propose** des experiences, **mesures** et observations, lui permettant de **repondre** a la **question.**

proposer une **situation,** un **probleme** aux **eleves,** leur **demander** de **trouver** une **solution** pour le **resoudre,** leur permettre de tester leur **solution** et leur **faire verifier** s' ils ont resolu le **probleme.**

Figure 1 : Illustration de la méthode d'analyse Alceste à partir de segments de texte (UCE) classés dans la classe 3 du corpus de SPC. Les mots ayant contribué au classement sont indiqués en bleu et en gras.

Une analyse des réponses avec Alceste a été conduite pour chaque discipline et pour le corpus global. Les cinq corpus ont ainsi pu être analysés de manière quasi-identique, selon des

paramètres spécifiques à chaque corpus. Ces paramètres permettent notamment de s'adapter à la densité d'information contenue dans les réponses ouvertes des enseignants. En effet, différents paramétrages ont dû être testés (en particulier l'effectif de mots analysables pour définir les segments de texte) pour chaque corpus afin d'obtenir à la fois un taux de classement des segments de texte suffisant et une stabilité des résultats.
Les réponses de chaque enseignant sont dénommées des Unités de Contexte Initial (UCI) et les segments de texte créés par le logiciel pour l'analyse, des Unités de Contexte Elémentaire (UCE). Selon la longueur de la réponse, une UCI de notre corpus contient une, deux ou trois UCE. Parmi les résultats fournis, le logiciel donne la liste des UCE classées sous un même « monde lexical » et signale les mots ayant contribué au classement. Un exemple est présenté Figure 1.

1.5.3.2 Présentation des résultats Alceste

Le résultat principal de cette méthode est la liste des UCE classées sous un même « monde lexical ». L'ensemble des mots ayant conduit au classement de ces UCE est présenté sous forme de liste pour chacune des classes obtenues, éditées selon les valeurs décroissantes d'intensité des liens des mots avec leur classe d'appartenance. C'est là le résultat principal à interpréter, en s'aidant des contextes par lecture des UCE. Dans le logiciel ces listes sont intitulées « les présences significatives ».
L'adhésion d'un mot à une classe est mesurée par un calcul de khi-deux d'indépendance entre mot et classe selon les effectifs d'occurrences. Ces khi-deux sont comparables les uns aux autres car de même degré de liberté égal à 1 (tableaux de dimensions 2 × 2) et calculés sur des tableaux de même effectif total pour un corpus donné (total des UCE retenus). D'un corpus à l'autre, les khi-deux sont calculés sur des effectifs globaux qui diffèrent, entrainant des intensités d'adhésion potentiellement plus fortes pour des effectifs supérieurs et donc des fluctuations dans les amplitudes de khi-deux observées ; cela est plus particulièrement vrai pour l'analyse du corpus global qui cumule les corpus des quatre disciplines qui elles-mêmes présentent quelques différences d'effectifs (effectif moindre en mathématiques, semblable en SPC et SVT et intermédiaire en technologie).
Ce sont ces listes de mots liés par des relations de cooccurrence à l'intérieur de portions de texte que l'on cherche alors à interpréter pour définir de quel thème et/ou registre lexical elles traitent. Parallèlement les mots du corpus sont analysés du point de vue de leur éloignement d'une classe. Les mots caractéristiques d'une classe peuvent être contenus un relativement faible nombre de fois dans des UCE ayant été classés dans une autre classe ou pas du tout. Le khi-deux d'association est calculé pour l'ensemble des mots analysés du corpus dans chacune des classes obtenues et est alors marqué du signe - lorsqu'il traduit une liaison négative. On parle ici des « **absences significatives** ».
Afin de présenter le contenu des classes obtenues, nous avons souhaité mettre en évidence les mots selon leur importance dans les classes mesurée par l'intensité d'adhésion au travers d'une représentation graphique. Pour cela, nous avons réalisé des « nuages de termes », à l'aide d'un outil en ligne dédié à cela (Wordle[19]), dont le principe premier est d'afficher des mots selon une taille de police proportionnelle à leur effectif d'occurrence dans des textes, mais qui donne aussi la possibilité d'indiquer directement les effectifs à considérer. A la place des effectifs nous avons pour notre part utilisé les khi-deux d'adhésion (qui jouent donc le rôle d'effectifs virtuels pour générer le nuage). Par ailleurs, afin de pouvoir comparer les différents « nuages de termes » correspondant aux différentes classes d'un corpus et comparer les cinq corpus analysés, nous avons choisi des seuils de khi-deux afin que les tailles de police minimale et maximale soient communes aux différents nuages (tailles assez proches d'un nuage à l'autre pour une même valeur). Ainsi toutes les valeurs de khi-deux comprises dans un même intervalle de valeurs ont été affectées de la même valeur de khi-deux correspondant à la borne inférieure de l'intervalle.
Les seuils d'intensité ainsi définis distinguent des paliers d'adhésion des mots aux classes. Ils ont été définis en prenant des valeurs de khi-deux correspondant à des niveaux de significativité qui très vite n'ont plus de raisons statistiques car de niveau supérieur à 99,99% (pour un khi-

[19] http://www.wordle.net/

deux supérieur ou égal à 15,14) mais des raisons plutôt pratiques. En effet, au delà de la valeur 2,71 le khi-deux est significatif au niveau de confiance de 90%, au delà de 6,63 au niveau de 99%... Ces paliers résument donc des niveaux d'adhésion de plus en plus élevés représentés par des tailles de police de plus en plus grandes et permettent la mise en parallèle des différents nuages. Pour faciliter les comparaisons et pour parer visuellement aux petites différences de taille de police d'un nuage à l'autre (liées aux différents poids des mots pour un nuage) nous avons associé une couleur à un palier (Tableau 2).

Niveaux d'adhésion d'un mot à une classe	Couleur associée
178,5	bleu acier
87	parme
41,5	vert anis
19,51	ocre jaune
15,14	rouge cerise
10,83	vert sapin
6,63	bleu Klein
2,71	noir

Tableau 2 : différents niveaux d'adhésion d'un mot à une classe pris en compte pour la génération des « nuages de termes » (borne minimale).

Afin d'obtenir des tailles de police communes dans les différents nuages (déterminées automatiquement par l'outil), calées sur le min à 2,71 et le max à 178,5 mais aussi sur les contenus intermédiaires, nous avons ajouté l'affichage de mots factices affectés des poids absents en blanc de sorte qu'ils ne se voient pas.

1.5.3.3 Approche par analyse de statistique lexicale

Pour l'analyse des exemples de *modèles* (question 6.1, résultats présentés aux paragraphes 4.4.1, p118 et 4.4.3 p124) les réponses des enseignants ont été analysées par comptage de termes lemmatisés manuellement. Il s'agit là de décompter des occurrences et non plus des co-occurrences. Ceci a permis d'établir des « nuages de termes » par discipline, faisant apparaitre les exemples de modèles les plus cités. Cette analyse et son rendu graphique s'accompagne, de façon sommaire dans un premier temps, de quelques grandes catégories d'exemples de modèles et de leur poids au sein d'une même discipline. Les effectifs utilisés pour la confection des « nuages de termes » sont ici les effectifs décomptés des termes lemmatisés les plus fréquents dans les réponses des enseignants pour chaque discipline. La signification de la taille des mots dans ces « nuages de termes » diffère donc de celle des nuages correspondants aux registres lexicaux repérés par Alceste dans les réponses aux questions ouvertes concernant la DI (réponses à la question 2.1, paragraphe 3.1, p37 à p63, Figure 15 à Figure 37).

1.6 Caractéristiques de la population des répondants

La population visée par l'enquête est constituée de l'ensemble des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie de l'enseignement secondaire de France métropolitaine et des DOM-TOM.

Les données sociodémographiques de l'échantillon des répondants ont été comparées avec celles de la population de référence, fournies par la Direction de l'Evaluation, de la Prospective et du Pilotage (DEPP) du Ministère de l'Education Nationale. Les données de référence disponibles concernent les enseignants de sciences du secondaire pour l'année 2009/2010 (n-1). Elles donnent un décompte des effectifs sur les caractéristiques descriptives suivantes : la discipline, le niveau d'enseignement (collège, lycée, LP), le secteur public ou privé, l'académie, le grade, l'âge permettant d'opérer des croisements entre elles afin d'obtenir les effectifs combinés.

Dans la population globale des enseignants de sciences, on compte 129 610 enseignants dont 21 648 bi-disciplines des sciences (Maths-SPC, Sciences naturelles-Maths, etc.) et/ou des enseignants en EREA (Etablissements Régionaux d'Enseignement Adapté).

Afin de comparer les disciplines dans les données de l'enquête, les enseignants signalant enseigner dans plusieurs disciplines des sciences, ont été écartés de l'analyse (l'effectif des répondants passe ainsi de 2 756 à 2 606 enseignants). Une analyse des réponses des 150 professeurs enseignant dans plusieurs disciplines pourra être effectuée ultérieurement.
La comparaison avec les données globales s'est donc faite sur la population réduite aux disciplines uniques en science soit 107 889 enseignants, notre population de référence. Les effectifs de répondants pris en compte pour l'analyse sont présentés dans le Tableau 3.

	Mathématiques	Sciences physiques et chimiques	Sciences de la vie et de la Terre	Technologie	Total
Effectifs	478	771	702	655	2606

Tableau 3 : Effectifs de répondants pris en compte pour l'analyse.

1.6.1 La population de référence

Par choix, l'information du secteur d'enseignement public ou privé est absente de l'enquête. La comparaison du public (80%) et du privé (20%) dans la population de référence révèle une homogénéité de répartition des niveaux d'enseignement (CLG, LYC et LP), de même que celle des disciplines. La part des enseignants de LP est faible dans cette population (0,2%) car l'on ne considère que les enseignants exerçant dans une seule des disciplines scientifiques (les bi-disciplines étant nombreuses en LP).
La répartition des disciplines à l'intérieur d'un niveau d'enseignement est également semblable pour les secteurs publics et privés. Les différences entre les deux secteurs concernent la distribution des grades que ce soit en collège ou en lycée, de même que la part des femmes et des différentes classes d'âge.
Par ailleurs, la distribution des niveaux collège et lycée selon les disciplines est différente (mais semblable selon le secteur) : la quasi totalité des enseignants de technologie sont en collège (99%), près de 2 enseignants sur 3 de SVT et 3 enseignants sur 5 de mathématiques, alors que un peu moins de 2 enseignants sur 3 de SPC exercent en lycée. Les grades sont différents selon le niveau d'enseignement et aussi selon le secteur (la proportion des enseignants agrégés de collège étant de 4,5% dans l'enseignement public et de 0,8% dans l'enseignement privé ; des agrégés de lycée, de 41% dans le public et de 12% dans le privé). Pour un secteur et un niveau d'enseignement quelques disparités existent aussi selon la discipline.
L'âge moyen est plus élevé en lycée qu'en collège. Les enseignants de technologie sont un peu plus âgés.

1.6.2 L'échantillon des répondants

Pour évaluer notre échantillon, nous ne considérons que les enseignants exerçant dans un seul niveau CLG, LYC ou LP (suppression des 54 enseignants d'IUFM et des 7% enseignants à la fois en collège et en lycée).

- **Répartition des disciplines par niveau**

Rappelons que le secteur d'enseignement public/privé n'a pas d'incidence sur la répartition par discipline des enseignants en collège et en lycée

- **Population de référence**

Discipline de poste	COLLEGE	LYCEE	LP	Total
MATHEMATIQUES	43,2 %	43,4 %	35,9 %	43,3%
SCIENCES PHYSIQUES	14,9 %	37,7 %	28,1 %	24,0%
SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE	19,8 %	18,8 %	7,4 %	19,4%
TECHNOLOGIE	22,1 %	0,1 %	28,6 %	13,4%
Total	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0%
Effectifs	64760	42898	231	107889

La part des enseignants de LP est fortement diminuée en raison de la suppression des "bi-disciplines scientifiques" (9,9% dans la population globale contre 0,2% dans la population considérée de référence).

- **Population des répondants (niveau d'enseignement unique -et hors IUFM-)**

	COLLEGE	LYCEE	LP	Total
MATHEMATIQUES	17,4 %	21 %	*25 %*	18,6 %
SCIENCES PHYSIQUES	22,6 %	39,6 %	*25 %*	28,4 %
SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE	22,6 %	32,9 %	*37,5 %*	26,2 %
TECHNOLOGIE	37,4 %	6,6 %	*12,5 %*	26,8 %
Total	100,0 %	100,0 %	*100,0 %*	100,0 %
Effectifs	1559	809	*8*	2376

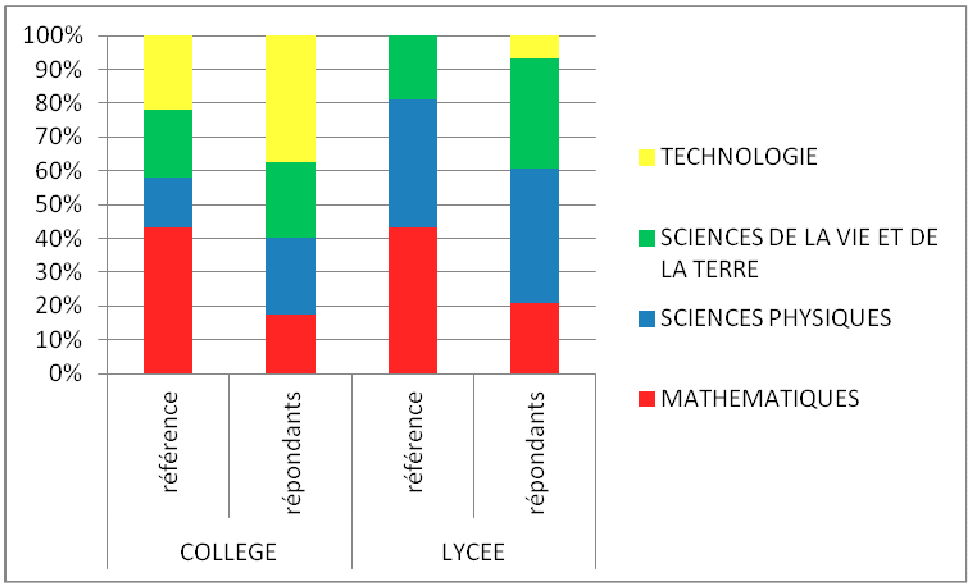


Figure 2 : Population de référence et population de répondants pour chaque discipline et selon le niveau d'enseignement

- **Proportions de répondants par discipline :**

	Enquête	Pop référence	% répondants
MATHEMATIQUES	446	46687	1,0 %
SCIENCES PHYSIQUES	680	25857	2,6 %
SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE	623	20894	3,0 %
TECHNOLOGIE	641	14451	4,4 %

Dans la population des répondants, que ce soit en collège ou en lycée, les enseignants de mathématiques sont nettement sous-représentés (17% contre 43% en collège et 21% contre 43% en lycée). En contrepartie la sur-représentation des autres disciplines est essentiellement observée en technologie pour le collège (37% contre 22%) et SVT pour le lycée (33% contre 19%).
Dans le présent rapport, c'est surtout les comparaisons disciplinaires qui seront présentées. Comme cela a été précisé plus haut, des précautions doivent être prises dans l'interprétation des résultats, notamment à cause du mode de passation du questionnaire. Cependant, en raison des effectifs importants de réponses recueillies dans chacune des quatre disciplines et compte tenu des distorsions mineures des caractéristiques observées à l'intérieur de chacune d'elle, l'analyse des résultats par discipline et leur comparaison restent possibles. Des résultats globaux pour les quatre disciplines ne sont ainsi avancés que lorsqu'ils sont communs aux disciplines étudiées. Par ailleurs, à l'intérieur des disciplines, des écarts de représentation des

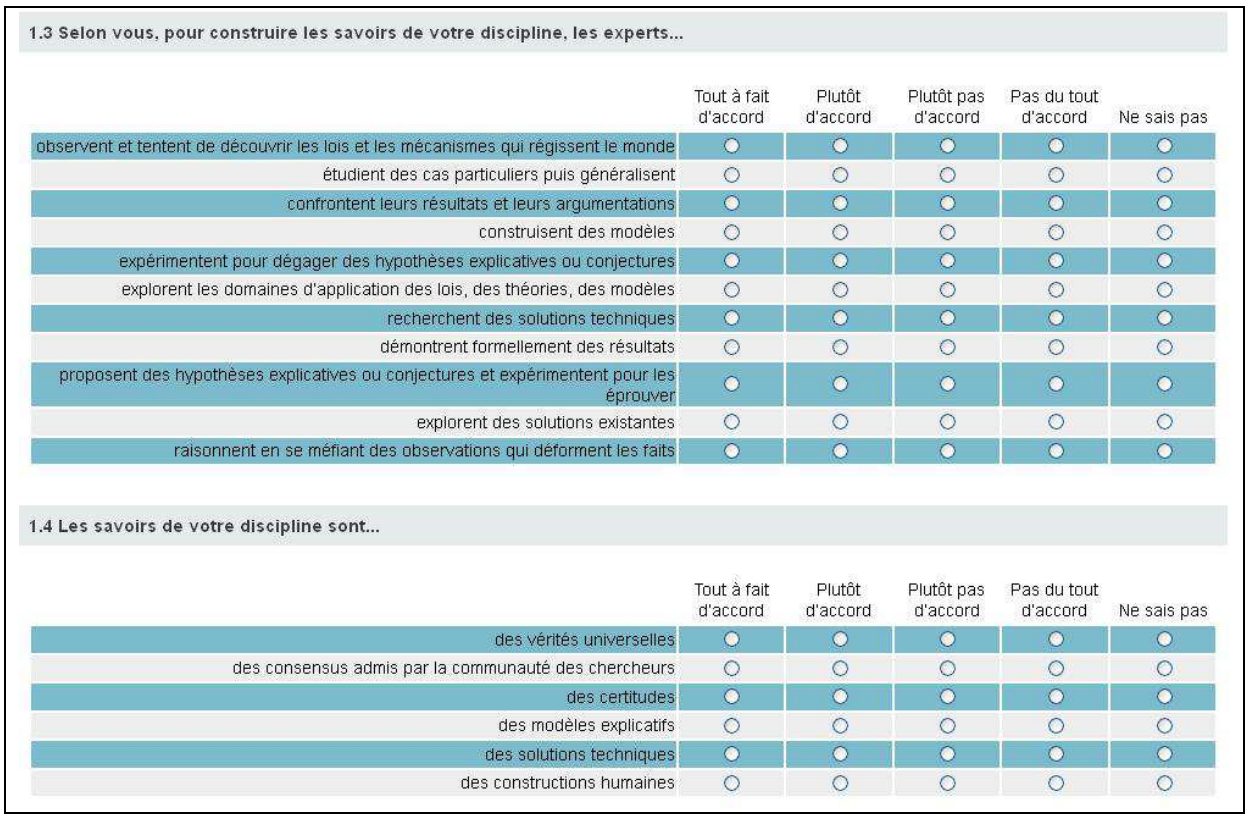
niveaux collège et lycée par rapport à la population de référence sont constatés : sur-représentation des enseignants de collège en SPC (52% contre 37%), sous-représentation plus anecdotique des enseignants de collège en SVT (57% contre 61%), sur-représentation des enseignants de LGT en technologie (8% contre 0,4%). Dans la présentation des résultats, pour l'ensemble des questions, les distinctions collège et lycée sont vérifiées et commentées pour chaque discipline.

La distribution des grades révèle une légère sur-représentation des agrégés en collège et en lycée (en collège 6% contre 5%, en lycée 46% contre 41% toutes disciplines confondues) comparativement au seul secteur public dans les données de référence, secteur vraisemblablement le plus touché par l'enquête. Ce constat est le même à l'intérieur des disciplines par niveau (sauf pour la technologie en lycée qui ne totalise que très peu d'agrégés).
Dans l'ensemble les différentes classes d'âges selon la discipline et le niveau (comparativement au secteur public) sont représentées : une légère sous-représentation des tranches d'âge les plus élevées chez les répondants.

On peut conclure de ces éléments une relative conformité des caractéristiques de la population des répondants, au regard des caractéristiques comparées, à l'intérieur des quatre disciplines, hormis pour ce qui concerne la représentation des niveaux collège et lycée principalement pour les SPC. Globalement, les autres caractéristiques sont proches de celles de la population de référence.
Enfin, signalons que la vocation nationale de cette enquête a été confortée : toutes les académies ont été touchées, avec cependant une plus ou moins bonne représentation.

2 Représentations sur la construction et le statut des savoirs disciplinaires et sur l'apprentissage

2.1 Représentations sur la construction des savoirs et le statut des savoirs scientifiques et technologiques



1.3 Selon vous, pour construire les savoirs de votre discipline, les experts...

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
observent et tentent de découvrir les lois et les mécanismes qui régissent le monde	○	○	○	○	○
étudient des cas particuliers puis généralisent	○	○	○	○	○
confrontent leurs résultats et leurs argumentations	○	○	○	○	○
construisent des modèles	○	○	○	○	○
expérimentent pour dégager des hypothèses explicatives ou conjectures	○	○	○	○	○
explorent les domaines d'application des lois, des théories, des modèles	○	○	○	○	○
recherchent des solutions techniques	○	○	○	○	○
démontrent formellement des résultats	○	○	○	○	○
proposent des hypothèses explicatives ou conjectures et expérimentent pour les éprouver	○	○	○	○	○
explorent des solutions existantes	○	○	○	○	○
raisonnent en se méfiant des observations qui déforment les faits	○	○	○	○	○

1.4 Les savoirs de votre discipline sont...

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
des vérités universelles	○	○	○	○	○
des consensus admis par la communauté des chercheurs	○	○	○	○	○
des certitudes	○	○	○	○	○
des modèles explicatifs	○	○	○	○	○
des solutions techniques	○	○	○	○	○
des constructions humaines	○	○	○	○	○

Les questions 1.3 et 1.4 de l'enquête demandaient d'exprimer un degré d'accord avec différentes propositions concernant les savoirs scientifiques de la discipline du répondant et les activités réalisées par les experts de cette discipline pour produire ces savoirs. Les réponses proposées cherchaient à caractériser le positionnement épistémologique des répondants. Le but était de déterminer l'importance accordée à l'empirisme (*les experts observent et tentent de découvrir des lois qui régissent le monde*), à l'induction (*les experts étudient des cas particulier puis généralisent*), à la modélisation (*les experts construisent des modèles, les savoirs sont des modèles explicatifs*), à la rationalisation (*les experts démontrent des résultats, les experts raisonnent en se méfiant des observations qui déforment les faits*), et à l'aspect social (*les experts confrontent leurs résultats et leurs arguments, les savoirs sont des consensus*) ou la dimension technologique (*les experts recherchent des solutions techniques, les savoirs sont des solutions techniques*) de l'activité scientifique. Les places de l'expérimentation et de l'émission d'hypothèses dans la démarche scientifique étaient aussi questionnées (*les experts expérimentent pour dégager des hypothèses explicatives ou conjectures*, *les experts proposent des hypothèses explicatives ou conjectures et expérimentent pour les éprouver*) ainsi que l'importance des cadres théoriques (*les experts explorent les domaines d'application des lois, des théories, des modèles ; les experts explorent des solutions existantes*).

Les réponses des enseignants ont également été analysées par rapport à la modélisation du positionnement épistémique de (Favre & Joly, 2001) entre un pôle de traitement dogmatique des informations (*les savoirs sont des certitudes, des vérités universelles*) et un pôle de traitement non dogmatique des informations (*les savoirs sont des constructions humaines, des modèles explicatifs, des consensus, des solutions techniques*).

En première analyse, les représentations des enseignants des quatre disciplines concernant les savoirs scientifiques de leur propre discipline sont contrastées. Aucun consensus général ne se dégage. On observe des convergences entre les répondants de sciences expérimentales (SPC et SVT) qui se distinguent fortement des répondants de mathématiques. Les représentations des répondants de technologie présentent aussi certaines spécificités. Nous présentons ces spécificités ci-dessous et rapportons également l'analyse typologique réalisée à l'intérieur de chaque discipline et sur l'ensemble des répondants.

2.1.1 Mathématiques

À la question *Les savoirs de votre discipline sont...* (Figure 3), l'accord des enseignants de mathématiques est toujours supérieur ou égal à 50% quelle que soit la proposition. Les deux propositions recevant le plus d'accord sont caractéristiques d'un positionnement plutôt dogmatique : *des vérités universelles* (environ 49% de tout à fait d'accord, et 83% d'accord en tout) et *des certitudes* (environ 40%, et 80% d'accord en tout), puis viennent les *modèles explicatifs* (78% d'accord global, dont 29% *tout à fait d'accord*). Des croisements sur ces différentes questions en mathématiques montrent que les réponses *certitudes* et *vérités universelles* sont très liées. En ce qui concerne les *savoirs certitudes*, on observe également un lien entre la réponse *tout à fait d'accord* et le fait d'enseigner au collège (45% contre 34% au lycée) et entre la réponse *ne sais pas* et le fait d'enseigner au lycée (8% contre 4% au collège).
L'accord global le plus faible (désaccord global de 45% dont 23% *pas du tout d'accord*) va aux *consensus admis dans la communauté des chercheurs*, puis aux *solutions techniques*. Pour cette dernière proposition, on observe en outre un lien entre la réponse *tout à fait d'accord* et le fait d'enseigner au collège (16% contre 10% au lycée) et entre la réponse *ne sais pas* et le fait d'enseigner au lycée (11% contre 4% au collège), laissant penser que les enseignants de collège qui côtoient plus fréquemment des collègues de technologie connaissent mieux les savoirs techniques.
Globalement, chez les enseignants de mathématiques répondant à notre enquête, on a donc une représentation plutôt dogmatique des savoirs de leur discipline. Il est intéressant de remarquer que le taux le plus fort de *ne sais pas* (seulement 8%) concerne les *constructions humaines*.

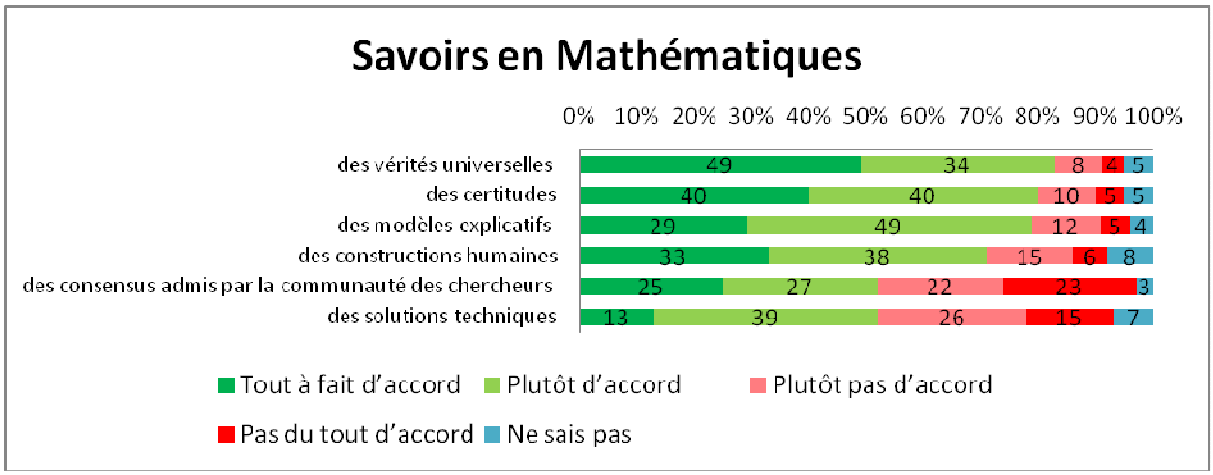


Figure 3 : Réponses des enseignants de mathématiques à la question *Les savoirs de votre discipline sont…*

En ce qui concerne la question 1.3 *Selon vous, pour construire les savoirs de votre discipline, les experts...* (Figure 4), les propositions qui suscitent le plus d'accord auprès des répondants de mathématiques sont *les experts démontrent formellement des résultats* pour laquelle l'accord fort est fortement spécifique de la discipline, *les experts construisent des modèles* et *les experts confrontent leur résultats et leurs argumentation*s. On retrouve donc l'aspect modélisant vu précédemment, une certaine importance semble également être accordée à la construction sociale des savoirs, alors que les *savoirs consensus admis par la communauté des chercheurs* correspondaient à la proposition retenant le moins d'accord. Les deux propositions concernant

les experts recevant le moins d'accord sont *recherchent des solutions techniques*, pour laquelle le désaccord est spécifique des mathématiques (36%) et *étudient des cas particuliers puis généralisent*, montrant que l'aspect pratique ou contextualisé des mathématiques n'est pas retenu comme significatif de la discipline par ces enseignants, et que l'induction n'est pas un mode de raisonnement qui, pour eux, légitime le savoir. L'observation non plus, puisque le désaccord avec *les experts observent et tentent de découvrir des lois* apparait spécifiquement lié aux mathématiques (et à la technologie), et que 38% des répondant de mathématiques sont tout à fait d'accord avec *les experts raisonnent en se méfiant des observations qui déforment les faits*, avec un lien très significatif entre cette proposition témoignant d'une posture rationaliste et cette discipline.
Par ailleurs, on observe un lien significatif entre le fait d'enseigner en collège et la réponse *tout à fait d'accord* à la proposition *les experts expérimentent pour dégager des hypothèses explicatives* (46% contre 33% au lycée), la réponse *ne sais pas* à cette proposition étant plutôt liée au fait d'enseigner au lycée (6% contre 1,5% au collège).

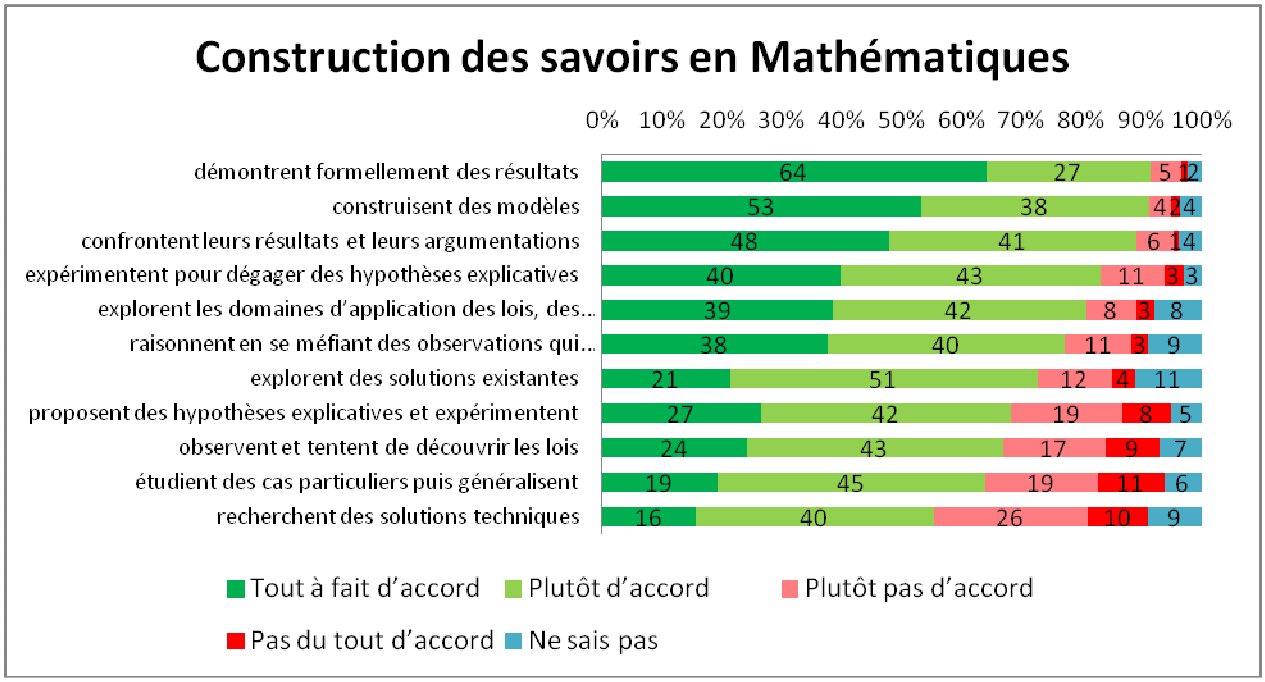


Figure 4 : Réponses des enseignants de Mathématiques à la question *Selon vous, pour construire les savoirs de votre discipline, les experts….*

D'un point de vue global, pour les répondants de mathématiques, les savoirs démontrés formellement ont donc un caractère modélisant, peut-être même désincarnés, mais avec une portée universelle et une valeur de certitudes. Est-ce parce que les savoirs enseignés en mathématiques sont très robustes et stabilisés depuis très longtemps qu'ils prennent cette force ? On peut également noter que les avis paraissent plus tranchés quand il faut se prononcer sur les savoirs, que sur leurs modalités de construction, ce qui pose la question de la formation épistémologique des enseignants de mathématiques et de leur connaissances des recherches mathématiques actuelles. Cependant, la posture épistémologique décrite ci-dessus n'est qu'une représentation moyenne, correspondant à des tendances. Une recherche de profils à l'intérieur de cette discipline fait émerger des sous-populations ayant des représentations différentes. On peut différencier les répondants ayant un positionnement «plutôt dogmatiques» (33%) très attachés aux savoirs certitudes et vérités universelles, ceux dont la position est «plutôt non dogmatiques» (33%), qui, au contraire, insistent sur la modélisation et la construction sociale des savoirs, des «indécis» (27%) qui sont assez d'accord avec toutes les propositions, et ceux qui ne répondent pas ou répondent qu'ils ne savent pas (6%).

2.1.2 Sciences physiques et chimiques

En ce qui concerne les savoirs scientifiques (Figure 5), les avis des répondants de SPC sont plus tranchés que ceux des enseignants de mathématiques (l'accord varie de 27 à 98% selon les propositions). La vision des savoirs scientifiques est surtout modélisante avec un accord maximal pour les *modèles explicatifs* (98% d'accord dont 56% de *tout à fait d'accord*), et les *consensus admis par la communauté de chercheurs* (88% d'accord dont 36% de *tout à fait d'accord*). Ce résultat est renforcé par le fait que la troisième proposition pour laquelle les SPC expriment le plus d'accord global (70% d'accord dont 28% de *tout à fait d'accord*) correspond aux *constructions humaines*. On peut donc se demander si les enseignants de SPC n'ont pas plus de connaissances épistémologiques ou si l'épistémologie des SPC elle-même ne met pas plus l'accent sur l'aspect social et construit des savoirs. Ce peut aussi être en lien avec une meilleure médiatisation des nouveaux savoirs construits en physique contemporaine, ou à une plus grande diffusion des controverses historiques en SPC. En tout cas, pour les enseignants de SPC, les savoirs *certitudes* et *vérités universelles* suscitent le plus de désaccord, (avec respectivement 31% et 25% de pas du tout d'accord) : ces deux propositions sont d'ailleurs les seules qui retiennent l'accord de moins de la moitié des répondants de SPC pour les deux premières questions, ce qui montre un rejet assez important des savoirs dogmatiques. L'avis est plus tranché chez les enseignants de lycée qui sont significativement plus nombreux à n'être pas du tout d'accord avec les *savoirs certitudes* (35% contre 25% au collège). Comme en mathématiques, le taux le plus fort de *ne sais pas* (seulement 9%) concerne cependant les *constructions humaines*.

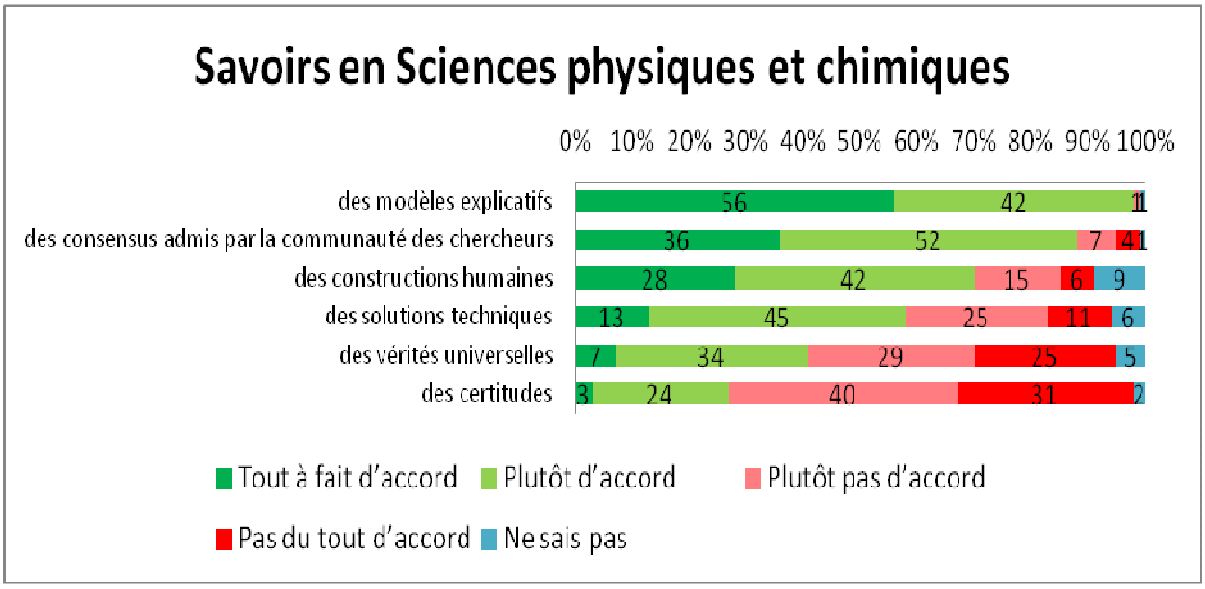


Figure 5 : Réponses des enseignants de Sciences physiques et chimiques à la question *Les savoirs de votre discipline sont….*

Les réponses concernant les modalités de construction de ces savoirs (Figure 6) sont cohérentes avec cet aspect de *savoirs modèles*, puisque le plus grand nombre de *tout à fait d'accord* va aux experts qui *construisent des modèles* (65%, et 31% *plutôt d'accord*), cette réponse étant plus spécifiquement liée aux SPC. Une place importante est faite à l'approche empiriste comme en témoigne l'accord avec la proposition *les experts observent et tentent de découvrir les lois* (90% d'accord dont 61% *tout à fait d'accord*), et à la démarche hypothético-déductive avec *les experts proposent des hypothèses explicatives et expérimentent* (91% d'accord, dont 54% *tout à fait d'accord*, réponse liée spécifiquement aux disciplines expérimentales). La construction sociale des savoirs est également prise en compte puisque la proposition *les experts confrontent leurs résultats et leurs argumentations* retient 92% d'accord (dont 52% *tout à fait d'accord*). L'accord le plus faible va à la proposition *les experts démontrent formellement des résultats* (40% de désaccord) et *étudient des cas particuliers puis généralisent*

(38% de désaccord, dont 13% *pas du tout d'accord*). Enfin, la réponse *plutôt pas d'accord* avec *les experts explorent des solutions existantes* parait liée aux SPC[20], même si 70% des répondants issus de cette discipline sont d'accord avec cette proposition.
L'analyse croisée des réponses à cette question avec le niveau d'enseignement fait également apparaitre des spécificités. Pour *les experts démontrent formellement des résultats, explorent des solutions existantes* et *observent et tentent de découvrir les lois*, on remarque un lien entre la réponse *pas du tout d'accord* et le lycée (respectivement 12% contre 6% au collège ; 5% contre 2% au collège et 4% contre 0,6% au collège), les enseignants de lycée exprimant là un avis plus tranché que ceux du collège. Les répondants de collège sont d'ailleurs plus nombreux que ceux de lycée à ne pas savoir si les experts *explorent des solutions existantes* (12% contre 6% au lycée) ou *expérimentent pour dégager des hypothèses explicatives* (6% contre 3% au lycée). Cette dernière proposition reçoit un accord beaucoup plus important des enseignants de lycée : 52% *tout à fait d'accord* contre 39% au collège.

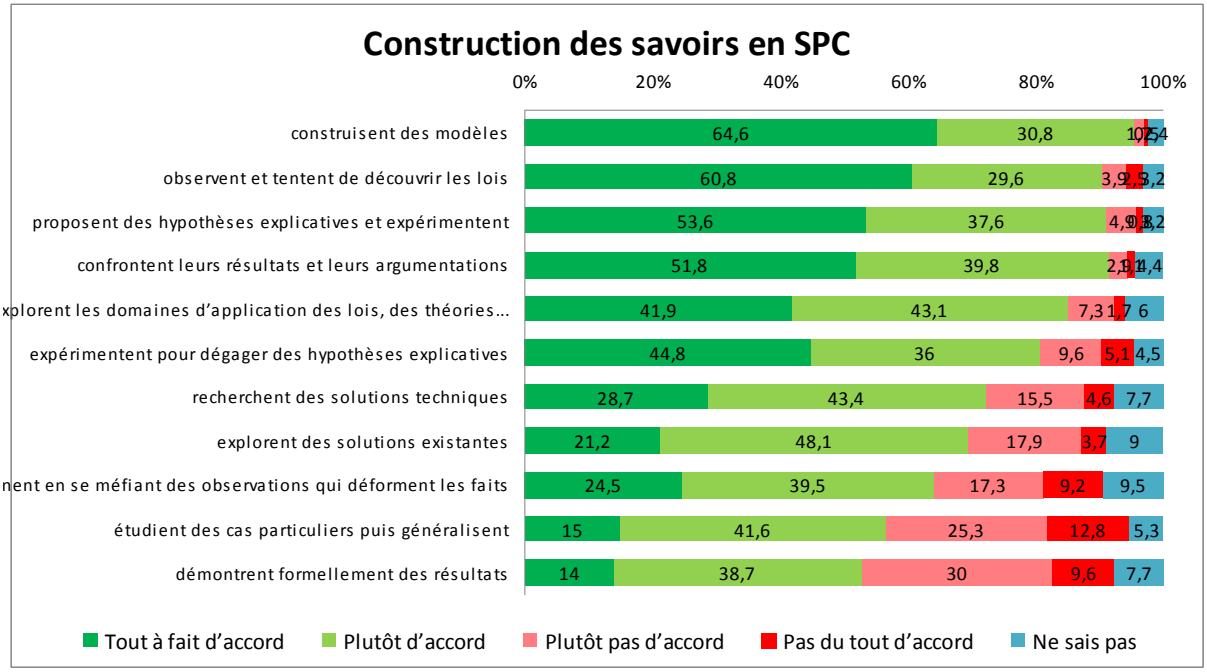


Figure 6 : Réponses des enseignants de Sciences Physiques et Chimiques à la question *Selon vous, pour construire les savoirs de votre discipline, les experts…*

Globalement, la représentation des savoirs scientifiques émergeant de cette analyse pour les répondants de SPC est plus proche du pôle non dogmatique de traitement de l'information, avec des savoirs qui modélisent le réel et sont construits à partir de l'observation et de l'expérience par des chercheurs qui en discutent et ne se limitent pas à des raisonnements inductifs. La recherche de profils à l'intérieur de cette discipline fait émerger des sous-populations ayant des positionnements épistémiques différents. Les enseignants présentant un profil de réponses «plutôt non dogmatique» correspondent à 29% des répondants, les «plutôt dogmatiques» très attachés aux *savoirs certitudes* et *vérités universelles* ne sont que 15%, mais les «indécis» qui sont d'accord avec toutes les propositions représentent 41% des répondants. Environ 5% ne répondent pas ou répondent qu'ils ne savent pas.

[20] Cette modalité concentre une faible proportion de répondants mais est statistiquement plus fortement choisie dans la discipline.

2.1.3 Sciences de la vie et de la Terre

Concernant la nature des savoirs scientifiques (Figure 7), les avis sont relativement tranchés puisque les accords globaux varient de 20 à 96% selon les propositions. Quand on considère les accords globaux (*tout à fait d'accord* + *plutôt d'accord*), les répondants de SVT rejoignent ceux de SPC en retenant prioritairement les *modèles explicatifs* (96% d'accord dont 35% *tout à fait d'accord*) et les *consensus admis par la communauté des chercheurs* (95% d'accord dont 41% *tout à fait d'accord*). Cependant, le classement des propositions en fonction des taux d'accord fort (% de *tout à fait d'accord*), fait apparaitre des priorités légèrement différentes, les consensus passant devant les modèles en SVT. Les *constructions humaines* viennent en troisième position, mais moins fortement qu'en SPC avec 56% d'accord global (dont 15% *tout à fait d'accord*). Les désaccords les plus forts se manifestent, comme en SPC, contre les *certitudes* (77% de désaccord dont 45% *pas du tout d'accord*) et les *vérités universelles* (74% de désaccord dont 39% *pas du tout d'accord*). Ceci caractériserait plutôt une vision non dogmatique des savoirs, surtout chez les enseignants de lycée, puisque concernant les *vérités universelles* on remarque un lien entre la réponse *plutôt d'accord* et le collège (25% contre 17% au lycée) et entre la réponse *pas du tout d'accord* et le lycée (39% contre 30% au collège). On peut également remarquer que le taux maximal pour la réponse *ne sais pas* est obtenu pour *des solutions techniques* (presque 15%). Cette réponse peut être mise en relation avec la fréquente perplexité des enseignants de cette discipline face aux propositions techniques et lorsqu'ils doivent se prononcer sur la technologie dans l'ensemble du questionnaire (taux relativement élevé de *ne sais pas* à ce type de question). Pour les savoirs *constructions humaines*, 11% des enseignants de SVT ne savent pas se prononcer non plus, et les professeurs de lycée sont plus nombreux à être *tout à fait d'accord* (20% contre 11% au collège) alors que ceux de collège sont plus nombreux à être *plutôt pas d'accord* (14% contre 8% au lycée).

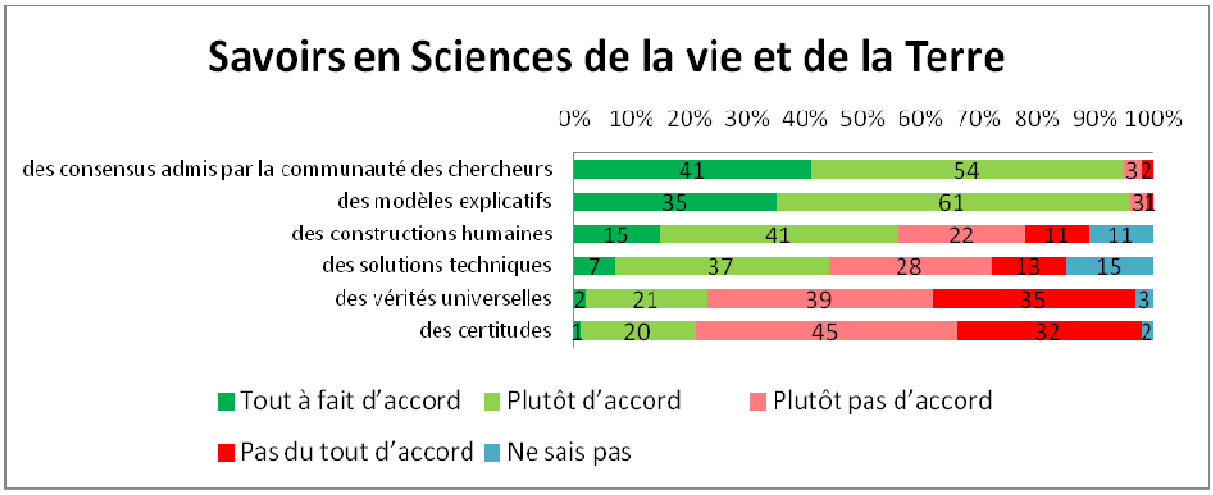


Figure 7 : Réponses des enseignants de Sciences de la vie et de la Terre à la question *Les savoirs de votre discipline sont…*

Concernant les modalités de productions des savoirs, la démarche expérimentale obtient le plus grand accord auprès des répondants de SVT avec *les experts proposent des hypothèses explicatives et expérimentent* (94% d'accord dont 64% *tout à fait d'accord*, cette réponse étant spécifiquement liée aux sciences expérimentales). La *confrontation des résultats et des argumentations* (94% d'accord dont 55% *tout à fait d'accord*) et *l'observation pour découvrir les lois* (92% d'accord dont 54% *tout à fait d'accord*) sont également fortement retenues. La réponse *tout à fait d'accord* à ces deux dernières propositions est d'ailleurs spécifiquement liée aux sciences expérimentales. On retrouve ici l'importance de l'hypothèse et de l'expérimentation, voire de l'empirisme dans les sciences expérimentales. Les répondants de SVT accordent un peu moins de place à la *construction de modèles* que ceux de SPC (95% d'accord dont 52% *tout à fait d'accord*).

Globalement, comme en SPC, le plus grand désaccord va à la proposition *les experts démontrent formellement des résultats* (46% de désaccord dont 17% *pas du tout d'accord*) et *étudient des cas particuliers puis généralisent* (32% de désaccord dont 10% *pas du tout d'accord*). Pour cette dernière proposition, le désaccord est plus fort chez les enseignants de collège (12% *pas du tout d'accord* contre 6% au lycée), et l'accord légèrement plus fort chez les répondants de lycée (48% contre 40% au collège).
Il est également intéressant de remarquer que la proposition *les experts expérimentent pour dégager des hypothèses explicatives* suscite presque 15% de *pas du tout d'accord* (réponse plus spécifiquement liée aux SVT[21]), alors qu'elle vient également en quatrième place pour *tout à fait d'accord* (40%). Cette proposition divise donc l'opinion des enseignants de SVT, et révèle peut-être deux positionnements différents face à l'hypothèse : l'un place l'hypothèse uniquement en amont de l'expérience, dans une vision assez rigide de la méthode expérimentale proposée par (Bernard, 1865), et l'autre plus souple, correspond peut-être à une représentation plus itérative des démarches d'investigation.

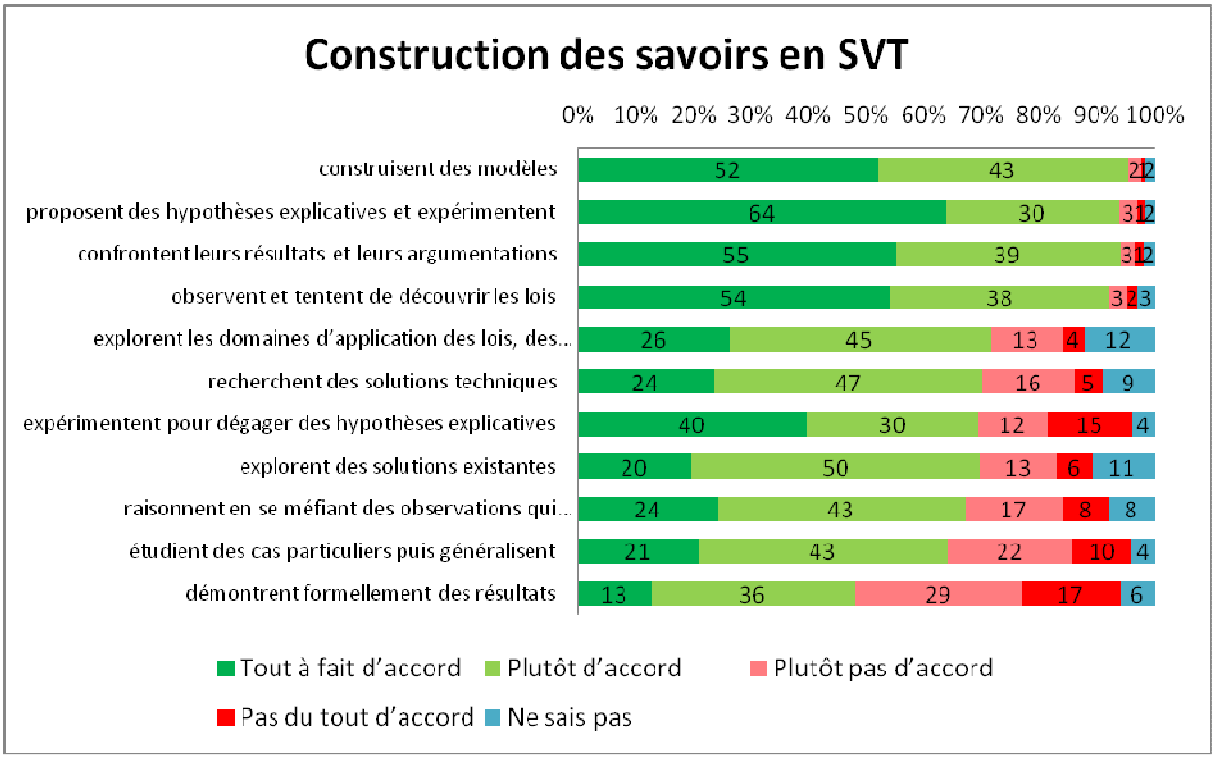


Figure 8 : Réponses des enseignants de Sciences de la Vie et de la Terre à la question *Selon vous, pour construire les savoirs de votre discipline, les experts…*

La représentation majoritaire des savoirs scientifiques qui émane de cette analyse correspond donc à des savoirs produits dans une démarche hypothético-déductive, faisant appel à l'expérimentation, l'observation et l'argumentation, avec une place importante pour la confrontation des résultats. Ces savoirs issus d'une construction collective, sont sans doute moins définitifs et universels qu'en mathématiques. Comme nous l'avons déjà fait pour les SPC, nous pouvons nous demander si les connaissances épistémologiques des enseignants de SVT sont plus importantes, qu'elles soient consciemment reliées à un positionnement épistémologique, ou simplement induite par une implication plus importante dans le suivi de l'évolution des savoirs de la discipline qui se modifient rapidement et dont les programmes d'enseignement incluent fréquemment des actualisations. La recherche de profils dans la population de répondants de SVT fait d'ailleurs apparaitre une répartition comprenant 61% de positionnement épistémique «plutôt non dogmatiques», 18% de position «plutôt dogmatique» au

[21] Cette modalité concentre une faible proportion d'enseignants mais est statistiquement plus fortement choisie dans la discipline.

sens de (Favre & Joly, 2001), 9% de répondants «indécis», et 12% d'enseignants ne répondant pas ou ne sachant pas répondre.

2.1.4 Technologie

En technologie, les accords globaux avec les différentes propositions qui concernent les savoirs scientifiques varient de 44 à 90%. Les *solutions techniques* retiennent 90% d'accord global (dont 52% *tout à fait d'accord*), et les *constructions humaines* viennent en deuxième position (86% d'accord dont 43% *tout à fait d'accord*). La réponse *tout à fait d'accord* à ces deux propositions est d'ailleurs spécifiquement liée à cette discipline (plus fortement pour les *solutions techniques*). Les répondants de technologie sont également nombreux à considérer que les savoirs de leurs disciplines sont des *modèles explicatifs* (80% d'accord dont 25% *tout à fait d'accord*), même si l'avis contraire parait être relativement spécifique de cette discipline[22] et des mathématiques. L'opinion est partagée à propos des savoirs *vérités universelles* et *certitudes* qui suscitent le désaccord de presque la moitié de cette population (respectivement, 48% de désaccord dont 18% *pas du tout d'accord* et 47% de désaccord dont 17% *pas du tout d'accord*).

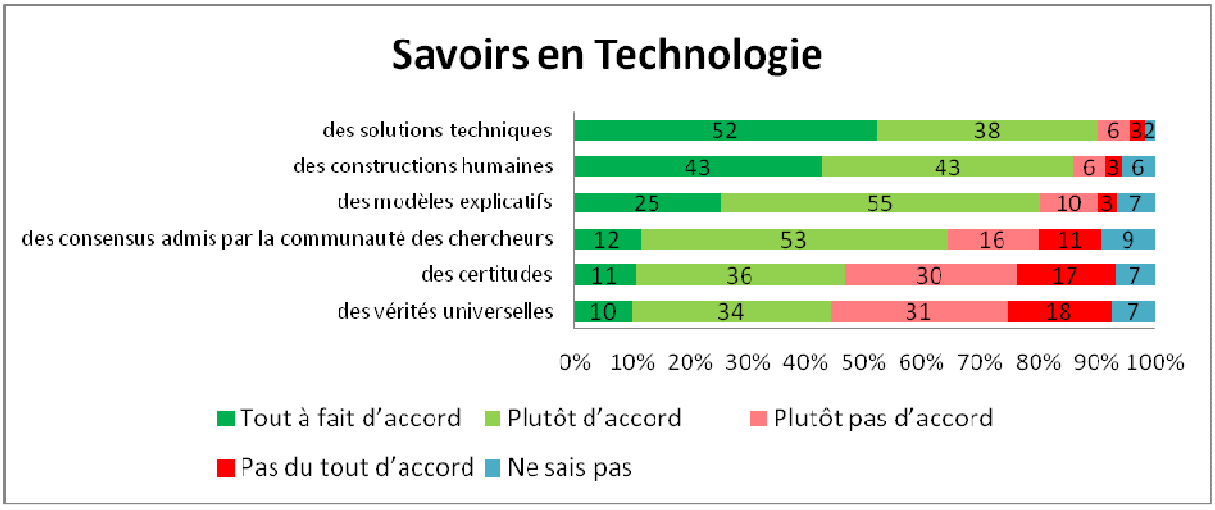


Figure 9 : Réponses des enseignants de technologie à la question *Les savoirs de votre discipline sont…*

Concernant les modalités de production des savoirs, alors que dans les trois autres disciplines les taux maximaux pour les réponses *tout à fait d'accord* représentent environ 60% de la population, en technologie, le maximum *de tout à fait d'accord* n'atteint que 44%. Se manifeste peut-être ici un manque d'assurance face aux questions posées, soit parce qu'elles sont formulées de manière inadéquate pour cette discipline, ce qui est peu probable, ces questions ayant été travaillées spécifiquement avec des technologues, soit parce qu'elles sont inhabituelles, soit parce que les connaissances épistémologiques des répondants de technologies et leur représentations des savoirs sont floues, ou peu stabilisées. Le caractère récent de la discipline *technologie*, et le fait que cette discipline scolaire est apparue en référence à des pratiques sociales plutôt qu'à une discipline académique (Coquidé, 2008) peuvent également être évoqués pour expliquer la moindre assurance des enseignants de technologie face aux réponses proposées. Les réponses *ne sais pas* sont d'ailleurs plus nombreuses en technologie (5 à 14%) que dans l'ensemble des autres disciplines et spécifiquement liées à cette discipline pour 9/11 propositions. Les deux propositions qui retiennent le plus d'accord sont *les experts recherchent des solutions techniques* (79% d'accord dont 44% *tout à fait d'accord*) en cohérence avec les savoirs *solutions techniques* décrits précédemment, et *explorent des solutions existantes* (82% d'accord dont 36% *tout à fait d'accord*). Ces deux propositions qui se réfèrent aux travaux des ingénieurs ont d'ailleurs été incluses dans le questionnaire sur le conseil de technologues. Viennent ensuite la *construction*

[22] Cette modalité concentre une faible proportion d'enseignants mais est statistiquement plus fortement choisie dans la discipline.

de modèles (74% d'accord dont 31% *tout à fait d'accord*), la *confrontation des résultats et des argumentations* (72% d'accord dont 32% *tout à fait d'accord*) et *l'observation pour tenter de découvrir des lois* (71% d'accord dont 30% *tout à fait d'accord*). Le désaccord le plus important s'exprime à l'encontre des experts qui *démontrent formellement des résultats* (45% de désaccord dont 14% *pas du tout d'accord*) et *étudient des cas particuliers puis généralisent* (33% de désaccord dont 13% *pas du tout d'accord*). La proposition *les experts démontrent formellement des résultats* laisse cependant perplexes plus d'enseignants de technologie de collège (11% de réponse *ne sais pas* contre 2% au lycée) et retient l'accord de plus d'enseignant de lycée (18% *tout à fait d'accord* contre 10% au collège).

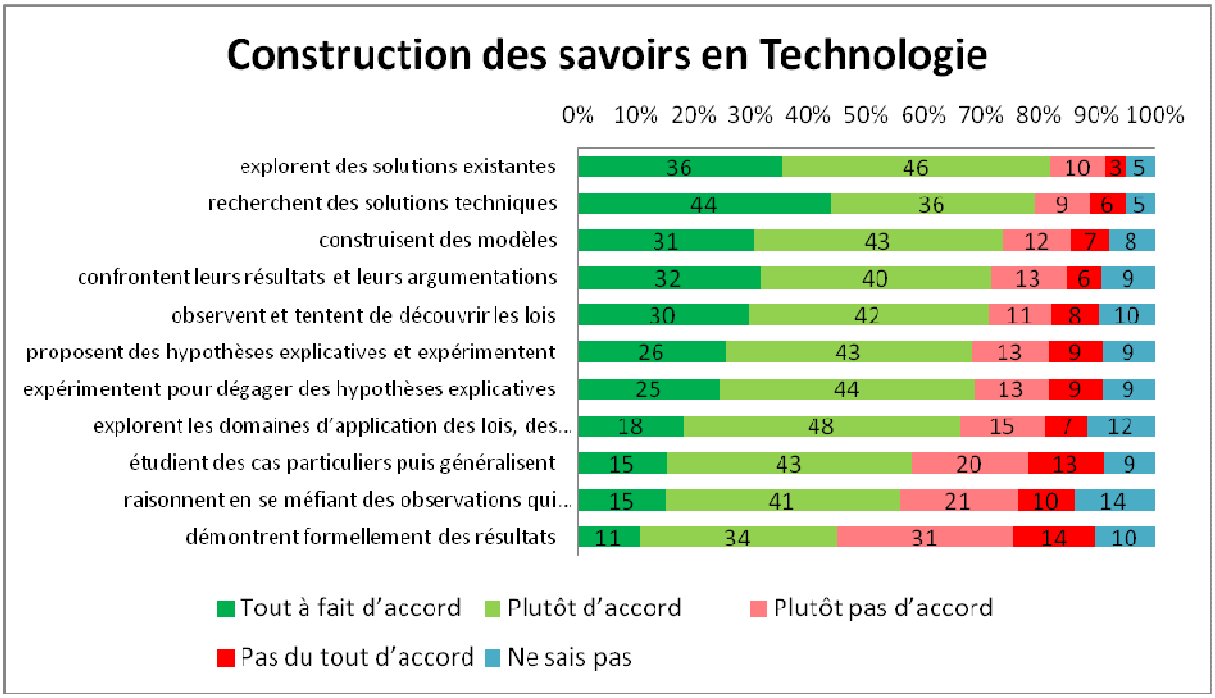


Figure 10 : Réponses des enseignants de Technologie à la question *Selon vous, pour construire les savoirs de votre discipline, les experts…*

Les enseignants de technologie considèrent donc les savoirs de leur discipline comme des solutions techniques, évidemment créés par des hommes, mais les associent également à des modèles explicatifs discutés et reliés à l'observation, se rapprochant ainsi des enseignants de sciences expérimentales. Leur population semble toutefois être plus partagée qu'en SVT et SPC concernant le statut de *certitudes* ou *vérités universelles* des savoirs. L'analyse des différents profils réalisée révèle en effet, 30% de répondants «indécis», 30% de répondants ayant un positionnement épistémique «plutôt dogmatique», 25% de répondants se positionnant de manière «plutôt non dogmatique» au sens de (Favre & Joly, 2001), et 14% d'enseignants de technologie ne répondant pas ou ne sachant pas répondre.

2.1.5 Conclusion

Un fort taux d'accord est observé sur la majorité des propositions (sauf sur celles qui concernent *savoirs certitudes* et *savoirs vérités universelles* en SVT et SPC), ce qui dénote peut-être, au moins dans le cas des «indécis», des représentations mosaïques parfois contradictoires, comme elles ont déjà été décrites dans la littérature pour les enseignants de sciences (Leach, 2006) ; (Porlan Ariza et al., 1998 ; Roletto, 1998). Le lien entre la discipline et les représentations des savoirs semble cependant fort, avec une certaine opposition mathématique/sciences expérimentales, et un positionnement particulier de la technologie, qui semble se rapprocher plus des sciences expérimentales que des mathématiques sur ce sujet. Une relation entre la discipline et les «croyances épistémologiques» a d'ailleurs également été mise en évidence dans une étude menée par questionnaire et entretiens auprès de futur

enseignants de sciences, technologie et sciences humaines et sociales au Québec (Therriault & Harvey, 2011).
D'après nos résultats, les enseignants de sciences expérimentales, et dans une moindre part ceux de technologie, accordent plus d'importance à l'observation et à l'expérimentation, adoptant un positionnement de type empiriste-réaliste, tel qu'il a déjà été montré chez des enseignants de sciences stagiaires au Québec (Désautels & Larochelle, 1993) ou chez des enseignants de SPC français en exercice (J-M. Boilevin, 2004 ; Robardet, 1998). Dans une étude menée par questionnaire, (Robardet, 1998) a montré qu'une majorité des enseignants interrogés avaient une représentation de la science qu'il qualifie de «naturaliste» ou «empirico-réaliste», considérant qu'*à travers l'expérience, la réalité s'offre naturellement à l'observateur. Les lois sont ainsi mises en évidence par l'expérience première* (Robardet, 1998), p40). (Désautels & Larochelle, 1993) rapportaient également de nombreuses études montrant la tendance des enseignants de sciences à envisager les savoirs scientifiques comme des *savoirs de quelque chose* plutôt que des savoirs socialement construits et négociés. Les réponses à notre questionnaire laissent penser qu'actuellement, en France, les enseignants de sciences expérimentales sont plus nombreux 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.
Un approfondissement des épistémologies propres à chaque discipline parait vraiment nécessaire, pour mieux comprendre comment elles influencent les représentations des savoirs des enseignants. Peuvent aussi intervenir la façon d'aborder (ou non) les questions épistémologiques durant la formation initiale et continue des enseignants dans chaque discipline, le degré de diffusion des nouveaux savoirs et des controverses scientifiques en lien avec chaque discipline vers la société en général et la population enseignante en particulier, et leur vitesse de transposition vers les programmes d'enseignement.
De plus, l'analyse des profils à l'intérieur de chaque discipline montre bien que différentes représentations coexistent : même si les répartitions varient, les positionnements épistémiques «plutôt dogmatiques» et «plutôt non dogmatiques» au sens de (Favre & Joly, 2001), sont présents dans chaque discipline. Il existe également de nombreux enseignants «indécis» dont les représentations concernant les savoirs sont floues, voire contradictoires et un petit nombre d'enseignants (5 à 12%) qui ne répondent pas ou déclarent ne pas savoir répondre à cette série de questions. Une analyse réalisée sur la population de répondants toutes disciplines confondues, prenant en compte uniquement la question 1.4 concernant les savoirs scientifiques, met d'ailleurs en évidence les quatre profiles de réponses dans les proportions suivantes : 38% de positionnement «plutôt dogmatique», 27% de positionnement «plutôt non dogmatique», 30% «d'indécis» et 7% ne répondant pas ou ne sachant pas répondre. L'ensemble de ces résultats dénote un besoin de formation des enseignants sur ces questions, d'autant plus que des études ont déjà montré que les représentations des sciences pouvaient évoluer lors de formations initiales (Désautels & Larochelle, 1993 ; Robardet, 1998 ; Therriault & Harvey, 2011) ou continues (J-M. Boilevin, 2004 ; Robardet, 1998).

Les pratiques des experts pour construire les savoirs : représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie

L'ensemble des propositions concernant les pratiques des experts lors de la construction des savoirs recoit l'accord des répondants, ce qui montre que pour eux, la construction des savoirs implique des activités diversifiées. Plus en détails, quelques éléments de consensus entre les disciplines peuvent être dégagés : la démarche inductive est plutôt rejetée par rapport à d'autres, l'échange et l'argumentation sont très favorablement considérés, et la construction de modèles est placée au cœur de l'activité de l'expert.

L'analyse par discipline fait apparaitre des similitudes très fortes entre répondants de SPC et de SVT qui manifestent une familiarité assez importante avec ces questions épistémologiques et mettent en avant la construction de modèles, la découverte de lois, la confrontation des résultats et la formulation d'hypothèses en lien avec l'expérimentation. Dans ces deux disciplines, l'activité la moins retenue est celle qui est plébiscitée par les répondants de mathématiques : démontrer formellement des résultats. Les répondants de mathématiques considèrent également que l'observation n'est pas significative de l'activité scientifique des experts de leur discipline. Les taux de réponses et les taux d'accord global sont plus faibles pour les répondants de technologie, qui privilégient les propositions renvoyant au travail des ingénieurs (rechercher des solutions techniques et explorer les solutions existantes).

Les savoirs scientifiques et technologiques aux yeux des enseignants :

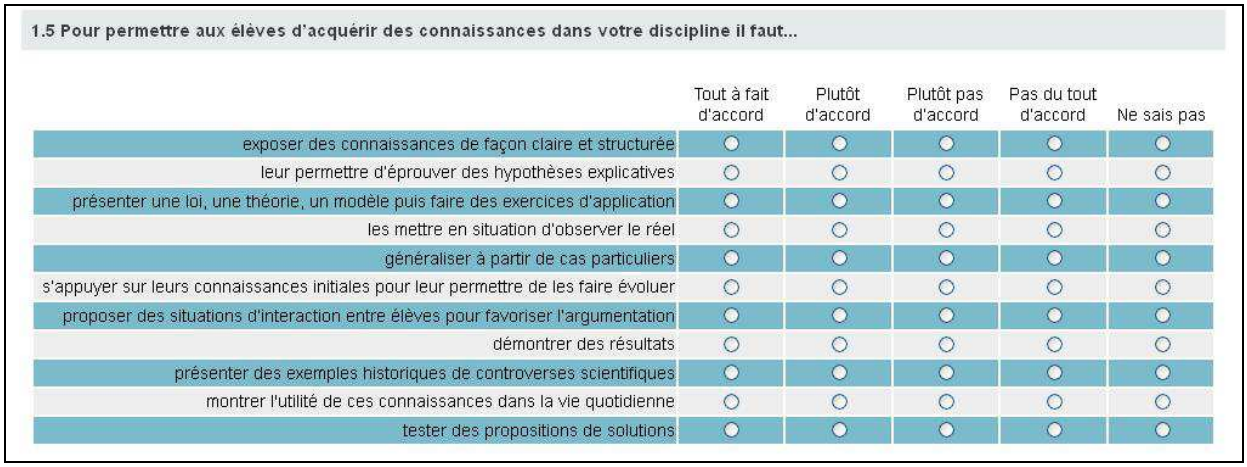
un statut très lié à la discipline enseignée

Les savoirs de mathématiques ne sont pas remis en cause par les répondants de cette discipline puisqu'une large majorité les perçoit comme des vérités universelles et des certitudes. Une très large majorité des répondants des disciplines expérimentales (SPC et SVT) considèrent les savoirs de leurs disciplines comme des modèles explicatifs et des consensus admis par la communauté des chercheurs et une majorité d'entre eux ne les envisagent pas comme des vérités universelles ou des certitudes. En technologie, une large majorité des répondants perçoivent les savoirs comme des solutions techniques, des constructions humaines et des modèles explicatifs.

Un consensus entre les répondants des quatre disciplines semble cependant se dégager autour des savoirs comme modèles explicatifs puisqu'au moins 3/4 d'entre eux, toutes disciplines confondues, sont d'accord avec cette proposition.

Si les représentations des savoirs semblent très liées à la disciplines enseignée, l'analyse des résultats fait toutefois apparaitre dans chacune des disciplines les deux types de positionnement épistémique, « plutôt dogmatique » et « plutôt non dogmatique », ainsi que des profiles d'enseignants « indécis » et « ne sachant pas répondre ou ne répondant pas ».

2.2 Représentations sur l'apprentissage



1.5 Pour permettre aux élèves d'acquérir des connaissances dans votre discipline il faut...

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
exposer des connaissances de façon claire et structurée	○	○	○	○	○
leur permettre d'éprouver des hypothèses explicatives	○	○	○	○	○
présenter une loi, une théorie, un modèle puis faire des exercices d'application	○	○	○	○	○
les mettre en situation d'observer le réel	○	○	○	○	○
généraliser à partir de cas particuliers	○	○	○	○	○
s'appuyer sur leurs connaissances initiales pour leur permettre de les faire évoluer	○	○	○	○	○
proposer des situations d'interaction entre élèves pour favoriser l'argumentation	○	○	○	○	○
démontrer des résultats	○	○	○	○	○
présenter des exemples historiques de controverses scientifiques	○	○	○	○	○
montrer l'utilité de ces connaissances dans la vie quotidienne	○	○	○	○	○
tester des propositions de solutions	○	○	○	○	○

La question 1.5 proposait de choisir un degré d'accord avec 11 propositions concernant la marche à suivre pour permettre aux élèves d'acquérir des connaissances dans la discipline du répondant. Les réponses proposées exploraient différentes modalités d'enseignement : plutôt transmissif (*exposer des connaissances de façon claire et structurée ; présenter une loi, une théorie, un modèle, puis faire des exercices d'application*), plutôt constructiviste (*s'appuyer sur leurs connaissances initiales pour leur permettre de les faire évoluer*) et plutôt socio-constructiviste (*proposer des situations d'interaction entre élèves pour favoriser l'argumentation*). D'autres propositions s'attachaient à préciser les démarches scientifiques favorisées par les enseignants en classe : démarche de généralisation (*généraliser à partir de cas particulier*), démarche empiriste (leur permettre d'observer le réel), démarche rationaliste (*démontrer des résultats*), démarche hypothético-déductive (*leur permettre d'éprouver des hypothèses explicatives*), démarche historique (*présenter des exemples historiques de controverses scientifiques*). La nécessité de faire le lien entre les connaissances scolaires et la vie quotidienne était également interrogée (*montrer l'utilité des connaissances dans la vie quotidienne*). Si certaines propositions sont assez consensuelles, d'autres font apparaitre des spécificités disciplinaires.

2.2.1 Aspects consensuels des représentations sur l'apprentissage

Plus de 8/10 enseignants de chacune des quatre disciplines expriment leurs accord avec les propositions concernant la prise en compte des conceptions des élèves (*s'appuyer sur leur connaissances initiales pour les faire évoluer*), l'*organisation d'interactions* entre eux, et les liens à établir avec la vie quotidienne (*montrer l'utilité de ces connaissances dans la vie quotidienne*). La majorité des enseignants semblent donc être sensible à une approche socio-constructiviste de l'apprentissage. Certains aspects de la démarche scientifique sont également retenus à plus de 80%, comme *leur permettre d'éprouver des hypothèses explicatives*, *les mettre en situation d'observer le réel* et *tester des propositions de solution*. Les enseignants partagent également largement l'idée *qu'exposer des connaissances de façon claire et structurée* est favorable à l'apprentissage (86 à 95% d'accord). Ils ne sont donc pas opposés pour autant à des moments d'enseignement transmissif. En revanche, la proposition *présenter une loi, un modèle, une théorie, puis appliquer* obtient le plus fort taux de désaccord dans les quatre disciplines (39 à 73% de désaccord), ce qui montre un rejet affirmé des approches déductives. La démarche inductiviste, *généraliser à partir de cas particuliers,* suscite aussi un désaccord important (23 à 39% de désaccord selon les disciplines). L'étude des degrés d'accord sur les propositions présentées ci-dessus et des réponses aux autres propositions fait cependant apparaître des spécificités disciplinaires.

2.2.2 Aspects disciplinaires des représentations sur l'apprentissage

2.2.2.1 Mathématiques

En mathématiques (Figure 11), le plus fort accord va à *s'appuyer sur les connaissances initiales pour les faire évoluer* (96% d'accord, dont 60% tout à fait d'accord) et *exposer des connaissances de façon claire et structurée* (95% d'accord, dont 58% tout à fait d'accord, réponse spécifiquement liée aux mathématiques), propositions en accord avec un modèle plutôt transmissif de l'enseignement qui prendrait cependant en compte les conceptions des élèves. La proposition *démontrer des résultats* est retenue à 91% (dont 50% de tout à fait d'accord), l'accord fort spécifique des mathématiques, étant relié à la place centrale qu'occupe la démonstration formelle dans la procédure de validation. On retrouve ici un résultat cohérent à celui observé concernant les activités des experts. Les propositions *proposer des situations d'interaction entre élèves*, *tester des propositions de solutions* et *leur permettre d'éprouver des hypothèses explicatives*, toutes en lien avec une approche de type socio-constructiviste de l'apprentissage reçoivent un accord de plus de 85% (avec plus de 40% de tout à fait d'accord), montrant que les répondants de mathématiques ont une représentation large des modalités d'apprentissage à mettre en œuvre dans leur discipline. Même si une grande part des répondants s'accorde avec l'importance de relier les connaissances à la vie quotidienne, et de permettre aux élèves d'observer le réel, les réponses en désaccord avec ces deux propositions sont spécifiquement liées aux mathématiques[23], indiquant que l'ancrage des connaissances dans le réel ou le quotidien parait quand même moins essentiel en mathématiques que dans les trois autres disciplines interrogées. Ces résultats peuvent être rapprochés de la présentation assez empiriste des DI dans l'introduction des programmes d'enseignements des disciplines scientifiques et technologique de collège qui distingue entre *le questionnement des élèves sur le monde réel (en sciences expérimentales et en technologie)* et *la résolution de problèmes (en mathématiques),* distinction dénoncée par (Matheron, 2010) qui rappelle qu'on expérimente en mathématiques et que le réel observé en sciences expérimentales est construit.

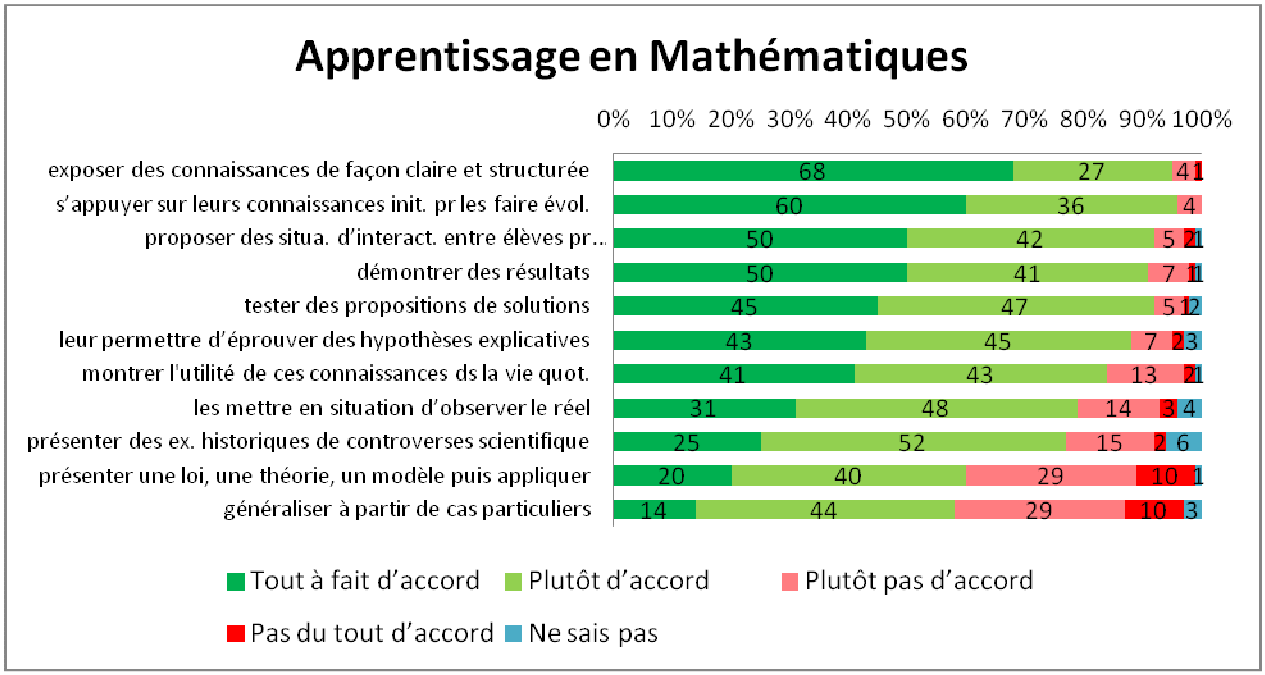


Figure 11 : Réponses des enseignants de Mathématiques à la question *Pour permettre aux élèves d'acquérir des connaissances dans votre discipline il faut...*

[23] Ces 2 modalités concentrent une faible proportion d'enseignants mais sont statistiquement plus fortement choisies en mathématiques.

2.2.2.2 *Sciences Physiques et chimiques*

En SPC (Figure 12), il parait très important de *montrer l'utilité des connaissances dans la vie quotidienne* (95% d'accord, dont 65% tout à fait d'accord, réponse spécifique des SPC et de la technologie) et *d'observer le réel,* réel qui apparait comme l'objet des sciences de la matière (96% d'accord, dont 60% *tout à fait d'accord*). Même si la plus grande part des répondants de SPC s'accorde avec la nécessité *d'organiser des interactions* et de *permettre aux élèves de tester des propositions de solutions*, on peut remarquer que le désaccord avec ces deux propositions est spécifique de cette discipline[24] (avec respectivement 14% et 8% de désaccord), ce qui suggère qu'une partie des répondants de SPC ne favorise pas des démarches ouvertes envisageant plusieurs solutions et les discutant. La réponse *plutôt pas d'accord* avec *démontrer des résultats* est aussi assez spécifique des SPC (28%), même si on observe également un lien entre la modalité *tout à fait d'accord* et le fait d'enseigner au lycée (21% contre 14% au collège). Pour Robardet (1998), la représentation « naturaliste » (empirico-réaliste) de la science s'articule souvent, chez les enseignants de SPC, avec une représentation de l'apprentissage par accumulation où la monstration suffit pour faire comprendre à l'élève. L'établissement de profiles par l'analyse croisée des questions concernant les savoirs et les apprentissages devrait permettre de voir si ce type d'association entre représentation des savoirs scientifiques et représentation de l'enseignement existe chez les répondants de notre enquête. Cette analyse permettra peut-être de mieux comprendre le positionnement particulier de certains des répondants de SPC.

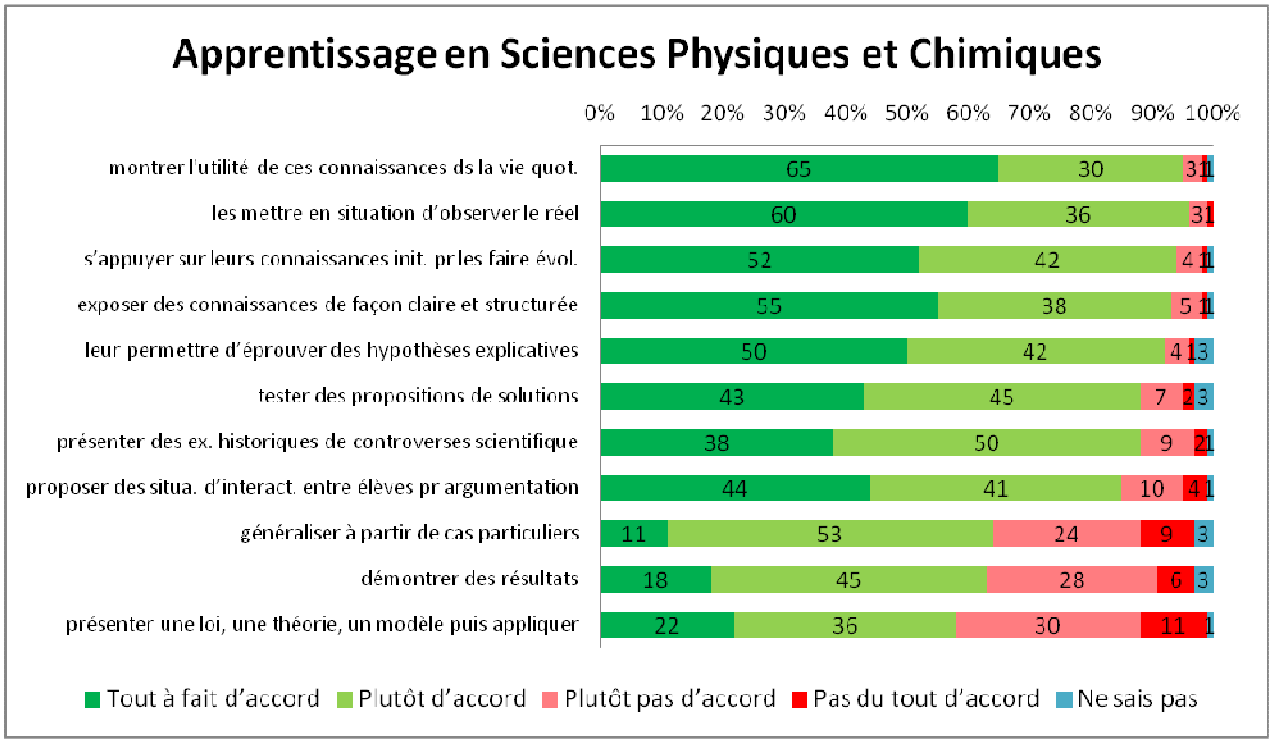


Figure 12 : Réponses des enseignants de Sciences Physiques et Chimiques à la question *Pour permettre aux élèves d'acquérir des connaissances dans votre discipline il faut...*

2.2.2.3 *Sciences de la vie et de la Terre*

En SVT (Figure 13), tous les répondants sont d'accord pour *mettre les élèves en situation d'observer le réel*, posture empiriste sans doute typique des sciences expérimentales (100% d'accord, dont 88% *tout à fait d'accord*, réponse spécifique des SVT), mais nettement plus affirmée qu'en SPC. Presque tous les enseignants affirment l'importance de *permettre aux élèves d'éprouver des hypothèses* (99%, dont 73 *tout à fait d'accord*). Dans cette discipline, la

[24] Ces 2 modalités concentrent une faible proportion d'enseignants mais sont statistiquement plus fortement choisies en SPC.

démarche expérimentale (observation et hypothèse) est regardée comme une démarche pédagogique, et cette démarche peut facilement être inductiviste, puisque 75% des répondants de SVT acceptent de *généraliser à partir de cas particuliers* (réponse liée à cette discipline). (Bomchil & Darley, 1998) ont cependant montré que la généralisation à partir d'exemples en classe de SVT ne relevait pas vraiment de l'inductivisme, mais plutôt d'une amplification déductive valorisant la méthode expérimentale normée. Les répondants de SVT rejettent d'ailleurs fortement la proposition *présenter une loi, une théorie, un modèle puis appliquer* (73% de désaccord, dont 27% *pas du tout d'accord*), qui correspond à la procédure inverse de la démarche expérimentale, sauf si la présentation de la loi ou du modèle a pour but d'en explorer les limites et de les faire évoluer (Sanchez, 2008). Par contre, l'aspect controversé des savoirs scientifiques semble pouvoir être abordé en classe soit par des *interactions entre élèves* (avec une spécificité de l'accord fort en SVT, à 56%), soit par la *présentation de controverses historiques* retenue plus spécifiquement en SVT (93% d'accord, dont 44% *tout à fait d'accord*). Les propositions qui laissent perplexes le plus grand nombre de répondants de SVT sont *démontrer des résultats* et *tester des propositions de solutions* (respectivement 6 et 5% de *ne sais pas*) qui sont plutôt plébiscitées en mathématiques ou en technologie.

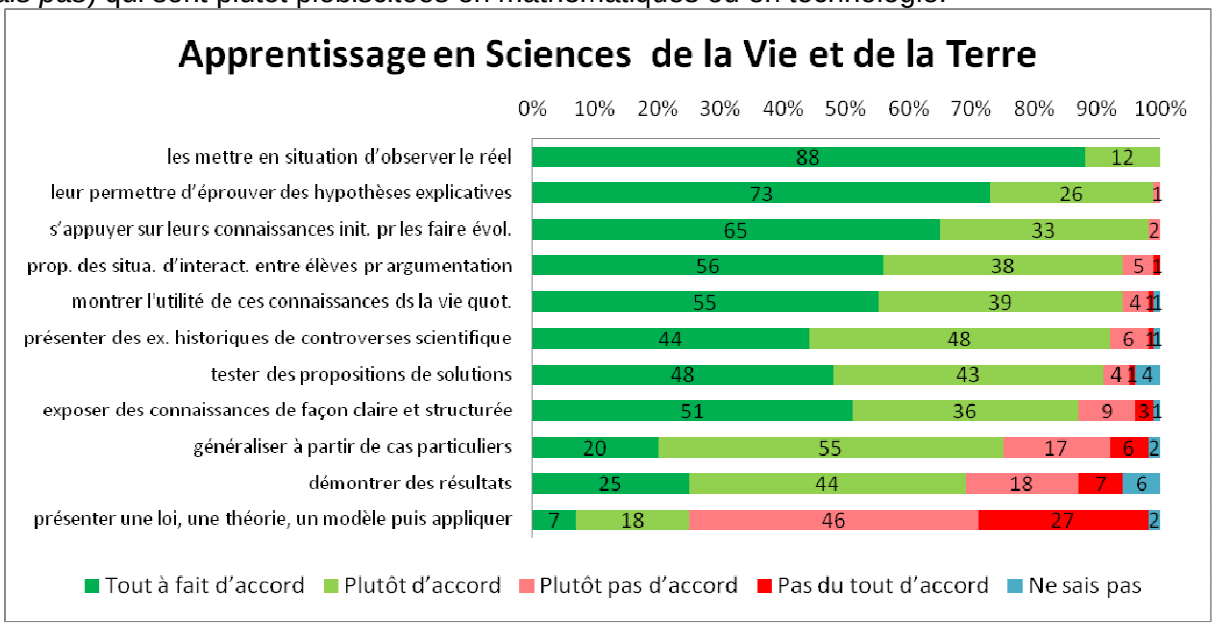


Figure 13 : Réponses des enseignants de Sciences de la Vie et de la Terre à la question *Pour permettre aux élèves d'acquérir des connaissances dans votre discipline il faut...*

2.2.2.4 Technologie

En technologie (Figure 14), 98% des répondants pensent que pour permettre aux élèves d'acquérir des connaissances, il faut *leur permettre d'observer le réel* (98% d'accord, dont 69% *tout à fait d'accord*), réel qui réfère sans doute aux objets techniques étudiés, *en lien avec la vie quotidienne* pour laquelle il est important de montrer l'utilité des connaissances travaillées (95% d'accord dont 61% *tout à fait d'accord*). De ce point de vue, les enseignants de technologie se rapprochent de ceux des sciences expérimentales dans leur connexion au réel et leur coté pragmatique. 95% d'entre eux retiennent aussi la possibilité de *tester des propositions de solutions*, cette modalité de réponse étant significativement liée à cette discipline (55%). Ceci peut s'expliquer par le fait que le test de propositions de solutions correspond à un moment des démarches d'enseignement en technologie, qu'il s'agisse de démarches technologiques ou de DI. Les propositions les plus rejetées par les répondants de technologie réfèrent à la *généralisation à partir de cas particuliers* (36% de désaccord dont 12% *pas du tout d'accord*), à la *présentation de controverses historiques* (27% de désaccord dont 8% *pas du tout d'accord*). On remarque aussi que les taux de réponse *ne sais pas* sont relativement élevés dans cette discipline, surtout en ce qui concerne les *controverses historiques* (9%), la *généralisation à partir d'exemple* (4%), *la présentation d'une loi suivie d'une application* (3%), ou *l'exposé clair et structuré de connaissances* (2%). On peut penser que la formulation choisie pour les questions

n'était pas tout à fait adaptée aux enseignants de technologie, mais aussi que les coutumes d'enseignement diffèrent sans doute notablement entre cette discipline et les trois autres. En ce qui concerne la *présentation d'exemples historiques de controverses scientifiques*, il est intéressant de noter également que la place de l'histoire des solutions à un problème technique, qui faisait l'objet d'un trimestre d'enseignement en troisième dans les anciens programmes de technologie, est très réduite dans les nouveaux programmes d'enseignement de cette discipline.

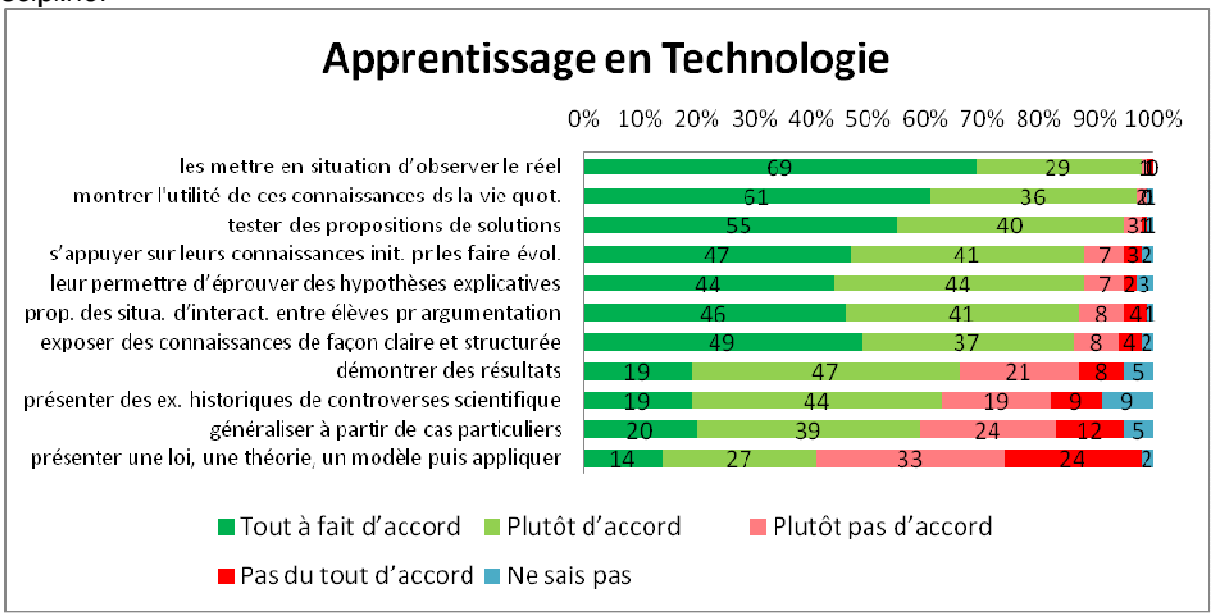


Figure 14 : Réponses des enseignants de Technologie à la question *Pour permettre aux élèves d'acquérir des connaissances dans votre discipline il faut...*

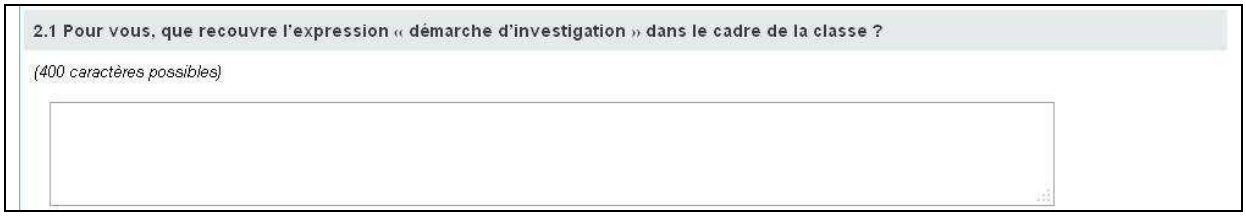
Les représentations sur l'apprentissage dans la discipline.

Environ 4 répondants sur 5 mettent en avant des stratégies d'enseignement en rapport avec une démarche de type socio-constructiviste (*s'appuyer sur les connaissances initiales pour les faire évoluer, proposer des situations d'interaction pour l'argumentation*) ou insistent sur l'ancrage de la discipline dans le réel (*montrer l'utilité de ces connaissances dans la vie quotidienne, observer le réel*). La présentation claire et structurée des connaissances et les propositions plus spécifiquement rattachées à la démarche scientifique (*permettre d'éprouver des hypothèses, de tester des solutions*) recueillent également un assentiment quasi-général. Par contre, les approches déductives de l'enseignement sont plutôt rejetées. Quant à la démarche inductive (*généraliser à partir de cas particulier*), si elle suscite globalement un désaccord important, elle divise davantage les disciplines, étant plus spécifiquement retenue en SVT.

La nécessité de *démontrer des résultats* pour faire acquérir aux élèves des connaissances obtient l'accord le plus fort des enseignants de mathématiques, dans des proportions similaires à *l'appui sur les connaissances initiales*. Les répondants de mathématiques sont un peu plus nombreux que les autres à ne pas retenir les démarches qui montrent *l'utilité des connaissances dans la vie quotidienne* ou *permettent l'observation du réel*. Une nouvelle fois, on retrouve de fortes convergences entre les réponses des enseignants de SPC et de ceux de SVT. Cependant, les enseignants de SPC semblent accorder moins d'importance aux *interactions entre élèves* et aux *tests de propositions de solution*, alors qu'ils mettent en avant *l'utilité des connaissances dans la vie quotidienne*, à laquelle les enseignants de SVT sont moins sensibles. En technologie, c'est *l'observation du réel* et *l'utilité des connaissances dans la vie quotidienne* qui priment, comme marqueurs d'un rapport essentiel au monde matériel. Pour le reste, les réponses des enseignants de technologie sont très similaires à celles de leurs collègues de sciences expérimentales, même si les taux de réponses *je ne sais pas* sont un peu plus élevés.

3 Représentations des Démarches d'investigation

3.1 Registres lexicaux mobilisés dans la définition de l'expression « démarche d'investigation »



La formulation de la question, *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe* ?, a été choisie pour tenter de détourner les enseignants d'une réponse strictement institutionnelle. La question impliquait une réponse à champ ouvert. Une analyse textuelle à partir du logiciel Alceste a permis d'identifier différents champs lexicaux mobilisés par les enseignants des différentes disciplines.

3.1.1 Registres lexicaux issus de l'analyse des réponses des 4 disciplines.

La question a obtenu 2184 réponses, ce qui correspond à 84% des répondants. L'analyse Alceste de ces réponses pour les enseignants des quatre disciplines fait apparaitre 5 classes différentes.

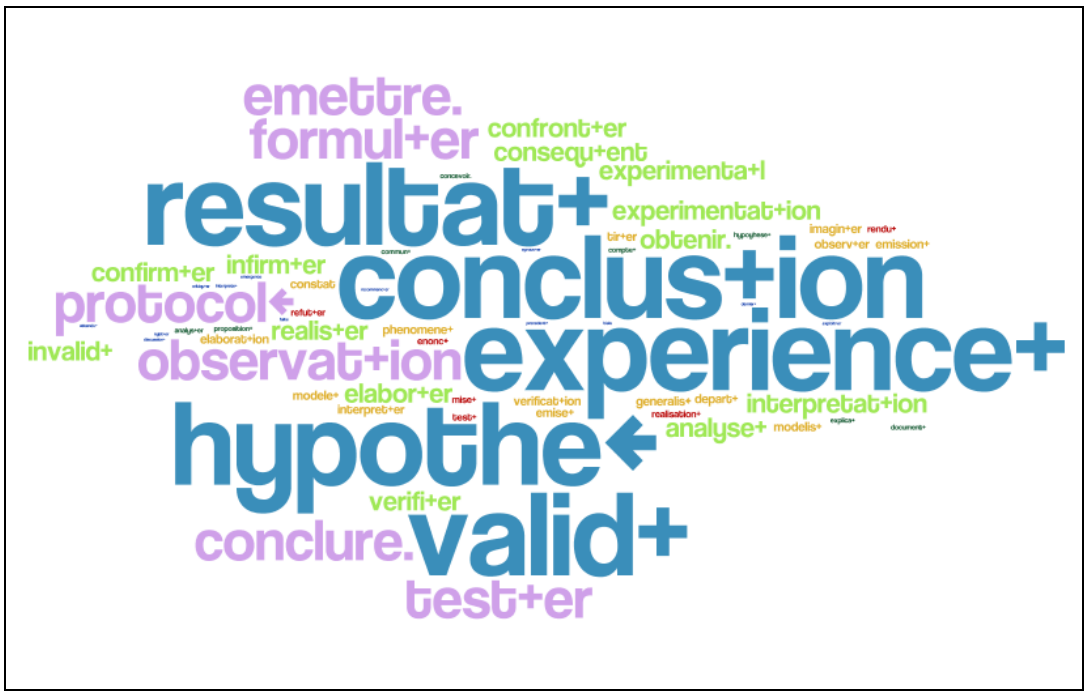


Figure 15 : Nuage de termes du registre lexical de la démarche expérimentale, correspondant à la classe 1 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants des 4 disciplines à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

La **classe 1** (29% des UCE classées, Figure 15) caractérisée par les termes *hypothèse*, *résultats*, *validation*, expérience, *conclusion*, *protocole*, *conclure*, *observation*, *formuler*, *émettre*, … correspond au registre lexical de la démarche expérimentale. Celui-ci reprend les étapes majeures de la méthode hypothético-déductive, centrée sur la formulation, et la mise à l'épreuve d'hypothèses par l'expérience qui sont celles décrites dans les instructions officielles, particulièrement dans l'introduction commune aux programmes d'enseignement des disciplines scientifiques et technologiques de collège[25]. Parmi les absences significatives (voir la méthodologie d'analyse des réponses ouvertes pour la signification des absences significatives paragraphe 1.5.3.1, p15), les termes *élèves*, *solution*, *trouver*, *chercher*, et *autonomie*, font penser que la démarche décrite dans ce registre lexical est plutôt une méthode expérimentale de référence, où la pensée convergente (capacité à contrôler) est favorisée par rapport à la pensée divergente (capacité à imaginer) (Darley, 1996). Des exemples de réponses mobilisant ce registre lexical sont présentés dans le Tableau 4.

Discipline	Niveau	Réponse et UCE
SVT	collège	« *observer un phénomène émettre des hypothèses émettre des conséquences vérifiables élaborer un protocole pour vérifier les conséquences valider ou invalider les hypothèses* » UCE : 2924 Classe : 1 Khi2 : 32 **observer** un **phenomene emettre** des **hypotheses emettre** des **consequences verifiables elaborer** un **protocole** pour **verifier** les **consequences valider** ou **invalider** les **hypotheses.**
SVT	collège	« *émettre des hypothèses, concevoir des expériences pour tester ces hypothèses, réaliser les expériences et interpréter les résultats afin de valider ou non les hypothèses ; ces étapes ne sont pas étudiées toutes en même temps* » UCE : 317 Classe : 1 Khi2 : 29 **emettre** des **hypotheses, concevoir** des **experiences** pour **tester** ces **hypotheses, realiser** les **experiences** et **interpreter** les **resultats** afin de **valider** ou non les **hypotheses;** UCE : 318 Classe : 3 Khi2 : 6 ces **etapes** ne sont pas **etudiees** toutes en-meme-temps.
Technologie	collège	*« observation d'un phénomène puis émission d'hypothèses puis expérimentations pour vérifier les hypothèses puis conclusion et généralisation. »* UCE : 2412 Classe : 1 Khi2 : 26 **observation** d' un **phenomene** puis **emission** d' **hypotheses** puis **experimentations** pour **verifier** les **hypotheses** puis **conclusion** et **generalisation.**
SPC	lycée	*« A partir d'une situation déclenchante, laisser les élèves émettre des hypothèses, les tester expérimentalement et en fonction des résultats obtenus conserver ou rejeter une hypothèse afin d'élaborer un modèle permettant d'expliquer de futures expériences ou de prévoir leurs résultats. »* UCE : 1490 Classe : 1 Khi2 : 23 a-partir-d' une situation declenchante, laisser les eleves **emettre** des **hypotheses,** les **tester experimentalement** et en **fonction** des **resultats obtenus** conserver ou **rejeter** une **hypothese** afin d' **elaborer** un **modele** permettant d' **expliquer** de futures **experiences** ou de **prevoir** leurs **resultats.**

Tableau 4 : Exemples de réponses illustrant le registre lexical de la démarche expérimentale. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

La **classe 2** (29% des UCE classées, Figure 16) comprend les termes *problème*, *solution*, *poser*, *répondre*, *situation*, *question*…correspondant au registre lexical de la résolution de problème, ou problématisation. Ce champ lexical évoque le questionnement, la recherche de solution, et exclut la méthode présentée au registre précédent, puisque les termes *démarche*, *conclusion*, *savoirs*, *protocole* font partie des absences significatives de cette classe (voir la méthodologie d'analyse des réponses ouvertes pour la signification des absences significatives paragraphe 1.5.3.1, p15). Des exemples de réponses illustrant ce registre lexical sont présentés dans le Tableau 5.

[25] Bulletin officiel spécial n°6, 28 août 2008

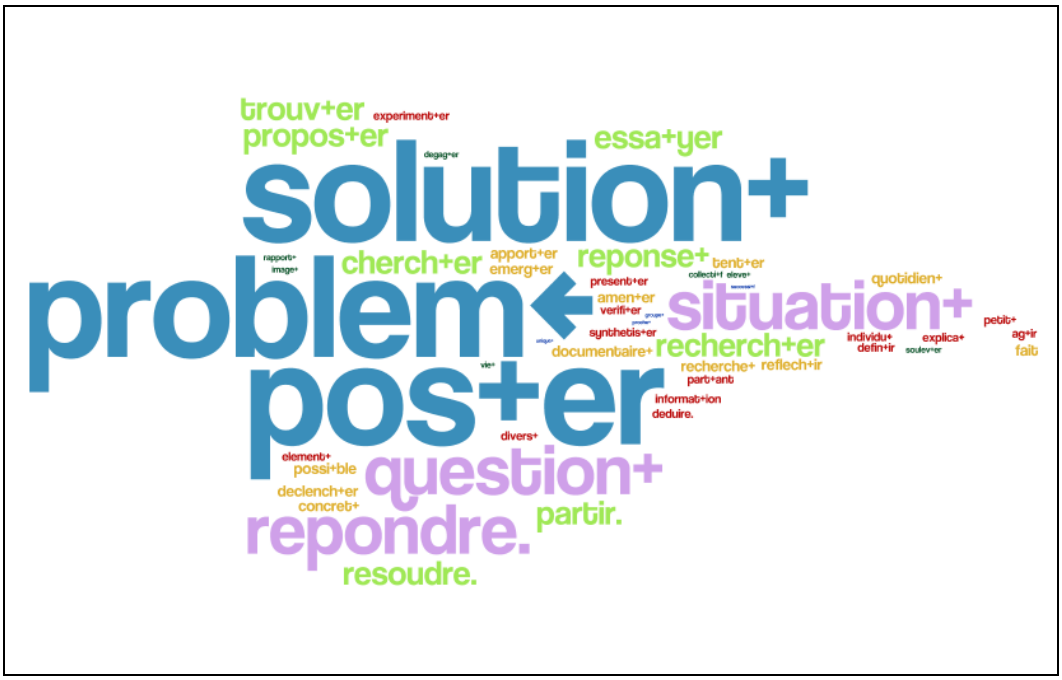


Figure 16 : Nuage de termes du registre lexical de la résolution de problème, correspondant à la classe 2 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants des 4 disciplines à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Discipline	Niveau	Réponse et UCE
Mathématiques	collège	*« Poser un problème dans une situation aussi proche que possible du réel, puis amener les élèves à se poser des questions et à tenter de les résoudre, apporter les connaissances quand elles s'avèrent nécessaires, ou quand elles permettent une économie de travail. »* UCE : 1073 Classe : 2 Khi2 : 20 **poser** un **probleme** dans une **situation** aussi **proche** que **possible** du **reel,** puis **amener** les eleves a se **poser** des-questions et a **tenter** de les **resoudre, apporter** les connaissances quand elles s' **averent** necessaires, UCE : 1074 Classe : 5 Khi2 : 3 ou quand elles permettent une **economie** de travail.
Technologie	collège	*« A partir d'une ou plusieurs problématiques, d'objets et de documentations, rechercher et proposer des solutions individuellement ou collectivement. »* UCE : 592 Classe : 2 Khi2 : 16 a-partir-d' une ou plusieurs **problematiques,** d' **objets** et de documentations, **rechercher** et **proposer** des **solutions individuellement** ou **collectivement.**
SPC	lycée	*« Il s'agit pour les élèves de chercher à répondre à une question qui leur est posée à partir d'une situation déclenchante. Ils doivent proposer des hypothèses en argumentant puis trouver les moyens de les tester pour conclure. L'enseignant les encadre dans leur démarche. »* UCE : 1439 Classe : 2 Khi2 : 16 il s' **agit** pour les eleves de **chercher** a **repondre** a une **question** qui leur est **posee** a-partir-d' une **situation declenchante.** UCE : 1440 Classe : 0 Khi2 : 0 ils doivent proposer des hypotheses en argumentant puis trouver les moyens de les tester pour conclure. l'enseignant les encadre dans leur demarche.
SVT	lycée	« *Partir d'une observation, s'interroger de façon à poser un problème qu'il faudra résoudre soit de façon expérimentale soit par une recherche documentaire. Répondre au problème posé, la réponse pouvant soulever une nouvelle question.* » UCE : 256 Classe : 2 Khi2 : 6 **partir** d'une observation, s' **interroger** de facon a **poser** un **probleme** qu' il faudra **resoudre** soit de facon experimentale soit par une **recherche documentaire.** UCE : 257 Classe : 2 Khi2 : 13 **repondre** au **probleme pose,** la **reponse** pouavnt **soulever** une nouvelle **question.**

Tableau 5 : Exemples de réponses illustrant le registre lexical de la résolution de problèmes. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

Il est intéressant de constater que les deux premiers registres lexicaux représentent une part égale des UCE classées, et ont donc un poids égal dans les réponses des enseignants ayant traité cette question ouverte. La démarche expérimentale hypothético-déductive et la résolution de problème sont les deux principales approches suivies par les enseignants pour décrire la DI.

La **classe 3** (22% des UCE classées, Figure 17) se caractérise par les termes *savoir*, *démarche*, *investigation*, *construction*, *construire*, *acteurs*, *apprenti*, *compétence*, *acquisition*, *connaissances*, *élèves*, *savoir-faire*… Ce registre lexical de la construction de savoir et de compétences correspond à 1/5 des UCE classées, montrant que les objectifs d'apprentissage (connaissances, attitudes et savoirs faires) sont fréquemment mobilisés par les enseignants qui définissent les DI, comme l'illustrent les exemples de réponses présentés dans le Tableau 6.

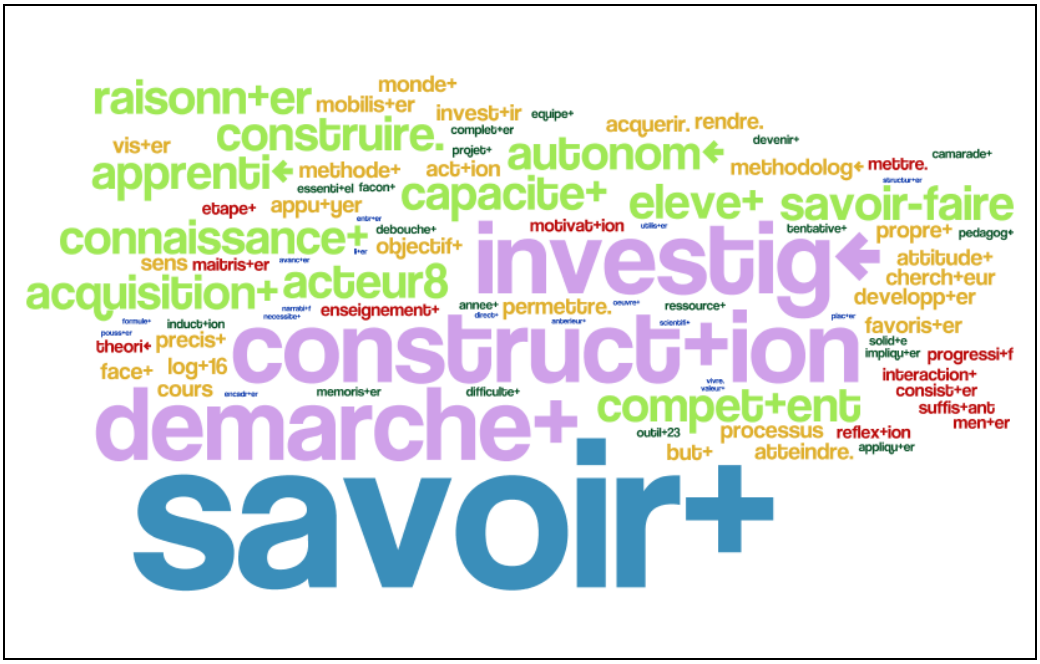


Figure 17 : Nuage de termes du registre lexical de la construction de savoirs et de compétences, correspondant à la classe 3 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants des 4 disciplines à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Discipline	Niveau	Réponse et UCE
SVT	lycée	*« cette démarche permet de questionner les élèves sur le monde qui les entoiure. Elle permet l'acquisition de connaissances, de compétences méthodologiques et de savoir faire. »* UCE : 2725 Classe : 3 Khi2 : 31 cette **demarche permet** de **questionner** les **eleves** sur le **monde** qui les entoiure. elle **permet** l **acquisition** de **connaissances,** de **competences methodologiques** et de **savoir-faire.**
Mathématiques	collège	*« La démarche d'investigation est une pratique pédagogique qui permet à l'élève d'être acteur8 de son apprentissage. Elle doit lui permettre de développer sa réflexion en lui permettant d 'acquérir progressivement une certaine autonomie. »* UCE : 396 Classe : 3 Khi2 : 22 la **demarche** d' **investigation** est une pratique pedagogique qui **permet** a l' **eleve** d' etre **acteur8** de son **apprentissage.** elle doit lui **permettre** de **developper** sa **reflexion** en lui **permettant** d' **acquerir progressivement** une certaine **autonomie.**
SPC	collège	*« Pour moi, les démarches d'investigation permettent aux élèves d'être acteur8 de la construction de leur savoir et de vaincre leurs idées préconçues. »* UCE : 2615 Classe : 3 Khi2 : 20 pour moi, les **demarches** d' **investigation permettent** aux **eleves** d' etre **acteur8** de la **construction** de leur **savoir** et de vaincre leurs idees **preconcues.**
Technologie	collège	*« Cette démarche s'appuie sur questions sur le monde réel. Elle favorise l'acquisition des connaissances, des compétences méthodologiques, de l'autonomie et sur la mise au point de savoir faire technique »* UCE : 200 Classe : 3 Khi2 : 17 cette **demarche** s **appuie** sur questions sur le **monde** reel. elle **favorise** l **acquisition** des **connaissances,** des **competences methodologiques,** de l' **autonomie** et sur la mise au-point de **savoir-faire technique.**

Tableau 6 : Exemples de réponses illustrant le registre lexical de la construction de savoirs et de compétences. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

Figure 18 : Nuage de termes du registre lexical de la découverte exploratoire, correspondant à la classe 4 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants des 4 disciplines à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

La **classe 4** (8% des UCE classées, Figure 18), aussi en lien avec l'apprentissage, comprend les termes *notion*, *découvrir*, *curieux*, *prendre*, *initiative*, *essai*, *erreur*, *découverte*, *envie*, *conscience*, *nouvel*, *ouvert* qui mettent plutôt en jeu la découverte de notions nouvelles, la motivation des élèves, la créativité, la pensée divergente, et font référence à des démarches ouvertes. C'est le registre lexical de la découverte exploratoire. On observe un lien intéressant de ce registre avec les mathématiques. Les exemples présentés Tableau 7 illustrent ce registre lexical.

Discipline	Niveau	Réponse et UCE
SVT	lycée	*« développer la curiosité dans tous les domaines. prendre de l'assurance pour être capable d'avoir des idées, de penser qu'elles puissent être bonnes et avoir envie de les tester. avoir envie de se tromper pour recommencer et donc en avoir les moyens. »* UCE : 1088 Classe : 4 Khi2 : 44 developper la **curiosite** dans tous les **domaines. prendre** de l' assurance pour etre capable d' avoir des **idees,** de **penser** qu' elles puissent etre **bonnes** et avoir **envie** de les tester. UCE : 1089 Classe : 5 Khi2 : 9 avoir envie de se **tromper** pour recommencer et donc en avoir les **moyens.**
Mathématiques	lycée	*« Initiative, questionnement, curiosité, recherche, esprit critique, acceptation de l'erreur, remise en cause.. »* UCE : 1583 Classe : 4 Khi2 : 44 **initiative,** questionnement, **curiosite,** recherche, **esprit** critique, **acceptation** de l' **erreur, remise** en **cause.**
Technologie	Collège	*« demander à des élèves (qui n'en ont pas forcément envie), de découvrir eux même des notions qu'ils retiendront mieux puisque découverte par eux-même. Dans les fait, entasser 30 élèves dans une salle, les autoriser à communiquer, à se déplacer, (alors que nous même on a du mal), leur demander d'utiliser un matériel low-cost qui n'a pas été prévu pour cela et qui s'autodétruira très vite »* UCE : 38 Classe : 4 Khi2 : 41 demander a des eleves, qui n' en ont pas **forcement envie,** de **decouvrir** eux meme des **notions** qu' ils **retiendront** mieux puisque **decouverte** par eux meme. UCE : 39 Classe : 5 Khi2 : 9 dans les fait, entasser 30 eleves dans une **salle,** les autoriser a communiquer, a se deplacer, alors que nous meme on a du mal, leur **demander** d'utiliser un **materiel** low cost qui n' a pas ete prevu pour cela et qui s' autodetruira tres vite.
SPC	collège	*« c'est l'occasion d'aborder une nouvelle notion à partir d'échanges structurés par l'enseignant, de pratiquer une démarche scientifique laissant place à l'erreur qui est acceptée et corrigée, mais qui prend au dépourvu certains élèves qui manquent d'initiative, d'autonomie. »* UCE : 2445 Classe : 4 Khi2 : 25 c'-est l' occasion d' **aborder** une **nouvelle notion** a-partir-d' echanges structures par l' enseignant, de **pratiquer** une demarche scientifique laissant **place** a l' **erreur** qui est **acceptee** et **corrigee,** UCE : 2446 Classe : 4 Khi2 : 15 mais qui **prend** au depourvu certains eleves qui **manquent** d' **initiative,** d' autonomie.

Tableau 7 : Exemples de réponses illustrant le registre lexical de la découverte exploratoire. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

Enfin la **classe 5,** qui n'est pas négligeable (12% des UCE classées), correspond au registre lexical des difficultés (Figure 19). Caractérisé par les termes *temps*, *difficile*, *matériel*, *collège*, *classe*, *effectif*, *impossible*, *chronophage,*… ce champ lexical insiste sur les problèmes de gestion du temps, des effectifs et du matériel, comme le montrent les exemples présentés Tableau 8. Même si elles ne concernent pas la majorité des UCE classées, ces difficultés sont à prendre en compte, notamment lors de l'établissement des programmes et lors des attributions de moyens horaires permettant la constitution de groupes à effectifs réduits. Le fait que le terme *collège* soit fortement associé à ce registre lexical pourrait laisser croire que les difficultés sont surtout rencontrées au collège. Les réponses à la question 2.6 qui avait pour objet les difficultés pour la mise en œuvre des DI ne montrent cependant pas de lien particulier entre le fait d'enseigner au collège et l'accord avec les propositions concernant les difficultés de matériel, ou de gestion du temps (voir paragraphe 1 p81).

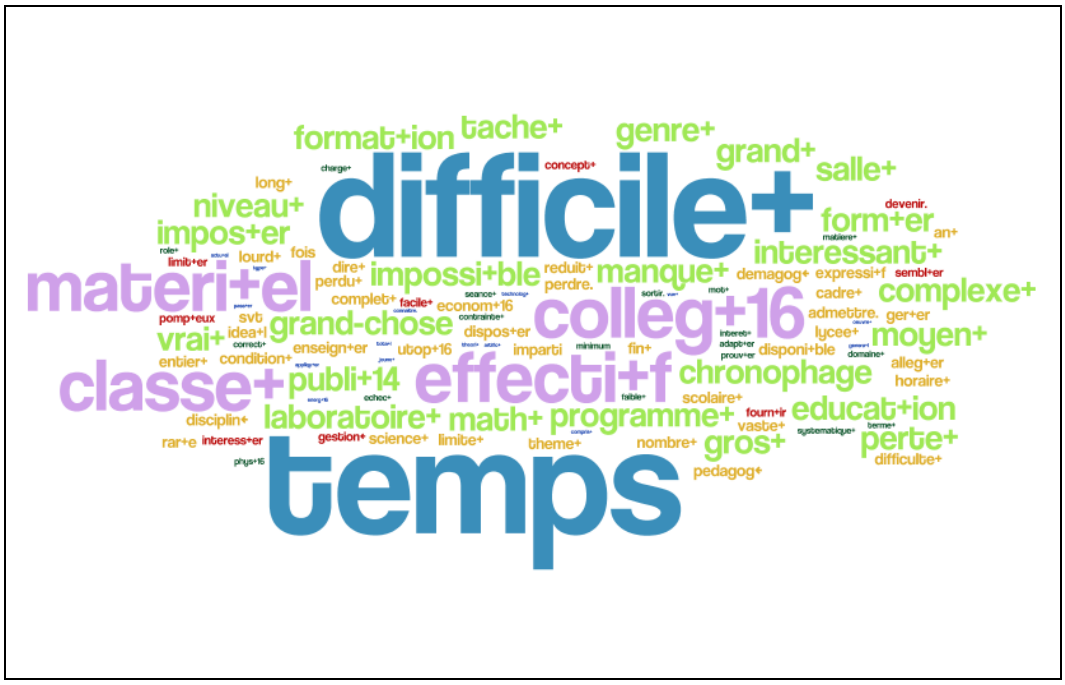


Figure 19 : Nuage de termes du registre lexical des difficultés, correspondant à la classe 5 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants des 4 disciplines à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Discipline	Niveau	Réponse et UCE
SPC	collège / lycée	*« Pas grand chose pour tout avouer. Avec des classes de 35 élèves ou plus, des programmes (collège et lycée confondus)trop longs, sans parler du matériel, il est difficile de placer les élèves dans ce genre de démarche. »* UCE : 2116 Classe : 5 Khi2 : 83 pas **grand-chose** pour tout avouer. avec des **classes** de 35 eleves ou plus, des **programmes,** **college** et **lycee** confondus, trop **longs,** sans **parler** du **materiel,** il est **difficile** de placer les eleves dans ce **genre** de demarche.
Technologie	collège	*« Une idée intéressante, qui présente d'énormes difficultés de mise en place au quotidien (moyens matériels, effectifs, temps), et par conséquent un bénéfice limité. »* UCE : 1733 Classe : 5 Khi2 : 62 une idee **interessante,** qui **presente** d' enormes **difficultes** de mise en-place au quotidien, **moyens materiels, effectifs, temps,** et par-consequent un benefice **limite.**
SVT	collège	*« Je pense qu'il s'agit de partir d'une situation de la vie courante des élèves (chose assez difficile selon le niveau en collège) et de la soumettre aux élèves pour qu'ils essayent de trouver des réponses à tester par la suite. Mais cela est parfois difficile et chronophage sur toutes les séances ! »* UCE : 924 Classe : 5 Khi2 : 6 je-pense qu' il s' agit de partir d' une situation de la vie **courante** des eleves, choses assez **difficile** selon le **niveau** en **college,** et de la soumettre aux eleves pour-que ils essayent de trouver des reponses a tester par la suite. UCE : 925 Classe : 5 Khi2 : 34 mais cela est parfois **difficile** et **chronophage** sur toutes les **seances!**
Mathématiques		*« A 35 élèves, la garantie que la moitié ne fera pas grand chose, que les meilleurs s'en sortiront, que les plus faibles ne suivront pas, et enfin, un grand flottement général. »* UCE : 418 Classe : 5 Khi2 : 27 a 35 eleves, la garantie que la moitie ne fera pas **grand-chose,** que les meilleurs s' en **sortiront,** que les plus **faibles** ne suivront pas, et enfin, un **grand** flottement **general.**

Tableau 8 : Exemples de réponses illustrant le registre lexical des difficultés. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

3.1.2 Registres lexicaux issus de l'analyse des réponses des enseignants de mathématiques

Parmi les 478 enseignants de mathématiques ayant participé à l'enquête, 375 (78%) ont répondu à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?*. L'analyse Alceste de leurs réponses révèle 4 classes d'UCE correspondant à 4 champs lexicaux ou registres.

Le **classe 1** (43% des UCE classées, Figure 20) contient les termes *problème*, *élève*, *solution*, *résoudre*, *laisser*, *donner*, *résolution*, *temps*, *pistes* et se caractérise par de nombreux verbes d'action. Le registre lexical correspondant s'attache donc au questionnement, à la résolution de problème mais semble se situer au niveau de l'élève. On peut supposer qu'il s'agit de mettre l'élève en situation de résoudre un problème, d'autant plus que les absences significatives concernent *conjecturer*, *démonstratif*, *émettre*, qui paraissent se rattacher à une autre phase de la DI en mathématiques (voir la méthodologie d'analyse des réponses ouvertes pour la signification des absences significatives paragraphe 1.5.3.1, p15). On peut rapprocher ce registre lexical de la dévolution du problème dans la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998), phase dans laquelle il s'agit de rendre les élèves responsables de la construction de la solution du problème qui se pose. Des exemples de réponses d'enseignants de mathématiques mobilisant ce registre lexical sont présentés dans Tableau 9.

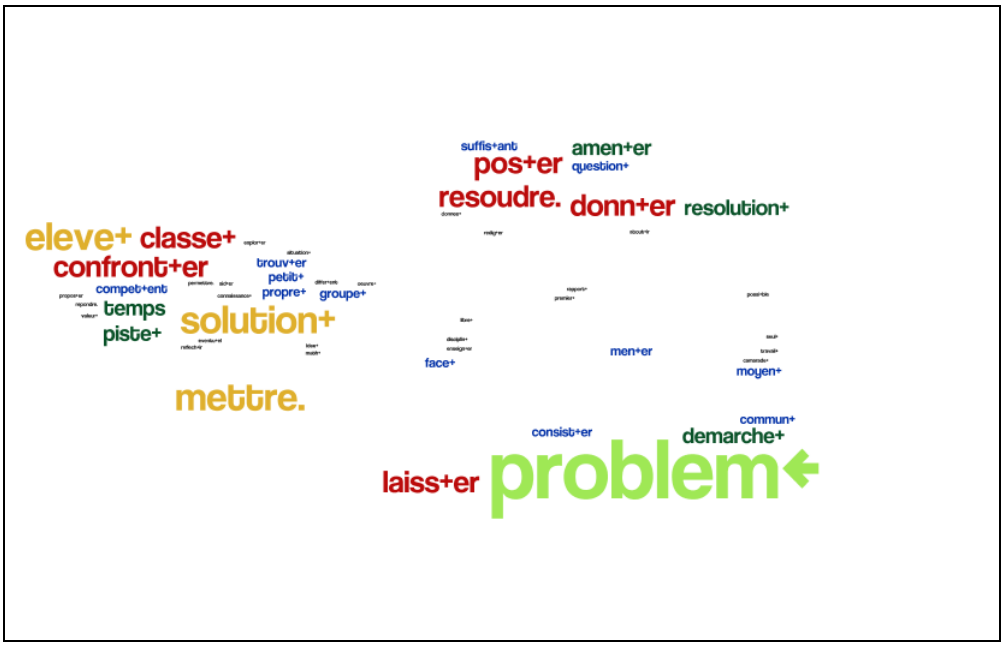


Figure 20 : Nuage de termes du registre lexical de la résolution de problème, correspondant à la classe 1 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de mathématiques à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
collège / lycée	*« C'est confronter les élèves à un problème "nouveau", seul ou en groupe, et les laisser réfléchir, trouver des solutions, des moyens pour répondre à la question en les cadrant dans la rigueur de leur démarche. »* UCE : 175 Classe : 1 Khi2 : 17 c'-est **confronter** les **eleves** a un **probleme nouveau, seul** ou en **groupe,** et les **laisser reflechir, trouver** des **solutions,** des **moyens** pour **repondre** a la **question** en les cadrant dans la rigueur de leur **demarche.**
collège	*« Les mettre face à des problèmes "libres" et les laisser se débrouiller pour trouver une démarche menant à une résolution du problème. »* UCE : 178 Classe : 1 Khi2 : 14 les **mettre face** a des **problemes libres** et les **laisser** se debrouiller pour **trouver** une **demarche menant** a une **resolution** du **probleme.**
lycée	*« Les élèves pratiquent une DI lorsqu'ils ont à résoudre un problème pour lequel la démarche n'est pas proposée ni suggérée et éventuellement pour lequel il y a plusieurs démarches qui mènent à la solution. »* UCE : 454 Classe : 1 Khi2 : 12 les **eleves** pratiquent une di lorsqu' ils ont a **resoudre** un **probleme** pour lequel la **demarche** n' est pas **proposee** ni suggeree et **eventuellement** pour lequel il-y-a plusieurs **demarches** qui **menent** a la **solution.**

Tableau 9 : Exemples de réponses d'enseignants de mathématiques illustrant le registre lexical de la résolution de problème. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

La **classe 2** (27% des UCE classées, Figure 21) qui contient les termes *conjecture(r), émettre*, *démontrer*, *observer*, *prouver*, *preuve*, *valider*… exprime le registre lexical de la démonstration. Son champ lexical reliant la conjecture et sa validation, mobilise observation et expérience, mais parait se distancer de l'activité des *élèves* puisque ce terme fait partie des absences significatives (voir la méthodologie d'analyse des réponses ouvertes pour la signification des absences significatives paragraphe 1.5.3.1, p15). Le terme *problème* est aussi significativement absent de ce registre lexical, montrant bien que l'étape de dévolution évoquée par le registre précédent et l'étape de la démonstration sont séparées dans les définitions proposées par les enseignants, et peut-être aussi dans les démarches d'investigation réalisées en mathématiques. Des exemples de réponses d'enseignants de mathématiques mobilisant ce registre lexical sont présentés Tableau 10.

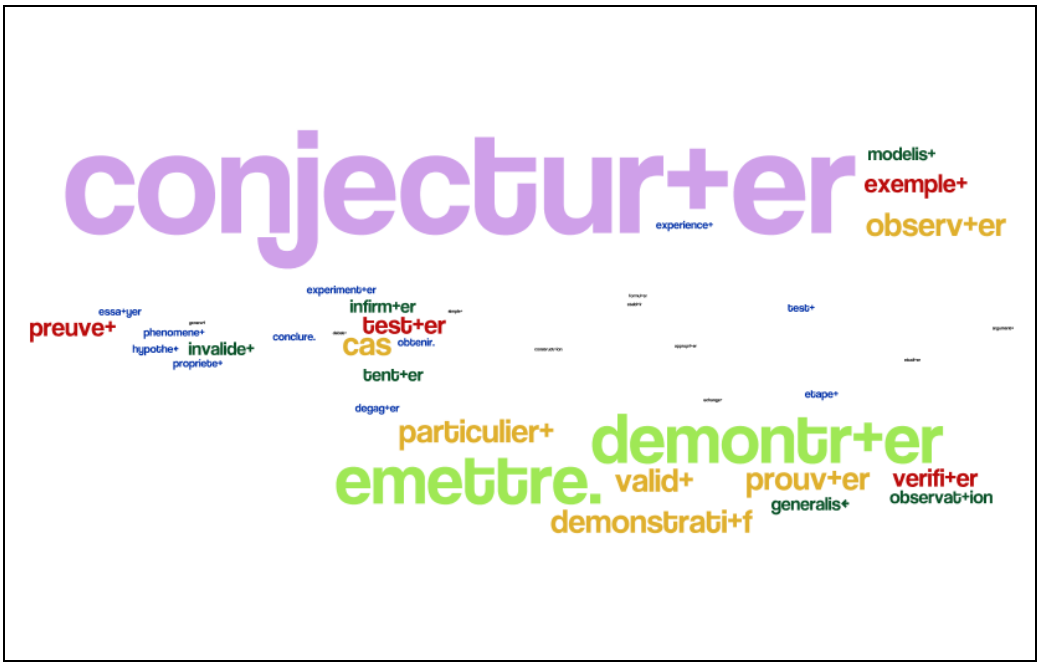


Figure 21 : Nuage de termes du registre lexical de la démonstration, correspondant à la classe 2 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de mathématiques à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
lycée	*« Observer, émettre des conjectures puis tenter de les démontrer »* UCE : 315 Classe : 2 Khi2 : 23 **observer, emettre** des **conjectures** puis **tenter** de les **demontrer.**
collège / lycée	*« Observations, tests, conjecture(s), formulation, recherche de validation, recherche de preuves »* UCE : 349 Classe : 2 Khi2 : 22 **observations, tests, conjecture,** s, **formulation,** recherche de **validation,** recherche de **preuves.**
lycée	*« Formulation d'hypothèses ou de conjectures à partir d'observations, en réponse à un problème, puis construction d'une démonstration généralisant. Ou bien intégration des outils mathématiques pour tenter d'expliquer un phénomène "observable" ou pour répondre à une question. »* UCE : 3 Classe : 2 Khi2 : 20 **formulation** d' **hypotheses** ou de **conjectures** a-partir-d' **observations,** en reponse a un probleme, puis **construction** d' une **demonstration generalisant.** ou bien integration des outils mathematiques pour **tenter** d' expliquer un **phenomene observable** ou pour repondre a une question.

Tableau 10: Exemples de réponses d'enseignants de mathématiques illustrant le registre lexical de la démonstration. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

La **classe 3** (23% des UCE classées, Figure 22) se caractérise par les termes *découvrir*, *notion*, *découverte*, *nouvel*, *évident*, *autonome*, *action* et nous apparait correspondre à un registre lexical de la découverte de nouveaux savoirs associant la nouveauté, la découverte et le développement. Il évoque à la fois l'autonomie et le guidage dans ou vers cette nouveauté et se démarque des deux registres lexicaux précédents, les termes *conjecturer*, *problème*, *poser*, *émettre* et *démontrer* faisant partie des absences significatives (voir la méthodologie d'analyse des réponses ouvertes pour la signification des absences significatives paragraphe 1.5.3.1, p15). C'est le seul registre lexical en mathématiques qui fait vraiment référence aux savoirs par l'intermédiaire du terme *notion*, laissant penser que dans cette discipline, les DI sont associées à la découverte de nouveaux savoirs. Des exemples de réponses d'enseignants de mathématiques mobilisant ce registre lexical sont présentés Tableau 11.

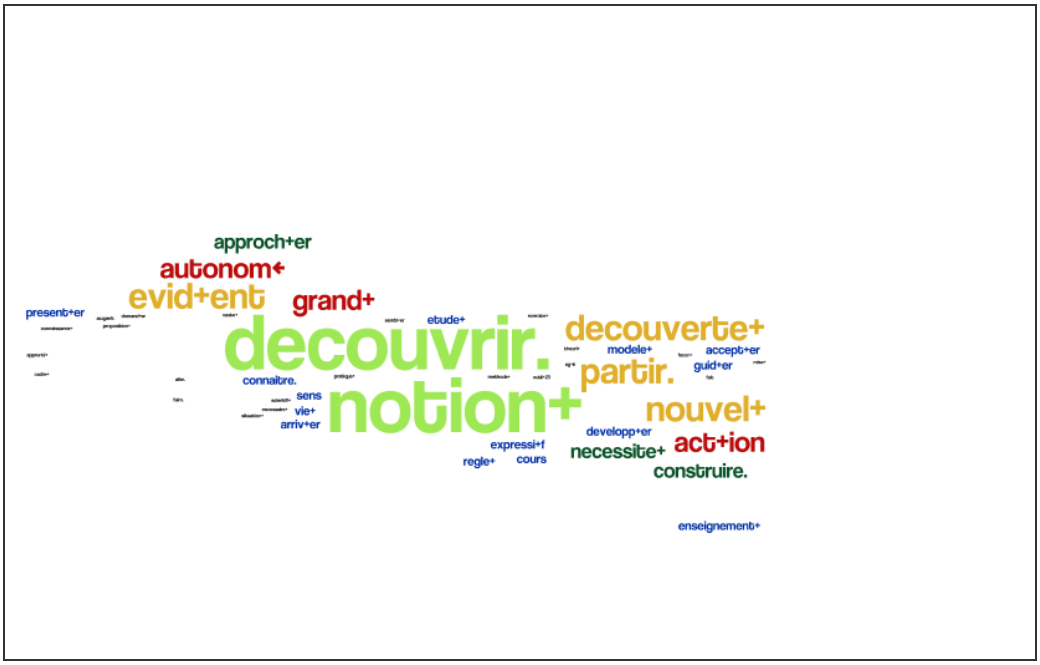


Figure 22 : Nuage de termes du registre lexical de la découverte de nouveaux savoirs, correspondant à la classe 3 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de mathématiques à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
collège	*« cette expression signifie pour moi, faire faire, faire expérimenter, faire construire des notions, des modèles. »* UCE : 133 Classe : 3 Khi2 : 24 cette **expression** signifie pour moi, **faire faire, faire** experimenter, **faire construire** des **notions,** des **modeles.**
lycée	*« possibilité de mettre en valeur ses connaissances pour résoudre des problèmes nouveaux, réinvestir des savoirs et imaginer des solutions à des problèmes proposés, être amené à se poser de nouvelles questions, avoir envie de découvrir de nouvelles notions. »* UCE : 95 Classe : 1 Khi2 : 9 **possibilite** de **mettre** en **valeur** ses **connaissances** pour **resoudre** des **problemes nouveaux,** reinvestir des **savoirs** et imaginer des **solutions** a des **problemes proposes,** etre **amene** a se **poser** de nouvelles **questions,** UCE : 96 Classe : 3 Khi2 : 19 avoir envie de **decouvrir** de **nouvelles notions.**
collège	*« Soumettre les élèves à un "problème ouvert", dont la résolution n'est pas évidente, mais qu'ils peuvent, au moins en partie, aborder avec leurs connaissances initiales : ils doivent confronter leurs méthodes, et on essaie d'en tirer une notion (ou méthode) nouvelle. Pas de grand projet (sur plusieurs séances), pour l'instant »* UCE : 12 Classe : 3 Khi2 : 0 soumettre les eleves a un probleme ouvert, dont la resolution n' est pas **evidente,** mais qu' ils peuvent, au-moins en partie, **aborder** avec leurs connaissances **initiales:** UCE : 13 Classe : 3 Khi2 : 14 ils doivent confronter leurs **methodes,** et on essaie d' en tirer une **notion,** ou **methode, nouvelle.** pas de **grand** projet, sur plusieurs seances, pour l' instant.

Tableau 11: Exemples de réponses d'enseignants de mathématiques illustrant le registre lexical de la découverte de nouveaux savoirs. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

Enfin, la **classe 4** (7% des UCE classées, Figure 23) contient des termes *recherche*, *personnel*, *expérimentation*, *ouvert*, *essai*, *erreur*, *narratif*, ainsi que des références aux interactions sociales avec *débat* et *débattre*. Elle correspond au registre lexical de l'expérimentation individuelle et collective, à l'activité exploratoire ouverte où l'on essaie différentes stratégies, sur différents exemples, pour voir et pour en débattre. Il est intéressant de remarquer qu'avec seulement 7% des UCE classées, ce registre lexical est peu mobilisé dans les réponses des enseignants de mathématiques. Des exemples de réponses mobilisant ce registre lexical sont présentés Tableau 12.

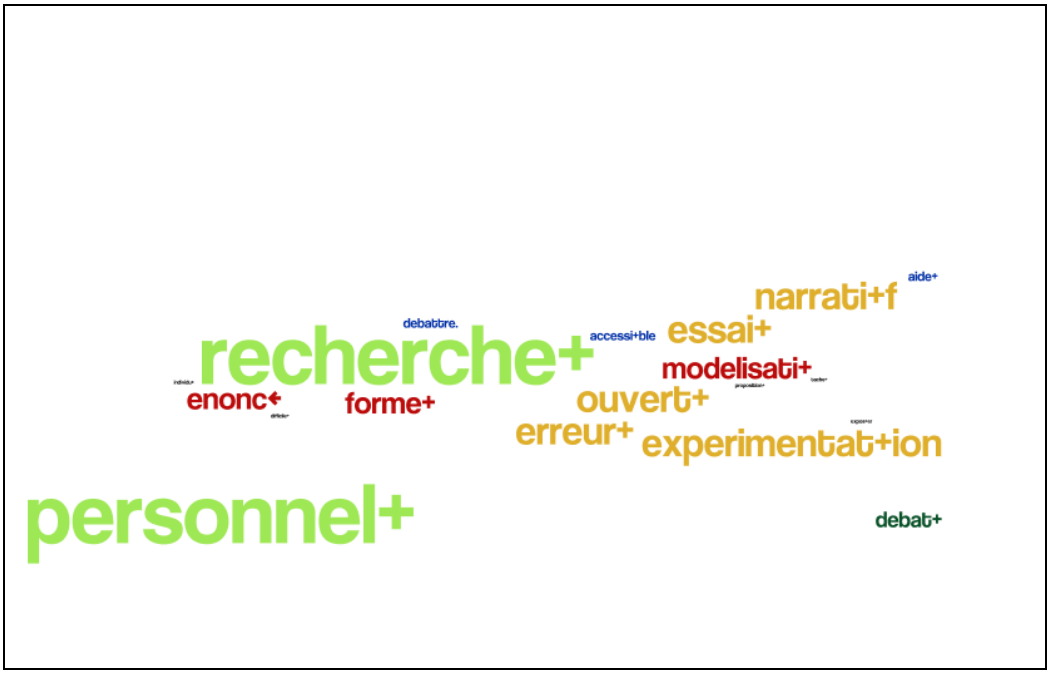


Figure 23 : Nuage de termes du registre lexical de la recherche individuelle et collective, correspondant à la classe 4 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de mathématiques à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
collège	*« Effectuer une recherche, par le dessin, le shéma, les essais et erreurs, les modélisations. Exposer les recherches de plusieurs élèves. Débattre. »* UCE : 209 Classe : 4 Khi2 : 40 effectuer une **recherche,** par le dessin, le shema, les **essais** et **erreurs,** les **modelisations. exposer** les **recherches** de plusieurs eleves. UCE : 210 Classe : 4 Khi2 : 10 **debattre.**
collège / IUFM	*« Un problème ouvert : recherche individuelle, recensement des propositions (sur la réponse mais aussi la méthode), débat jusqu'à la proposition d'essais (comment, sous quelle forme), les essais (manipulation)puis conjecture. Enfin la démonstration (parfois la conjecture est admise). »* UCE : 29 Classe : 4 Khi2 : 27 un probleme **ouvert: recherche individuelle,** recensement des propositions, sur la reponse mais aussi la methode, **debat** jusqu' a la proposition d' **essais,** comment, sous quelle **forme,** les **essais,** manipulation, puis conjecture. UCE : 30 Classe : 2 Khi2 : 9 enfin la **demonstration,** parfois la **conjecture** est admise.
collège	*« Il s'agit d'une recherche individuelle puis collective à l'aide d'expérimentations. Les élèves confrontent leurs résultats, débattent. A l'aide des théorèmes mathématiques et de nouvelles expérimentations les élèves éliminent des réponses, poursuivent leurs conjectures et finissent par valider des réponses. »* UCE. : 113 Classe : 4 Khi2 : 23 il s' agit d' une **recherche individuelle** puis collective a l' **aide** d' **experimentations.** les eleves confrontent leurs resultats, **debattent.** UCE : 114 Classe : 4 Khi2 : 6 a l' **aide** des **theoremes** mathematiques et de nouvelles **experimentations** les eleves eliminent des reponses, poursuivent leurs conjectures et finissent par valider des reponses.

Tableau 12: Exemples de réponses d'enseignants de mathématiques illustrant le registre lexical de la recherche individuelle et collective. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

3.1.3 Registres lexicaux issus de l'analyse des réponses des enseignants de SPC

Parmi les 771 enseignants de SPC ayant répondu à l'ensemble de l'enquête, 656 (soit 85%) ont répondu à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?*. L'analyse de cette question fait apparaître quatre classes identifiées par le logiciel Alceste.

La classe 1 (23% des UCE classées) est associée à un registre lexical centré sur la démarche et plus particulièrement sur les différentes étapes de la DI plutôt que sur l'élève et le savoir (voir nuage de termes, Figure 24). On repère, en effet, la présence significative des mots tels que : *hypothèse*, *résultat*, *confronter*, *expérience*, *mise en commun*, *conclusion*, *élaboration*, *protocole*, *expérimentation*, *observation*, *expérimentation*, *valide*, *infirmer*, *interprétation*. En revanche, on note une absence significative des termes : *élève*, *savoir*, *connaissance* (voir la méthodologie d'analyse des réponses ouvertes pour la signification des absences significatives paragraphe 1.5.3.1, p15). Ainsi, cette classe renvoie à une description de la mise en place de DI et des différentes étapes réalisées par l'élève qui est censé formuler des hypothèses, élaborer un protocole expérimental, réaliser une expérimentation dont le résultat est confronté aux hypothèses formulées pour les valider ou les infirmer. Nous présentons quelques exemples de définitions exprimées par des enseignants et se rapportant à ce registre lexical dans le Tableau 13.

Figure 24 : Nuage de termes du registre lexical de la démarche, correspondant à la classe 1 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de SPC à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
collège	*« situation de questionnement, hypothèse, expérience ou recherche documentaire pour valider ou invalider les hypothèses, observation, mise en commun, conclusion »* UCE : 57 Classe : 1 Khi2 : 28 situation de **questionnement, hypothese, experience** ou **recherche documentaire** pour **valider** ou **invalider** les **hypotheses, observation, mise** en **commun, conclusion.**
lycée	*« Face à une situation problème, il faut aider les élèves à formuler le problème parmi d'autres. Cette étape est trop souvent massacrée! Puis émission des hypothèses dans l'objectif de pouvoir les tester en pratique. Mise en commun. Vérificatiion des hypothèses par la conception et la réalisation des expériences par les élèves. Conclusion, domaine de validité des lois ou des résultats. »* UCE. : 584 Classe : 0 Khi2 : 0 face a une situation probleme, il faut aider les eleves a formuler le probleme parmi d' autres. UCE : 585 Classe : 0 Khi2 : 0 cette etape est trop souvent massacree! puis emission des hypotheses dans l' objectif de pouvoir les tester en pratique. UCE : 586 Classe : 1 Khi2 : 19 **mise** en **commun.** verificatiion des **hypotheses** par la conception et la **realisation** des **experiences** par les eleves. **conclusion,** domaine de **validite** des **lois** ou des **resultats.**
collège	*« Pour moi, c'est une démarche qui enchaîne hypothèse, expérimentation ou recherche, interprétation puis conclusion. »* UCE : 53 Classe : 1 Khi2 : 11 pour moi, c'-est une demarche qui enchaine **hypothese, experimentation** ou **recherche, interpretation** puis **conclusion.**

Tableau 13: Exemples de réponses d'enseignants de SPC illustrant le registre lexical de la démarche. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

La classe 2 (8% des UCE classées) représente un champ lexical relatif aux difficultés liées à la mise en œuvre de la DI. On trouve la présence significative de termes comme : *difficile*, *temps*, *manque*, *perte*, *chronophage*, *matériel* (voir nuage de termes, Figure 25). Cependant, on repère à travers cette classe que les enseignants qui considèrent que les DI présentent des difficultés sont le plus souvent ceux qui ne l'ont pas pratiquée et mise en œuvre en classe (ceux qui ont répondu *non* à la question *Avez-vous déjà mis en œuvre des démarches d'investigation dans vos classes ?*). Une absence significative dans cette classe pour les enseignants de SPC qui mettent en œuvre des DI (qui ont répondu *oui* à la question *Avez-vous déjà mis en œuvre des démarches d'investigation dans vos classes ?*) a été identifiée (voir la méthodologie d'analyse

des réponses ouvertes pour la signification des absences significatives paragraphe 1.5.3.1, p15). Il apparaît donc que les enseignants n'ayant pas mis en œuvre de DI expriment un peu plus de difficultés que ceux qui en ont mis en œuvre.

Nous illustrons le registre lexical correspondant par quelques exemples de définitions données par des enseignants (Tableau 14).

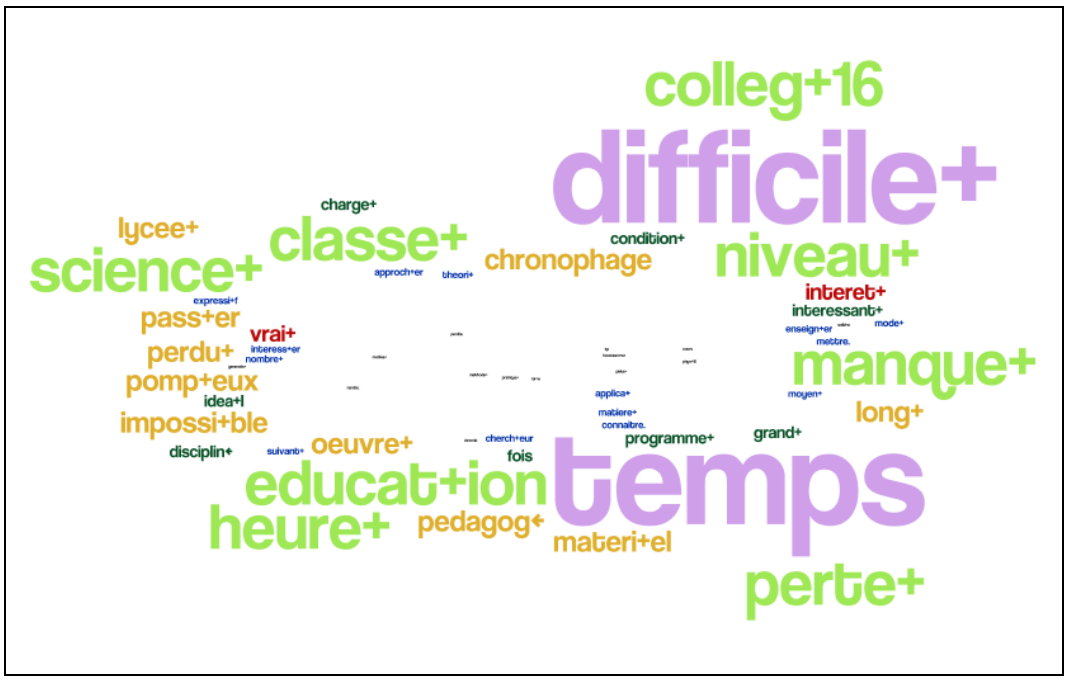


Figure 25 : Nuage de termes du registre lexical des difficultés, correspondant à la classe 2 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de SPC à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
lycée	*« Une technique bien jolie sur le papier, mais difficile à mettre en oeuvre car les classes sont trop chargées et on manque de temps... »* UCE : 885 Classe : 2 Khi2 : 59 une technique bien jolie sur le papier, mais **difficile** a **mettre** en **oeuvre** car les **classes** sont trop chargees et on **manque** de **temps.**
collège	*« Partir d'une situation "problème" et par un questionnement, les guider pour qu'ils arrivent tout seuls à la "réponse". Les élèves doivent être actifs,ils sont les acteur8 de leurs apprentissages. Par manque de temps (programme chargé), de matériel peu diversifié et du niveau très faible e du manque d'autonomie de certains élèves, la démarche d'investigation est difficile à mettre en oeuvre. »* UCE : 148 Classe : 4 Khi2 : 4 partir d' une situation probleme et par un questionnement, les **guider** pour-que ils **arrivent** tout seuls a la reponse. les eleves doivent etre **actifs,** ils sont les **acteur8** de leurs **apprentissages.** UCE : 149 Classe : 2 Khi2 : 55 par **manque** de **temps, programme charge,** de **materiel** peu diversifie et du **niveau** tres faible e du **manque** d' autonomie de certains eleves, la demarche d' investigation est **difficile** a **mettre** en **oeuvre.**
collège	*« une difficulté par manque de moyen en matériel et par le grand nombres d'élèves à gérer »* UCE : 547 Classe : 2 Khi2 : 49 une **difficulte** par **manque** de **moyen** en **materiel** et par le **grand nombres** d' eleves a gerer.

Tableau 14: Exemples de réponses d'enseignants de SPC illustrant le registre lexical des difficultés. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

La classe 3 (39% des UCE classées) est caractérisée par un champ lexical centré sur la présentation de la démarche en tant que situation-problème. On retrouve des termes tels que : *problème*, *poser*, *question*, *situation*, *répondre*, *proposer*, *solution* (voir nuage de termes, Figure 26). Cette classe semble se rapprocher de la classe 1. En effet, ces deux classes sont centrées sur la DI en tant que telle, mais avec la mise en avant d'un problème de recherche dans la classe 3 et une focalisation sur les étapes dans la classe 1. Notons également que ce registre

lexical est peu centré sur le savoir puisqu'on repère l'absence significative des termes *savoir*, *institutionnalisation*, *savoir-faire* (voir la méthodologie d'analyse des réponses ouvertes pour la signification des absences significatives paragraphe 1.5.3.1, p15). Nous donnons quelques exemples de définitions exprimées par des enseignants et liées à cette classe dans le Tableau 15.

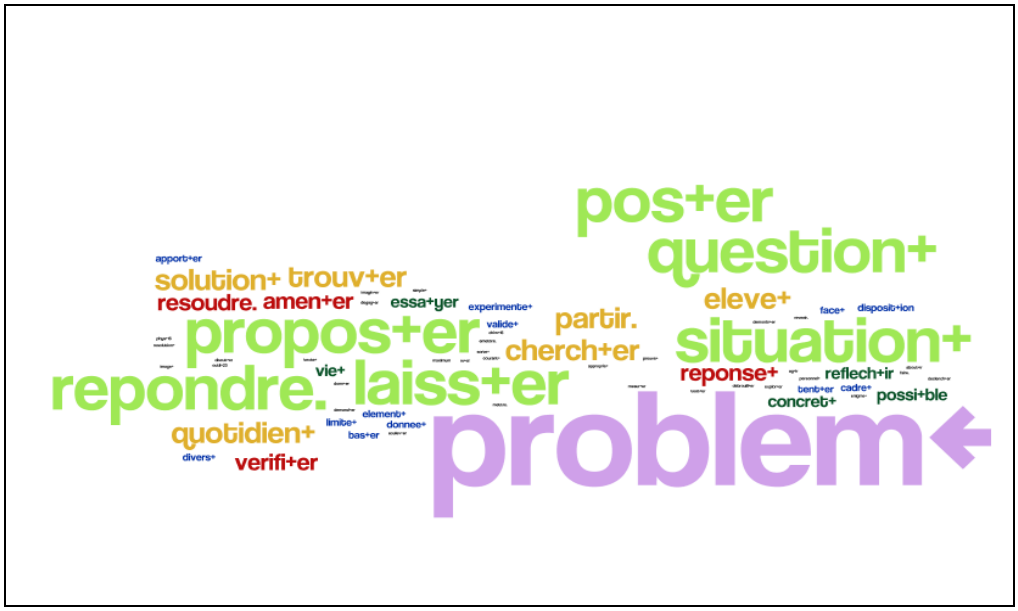


Figure 26 : Nuage de termes du registre lexical de la situation-problème, correspondant à la classe 3 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de SPC à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
lycée	*« Il s'agit pour les élèves de chercher à répondre à une question qui leur est posée à partir d'une situation déclenchante. Ils doivent proposer des hypothèses en argumentant puis trouver les moyens de les tester pour conclure. L'enseignant les encadre dans leur démarche. »* UCE : 511 Classe : 3 Khi2 : 15 il s' **agit** pour les **eleves** de **chercher** a **repondre** a une **question** qui leur est **posee** a-partir-d' une **situation declenchante.** u.c.e. : 512 Classe : 0 Khi2 : 0 ils doivent proposer des hypotheses en argumentant puis trouver les moyens de les tester pour conclure. l' enseignant les encadre dans leur demarche.
collège	*« Partir d'une situation si possible de la vie courante à partir de laquelle les élèves cherchent le problème scientifique à résoudre. Ils émettent une hypothèse pour essayer de le résoudre, puis expérimente, observe et interprète pour vérifier leur hypothèse. Ils concluent en répondant à la question de départ. »* UCE : 87 Classe : 3 Khi2 : 14 **partir** d' une **situation** si **possible** de la **vie courante** a-partir-de laquelle les **eleves cherchent** le **probleme** scientifique a **resoudre.** UCE. : 88 Classe : 3 Khi2 : 4 ils **emettent** une hypothese pour **essayer** de le **resoudre,** puis **experimente,** observe et interprete pour **verifier** leur hypothese. UCE : 89 Classe : 1 Khi2 : 1 ils **concluent** en repondant a la question de **depart.**
lycée	*« Les faire se poser une question sur leur quotidien. Leur proposer des outils pour répondre à cette question. Tenter une réponse (faire des hypothèses) Vérifier expérimentalement ou historiquement. Conclure. »* UCE : 929 Classe : 3 Khi2 : 13 les **faire** se **poser** une **question** sur leur **quotidien.** leur **proposer** des **outils** pour **repondre** a cette **question. tenter** une **reponse, faire** des hypotheses, **verifier** experimentalement ou historiquement. UCE : 930 Classe : 0 Khi2 : 0 conclure.

Tableau 15: Exemples de réponses d'enseignants de SPC illustrant le registre lexical de la situation-problème. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

Le registre lexical relatif à **la classe 4** (25% des UCE classées) est révélateur de l'apport des DI en termes de construction de connaissances par l'élève. On repère des termes comme : *savoir*, *connaissance*, *construire*, *acteur*, *raisonner*, *apprendre*, *évoluer*, *représentations* (voir nuage de termes, Figure 27), avec une absence significative des mots : *hypothèse*, *problème*, *expérience* (voir la méthodologie d'analyse des réponses ouvertes pour la signification des absences significatives paragraphe 1.5.3.1, p15).

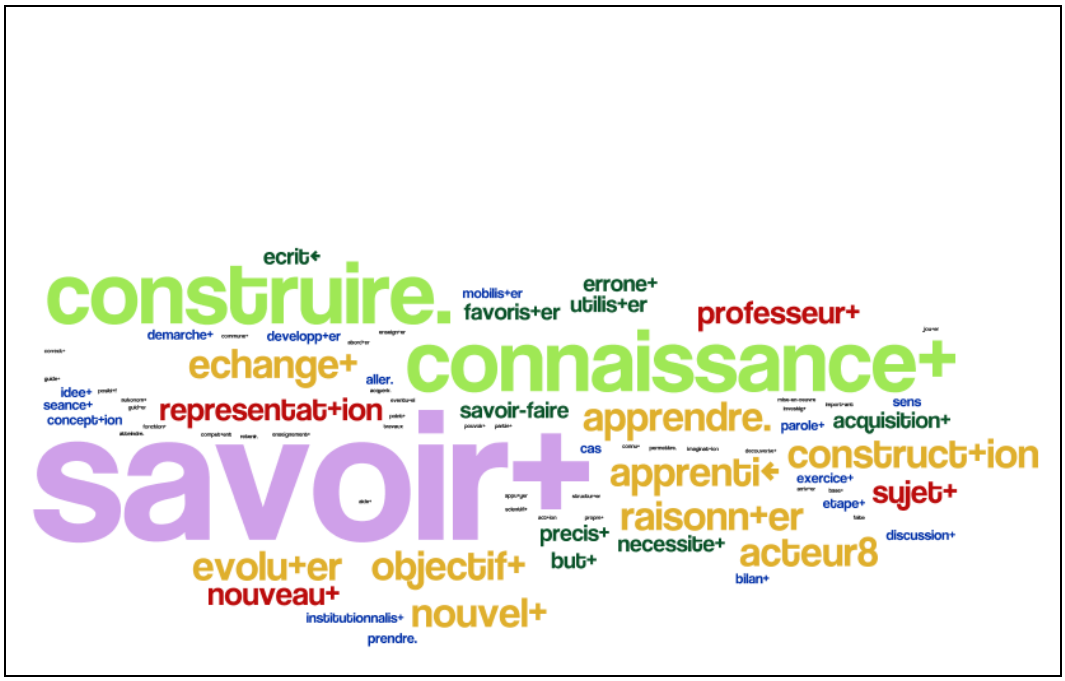


Figure 27 : Nuage de termes du registre lexical de la construction de connaissances, correspondant à la classe 4 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de SPC à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
lycée	*« laisser les élèves émettrent des hypothèses, les tester et les valider ou non. cette démarche peut permettre aux élèves d'être plus actifs en classe, être plus investi dans la construction de leur raisonnement et apprendre à se prendre en main afin d'evoluer vers l'autonomie. »* UCE : 861 Classe : 4 Khi2 : 0 laisser les eleves emettrent des hypotheses, les tester et les valider ou non. UCE : 862 Classe : 4 Khi2 : 25 cette **demarche** peut **permettre** aux eleves d' etre plus **actifs** en classe, etre plus **investi** dans la **construction** de leur **raisonnement** et **apprendre** a se **prendre** en main afin d' **evoluer** vers l' **autonomie.**
collège	*« Pour moi, les démarches d'investigation permettent aux élèves d'être acteur8 de la construction de leur savoir et de vaincre leurs idées préconçues. »* UCE : 873 Classe : 4 Khi2 : 25 pour moi, les **demarches** d' **investigation permettent** aux eleves d' etre **acteur8** de la **construction** de leur **savoir** et de vaincre leurs **idees** preconcues.
collège / lycée	*« La démarche d'investigation est l'apprentissage par soi-même, c'est une démarche de chercheur ou d'ingénieur qu'on doit aborder lorsque le sujet le permet. Cela dit, tout comme la méthode globale n'était pas la solution miracle pour apprendre à lire, la démarche d'investigation n'est certainement pas la meilleure façon d'apprendre : l'enseignant doit choisir le juste milieu. »* UCE : 553 Classe : 4 Khi2 : 21 la **demarche** d' **investigation** est l' **apprentissage** par soi meme, c'-est une **demarche** de chercheur ou d' ingenieur qu' on doit **aborder** lorsque le **sujet** le **permet.** UCE : 554 Classe : 4 Khi2 : 2 cela-dit, tout comme la methode globale n' etait pas la solution miracle pour **apprendre** a lire, la **demarche** d' **investigation** n' est certainement pas la **meilleure** facon d' **apprendre:** l' enseignant doit choisir le juste milieu.

Tableau 16: Exemples de réponses d'enseignants de SPC illustrant le registre lexical de la construction de connaissances. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

Cette classe reflète une vision constructiviste du processus de l'apprentissage à travers la DI et où l'élève est acteur de ce processus. Nous illustrons ce registre lexical par des exemples de définitions exprimées par des enseignants (Tableau 16).

3.1.4 Registres lexicaux issus de l'analyse des réponses des enseignants de SVT

Parmi les 702 enseignants de SVT ayant répondu à l'ensemble de l'enquête, 615 (88%) ont répondu à la question « *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* ». Le logiciel a réparti les 893 UCE en 5 classes.

La **classe 1** (33% des UCE classées, Figure 28) possède un registre lexical centré sur le terme *hypothèse*. On retrouve des termes et des associations de termes liés à l'émergence des hypothèses : *poser/problème, se poser des questions, émettre/hypothèse, proposer/hypothèse* et des termes liés aux procédures de test des hypothèses : *tester, observer, éprouver, expérience, invalider, conclure.* Des marqueurs d'une relation temporelle et des marqueurs d'une relation discursive sont également associés à cette classe. Ces termes et ces marqueurs caractérisent la description d'une démarche scientifique hypothético-déductive centrée sur la formulation d'hypothèses. En appui sur (Develay, 1989) et (Kapala, 2009), on peut considérer que les répondants qui utilisent le registre lexical de cette classe s'exprime davantage sur la description de la méthode scientifique de type hypothético-déductive reconstruite *a posteriori* que sur la démarche scientifique mise en œuvre avec ses errances et ses aller-retour. Cette interprétation est confirmée par certaines absences significatives de termes comme *démarche*, *autonomie*, *investigation*, *construire* (voir la méthodologie d'analyse des réponses ouvertes pour la signification des absences significatives paragraphe 1.5.3.1, p15). Des exemples de réponses correspondant à ce registre lexical sont présentés dans le Tableau 17.
Les termes *observation*, *observer*, les termes associés comme *partir/observation* montrent, l'importance de l'observation pour les enseignants de SVT dans la phase de formulation du problème.

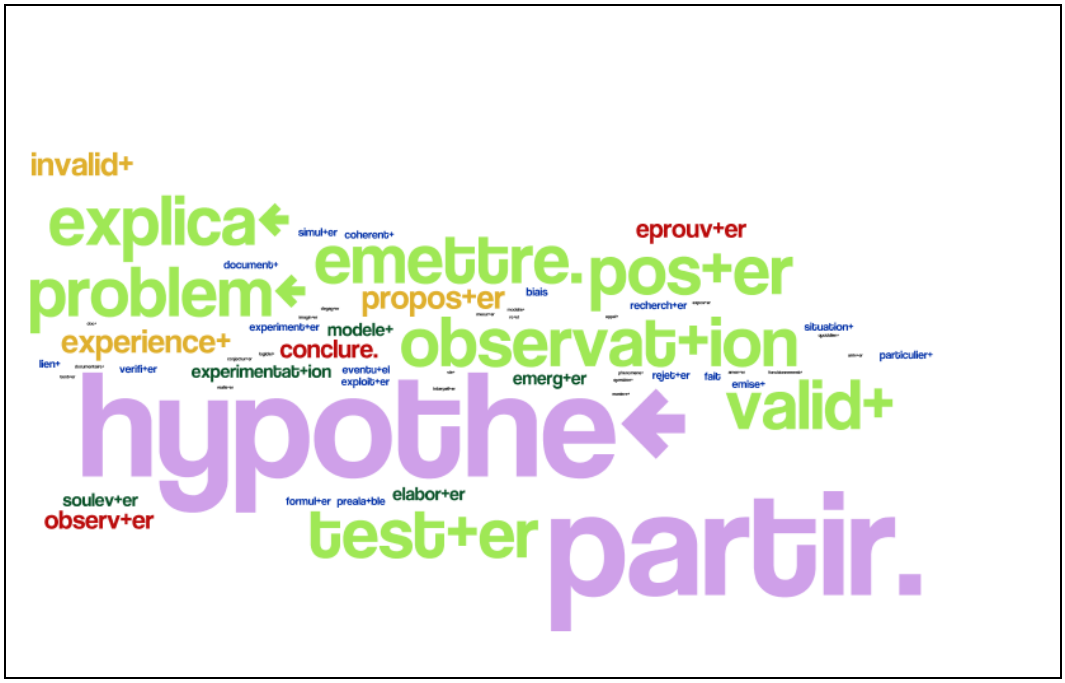


Figure 28 : Nuage de termes du registre lexical des étapes caractérisant le registre lexical de la méthode scientifique centrée sur la formulation d'hypothèses, correspondant à la classe 1 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de SVT à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
collège	*« Se poser un problème à partir d'observations ou autres, cela conduit à la formulation d'hypothèse(s) ou conjecture que l'on teste pour les valider ou invalider. »* UCE : 289 Classe : 1 Khi2 : 16 se **poser** un **probleme** a-partir-d' **observations** ou autres, cela conduit a la **formulation** d' **hypothese,** s, ou **conjecture** que l' on **teste** pour les **valider** ou **invalider.**
collège	*« A partir d'une observation du réel se poser des questions, un problème émettre des hypothèses, les vérifier par une expérience, un modèle,un texte, conclure pour valider ou non l'hypothèse. »* UCE : 854 Classe : 1 Khi2 : 15 a-partir-d' une **observation** du **reel** se **poser** des-questions, un **probleme emettre** des **hypotheses,** les verifier par une **experience,** un **modele,** un texte, **conclure** pour **valider** ou non l' **hypothese.**
lycée	*« partir d'un fait d'observation, poser un problème, émettre une hypothèse, faire une expérience pour vérifier l'hypothèse ou observer des documents, faire l'observation des résultats d'expérience, expliquer puis confronter à l'hypothèse et soumettre un autre problème »* UCE : 268 Classe : 1 Khi2 : 13 **partir** d' un **fait** d' **observation, poser** un **probleme, emettre** une **hypothese,** faire une **experience** pour verifier l' **hypothese** ou **observer** des **documents,** faire l' **observation** des resultats d' **experience,** u.c.e. : 269 Classe : 0 Khi2 : 0 expliquer puis confronter a l' hypothese et soumettre un autre probleme.

Tableau 17 : Exemples de réponses d'enseignants de SVT illustrant le registre lexical de la méthode scientifique centrée sur la formulation d'hypothèses. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

La **classe 3** (21% des UCE classées, Figure 29) est à rapprocher de la classe 1. Elle est centrée sur les termes *conclusion* et *résultat(*s). Elle est encore caractérisée par des termes et des associations de termes relatifs aux tests des hypothèses conduisant aux résultats : *hypothèse, conséquences/vérifier, analyse/résultats, hypothèse/protocole, protocole/ expérimentation, interprétation* et encore *test, vérifier, infirmer, confronter…* Cette classe se caractérise également par les absences significatives des termes *élève*, *faire*, *résoudre* (voir la méthodologie d'analyse des réponses ouvertes pour la signification des absences significatives paragraphe 1.5.3.1, p15). Il s'agit, comme dans la classe 1 d'une description de la méthode scientifique de type hypothético-déductive, et non de la démarche des élèves, mais cette fois centrée sur la phase de test des hypothèses et d'analyse des résultats. Des exemples de réponses correspondant à ce registre lexical sont présentés Tableau 18.

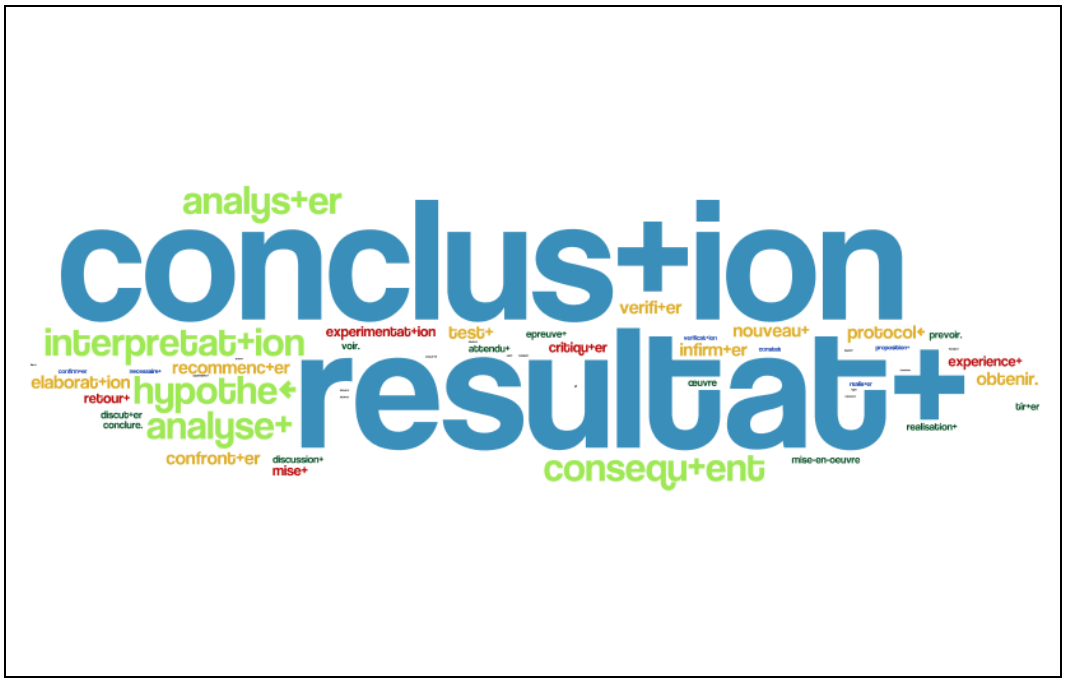


Figure 29 : Nuage de termes du registre lexical de la méthode scientifique centrée sur le test des hypothèses, correspondant à la classe 3 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de SVT à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
collège / lycée	*« Démarche d'investigation: permettre aux élèves de mener en totalité ou partiellement un raisonnement allant de la mise en place d'un problème scientifique, l'émission d'hypothèse, la mise en place d'une conséquence vérifiable puis la mise en place d'un protocole expérimental ainsi que sa mise en oeuvre. Cela doit aboutir à l'analyse des résultats et la proposition d'une explication + conclusion. »* **UCE : 282 Classe : 2 Khi2 : 2** **demarche** d' **investigation:** permettre aux **eleves** de **mener** en totalite ou partiellement un raisonnement **allant** de la mise en-place d' un probleme **scientifique,** l' emission d' hypothese, UCE : 283 Classe : 3 Khi2 : 58 la **mise** en-place d' une **consequence verifiable** puis la **mise** en-place d' un **protocole experimental** ainsi que sa **mise-en-oeuvre.** cela doit **aboutir** a l' **analyse** des **resultats** et la **proposition** d' une explication **conclusion.**
lycée	*« Face à un problème biologique, formuler des hypothèses explicatives, concevoir un protocole prévoyant des conséquences vérifiables permettant de tester l'hypothèse. Les conséquences vérifiables incluront l'aspect statistique de l'évaluation pour rendre une généralisation acceptable. Mise en œuvre du protocole. Analyse des résultats: observation, interprétation, conclusion répondant à l'hypothèse. »* UCE : 60 Classe : 0 Khi2 : 0 face a un probleme biologique, formuler des hypotheses explicatives, concevoir un protocole prevoyant des consequences verifiables permettant de tester l' hypothese. UCE : 61 Classe : 3 Khi2 : 25 les **consequences verifiables** incluront l' aspect statistique de l' evaluation pour rendre une generalisation acceptable. **mise** en **œuvre** du **protocole. analyse** des **resultats:** observation, **interpretation, conclusion** repondant a l' hypothese.
lycée	*« démarche en 7 étapes : observation, problème scientifique, hypothèse, conséquences prévisibles, expérimentation, analyse et interprétation des résultats, conclusion (validation ou infirmation des hypothèses) - Comme il est souvent impossible de la mener d'un bout à l'autre, on insiste selon le sujet et le matériel sur l'une ou l'autre de ces étapes. »* UCE : 596 Classe : 3 Khi2 : 12 demarche en 7 etapes: observation, probleme scientifique, hypothese, **consequences** previsibles, **experimentation, analyse** et **interpretation** des **resultats, conclusion,** validation ou **infirmation** des hypotheses, comme il est souvent impossible de la mener d' un bout a l' autre, UCE : 597 Classe : 5 Khi2 : 21 on insiste selon le **sujet** et le **materiel** sur l' une ou l' autre de ces etapes.

Tableau 18 : Exemples de réponses d'enseignants de SVT illustrant le registre lexical de la méthode scientifique centrée sur le test des hypothèses. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

Les classes 1 et 3 rassemblent 54% des UCE classées, autrement dit plus de la moitié des UCE classées décrivent une méthode scientifique hypothético-déductive qui peut être reliée à la démarche d'investigation prototypique présentée dans les instructions officielles.
Les répondants ayant moins de 5 ans d'ancienneté sont significativement liés à la classe 3 alors que ceux ayant 30 ans et plus d'ancienneté sont significativement liés à la classe 1. Les jeunes enseignants semblent relier davantage la phase de test des hypothèses à la démarche d'investigation, alors que les enseignants ayant plus d'ancienneté semblent la relier davantage la phase de formulation des hypothèses..

Le registre lexical de la **classe 2** représente 24% des UCE classées (Figure 30). Cette classe est caractérisée par une série de termes liés de façon à peu près équivalente à la classe : *élève*, *démarche, investigation, outils, solution, résoudre* ; puis : *essayer, action, aller, situation, mettre/en/ œuvre …* Des marqueurs de la personne sont également liés à cette classe. Ainsi, ce registre lexical est centré sur l'élève, acteur qui recherche des solutions. Un verbe comme *essayer* souligne le tâtonnement de la démarche. Ce registre lexical parait davantage en relation avec l'aspect «investigation» des DI, c'est-à-dire la démarche au sens de cheminement, permettant l'errance décrite par les philosophes des sciences à propos de l'activité scientifique. Des exemples de réponses illustrant ce registre lexical sont donnés dans le Tableau 19.
Cette classe est corrélée positivement aux enseignants impliqués dans des activités de formation, de recherche, d'inspection. Ce résultat montre que ces enseignants spécifiquement engagés dans leur métier s'expriment plus volontiers sur cette dimension des DI. Elle est

également inversement corrélée aux enseignants du lycée, ce qui laisserait entendre qu'il est plus facile au collège de donner aux élèves une part d'autonomie et d'initiative qu'au lycée.

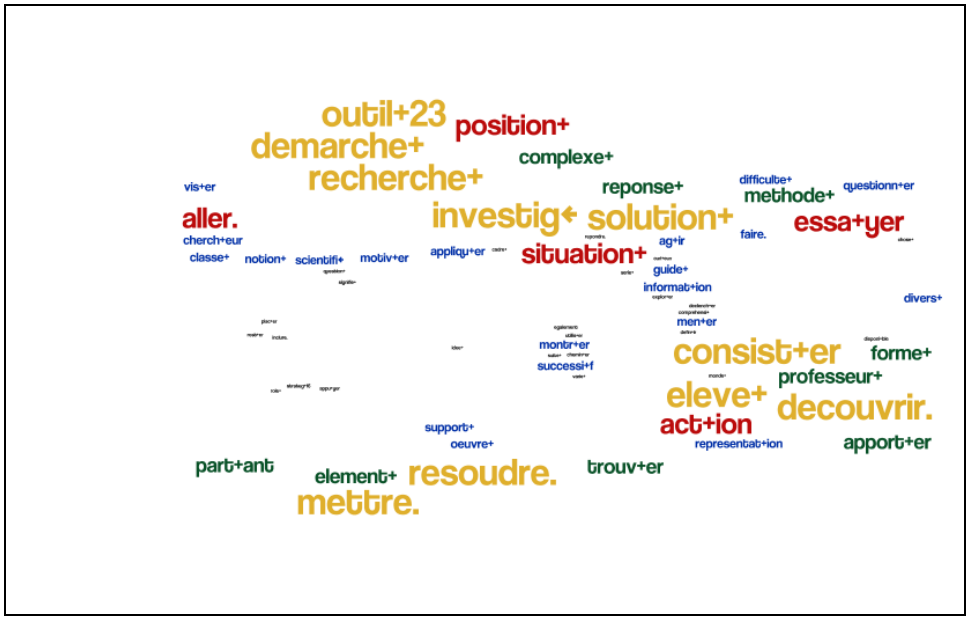


Figure 30 : Nuage de termes du registre lexical de l'investigation scientifique, correspondant à la classe 2 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de SVT à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
collège	*« Il s'agit de la démarche qui vise à mettre l'élève en position de chercheur, quel que soit le moyen utilisé pour obtenir la réponse recherchée. »* UCE : 340 Classe : 2 Khi2 : 19 il s' **agit** de la **demarche** qui **vise** a **mettre** l' **eleve** en **position** de **chercheur,** quel que soit le **moyen utilise** pour obtenir la **reponse recherchee.**
collège	*« La démarche d'investigation consiste à considérer la classe comme une équipe de chercheurs qui va se poser des questions et tâtonner pour essayer de répondre à ce questionnement scientifique. Les élèves, plus ou moins guidés par le professeur choisissent d'explorer une ou plusieurs pistes, font un va-et-vient entre le questionnement et ce qu'ils obtiennent. »* UCE : 727 Classe : 2 Khi2 : 19 la **demarche** d' **investigation consiste** a considerer la **classe** comme une equipe de **chercheurs** qui **va** se poser des-questions et tatonner pour **essayer** de **repondre** a ce **questionnement scientifique.** UCE : 728 Classe : 2 Khi2 : 7 les **eleves,** plus ou moins **guides** par le **professeur** choisissent d' **explorer** une ou plusieurs pistes, **font** un va-et-vient entre le **questionnement** et ce-que ils obtiennent.
collège / lycée	*« démarche qui consiste à rencontre compte de solutions diverses pour un problème donné en utilisant plusieurs supports de recherche. Se mettre dans les conditions proche d'un scientifique au problème à résoudre. »* UCE : 2 Classe : 2 Khi2 : 13 **demarche** qui **consiste** a rencontre compte de **solutions diverses** pour un probleme **donne** en **utilisant** plusieurs **supports** de **recherche.** se **mettre** dans les conditions proche-d' un **scientifique** au probleme a **resoudre.**

Tableau 19: Exemples de réponses d'enseignants de SVT illustrant le registre lexical de l'investigation scientifique. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

La **classe 4** (15% des UCE classées) regroupe des termes relatifs aux apprentissages (Figure 31). Cette classe est centrée sur le terme *savoir(s)* et possède d'autres termes relatifs aux savoirs : *connaissances, notions, savoir-faire, capacités, attitudes.* Il existe encore tout un lexique relatif à l'activité cognitive appartenant à cette classe : *construire*, *développer, raisonner, approprier, investir*… Les termes *acteur, élève, construction* suggèrent que les DI sont envisagés comme moyen pour impliquer les élèves dans leurs apprentissages. Le terme *cours,* fortement lié à cette classe, renvoie à la trace écrite, à ce qui est institutionnalisé à l'issu d'une

DI et donc aux apprentissages attendus. Des exemples de réponses illustrant ce registre lexical sont présentés Tableau 20. Les enseignants déclarant n'avoir jamais mis en œuvre de DI dans leur classe sont significativement absents de cette classe.

Figure 31 : Nuage de termes du registre lexical des apprentissages correspondant à la classe 4 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de SVT à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
collège	*« La démarche d'investigation incite l'élève à construire son savoir, à être acteur8 dans la construction du cours. L'élève doit se sentir impliqué (motivation) dans la résolution d'un problème scientique pour lequel il aura formulé une ou plusieurs hypothèses qu'il conviendra de tester. »* UCE : 476 Classe : 4 Khi2 : 24 la demarche d' investigation incite l' eleve a **construire** son **savoir,** a etre **acteur8** dans la **construction** du **cours.** l' eleve doit se sentir **implique, motivation,** dans la resolution d' un probleme scientique pour lequel il aura formule une ou plusieurs hypotheses qu' il conviendra de tester.
collège	*« Permettre à l'élève de construire son savoir en adoptant une ou plusieurs étapes de la démarche scientifique. »* UCE : 831 Classe : 4 Khi2 : 19 **permettre** a l' eleve de **construire** son **savoir** en adoptant une ou plusieurs **etapes** de la demarche scientifique.
lycée	*« un cadre pour construire de maniere intelligente des savoirs et qui peut dont l4ense;ble des etapes peuvent etre reinvesties dans la resolution de problemes quotidien. »* UCE : 240 Classe : 4 Khi2 : 9 un cadre pour **construire** de-maniere intelligente des **savoirs** et qui peut dont l4ense; ble des **etapes** peuvent etre reinvesties dans la resolution de problemes quotidien. »

Tableau 20 : Exemples de réponses d'enseignants de SVT illustrant le registre lexical des apprentissages. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

La **classe 5** (8% des UCE classées, Figure 32) regroupe des termes qui renvoient aux modalités d'organisation de la mise en place d'une DI, *groupe, travail/groupe, matériel, temps.* Ces termes sont associés à *professeur, enseigner, fournir*, *demander, imposer* qui montrent que cette phase d'organisation est sous la responsabilité de l'enseignant. Par ailleurs, ce lexique est encore associé aux termes *chronophage*, *difficiles* et à des marqueurs d'intensité (*très, beaucoup*, …) qui révèlent des difficultés à organiser des DI dans la classe. Des exemples de réponses illustrant ce registre lexical sont présentés Tableau 21.
Cette classe est très positivement liée aux enseignants déclarant n'avoir jamais mis en œuvre de DI dans leur classe et à ceux exerçant au lycée. Inversement, les enseignants de collège et ceux ayant déjà mis en œuvre une DI sont significativement absents de cette classe. Il

semblerait que ceux qui exercent au lycée et/ou n'ayant jamais mis en œuvre une DI voient plus de contraintes à la mise en œuvre de DI que ses éventuels apports.

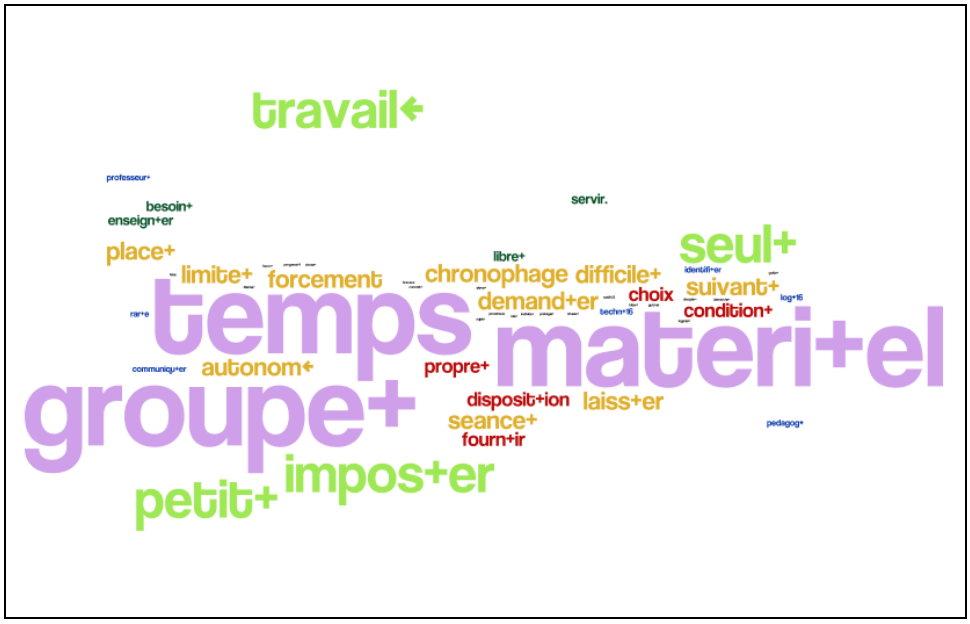


Figure 32 : Nuage de termes du registre lexical organisation-difficultés, correspondant à la classe 5 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de SVT à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
lycée	*« Travail en totale autonomie, sans limite de temps ni de matériel, autour d'un problème scientifique proposé par le professeur en général. Les élèves sont libres des expériences réalisées, même si les protocoles peuvent leur être fournis à la demande. Un travail de confrontation et de concertation peut être guidé par l'enseignant qui sert de guide mais n'impose rien. »* UCE : 309 Classe : 5 Khi2 : 41 **travail** en totale **autonomie,** sans **limite** de **temps** ni de **materiel,** autour d' un probleme scientifique propose par le professeur en-general. UCE : 310 Classe : 5 Khi2 : 56 les eleves sont **libres** des experiences realisees, meme si les protocoles peuvent leur etre **fournis** a la **demande.** un **travail** de confrontation et de concertation peut-etre guide par l' **enseignant** qui **sert** de guide mais n' **impose** rien.
lycée	*« s'interrogez, proposer des hypothèses, proposer des activités pour résoudre les hypothèses; mettre en oeuvre les activités par petit groupe, en autonomie; mettre à disposition du matériel, des ressource; faire des bilans intermédiaires pour optimiser la progression ; présenter les résultats des activités de chaque groupe; faire un bilan général . Toutes ces étapes nécessitent beaucoup de temps. »* UCE : 723 Classe : 5 Khi2 : 11 s' interrogez, proposer des hypotheses, proposer des activites pour resoudre les hypotheses; mettre en oeuvre les activites par **petit groupe,** en **autonomie;** UCE : 724 Classe : 5 Khi2 : 9 mettre a **disposition** du **materiel,** des **ressource;** faire des bilans intermediaires pour optimiser la progression; presenter les resultats des activites de chaque **groupe;** UCE : 725 Classe : 5 Khi2 : 2 faire un bilan **general.** toutes ces etapes necessitent beaucoup de **temps.**
collège / lycée	*«Laisser libre, lâcher prise tout en étant guide de cette démarche Rechercher, faire se confronter à ses conceptions initiales, développer l'observation, faire se confronter les idées de chacun, débat Besoin de beaucoup de temps avec les élèves, de matériel, de préparation, tellement mieux avec un aide de laboratoire »* UCE : 889 Classe : 5 Khi2 : 11 **laisser libre,** lacher prise tout en etant guide de cette demarche rechercher, faire se confronter a ses conceptions initiales, developper l' observation, faire se confronter les idees de chacun, debat **besoin** de beaucoup de **temps** avec les eleves, UCE : 890 Classe : 5 Khi2 : 4 de **materiel,** de preparation, tellement mieux avec un **aide** de **laboratoire.**

Tableau 21 : Exemples de réponses d'enseignants de SVT illustrant le registre lexical organisation-difficultés. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

3.1.5 Registres lexicaux issus de l'analyse des réponses des enseignants de technologie

En technologie, 655, soit 82% des répondants de cette discipline, ont répondu à la question ouverte *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* L'analyse Alceste de leurs réponses fait apparaitre 5 classes différentes.
La **classe 1,** qui représente 26% des UCE classées, est la deuxième classe la mieux représentée (Figure 33). Les termes les plus fortement associés à cette classe sont *problème, solution, poser, rechercher, trouver,* puis, *résoudre, répondre, essayer, chercher.* Les termes suivants sont souvent associés deux à deux : *poser/problème, résoudre/problème, chercher/solution*. Cette classe correspond donc à un lexique caractérisant le registre de *la résolution de problème.* Les verbes sont les catégories grammaticales les plus représentées et le terme *élève(s)* est également lié à cette classe. Autrement dit, l'élève est impliqué activement dans cette phase de résolution du problème. Des exemples de réponses illustrant ce registre lexical sont présentés dans le Tableau 22.

Niveau	Réponse et UCE
collège	*« Poser un problème et faire chercher des solutions ou des pistes de réflexion aux élèves. »* UCE : 172 Classe : 1 Khi2 : 19 **poser** un **probleme** et **faire chercher** des **solutions** ou des **pistes** de **reflexion** aux **eleves.**
collège	*« un problème posé : du matériel à disposition des élèves pour tester toutes les idées trouvées pour résoudre ce problème »* UCE : 383 Classe : 1 Khi2 : 15 un **probleme pose:** du materiel a **disposition** des **eleves** pour **tester** toutes les **idees trouvees** pour **resoudre** ce **probleme.**
collège	*« Poser un problème aux élèves et leur donner les moyens de trouver des solutions ou des pistes de réponses »* UCE : 573 Classe : 1 Khi2 : 15 **poser** un **probleme** aux **eleves** et leur **donner** les moyens de **trouver** des **solutions** ou des **pistes** de **reponses.**

Tableau 22 : Exemples de réponses d'enseignants de technologie illustrant le registre lexical la résolution de problème. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

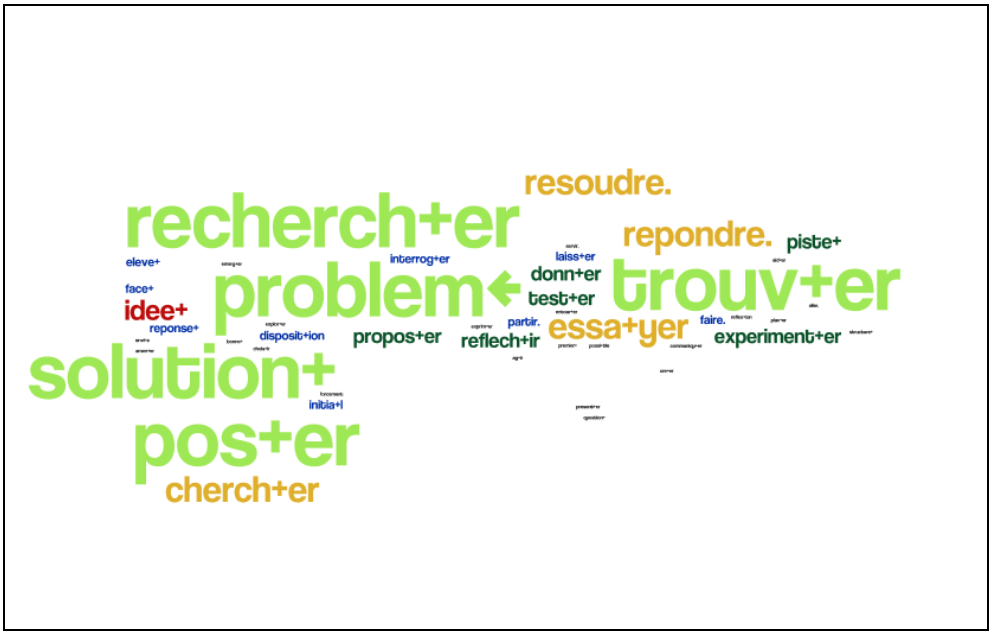


Figure 33 : Nuage de termes du registre lexical de la résolution de problème, correspondant à la classe 1 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de technologie à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

La classe 2 représente 23% des UCE classés (Figure 34). Elle est caractérisée par un registre lexical centré sur le terme *hypothèse* et par des marqueurs d'une relation temporelle. Le lexique présent décrit ici la mise en œuvre d'une démarche centrée sur l'*hypothèse* : à partir d'une *situation (situation/problème, situation/déclenchante), émettre,* ou encore *formuler, dégager, élaborer* des *hypothèses* ; et tester ces hypothèses : *expérimentation, expérience, vérifier, valider, infirmer* pour *tirer/conclusion.* La réalisation par les élèves occupe également une place importante dans ce registre lexical, puisqu'il s'agit de mettre en *œuvre*, de réaliser des *protocoles*, de *manipuler.* La classe 2 décrit la mise en œuvre d'une démarche d'investigation de type hypothético-déductif, ou plus justement de la méthode hypothético-déductive s'appuyant sur la présentation de la DI des instructions officielles. Des exemples de réponses illustrant ce registre lexical sont présentés dans le Tableau 23.

Niveau	Réponse et UCE
collège	*« observation d'un phénomène puis émission d'hypothèses puis expérimentations pour vérifier les hypothèses puis conclusion et généralisation. »* UCE : 588 Classe : 2 Khi2 : 13 observation d' un phenomene puis **emission** d' **hypotheses** puis **experimentations** pour **verifier** les **hypotheses** puis **conclusion** et **generalisation.**
collège	*« à partir d'un problème posé, on émet des hypothèses de réponses puis on fait des recherches ou des expérimentations afin de valider ou non les hypothèses émises au départ »* UCE : 127 Classe : 2 Khi2 : 11 a-partir-d' un probleme pose, on **emet** des **hypotheses** de reponses puis on fait des **recherches** ou des **experimentations** afin de **valider** ou non les **hypotheses emises** au **depart.**
collège	*« Une hypothèse, un test puis une conclusion. »* UCE : 206 Classe : 2 Khi2 : 11 une **hypothese,** un **test** puis une **conclusion.**

Tableau 23 : Exemples de réponses d'enseignants de technologie illustrant le registre lexical de la méthode d'investigation hypothético-déductive. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

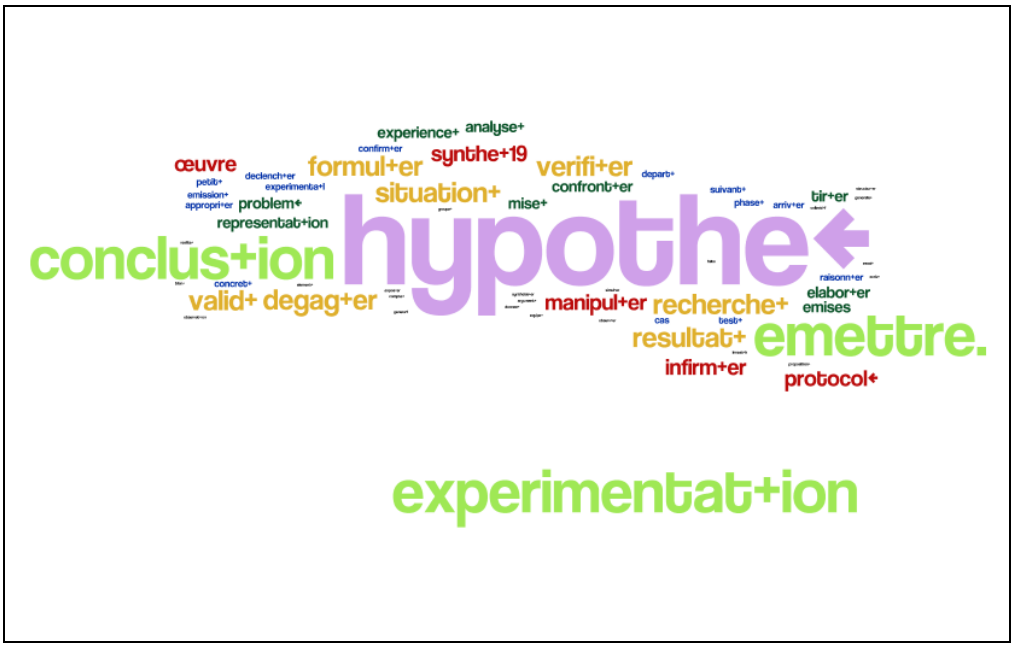


Figure 34 : Nuage de termes du registre lexical de la méthode d'investigation hypothético-déductive, correspondant à la classe 2 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de technologie à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

La classe 3 qui représente 12% des UCE classées est présentée Figure 35. Elle est caractérisée par des termes qui semblent plus spécifiques de la discipline technologie. Ce registre lexical est centré sur le terme *comprendre,* il mobilise également les termes *pratiquer, appliquer*, *application, justifier*, *fabriquer*, *améliorer* qui appartiennent de façon exclusive ou presque exclusivement à cette classe. Les termes suivants sont souvent reliés :

observation/maquette, système/maquette, comprendre/expliquer, analyser/justifier, objet/technique. Ce registre lexical de la compréhension du fonctionnement d'un objet montre qu'en technologie, une démarche d'investigation vise avant tout à comprendre les solutions techniques mobilisées pour réaliser un objet. Les réponses présentées dans le Tableau 24 illustrent ce registre lexical.

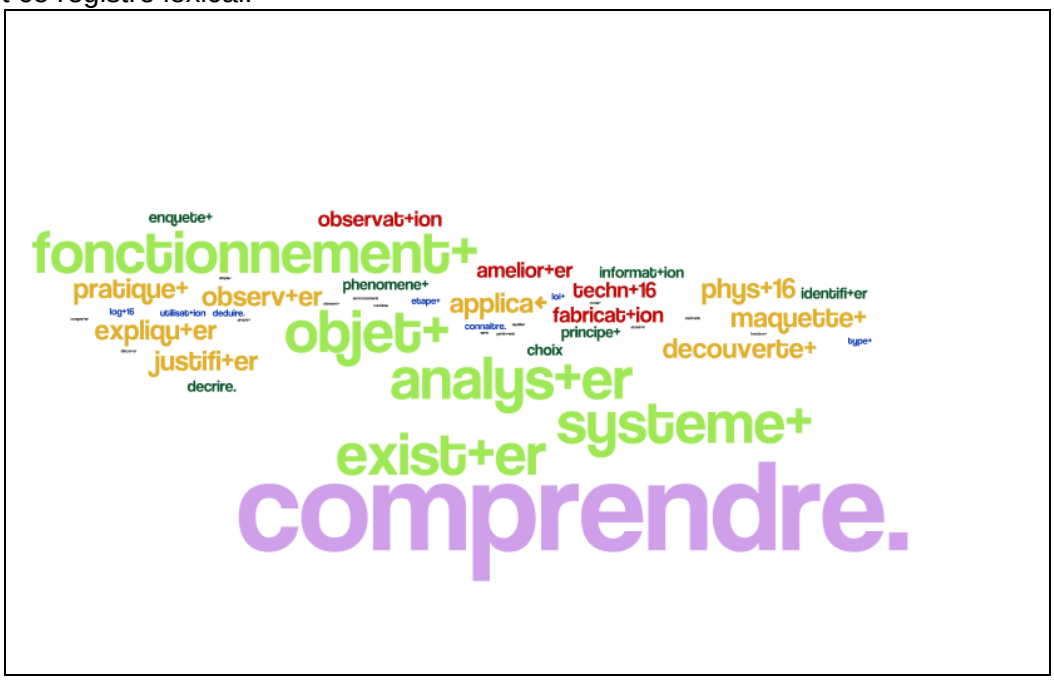


Figure 35 : Nuage de termes du registre lexical de la compréhension du fonctionnement d'un objet, correspondant à la classe 3 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de technologie à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
collège	*« Bonjour, En technologie la démarche d'investigation est d'un intérêt très limité. Elle reste totalement inadaptée lorsque l'objet technique est extrait de son contexte de production ou d'utilisation, pour isoler le besoin auquel il répond, analyser son fonctionnement ou justifier les choix et solutions pratiques associés à sa fabrication. L'associer à d'autres étapes plus pertinentes n'a pas été* UCE : 378 Classe : 5 Khi2 : 15 bonjour, en **technologie** la **demarche** d' **investigation** est d' un **interet** tres **limite.** elle **reste** totalement inadaptee lorsque l' objet technique est extrait de son **contexte** de production ou d' utilisation, pour isoler le besoin auquel il repond, UCE. : 379 Classe : 3 Khi2 : 57 **analyser** son **fonctionnement** ou **justifier** les **choix** et solutions **pratiques** associes a sa **fabrication.** l' associer a d' autres **etapes** plus **pertinentes** n' a pas ete.
collège	*« Découverte de fonctionnement d'objets techniques »* UCE : 212 Classe : 3 Khi2 : 33 **decouverte** de **fonctionnement** d' **objets techniques.**
collège	*« Derrière cette démarche, l'élève doit "enquêter", observer son objet d'étude, décrire le contexte, analyser le pourquoi du comment. Comprendre pourquoi l'Homme abouti à telle ou telle solution. En déduire les lois physiques ou bien les comprendre.Il est parfois amené à choisir telle ou telle solution technique. L'élève peut aussi décrire d'autres solutions techniques même les plus farfelue »* UCE : 109 Classe : 3 Khi2 : 13 derriere cette demarche, l' eleve doit enqueter, **observer** son **objet** d' **etude, decrire** le contexte, **analyser** le pourquoi du comment. UCE : 110 Classe : 3 Khi2 : 29 **comprendre** pourquoi l' homme **abouti** a telle ou telle solution. en **deduire** les **lois physiques** ou bien les **comprendre.** il est parfois amene a choisir telle ou telle solution **technique.** UCE : 111 Classe : 3 Khi2 : 6 l' eleve peut aussi **decrire** d' autres solutions **techniques** meme les plus farfelue.

Tableau 24 : Exemples de réponses d'enseignants de technologie illustrant le registre lexical de la compréhension du fonctionnement d'un objet. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

La classe 4 qui représente 12% des UCE classées est présentée Figure 36. Cette classe qui est centrée sur le terme *savoir*, comprend les termes *professeur*, *découvrir, construire*, puis *construction, connaissance, notion*, *seul, personnel, aide, guide.* Ce vocabulaire caractérise le registre lexical de la construction du savoir.

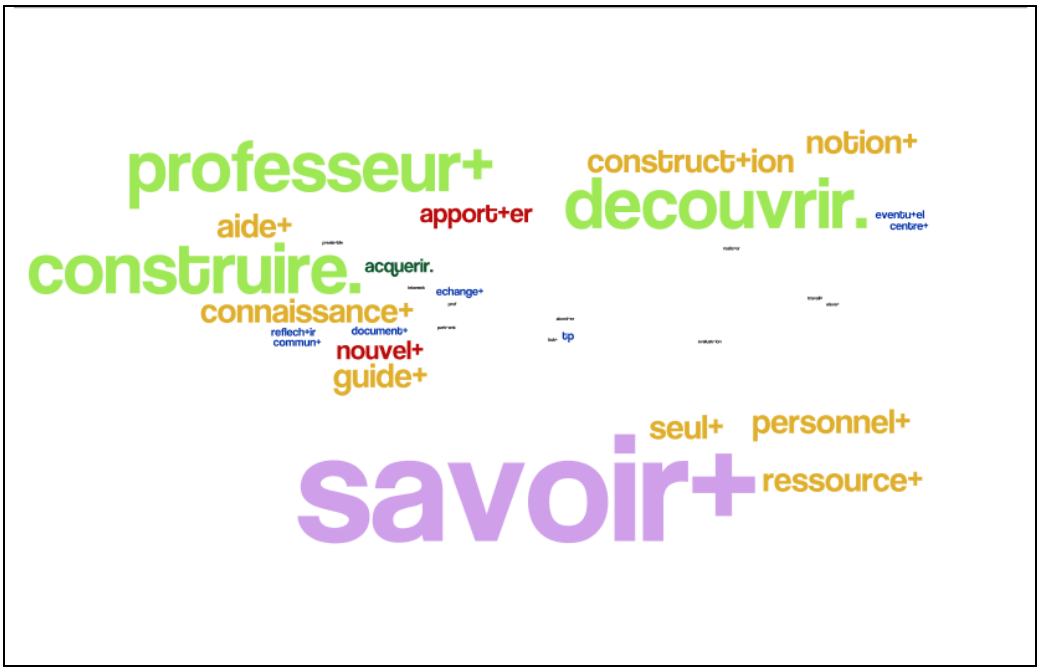


Figure 36 : Nuage de termes du registre lexical de la construction du savoir, correspondant à la classe 4 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de technologie à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
collège	*« permettre à l'élève de poser des hypothèses et de les valider ou pas, apprendre à argumenter, pour arriver une structuration de cours. Le but est que l'élève construise son propre savoir tout en étant guidé par le professeur. »* UCE : 641 Classe : 2 Khi2 : 5 **permettre** a l' eleve de poser des **hypotheses** et de les **valider** ou pas, **apprendre** a **argumenter,** pour **arriver** une **structuration** de **cours.** UCE : 642 Classe : 4 Khi2 : 36 le **but** est que l' eleve **construise** son propre **savoir** tout en etant **guide** par le **professeur.**
collège	*«Il s'agit de présenter une situation ou un problème, les élèves y réfléchissent puis proposent des hypothèses. Ils testent ensuite leurs hypothèses. Le professeur doit ensuite mettre en commun tous les travaux réalisés afin que la classe puisse en discuter. Pour finir, une synthèse doit être réalisée pour structurer les connaissances (en prévision éventuellement d'exercices et d'évaluations »* UCE : 426 Classe : 1 Khi2 : 10 il s' **agit** de **presenter** une situation ou un **probleme,** les **eleves** y **reflechissent** puis **proposent** des hypotheses. ils **testent** ensuite leurs hypotheses. UCE : 427 Classe : 4 Khi2 : 27 le **professeur** doit ensuite mettre en **commun** tous les **travaux realises** afin que la classe puisse en discuter. pour finir, une synthese doit etre **realisee** pour structurer les **connaissances,** en prevision **eventuellement** d' exercices et d' **evaluations.**
collège	*« s'investir dans une construction personnel de son savoir.... »* UCE : 665 Classe : 4 Khi2 : 23 : s' investir dans une **construction personnel** de son **savoir.**

Tableau 25 : Exemples de réponses d'enseignants de technologie illustrant le registre lexical de la construction du savoir. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

Des termes comme *professeur, guide* mais également *seul*, *personnel*, *élèves* appartiennent à ce champ lexical. L'élaboration des savoirs semble à la fois sous la responsabilité de l'élève et du professeur, le professeur en tant que guide, l'élève en tant qu'acteur de la construction des connaissances. Le verbe *découvrir* est également significativement lié à ce champ lexical, dans

cette discipline, l'activité de l'élève dans le cadre d'une DI, étant bien de retrouver les solutions utilisées pour élaborer un objet existant. Le Tableau 25 présente quelques réponses d'enseignants qui illustrent ce registre lexical.

La classe 5 qui représente le plus fort pourcentage des UCE classées (27%) est présentée Figure 37. Les catégories grammaticales sont liées à des marqueurs de jugement et de ressenti et à des marqueurs d'intensité. La *démarche,* souvent liée au terme *investigation,* est associée aux adjectifs *grand, difficile*, aux noms *moyen, outils, effectif, formation, manque, limites.* Ce lexique est révélateur des difficultés à mettre en œuvre des démarches d'investigation. Il est illustré par les réponses du Tableau 26.

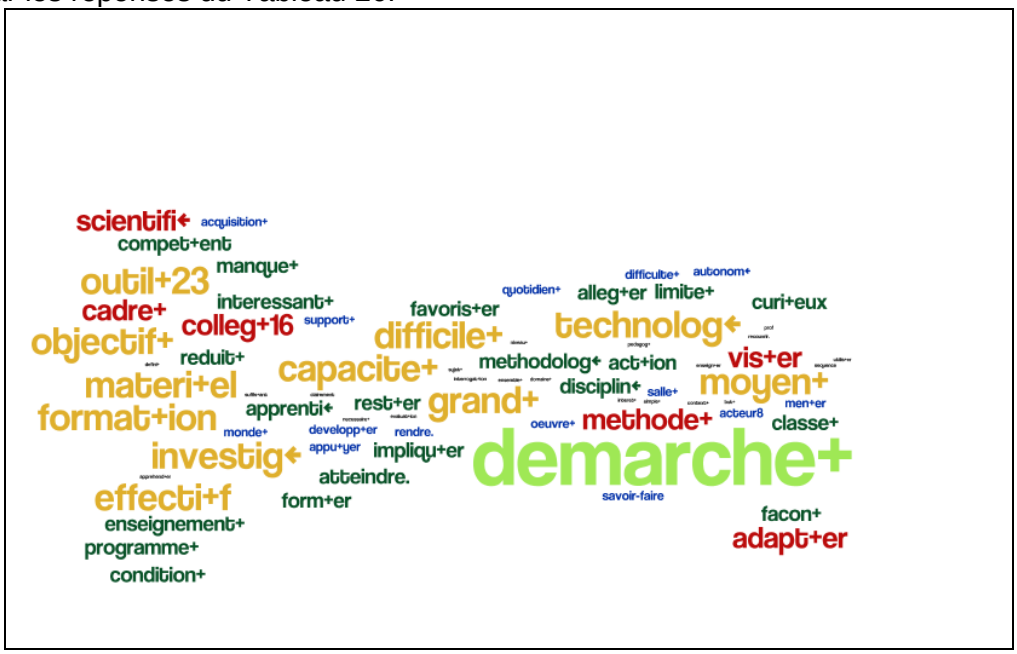
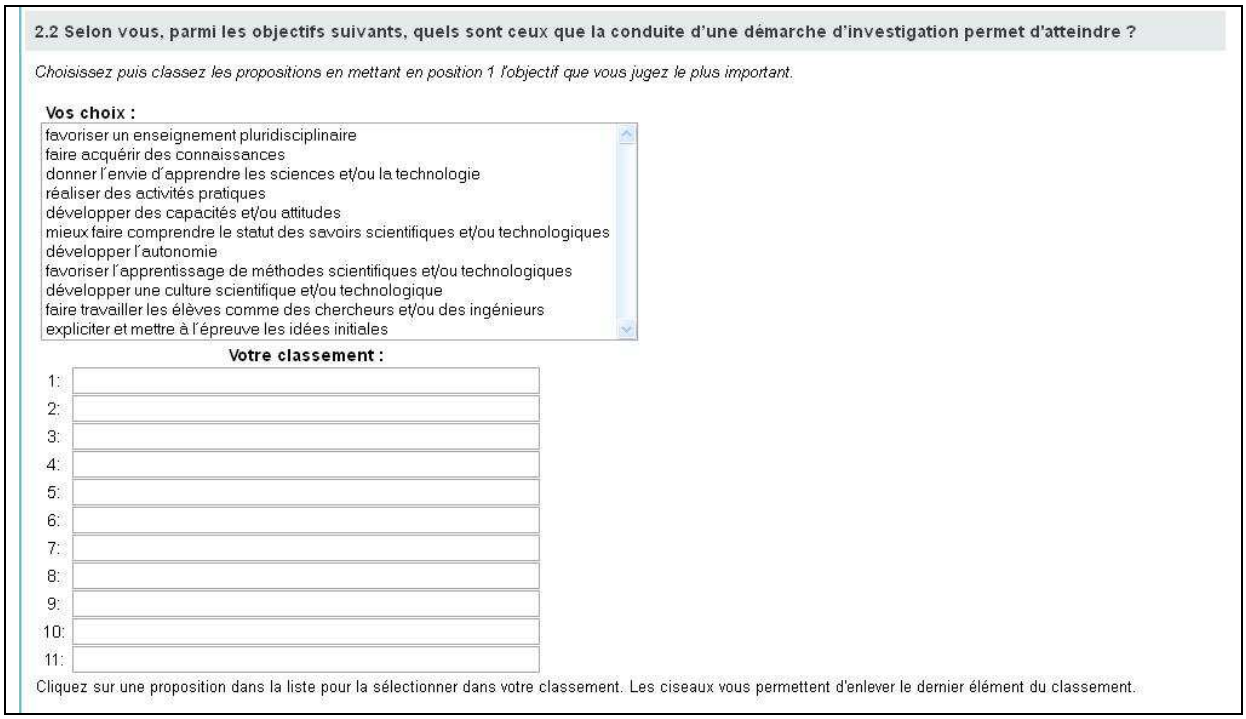


Figure 37 : Nuage de termes du registre lexical des difficultés, correspondant à la classe 5 repérée par l'analyse Alceste des réponses des enseignants de technologie à la question *Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p15).

Niveau	Réponse et UCE
collège	*« je pense que la démarche d'investigation est intéressante mais il faudrait plus de formation pour que tous les enseignants puissent l'adapter de façon correcte. Il faudrait une plus grande uniformisation de nos outils de travail pour que l'ensemble de la discipline puisse progresser. Nous sommes bloqués par un manque de moyens flagrants. (Taille des salles, livres, outils numériques). »* UCE : 336 Classe : 5 Khi2 : 35 je-pense que la **demarche** d' **investigation** est **interessante** mais il faudrait plus-de **formation** pour-que tous les **enseignants** puissent l' **adapter** de **facon** correcte. UCE : 337 Classe : 5 Khi2 : 25 il faudrait une plus **grande** uniformisation de nos **outils** de travail pour-que l' **ensemble** de la **discipline** puisse **progresser.** nous sommes bloques par un **manque** de **moyens** flagrants, taille des **salles,** livres, **outils** numeriques.
collège	*« La démarche d'investigation recouvre: -un effectif d'élèves réduit dans les classes de technologies pour une bonne ambiance de travail où l'élève puisse être acteur8 de son apprentissage. - des moyens pour mettre en exergue cette démarche »* UCE : 579 Classe : 5 Khi2 : 30 la **demarche** d' **investigation recouvre:** un **effectif** d' eleves **reduit** dans les **classes** de **technologies** pour une bonne ambiance de travail ou l' eleve puisse etre **acteur8** de son **apprentissage.** UCE : 580 Classe : 5 Khi2 : 5 des **moyens** pour **mettre** en exergue cette **demarche.**
collège	*« Une démarche pédagogique de plus en plus difficile à mettre en oeuvre aux vues des effectifs et du manque d'autonomie des élèves de collège. »* UCE : 650 Classe : 5 Khi2 : 29 une **demarche pedagogique** de-plus-en-plus **difficile** a **mettre** en **oeuvre** aux vues des **effectifs** et du **manque** d' **autonomie** des eleves de **college.**

Tableau 26 : Exemples de réponses d'enseignants de technologie illustrant le registre lexical des difficultés. Les réponses sont présentées en italique, suivies de leur traitement en UCE par le logiciel Alceste. Les mots qui caractérisent la classe sont colorés.

3.2 Objectifs des démarches d'investigation



Afin de recueillir les opinions des enseignants sur les objectifs pédagogiques et didactiques liés à la mise en œuvre d'une DI par les élèves, il leur était demandé de choisir, parmi une liste de 11 objectifs, ceux que la conduite d'une démarche d'investigation permet d'atteindre. Il s'agissait de choisir et classer par ordre croissant ces objectifs, en mettant en premier rang celui qui était jugé le plus accessible par la conduite d'une DI.

L'étude du pourcentage de réponses, pour chacun des rangs, montre que près des ¾ des répondants ont classé toutes les propositions (de 74% en technologie à 82% en SVT). La presque totalité des enseignants (plus de 95%) ont classé au moins 3 propositions et la proportion d'enseignants ayant classé plus de 3 propositions décroit dans toutes les disciplines du 4^{e} rang au 11^{e} rang (Figure 38). Nous avons donc choisi de limiter l'analyse aux objectifs classés par la presque totalité des enseignants, c'est-à-dire ceux classés aux rangs 1 à 3.

Considérant que sur un classement de 11 propositions, la position d'un rang n, n+1 ou n-1 n'est pas fortement significative, pour connaître les objectifs les plus plébiscités par les enseignants des différentes disciplines, nous avons calculé le pourcentage d'enseignant de chacune des disciplines ayant placé chaque objectif à l'un des trois premiers rangs[26] (Figure 39). Par ailleurs, pour chaque discipline, les Figure 40 à Figure 43 donnent le rang moyen des différents objectifs (moyenne des rangs de classement calculée sur les 11 positions de classement possibles). Un rang moyen faible donne une indication de classement plus fréquent dans les premiers rangs et inversement.

L'analyse des réponses à cette question porte sur les objectifs les plus plébiscités, c'est-à-dire ceux étant le plus souvent classés aux rangs 1 à 3 et possédants un rang moyen peu élevé, et sur les objectifs les moins choisis, c'est-à-dire ceux étant les moins souvent classés aux rangs 1 à 3 et possédant un rang moyen élevé.

[26] Il est à noter que les résultats ainsi présentés donnent dans une discipline un cumul des proportions de classement dans l'un des trois premiers rangs pour l'ensemble des propositions approchant les 300% (pour une proposition la proportion donnée est la somme des 3 proportions de classement dans les trois premiers rangs).

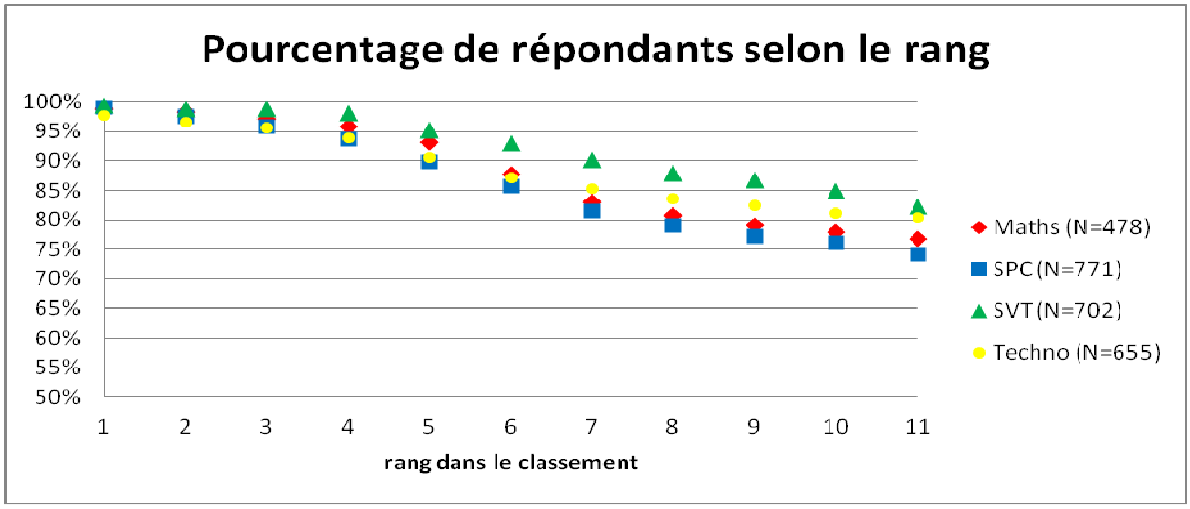


Figure 38 : Pourcentages de réponses par discipline selon le rang à la question *Selon vous, parmi les objectifs suivants, quels sont ceux que la conduite d'une démarche d'investigation permet d'atteindre ?*

3.2.1 Aspects consensuels des objectifs des DI

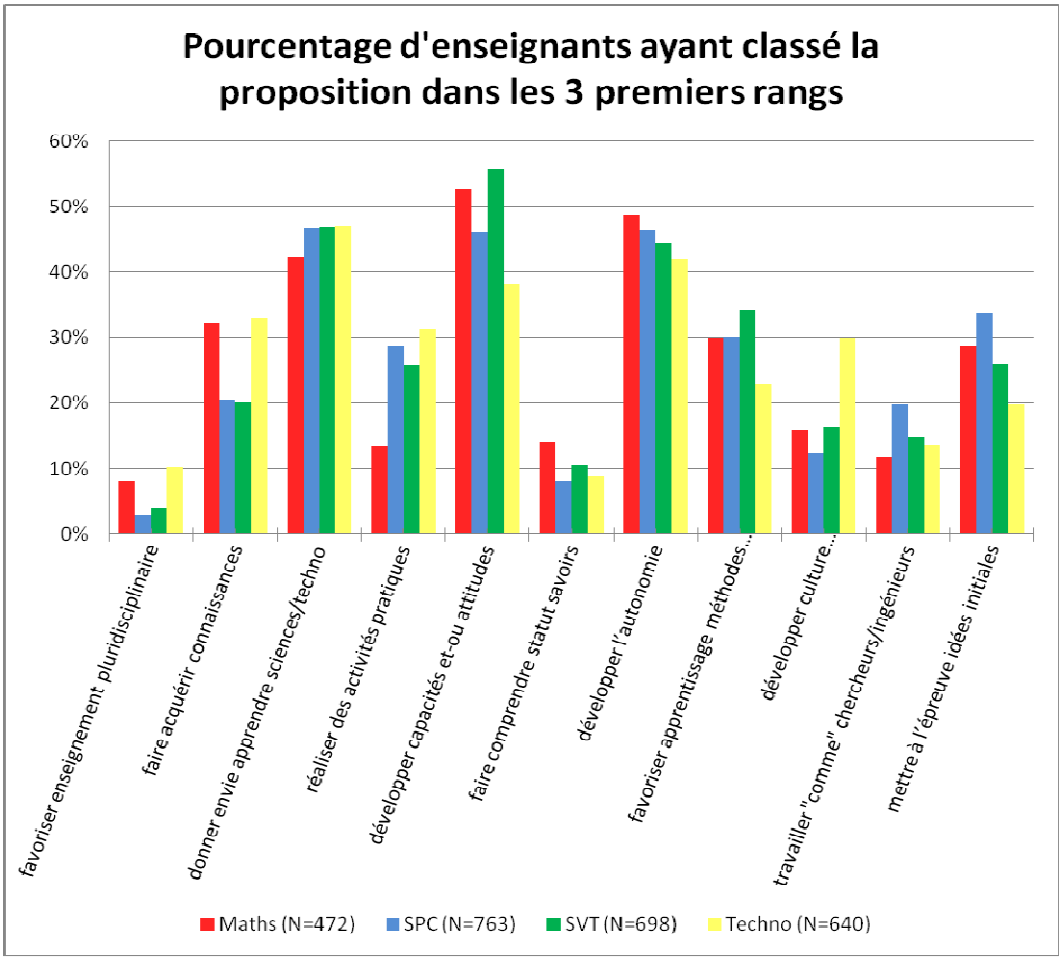


Figure 39 : Pourcentages d'enseignants ayant classé chaque proposition dans les 3 premiers rangs pour la question *Selon vous, parmi les objectifs suivants, quels sont ceux que la conduite d'une démarche d'investigation permet d'atteindre ?* Le pourcentage est calculé sur le nombre d'enseignants ayant choisi au moins un objectif.

Ces différents résultats montrent des points de convergence entre les différentes disciplines. Près de la moitié des enseignants place dans les 3 premiers rangs les propositions suivantes : *donner l'envie d'apprendre les sciences et/ou la technologie*, *développer des capacités et/ou attitudes*, *développer l'autonomie*. Ces 3 propositions possèdent également les 3 plus forts rangs moyens dans les 4 disciplines (Figure 40 à Figure 43). Autrement dit, pour la plus forte proportion des enseignants, les DI sont avant tout un moyen pour motiver les élèves et favoriser le développement de compétences, en particulier le développement de l'autonomie. L'objectif le moins souvent placé dans les 3 premiers rangs et possédant le plus fort rang moyen en mathématiques, SPC, SVT et avant dernier rang moyen en technologie, est *favoriser un enseignement pluridisciplinaire*. Autrement dit, les DI ne sont pas perçues par ces enseignants comme un moyen de décloisonner les disciplines ou de favoriser la mise en convergence des disciplines. Ces résultats sont à mettre en relation avec les différentes études qui soulignent le cloisonnement des disciplines dans le secondaire et les difficultés des enseignants à travailler ensemble (Fourez, Maingain, & Dufour, 2002). Les répondants à cette enquête sont également peu nombreux à retenir *mieux faire comprendre le statut des savoirs scientifiques et/ou technologiques*, *développer une culture scientifique et/ou technologique*, *faire travailler les élèves comme des chercheurs et/ou des ingénieurs*. Ces résultats sont corroborés par le fait que ces objectifs possèdent dans toutes les disciplines un rang moyen élevé (Figure 40 à Figure 43). Pour la plupart des enseignants, comprendre la nature de la science, donner une meilleure compréhension de ce qu'est l'activité scientifique n'est donc pas un objectif prioritaire des DI.

3.2.2 Aspects disciplinaires des objectifs des DI

Une analyse des résultats donnés par les Figure 39 à Figure 43 permet de souligner quelques spécificités disciplinaires quant aux objectifs alloués à la conduite de DI.
1/3 des enseignants de technologie et de mathématiques placent l'objectif *faire acquérir des connaissances* dans les 3 premiers rangs contre 1/5 des enseignants de sciences expérimentales. Près de la moitié des enseignants de sciences expérimentales et de mathématiques placent dans les 3 premiers rangs *développer des capacités et/ou attitudes* contre 1/3 des enseignants de technologie (Figure 39). Ces résultats tendent à montrer que les répondants de technologie sont plus attachés à l'acquisition de contenus et les répondants de SVT et SPC au développement de compétences lors de la mise en œuvre d'une DI. Les répondants de mathématiques semblent attachés autant à l'acquisition des connaissances qu'au développement de compétences. Les enseignants de mathématiques se démarquent des autres disciplines par le fait qu'ils sont deux fois moins nombreux à placer l'objectif *réaliser des activités pratiques* dans les 3 premiers rangs. Ce résultat est à mettre en relation avec le rapport au réel et à la manipulation du réel qui est différent entre les mathématiques et les autres disciplines.
L'objectif *expliciter et mettre à l'épreuve les idées initiales* est le mieux classé en SPC et le moins bien classé en technologie (1/3 des enseignants de SPC le place dans les 3 premiers rangs contre 1/5 en technologie). La prise en compte des conceptions initiales des élèves dans le cadre des DI semble assez variable selon les disciplines.
Pour finir, les enseignants de technologie sont deux fois plus nombreux à placer l'objectif *développer une culture scientifique* dans les 3 premiers rangs (30 % contre environ 15% dans les autres disciplines).

Il n'apparaît pas de différences majeures entre les réponses des enseignants de collège et de lycée, quelle que soit la discipline.

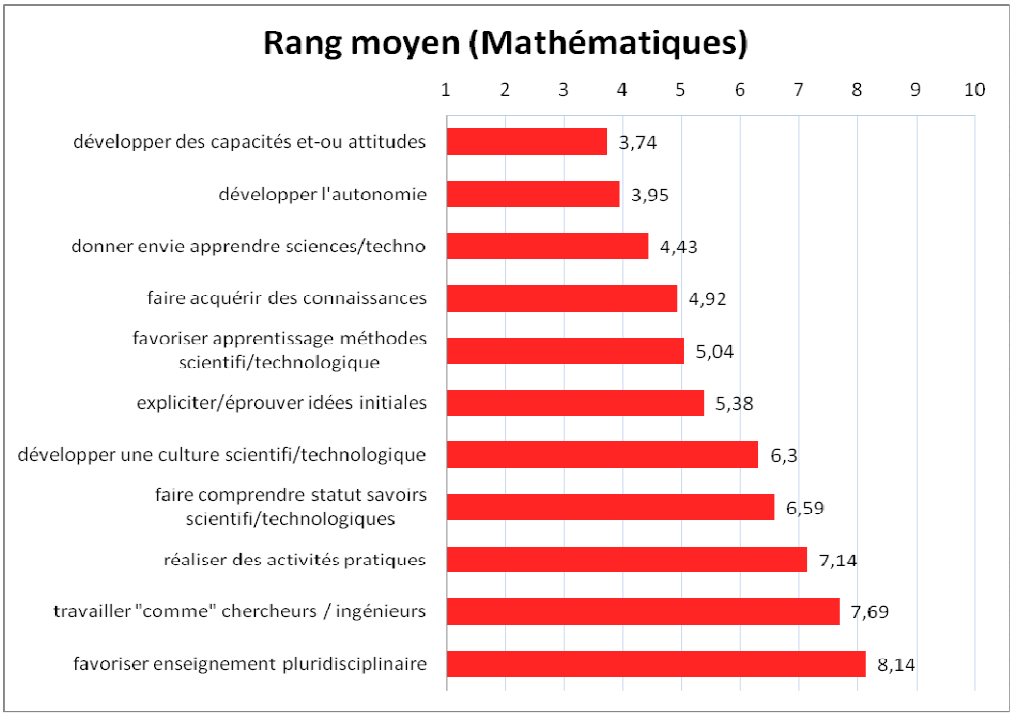


Figure 40 : Rang moyen de chaque proposition pour les enseignants en Mathématiques à la question *Selon vous, parmi les objectifs suivants, quels sont ceux que la conduite d'une démarche d'investigation permet d'atteindre ?*

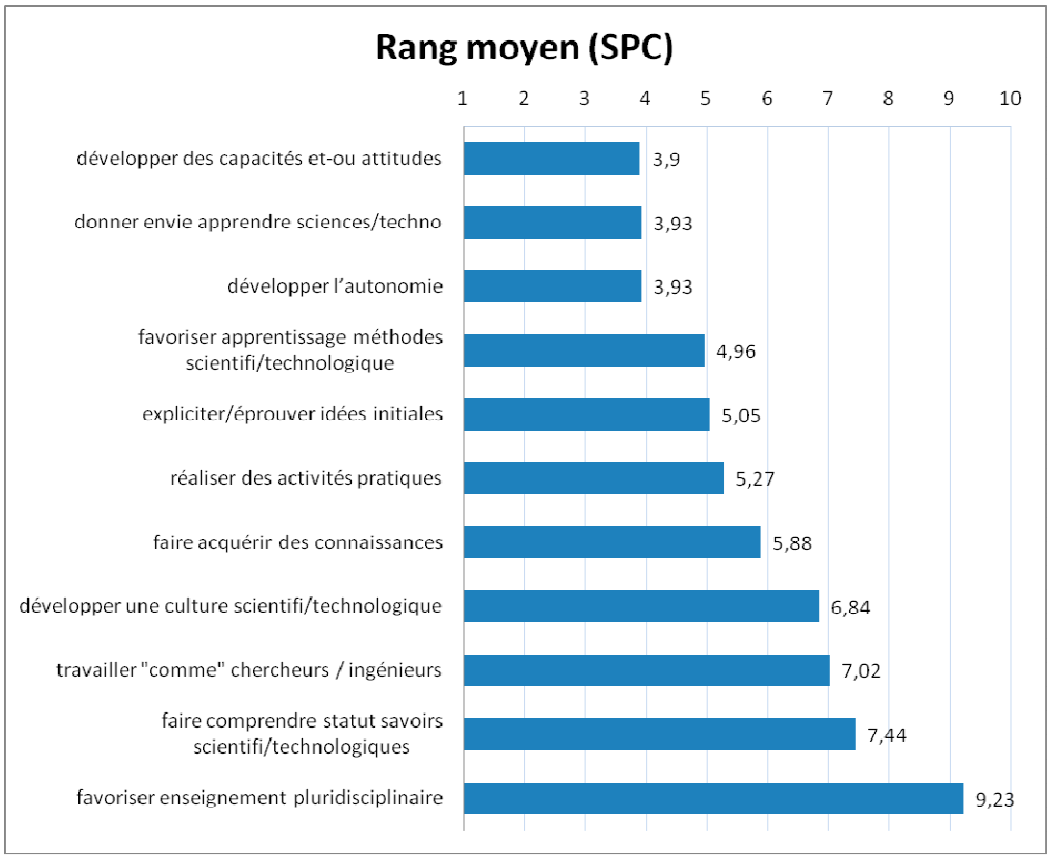


Figure 41 : Rang moyen de chaque proposition pour les enseignants en Sciences Physiques et Chimiques à la question *Selon vous, parmi les objectifs suivants, quels sont ceux que la conduite d'une démarche d'investigation permet d'atteindre ?*

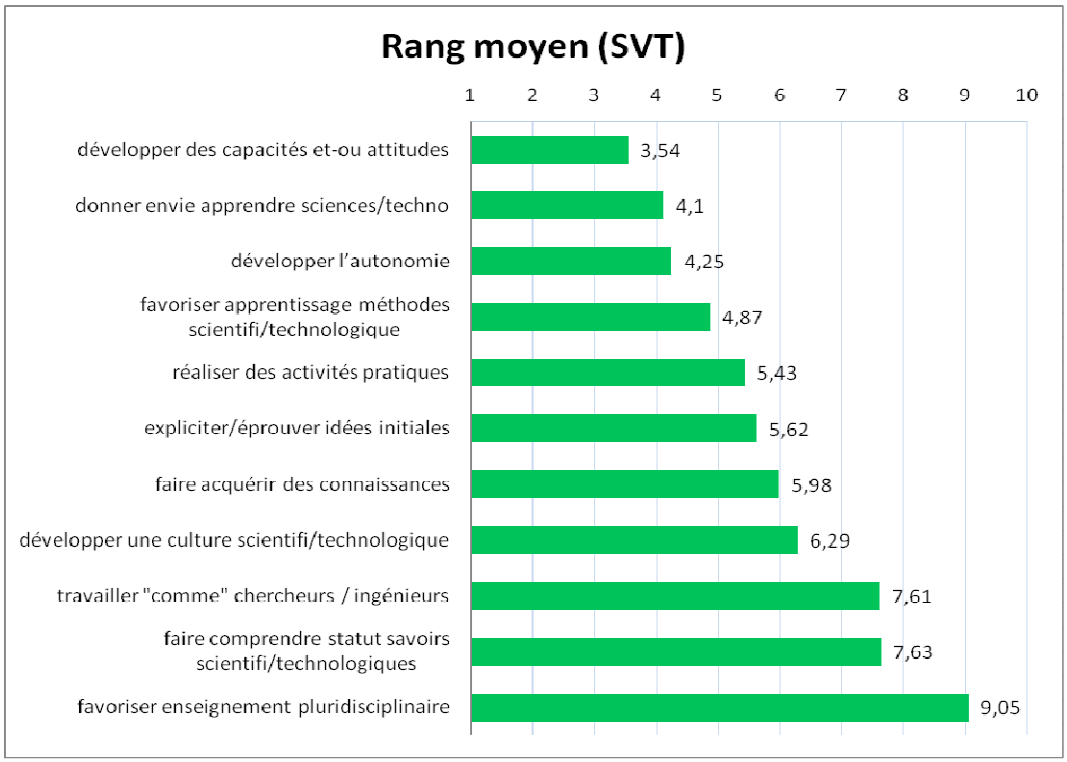


Figure 42 : Rang moyen de chaque proposition pour les enseignants en Sciences de la Vie et de la Terre à la question *Selon vous, parmi les objectifs suivants, quels sont ceux que la conduite d'une démarche d'investigation permet d'atteindre ?*

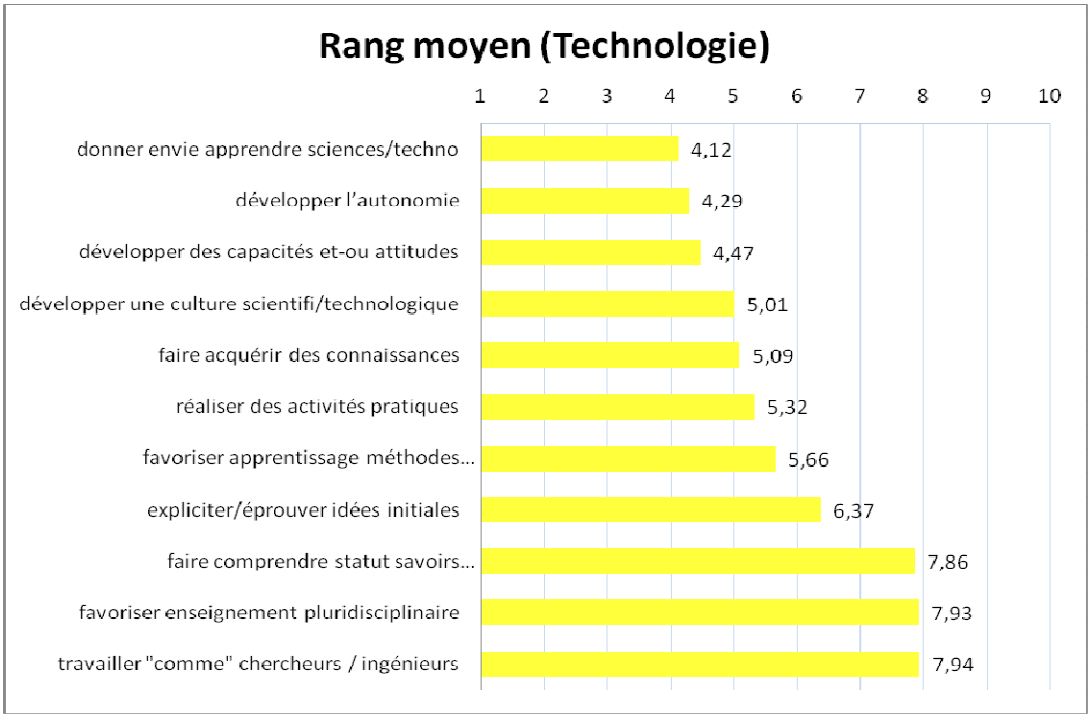


Figure 43 : Rang moyen de chaque proposition pour les enseignants en Technologie à la question *Selon vous, parmi les objectifs suivants, quels sont ceux que la conduite d'une démarche d'investigation permet d'atteindre ?*

Opinions des enseignants sur les objectifs liés à la mise en œuvre d'une démarche d'investigation par les élèves : un net consensus

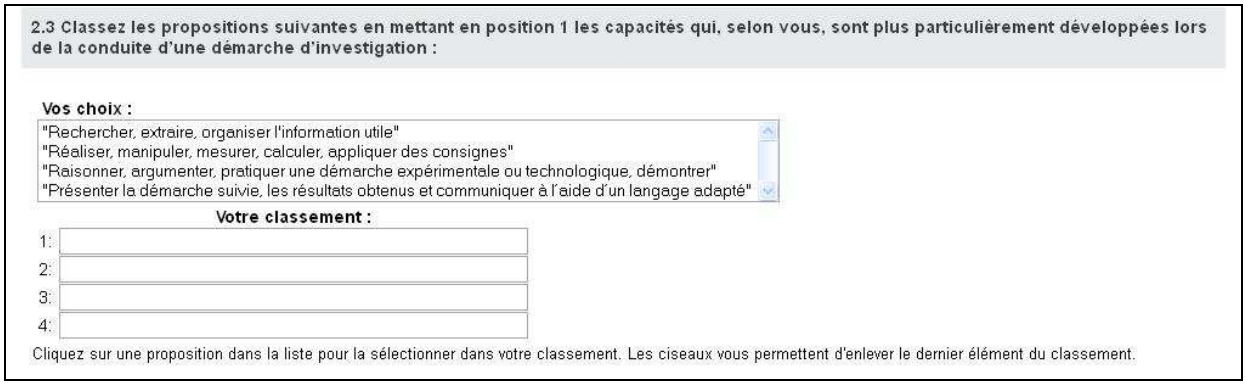
Pour plus de la moitié des enseignants, toutes disciplines confondues, la mise en œuvre de DI est reconnue comme un moyen pour motiver les élèves et favoriser le développement de compétences, en particulier de l'autonomie. A l'inverse, pour la majorité des enseignants, *comprendre la nature de la science* et *décloisonner les disciplines*, ne sont pas les objectifs prioritaires visés par la mise en œuvre de DI.

Certains objectifs sont retenus de façon plus spécifique par certaines disciplines. Par rapport aux répondants de sciences expérimentales et de mathématiques, les répondants de technologie sont plus favorables à l'idée que la mise en œuvre de DI permet l'acquisition de contenus et moins favorables à l'idée qu'elle permet de développer des compétences. Les répondants de technologie retiennent également en meilleure position l'objectif de *développer une culture scientifique*. Les répondants de SPC quant à eux favorisent quelque peu l'objectif de la mise en œuvre d'une DI correspondant à la prise en compte des conceptions initiales des élèves, les répondants de technologie étant les moins favorables à cet objectif.

3.3 DI et développement de compétences

Cette partie du questionnaire visait à préciser les opinions des enseignants sur les compétences susceptibles d'être développées par les élèves lors de la mise en œuvre de DI, et en particulier sur les compétences attendues dans le cadre du Socle commun.

3.3.1 Evaluation de la compétence 3 du socle commun



Dans le cadre du Socle commun, les professeurs de mathématiques, SPC, SVT et technologie doivent, de manière collégiale, évaluer la compétence 3, *Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique,* et en particulier, le domaine *Pratiquer une démarche scientifique ou technologique, résoudre des problèmes.* Pour cela, les enseignants doivent évaluer quatre items :

- *Rechercher, extraire, organiser l'information utile*
- *Réaliser, manipuler, mesurer, calculer, appliquer des consignes*
- *Raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale ou technologique, démontrer*
- *Présenter la démarche suivie, les résultats obtenus et communiquer à l'aide d'un langage adapté*

La question demandait de classer ces 4 items afin de déterminer les capacités qui sont, selon les répondants, plus particulièrement développées lors de la conduite d'une démarche d'investigation.

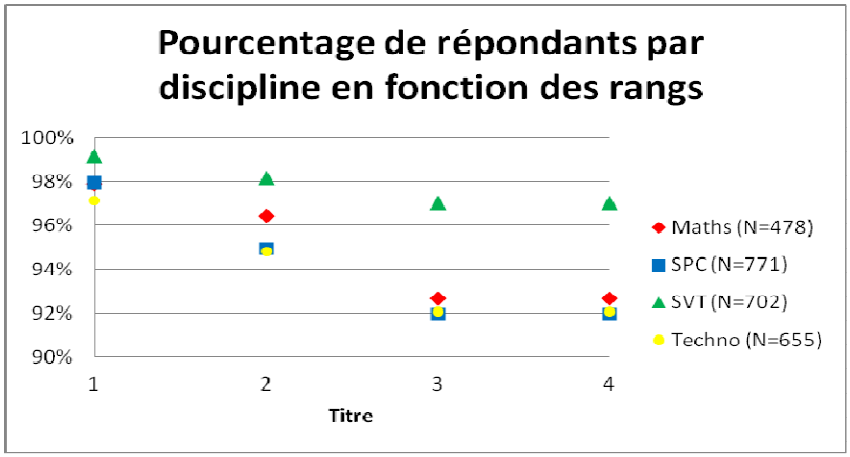


Figure 44 : Pourcentages de réponses par discipline selon le rang à la question *Classez les propositions suivantes en mettant en position 1 les capacités qui, selon vous, sont plus particulièrement développées lors de la conduite d'une démarche d'investigation.*

La presque totalité des enseignants (92 à 99%) ayant classé les 4 propositions (Figure 44), les réponses obtenues au premier et dernier rang ainsi que le rang moyen seront étudiés. La Figure 45 présente l'ensemble de ces résultats.

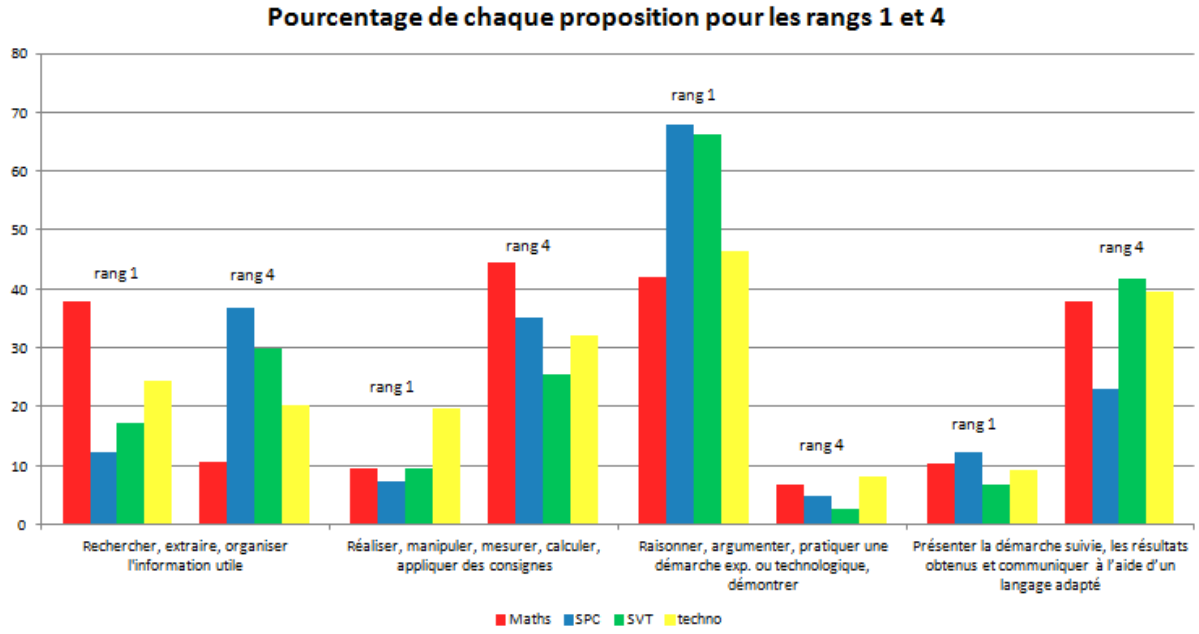


Figure 45 : Pourcentages, par discipline, de chaque proposition ayant été classée au rang 1 et au rang 4 à la question *Classez les propositions suivantes en mettant en position 1 les capacités qui, selon vous, sont plus particulièrement développées lors de la conduite d'une démarche d'investigation*.

La plus forte proportion des répondants dans chacune des disciplines, considère que l'item *Raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale ou technologique, démontrer* peut être développé par la conduite d'une DI : 42% à 68% classent cette proposition au rang 1, contre 3 à 8 % au rang 4 ; le rang moyen de cette proposition est le plus faible pour toutes les disciplines. Il est probable que cet item du socle soit le plus plébiscité par les répondants du fait qu'il comprend dans son intitulé des références explicites aux démarches de chacune des disciplines : *démarche expérimentale* pour les SVT et SPC, *démarche technologique* pour la technologie, *démontrer* pour les mathématiques. Une démarche expérimentale étant une modalité de mise en œuvre d'une DI en sciences expérimentales, ceci peut expliquer que cet item soit classé en première position par 66% des enseignants de SVT et 68 % de ceux de SPC. La démarche technologique présentant des différences avec la DI en technologie et la

démonstration n'étant qu'une phase d'une DI en mathématiques, cela explique peut-être le nombre un peu moins important des enseignants de ces deux disciplines qui place cette proposition au premier rang (42% en mathématiques, 46% en technologie). La proposition *Présenter la démarche suivie, les résultats obtenus et communiquer à l'aide d'un langage adapté* est celle qui est le moins souvent placée au rang 1 par les répondants de toutes les disciplines (7% à 12%) et souvent placée au rang 4 par les répondants (23% en SPC et 38 à 42% dans les autres disciplines). Ce classement semble montrer que, pour toutes les disciplines, les répondants accordent une plus faible importance au développement de compétences liées à la communication scientifique dans le cadre des DI.

Une analyse des rangs moyens au sein d'une discipline permet de révéler des spécificités disciplinaires (Figure 46 à Figure 49). Pour les répondants de SPC, le rang moyen de la proposition *Présenter la démarche suivie, les résultats obtenus et communiquer à l'aide d'un langage adapté* est de 2,5 contre 2,9 et 3 dans les autres disciplines. Ce résultat montre que les répondants de SPC sont plus attachés que ceux des autres disciplines à cette phase d'une DI. Ceci peut être relié avec les pratiques de rédaction de compte-rendu de démarches, en particulier de mise en œuvre de protocoles expérimentaux dans cette discipline. Les répondants de mathématiques classent la proposition *Rechercher, extraire, organiser l'information utile* en meilleure position que les autres disciplines (rang moyen de 2 contre 2,7 à 3) qui privilégient la proposition *Réaliser, manipuler, mesurer, calculer, appliquer des consignes* (rang moyen de 3 en mathématiques contre 2,7 en techno, 2,8 en SVT et 2,9 en SPC). Peut-on en conclure que les enseignants de mathématiques considèrent que les DI visent à développer des compétences d'ordre cognitif plus élevé que la mise en œuvre d'un simple processus élémentaire (*Rechercher, extraire, organiser l'information* versus *mesurer, calculer, appliquer des consignes)* ou que les enseignants de mathématiques se reconnaissent moins des activités pratiques (*Réaliser, manipuler) ?*

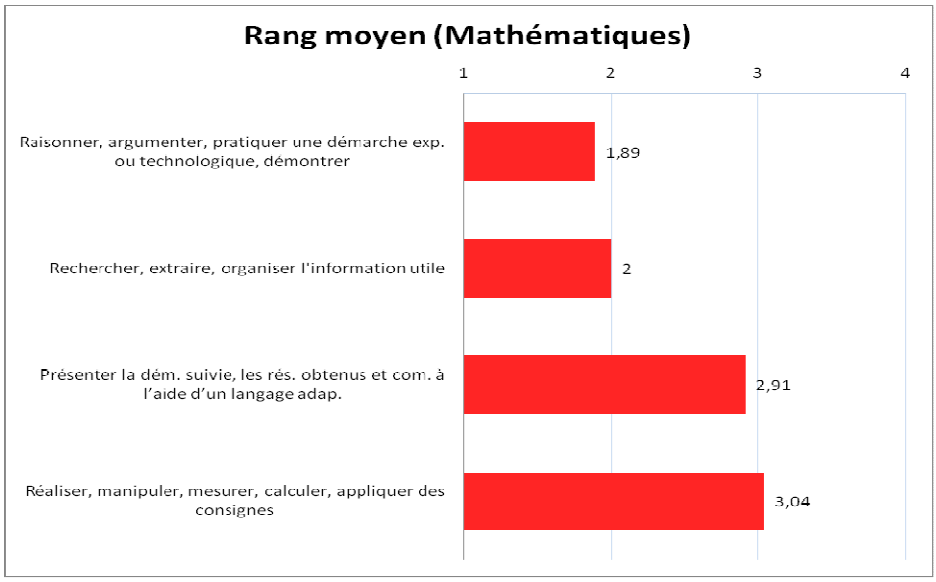


Figure 46 : Rang moyen de chaque proposition pour les enseignants en mathématiques à la question *Classez les propositions suivantes en mettant en position 1 les capacités qui, selon vous, sont plus particulièrement développées lors de la conduite d'une démarche d'investigation*.

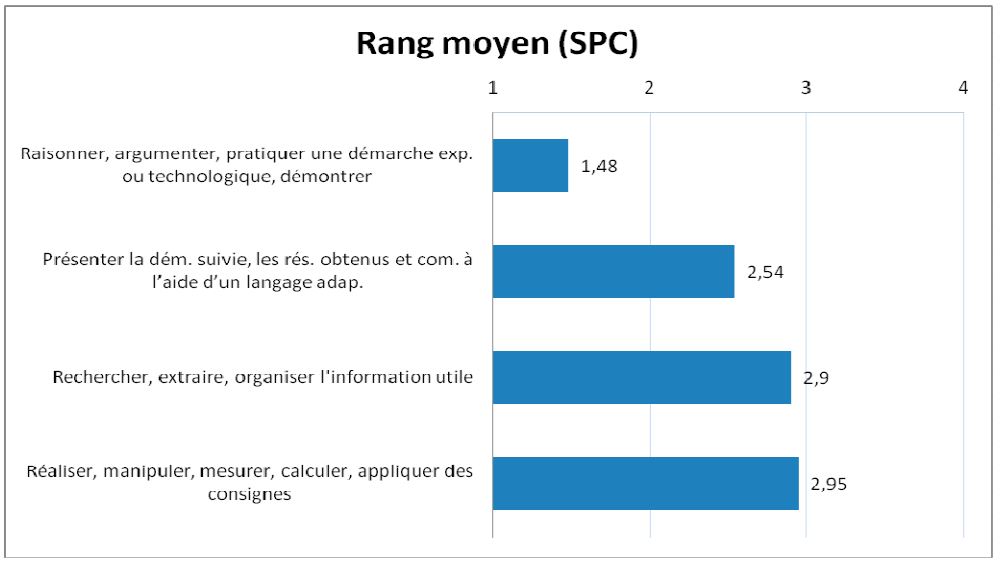


Figure 47 : Rang moyen de chaque proposition pour les enseignants en sciences physiques et chimiques à la question *Classez les propositions suivantes en mettant en position 1 les capacités qui, selon vous, sont plus particulièrement développées lors de la conduite d'une démarche d'investigation*.

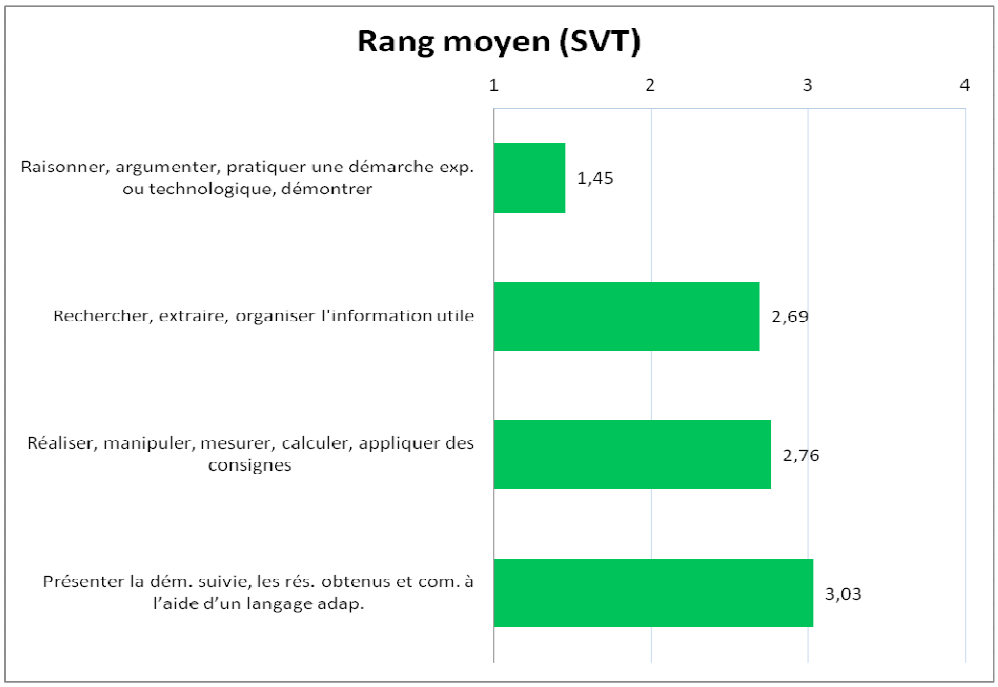


Figure 48 : Rang moyen de chaque proposition pour les enseignants en sciences de la vie et de la Terre à la question *Classez les propositions suivantes en mettant en position 1 les capacités qui, selon vous, sont plus particulièrement développées lors de la conduite d'une démarche d'investigation*.

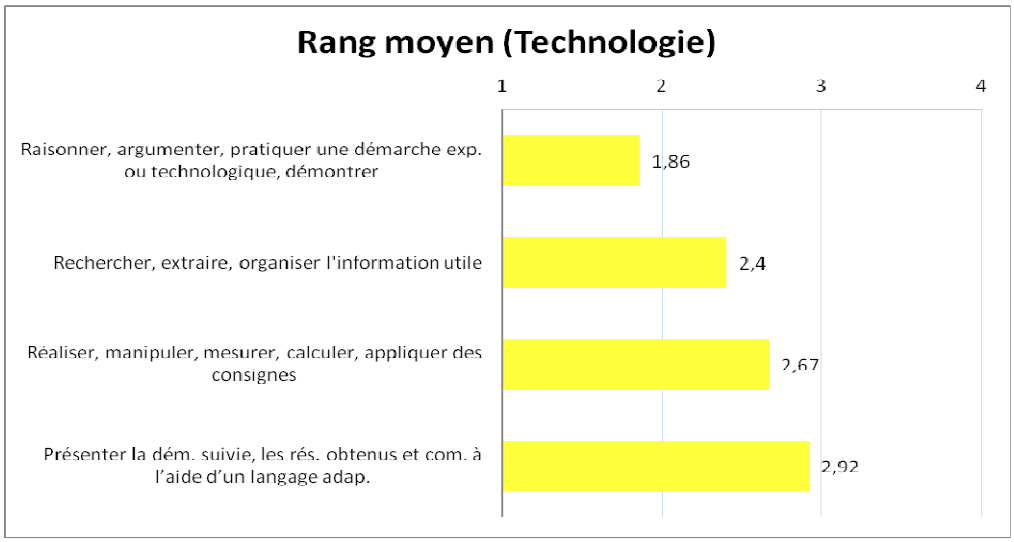


Figure 49 : Rang moyen de chaque proposition pour les enseignants en Technologie à la question *Classez les propositions suivantes en mettant en position 1 les capacités qui, selon vous, sont plus particulièrement développées lors de la conduite d'une démarche d'investigation.*

L'opinion des enseignants de collège et de lycée sur les capacités ou compétences développées lors de la conduite d'une DI ne présente pas de différences significatives, et ce, quelle que soit la discipline enseignée.

3.3.2 Capacités ou attitudes transversales définies dans le socle commun

2.4 Selon vous, les capacités ou attitudes transversales développées par les élèves lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation sont...

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
respecter des comportements favorables à sa santé et sa sécurité	○	○	○	○	○
être autonome dans son travail : savoir l'organiser, le planifier, l'anticiper, rechercher et sélectionner des informations utiles	○	○	○	○	○
s'engager dans un projet individuel	○	○	○	○	○
s'intégrer et coopérer dans un projet collectif	○	○	○	○	○
manifester curiosité, créativité, motivation	○	○	○	○	○
assumer des rôles, prendre des initiatives et des décisions	○	○	○	○	○
savoir s'autoévaluer et être capable de décrire ses intérêts, ses compétences et ses acquis	○	○	○	○	○
comprendre l'importance du respect mutuel et accepter toutes les différences	○	○	○	○	○

Les capacités et attitudes susceptibles d'être développées par la conduite d'une DI appartiennent à la compétence 3 du Socle et, aussi, aux compétences transversales 6 et 7 du Socle: *Les compétences sociales et civique, L'initiative et autonomie*. Cette question visait ainsi à identifier le degré d'accord sur 8 items des compétences 6 et 7 pouvant être développés par les élèves lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation. Pour chaque discipline, les 8 propositions ont été classées selon un degré d'accord global décroissant (Figure 50 à Figure 53).

Les réponses à cette question montrent des points communs entre les disciplines. Toutes expriment un très fort degré d'accord (environ 90% *tout à fait d'accord* + *plutôt d'accord*) sur le fait que les DI sont susceptibles de développer les capacités ou et attitudes suivantes :

- *être autonome dans son travail : savoir l'organiser, le planifier, l'anticiper, rechercher et sélectionner des informations utiles*
- *manifester curiosité, créativité, motivation*
- *assumer des rôles, prendre des initiatives et des décisions*
- *s'intégrer et coopérer dans un projet collectif*

Environ les ¾ des enseignants reconnaissent également le rôle des DI pour *comprendre l'importance du respect mutuel et accepter toutes les différences.*
Les enseignants de toutes les disciplines sont donc accord avec les objectifs des DI définis par les textes officiels, soit, motiver, développer autonomie et initiative. Ils relient encore la mise en œuvre d'une DI avec un projet collectif, autrement dit, pour une très forte majorité, la mise en œuvre de DI correspond à un travail de groupe nécessitant écoute et respect.

Le degré d'accord donné aux autres items du socle est plus faible (35 à 78% *tout à fait d'accord* + *plutôt d'accord*) et présente des spécificités selon les disciplines. En mathématiques, les répondants sont peu d'accord sur le fait que la conduite d'une DI permet de *Respecter des comportements favorables à sa santé et sa sécurité* (35% contre 63 à 78% dans les autres disciplines). Ces résultats sont à relier au rapport au réel et à sa manipulation qui est bien plus réduit dans cette discipline que dans les autres. Les répondants de mathématiques et ceux de SVT s'opposent aux enseignants de SPC en donnant un degré d'accord plus élevé aux propositions *s'engager dans un projet individuel* (58% en mathématiques, 43% en SVT contre 35% en SPC) et *savoir s'auto-évaluer et être capable de décrire ses intérêts, ses compétences et ses acquis* (66% en mathématiques, 74% en SVT contre 50% en SPC). Les enseignants de mathématiques et de SVT semblent ainsi plus attachés que les enseignants de SPC à l'implication individuelle des élèves lors de la mise en œuvre d'une DI. Les répondants de technologie, bien que plus en accord que les répondants de SPC (62% contre 50%) sur la possibilité d'auto-évaluation des élèves restent réservés sur le rôle des DI pour permettre aux élèves de s'engager dans un projet individuel (37% d'accord).

Ces résultats montrent que la conduite de DI par les élèves est reconnue par les enseignants des différentes disciplines pour développer des compétences transversales, non spécifiquement disciplinaires, participant à la maîtrise des capacités ou attitudes du socle Commun.
Sur certaines modalités, en SPC, il apparait des divergences significatives selon le niveau d'enseignement : les enseignants de lycée sont nettement plus d'accord que les enseignants de collège sur l'objectif *s'engager dans un projet individuel* (41% en lycée contre 29% en collège), et inversement moins d'accord sur *s'intégrer et coopérer dans un projet collectif* (81% en collège contre 70% en lycée). Sur les objectifs *assumer des rôles, prendre des initiatives et des décisions et comprendre l'importance du respect mutuel*, les enseignants de collège sont plus d'accord que les enseignants de lycée (81% en collège contre 71% au lycée).
En mathématiques, SVT et technologie, il n'y a pas de différences significatives entre les enseignants de collège et ceux de lycée.

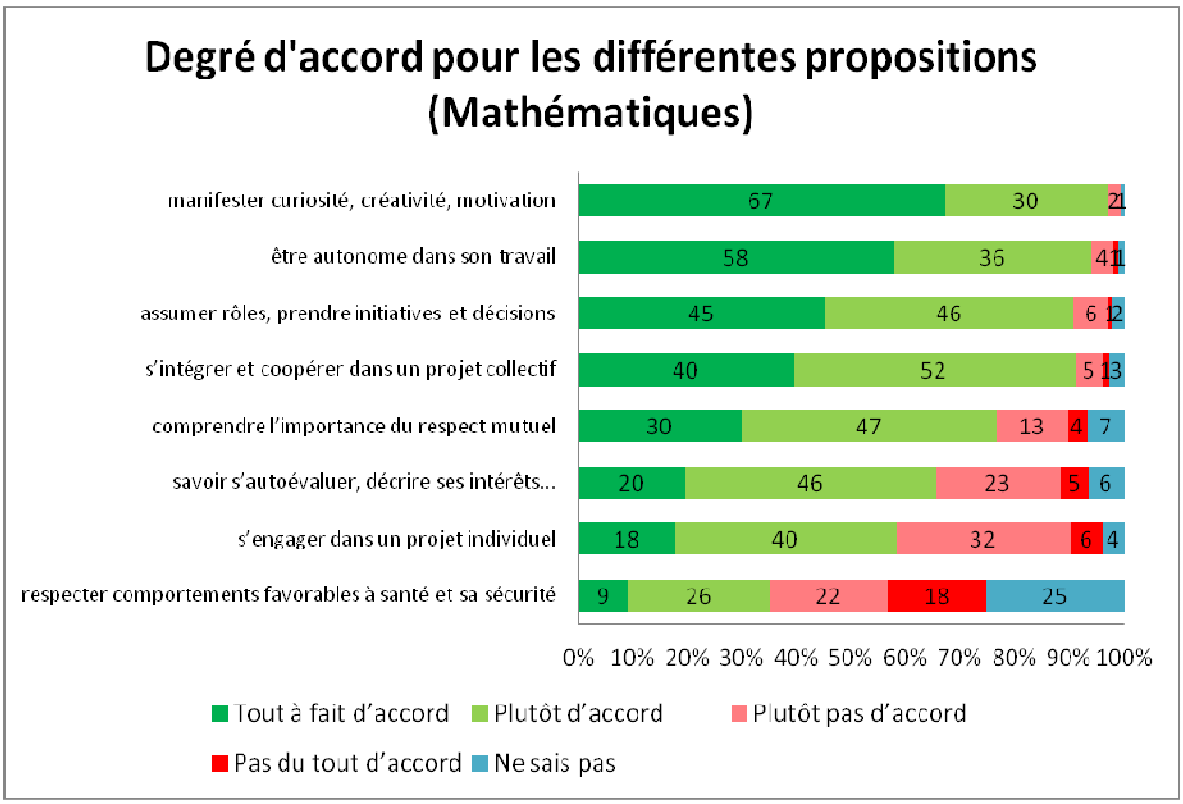


Figure 50 : Réponses des enseignants de mathématiques à la question *Selon vous, les capacités ou attitudes transversales développées par les élèves lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation sont...*

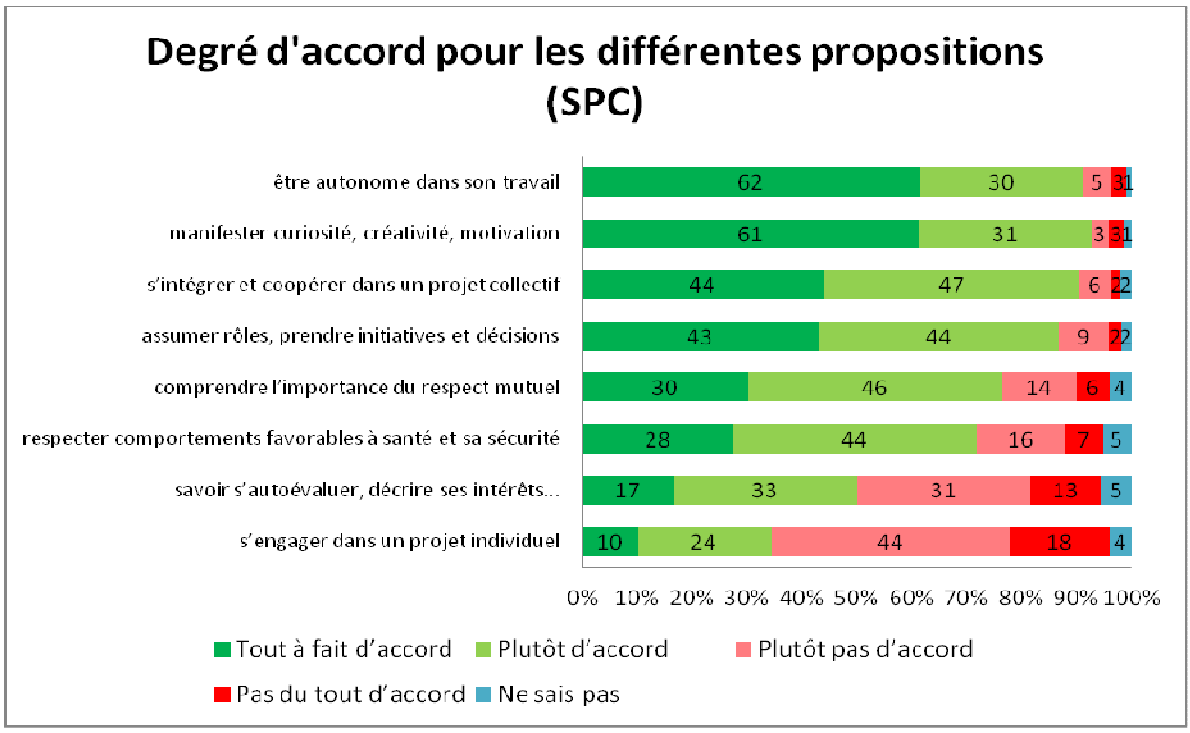


Figure 51 : Réponses des enseignants de sciences physiques et chimiques à la question *Selon vous, les capacités ou attitudes transversales développées par les élèves lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation sont...*

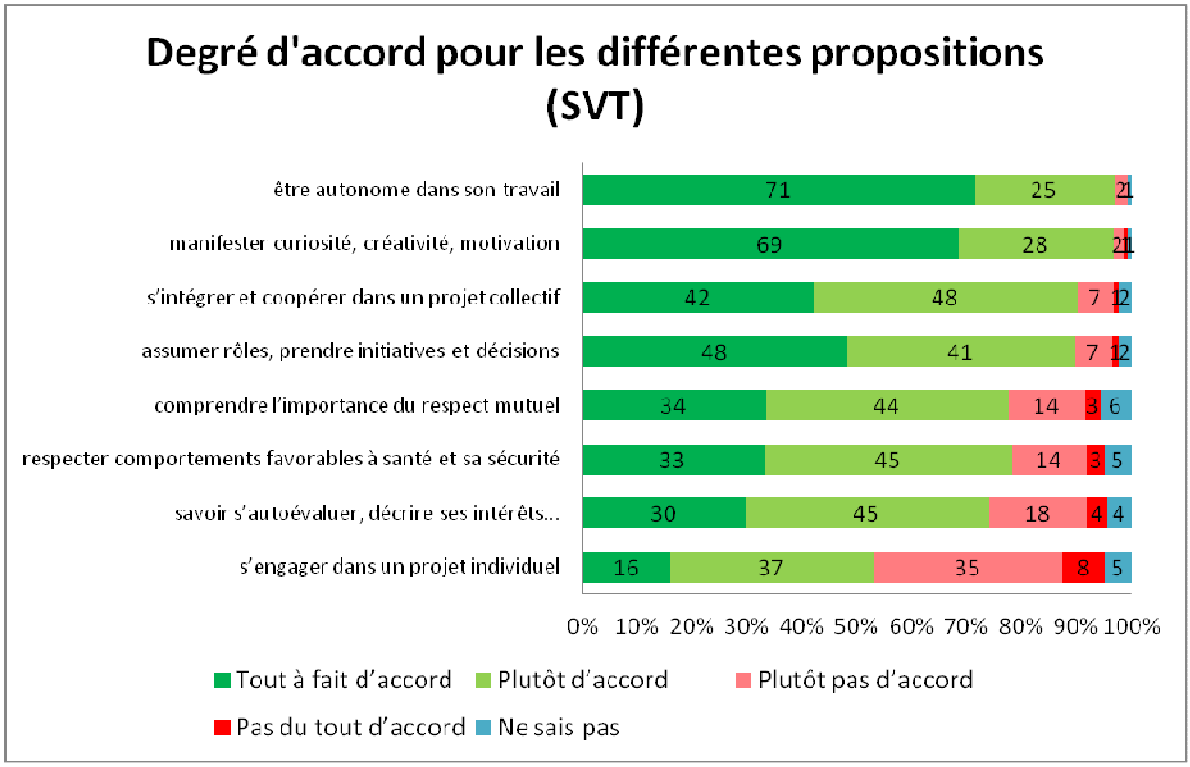


Figure 52 : Réponses des enseignants de sciences de la vie et de la Terre à la question *Selon vous, les capacités ou attitudes transversales développées par les élèves lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation sont…*

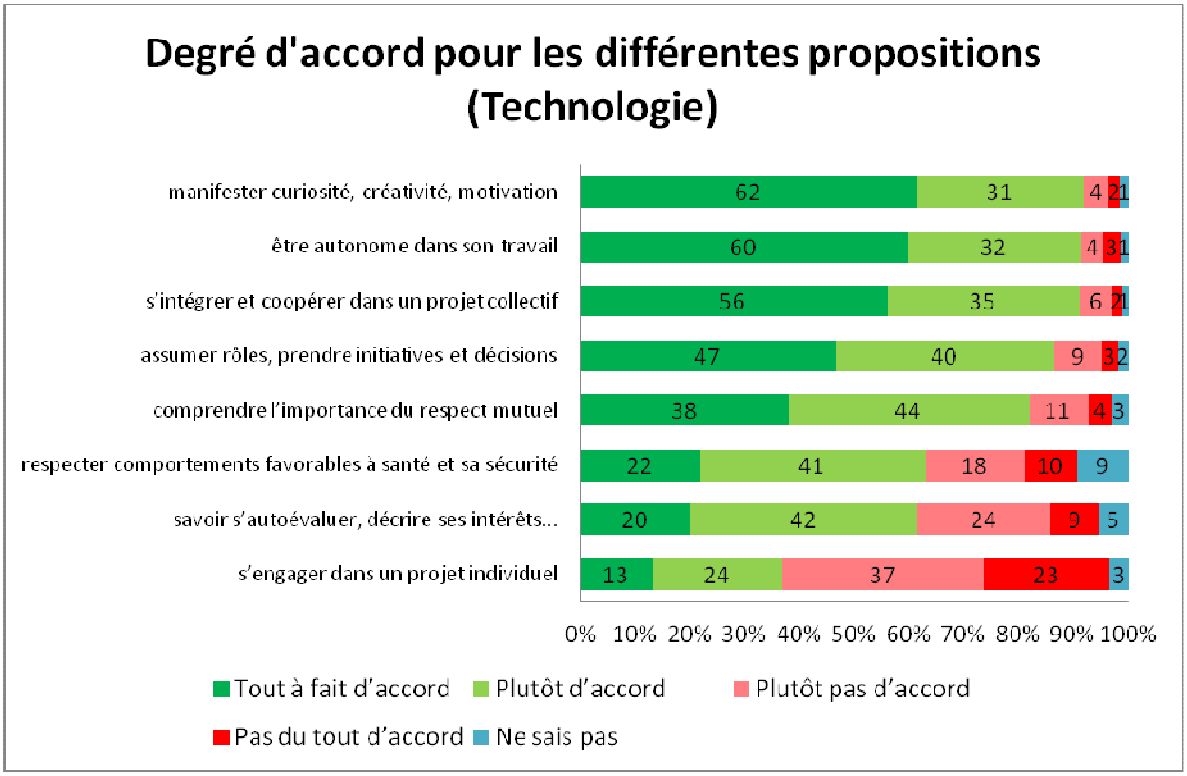


Figure 53 : Réponses des enseignants de technologie à la question *Selon vous, les capacités ou attitudes transversales développées par les élèves lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation sont...*

Les compétences du Socle commun développées par la mise en œuvre de DI : représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie

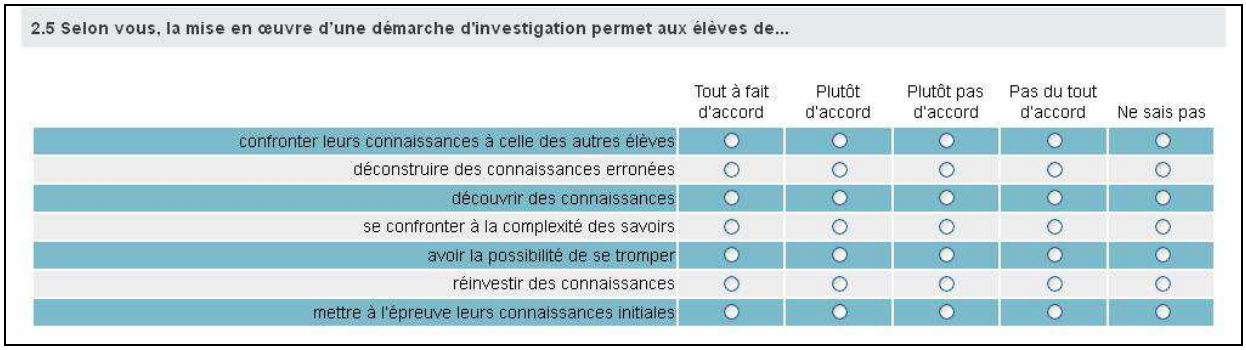
- DI et développement des capacités du domaine *Pratiquer une démarche scientifique ou technologique, résoudre des problèmes* de la compétence 3 du Socle commun *(Pratiquer une démarche scientifique ou technologique, résoudre des problèmes*)

Raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale ou technologique, démontrer, est le premier item de ce domaine de compétence développé par la mise en œuvre d'une démarche d'investigation pour les répondants de toutes les disciplines, même si les enseignants de sciences expérimentales le retiennent davantage. La plus faible importance revient au développement de capacités liées à la communication scientifique. Les répondants de SPC sont cependant ceux qui accordent le rang le plus élevé à ces capacités de communication en tant capacités pouvant être développées par les DI.

- DI et développement des compétences transversales du Socle commun : *les compétences sociales et civique, l'initiative et l'autonomie*

Les enseignants des différentes disciplines estiment que la mise en œuvre de DI participe au développement des compétences transversales du Socle commun ; la presque totalité des répondants considère en effet que les DI développent l'autonomie, la curiosité et l'initiative des élèves. Les DI sont moins reconnues pour développer les autres capacités et attitudes relatives à ces compétences et les réponses présentent quelques divergences entre les disciplines, notamment pour la capacité *savoir s'évaluer* qui retient plus d'accord en SVT, mathématiques et technologie, qu'en SPC.

3.4 Modalités d'apprentissage développées par les DI



2.5 Selon vous, la mise en œuvre d'une démarche d'investigation permet aux élèves de...

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
confronter leurs connaissances à celle des autres élèves	○	○	○	○	○
déconstruire des connaissances erronées	○	○	○	○	○
découvrir des connaissances	○	○	○	○	○
se confronter à la complexité des savoirs	○	○	○	○	○
avoir la possibilité de se tromper	○	○	○	○	○
réinvestir des connaissances	○	○	○	○	○
mettre à l'épreuve leurs connaissances initiales	○	○	○	○	○

Cette question vise à identifier les représentations des enseignants sur les modalités d'apprentissages des élèves permises par la mise en œuvre d'une démarche d'investigation.
Pour chaque discipline, les modalités de réponse ont été classées selon un degré d'accord global décroissant (Figure 54 à Figure 57).

3.4.1 Aspects consensuels des modalités d'apprentissage favorisées par les DI

Une première analyse permet de voir qu'une très forte majorité des enseignants des 4 disciplines est en accord avec toutes les modalités proposées. Pour la presque totalité des enseignants, la conduite de DI donne aux élèves *la possibilité de se tromper* (91 à 99%), et pour une très forte majorité, la conduite de DI permet aux élèves de *mettre à l'épreuve leurs idées initiales (84 à 94%), déconstruire des connaissances erronées (62 à 81%), confronter leurs connaissances à celles des autres élèves (81 à 85%).* Autrement dit, pour ces répondants la

mise en œuvre de DI, d'une part, attribue un statut positif à l'erreur, et d'autre part permet aux élèves de construire des connaissances en prenant appui sur leurs conceptions, en se confrontant aux autres. Ces enseignants choisissent ainsi des propositions qui sont en cohérence avec des modalités d'apprentissage de type constructiviste, voire socio-constructivistes[27]. Le degré d'accord attribué par une très forte proportion d'enseignants à la proposition *la conduite de DI permet de découvrir des connaissances* (84 à 94%) peut être rapproché de ces hypothèses d'apprentissage qui attribuent aux élèves une part active dans la construction de leur connaissance. Le choix de cette proposition peut encore être associé à une posture réaliste des enseignants pour qui les connaissances sont confondues avec les objets du monde, mais elle peut également s'expliquer tout simplement par le fait que les connaissances à construire par les élèves sont des connaissances connues des enseignants qu'il s'agit de « découvrir ».
Une très forte proportion d'enseignants est également en accord avec le fait que la conduite de DI permet *de réinvestir des connaissances (*82% à 94%) et *de se confronter à la complexité des savoirs (*74% à 97%). Ces résultats suggèrent que les enseignants perçoivent dans les DI d'une part la possibilité de développer une construction systémique des savoirs, par opposition à une construction linéaire de savoirs parcellisés et, d'autre part, la possibilité d'utiliser des connaissances dans de nouveaux contextes permettant de développer des compétences de niveau cognitif supérieur.

3.4.2 Aspects disciplinaires des modalités d'apprentissage favorisées par les DI

Une recherche de liens significatifs entre les réponses et la discipline permet de dégager certaines spécificités disciplinaires. De façon significative, les enseignants de technologie répondent *ne sais pas* aux différentes propositions. Ces répondants semblent moins bien identifier les rôles de ces démarches dans les apprentissages des élèves. Ceci est à relier au manque de familiarisation des enseignants de technologie aux DI qui ne sont introduites dans les programmes de collège de cette discipline que depuis 2008. Il existe un lien significatif entre les mathématiques et la réponse *tout à fait d'accord* à *la conduite de DI permet de réinvestir des connaissances* (52% contre 34 à 42% dans les autres disciplines). Les répondants de SPC et technologie expriment un degré de désaccord spécifique à la proposition *la conduite de DI* permet *de se confronter à la complexité des savoirs* (16 et 21% contre 10% en mathématiques et 12% en SVT). La nature des objets étudiés dans les différentes disciplines est susceptible d'éclairer ce résultat, les enseignants de technologique travaillant sur des objets techniques et ceux de SPC sur un monde matériel modélisé, de complexité supposée plus réduite que le monde vivant ou les objets formels.

En SPC, il apparait sur certaines modalités, des divergences significatives selon le niveau d'enseignement : les enseignants de lycée sont nettement plus d'accord que les enseignants de collège avec *les DI permettent aux élèves de se confronter à la complexité des savoirs* tandis qu'ils sont plus en désaccord avec *les DI permettent aux élèves de déconstruire des connaissances erronées* et *de comprendre l'importance du respect mutuel.* Les enseignants de collège sont eux, plus d'accord avec *les DI permettent aux élèves de mettre à l'épreuve leurs connaissances initiales*.
En mathématiques, SVT et technologie, il n'y a pas de différences significatives entre les réponses des enseignants de collège et de lycée.

[27] La conduite de DI correspond donc à des méthodes d'enseignement qui sont en adéquation avec la représentation des enseignants des différentes disciplines sur l'apprentissage (2.2.1).

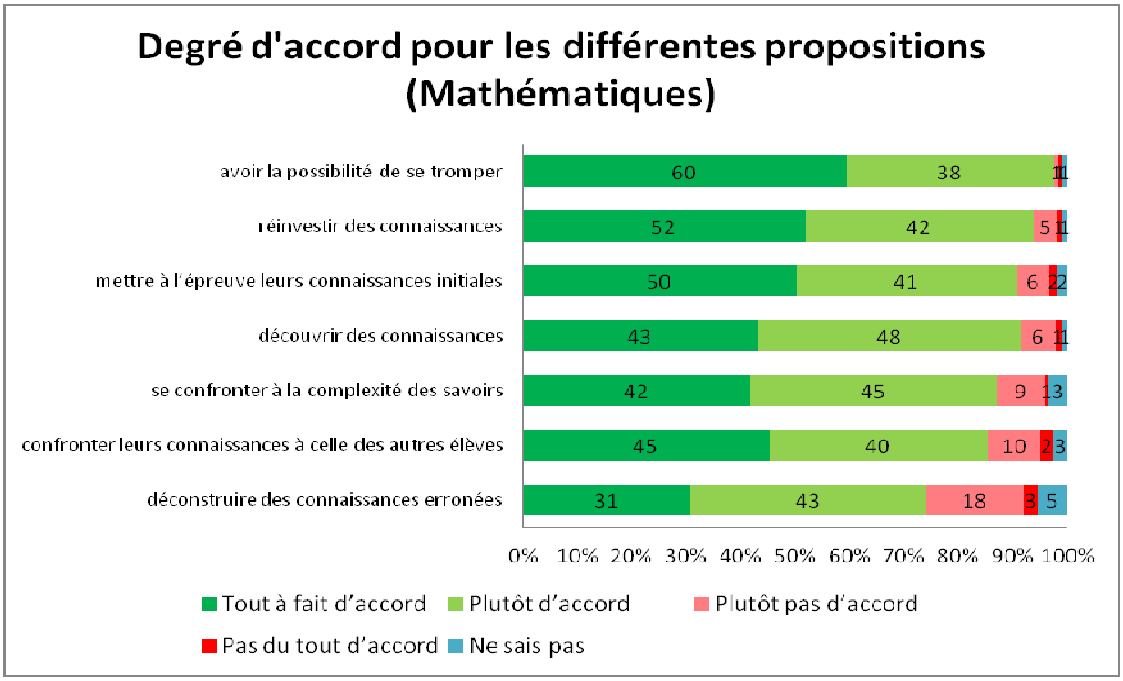


Figure 54 : Réponses des enseignants de Mathématiques à la question *Selon vous, la mise en œuvre d'une démarche d'investigation permet aux élèves de...*

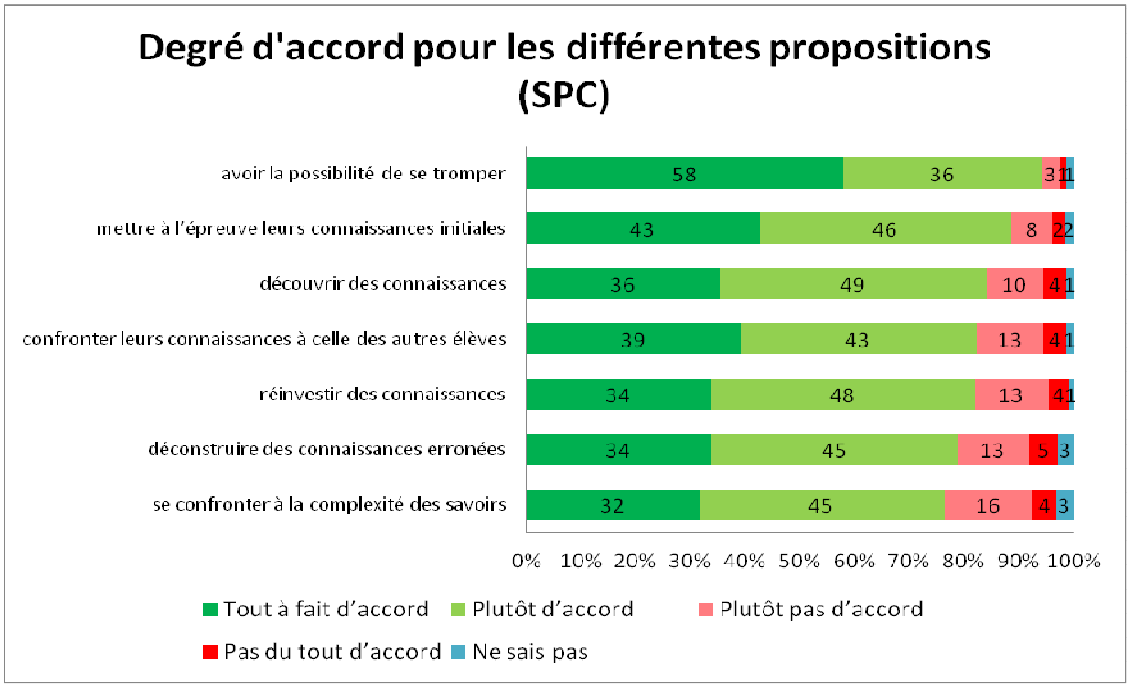


Figure 55 : Réponses des enseignants de Sciences Physiques et Chimiques à la question *Selon vous, la mise en œuvre d'une démarche d'investigation permet aux élèves de...*

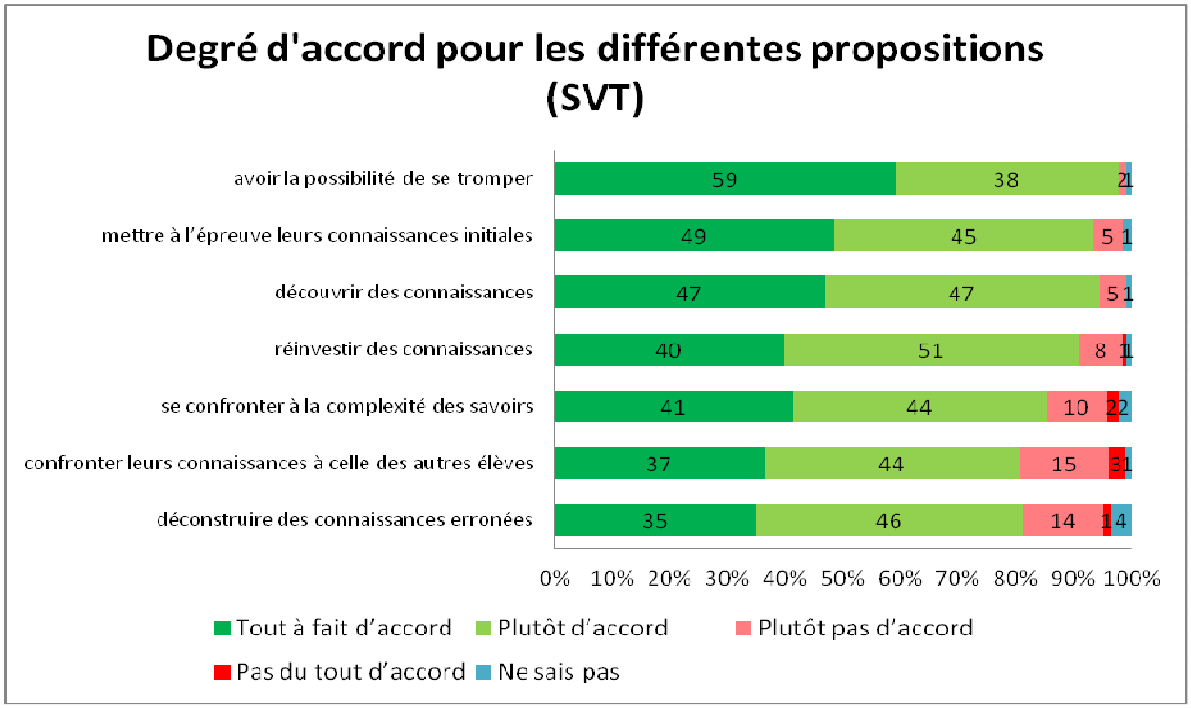


Figure 56 : Réponses des enseignants de Sciences de la Vie et de la Terre à la question *Selon vous, la mise en œuvre d'une démarche d'investigation permet aux élèves de...*

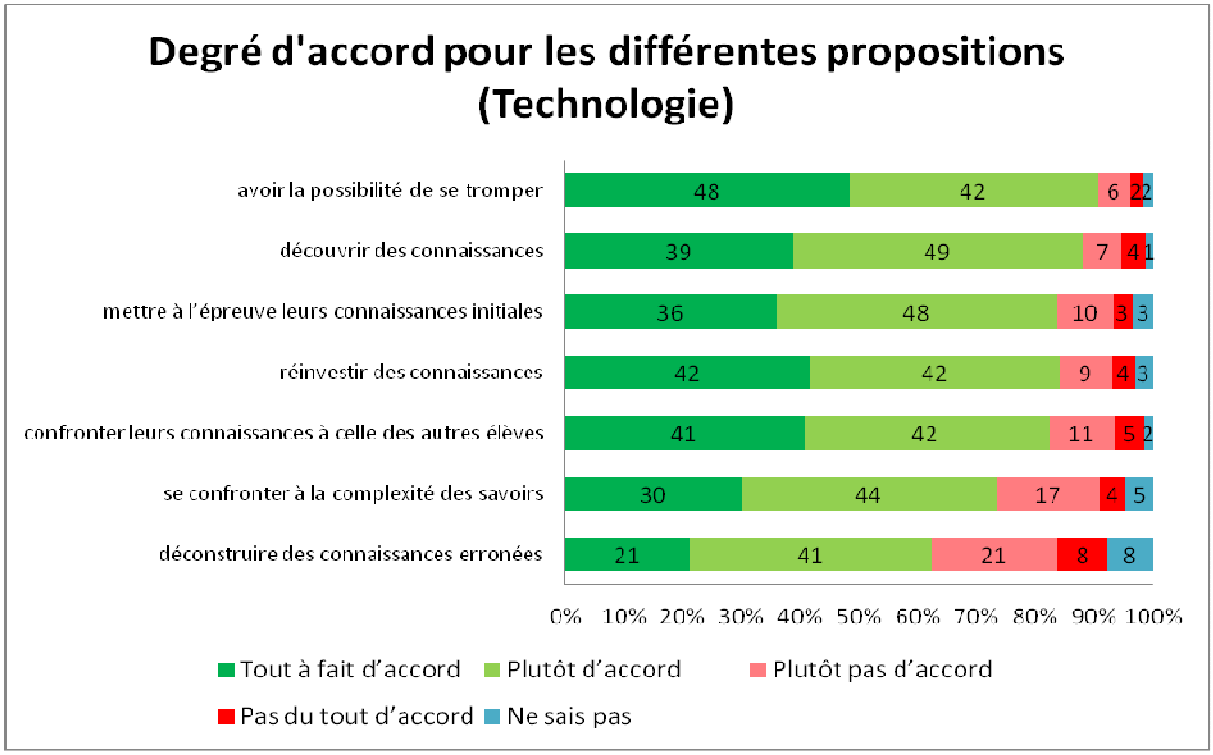


Figure 57 : Réponses des enseignants de Technologie à la question *Selon vous, la mise en œuvre d'une démarche d'investigation permet aux élèves de...*

Modalités d'apprentissages et mise en œuvre de DI : de fortes similitudes entre les réponses des enseignants des quatre disciplines

Selon la grande majorité des enseignants des 4 disciplines, la mise en œuvre d'une démarche d'investigation permet aux élèves de *pouvoir se tromper*, de *découvrir des connaissances*, de *se confronter à la complexité des savoirs* et de *réinvestir des connaissances*. Cette dernière proposition est plus particulièrement retenue par les enseignants de mathématiques. Les répondants de technologie manifestent des taux légèrement plus importants de désaccord et de réponses *ne sais pas* sur la capacité des DI à permettre aux élèves de *déconstruire des connaissances erronées* ou de *se confronter à la complexité des savoirs*. On constate que, dans les réponses exprimées, les DI sont des démarches riches du point de vue pédagogique, offrant aux élèves de nombreuses occasions d'apprendre. Les enseignants ayant répondus à notre enquête semblent donc adhérer aux DI en tant que démarches d'enseignement.

3.5 Difficultés de la mise en œuvre des DI

2.6 Selon vous, les difficultés à proposer des démarches d'investigation dans l'enseignement sont...

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
la rigidité de la démarche	○	○	○	○	○
le manque de connaissances des élèves	○	○	○	○	○
la gestion des élèves durant la séance	○	○	○	○	○
le manque de savoir-faire des élèves	○	○	○	○	○
le faible degré d'autonomie des élèves	○	○	○	○	○
l'importance de votre travail de préparation	○	○	○	○	○
le manque de matériel	○	○	○	○	○
mon manque de formation sur la démarche d'investigation	○	○	○	○	○
le manque de temps	○	○	○	○	○
l'articulation avec le programme	○	○	○	○	○
mon manque de connaissances et/ou de savoir-faire sur les sujets choisis	○	○	○	○	○

Cette question interrogeait le degré d'accord sur onze difficultés à proposer des démarches d'investigation dans l'enseignement. Les propositions concernaient la démarche elle-même, les élèves, le contexte ou le professeur.

3.5.1 Aspects consensuels des difficultés de mise en œuvre des DI

Selon la discipline, 5 à 10 propositions reçoivent plus de 50% d'accord, ce qui montre l'existence de difficultés à mettre effectivement en œuvre des DI. Ce résultat est conforté par le faible taux de réponse *ne sais pas* aux différentes propositions qui varient entre 0 et 7%, mais sont le plus souvent inférieures à 4%. Certains points convergents se dégagent entre les quatre disciplines. Le *manque de temps* retient l'accord de 78 à 88% des répondants, c'est la difficulté retenue par le plus grand nombre de répondants en mathématiques, SVT et SPC. Près des ¾ des enseignants relient aussi les difficultés de la mise en œuvre de DI à la gestion des élèves et leur faible degré d'autonomie.

3.5.2 Aspects disciplinaires des difficultés de mise en œuvre des DI

L'analyse des degrés d'accord fait également apparaître des spécificités disciplinaires que nous présentons ci-dessous. Pour chaque discipline, les réponses aux 11 propositions ont été classées selon un degré d'accord global décroissant (Figure 58 à Figure 61).

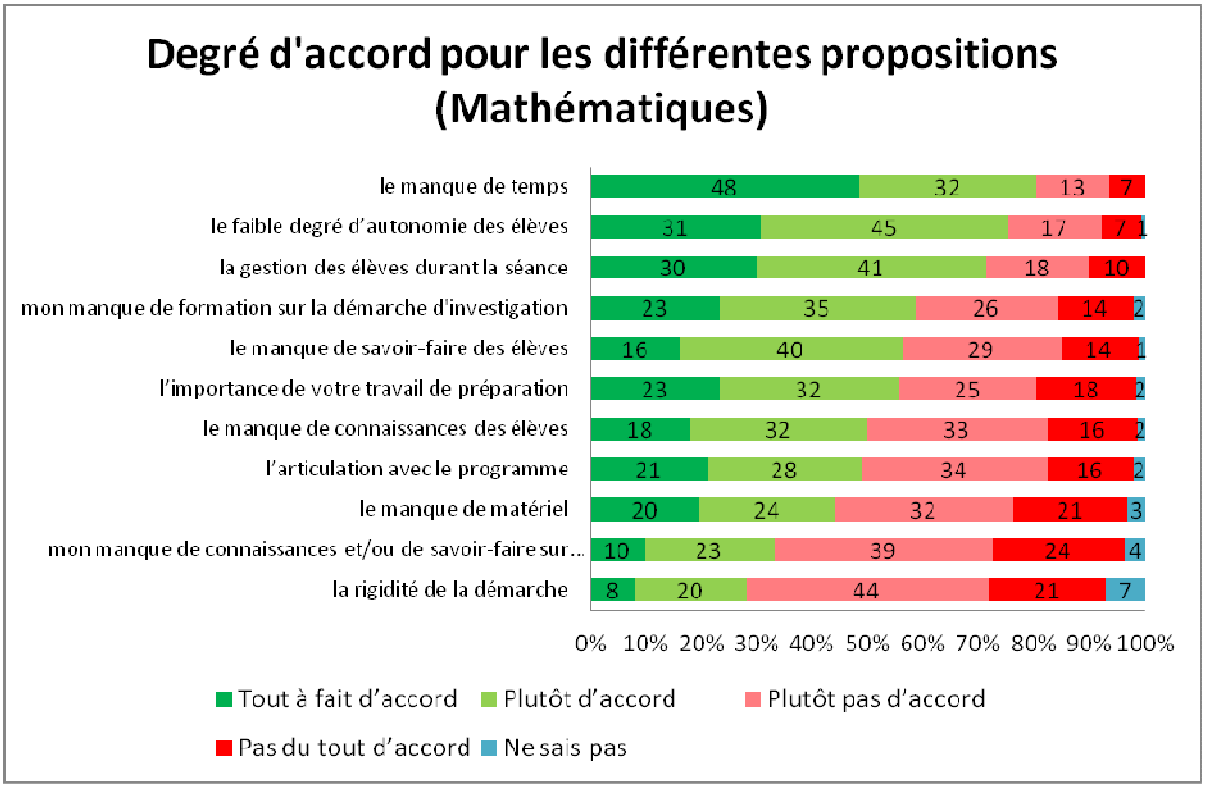


Figure 58 : Réponses des enseignants de Mathématiques à la question *Selon vous, les difficultés à proposer des démarches d'investigation dans l'enseignement sont...*

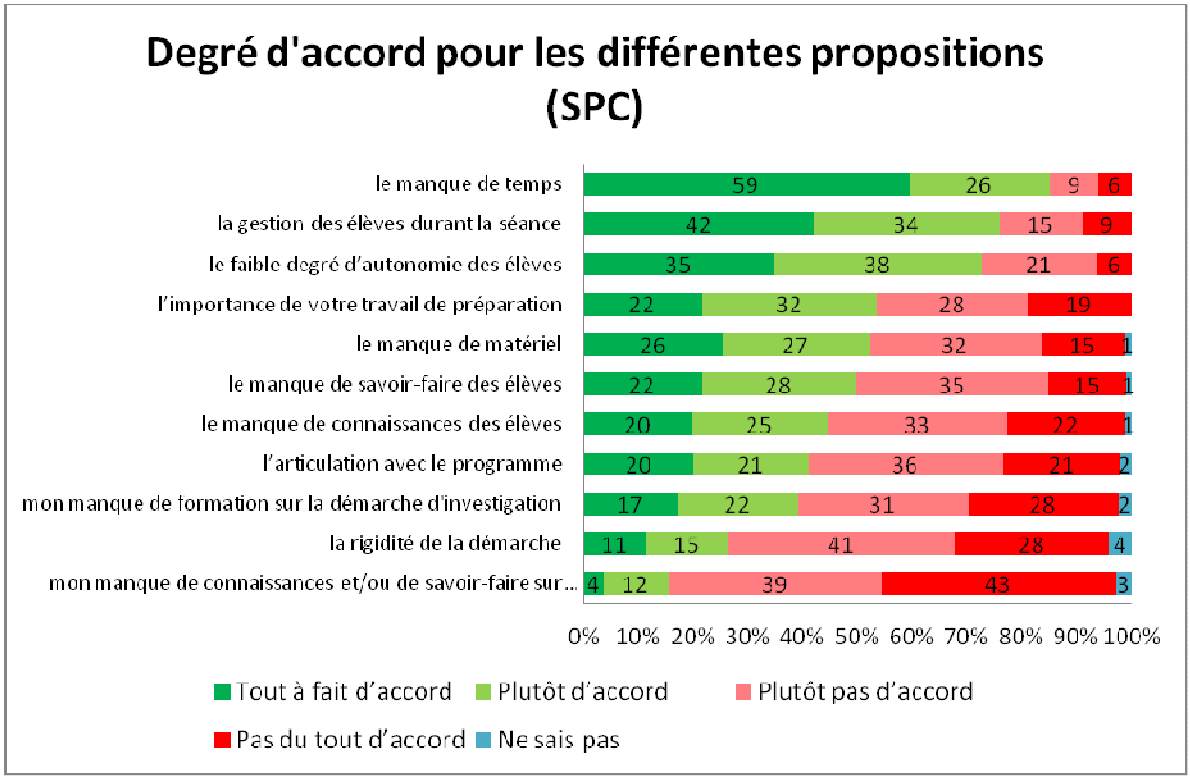


Figure 59 : Réponses des enseignants de Sciences Physiques et Chimiques à la question *Selon vous, les difficultés à proposer des démarches d'investigation dans l'enseignement sont...*

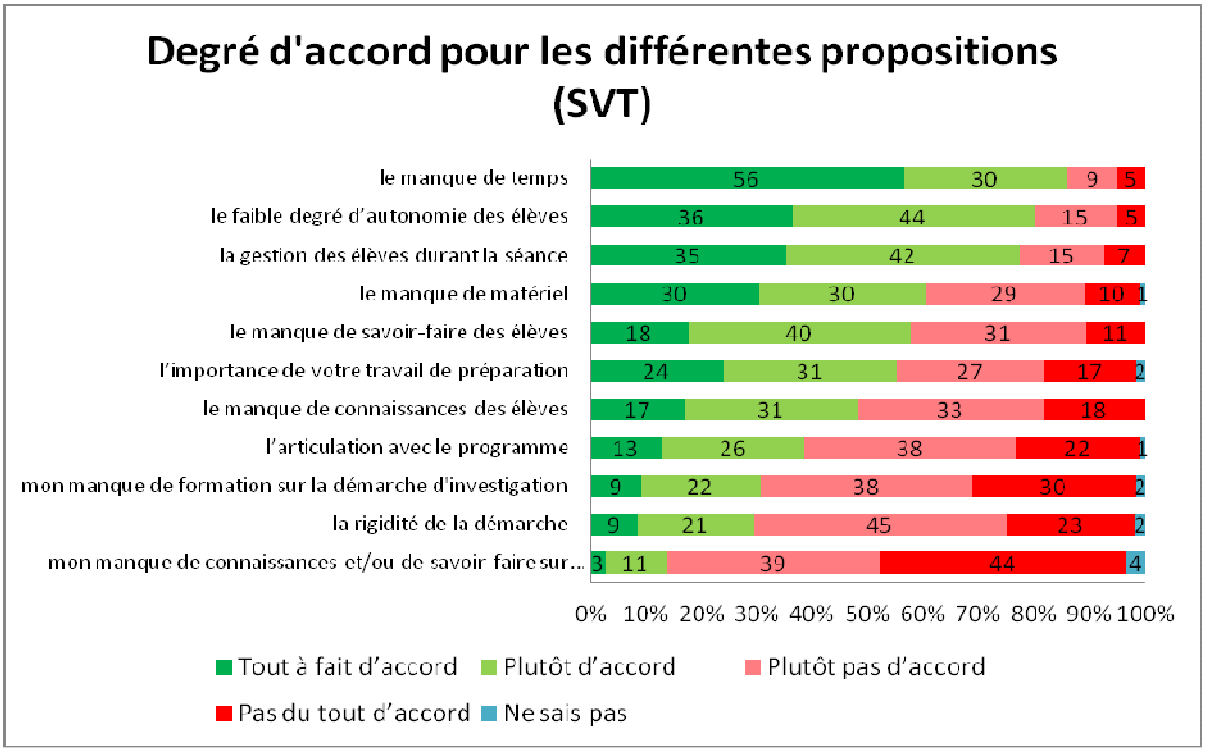


Figure 60 : Réponses des enseignants de Sciences de la Vie et de la Terre à la question *Selon vous, les difficultés à proposer des démarches d'investigation dans l'enseignement sont...*

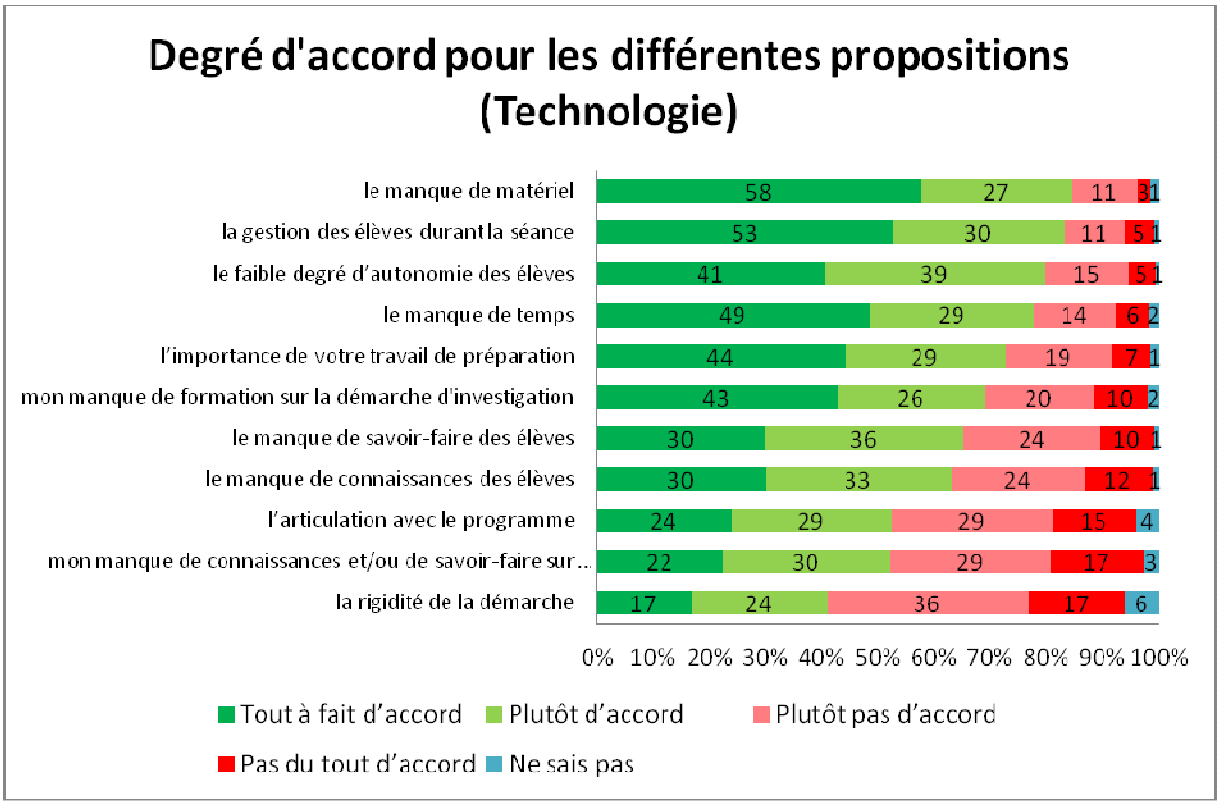


Figure 61 : Réponses des enseignants de Technologie à la question *Selon vous, les difficultés à proposer des démarches d'investigation dans l'enseignement sont...*

3.5.2.1 Mathématiques

Après le *manque de temps*, et les difficultés liées à la *gestion des élèves* et à leur *faible degré d'autonomie* déjà cités, les répondants de mathématiques retiennent aussi *leur manque de formation* concernant les DI (59%, dont 23% *tout à fait d'accord*) et, peut-être en lien, l'importance de leur travail de préparation (56%, dont 23% *tout à fait d'accord*). Le *manque de savoir-faire des élèves* est aussi pointé par 56% d'entre eux (dont 16% *tout à fait d'accord*), alors *le manque de connaissances des élèves* n'est pas source de difficultés pour 63% des répondants (dont 24% pas du tout d'accord). Les contraintes liées au contexte (*manque de matériel* et *articulation avec le programme*) divisent l'opinion des répondants de mathématiques. *La rigidité de la démarche* est ressentie comme difficulté par moins d'un tiers d'entre eux. Il n'y a pas de différence significative entre les enseignants de collège et ceux de lycée.

3.5.2.2 Sciences physiques et chimiques

Les répondants de SPC sont relativement plus nombreux que ceux des autres disciplines à exprimer un désaccord avec les difficultés proposées. Peut-être une partie d'entre eux ne trouve-t-elle pas spécialement de difficultés à mettre en œuvre des DI. Comme dans les autres disciplines, les répondants retiennent principalement les difficultés associées au *manque de temps*, à la *gestion des élèves* et à leur *manque d'autonomie*. Les contraintes liées au *manque de matériel*, à *l'importance du temps de préparation des séances de DI* et *au manque de savoir-faire ou de connaissance des élèves* partagent l'opinion des répondants de SPC. Le *manque de connaissances des élèves* semble poser plus de problème aux enseignants de SPC de lycée. Le *manque de formation sur les DI des enseignants* eux-mêmes n'est retenu que par 39% d'entre eux, mais cette proportion est plus importante au lycée (50% contre 29% au collège). Seuls 15% des enseignants de SPC interrogés ressentent un *manque de connaissances ou de savoir-faire sur les sujets abordés*. Enfin pour 70% des répondants la *rigidité de la démarche* n'est pas source de difficulté.

3.5.2.3 Sciences de la vie et de la Terre

En SVT, outre le *manque de temps*, les difficultés de *gestion des élèves* et leur *manque d'autonomie*, les contraintes à la mise en œuvre de DI sont rapportées au *manque de matériel* (60% d'accord dont 30% tout à fait d'accord), au *manque de savoir faire des élèves* (57% d'accord, dont 18% tout à fait d'accord) et à *l'importance du travail de préparation* (55% d'accord, dont 24% tout à fait d'accord). *L'articulation des DI avec le programme d'enseignement* ne pose de problème qu'à 39% des répondants, et la démarche est jugée trop rigide pour seulement 30% d'entre eux. Le manque de formation sur les DI n'est exprimé que par 31% des enseignants de SVT interrogés (dont seulement 9% *tout à fait d'accord*), bien qu'au lycée, il y ait significativement plus de *tout à fait d'accord* : 12% contre 6%. Seuls 14% des répondants de SVT estiment qu'ils manquent de connaissances ou de savoir-faire sur les sujets abordés.

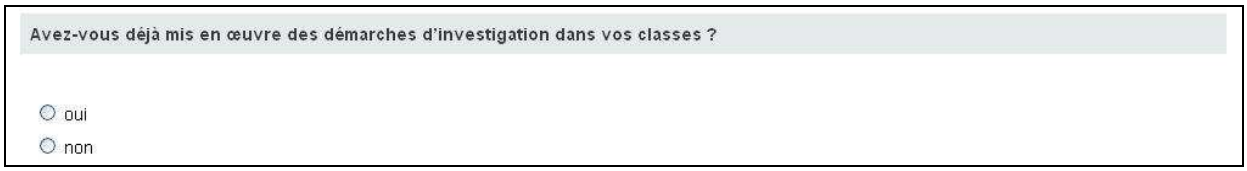
3.5.2.4 Technologie

En technologie, toutes les propositions reçoivent plus de 50% d'accord, sauf celle qui relie les difficultés de mise en œuvre de DI à *la rigidité de la démarche* elle-même. Le *manque de matériel* vient en premier, retenu par 85% des répondants (dont 58% *tout à fait d'accord*), puis la *gestion des élèves durant la séance* (83% d'accord, dont 55% *tout à fait d'accord*) et leur *manque d'autonomie* (80 d'accord, dont 41% *tout à fait d'accord*) juste avant le manque *de temps* (78% d'accord, dont 48% *tout à fait d'accord*). Le *manque de formation des enseignants sur les DI* (69% d'accord, dont 43% *tout à fait d'accord*) et *l'importance du travail de préparation en amont des DI* (73% d'accord, dont 44% tout à fait d'accord) sont des difficultés plus fortement retenues que le *manque de savoir-faire ou de connaissance des élèves* (respectivement 65% et 63% d'accord dont 30% *tout à fait d'accord*). Ces résultats laissent penser qu'un accompagnement des enseignants de technologie pour la mise en œuvre de telles démarches serait bienvenu. Les propositions concernant des difficultés suscitées par *l'articulation des DI au programme* ou par le *manque de connaissances ou de savoir-faire de l'enseignant* lui-même sur les sujets abordés par les DI divisent l'opinion. Il n'y a pas de différences significatives entre les enseignants de collège et ceux de lycée.

Difficultés liées à la mise en place des démarches d'investigation dans l'enseignement

Un consensus se dégage entre les répondants des différentes disciplines concernant la difficulté de mettre en place des démarches d'investigation dans leur enseignement (les proportions d'accord avec certaines des propositions étant élevées), avec une légère exception pour les enseignants de SPC. Les contraintes qui ressortent essentiellement sont le manque de temps, le manque d'autonomie des élèves et des difficultés de gestion des élèves durant une séance.
La technologie se distingue des autres disciplines par un accord supérieur vis à vis des difficultés dans tous les domaines. Elle est rejointe par la SVT du point de vue des problèmes matériels et par les mathématiques concernant l'insuffisance de la formation.

3.6 Mise en œuvre de DI par les répondants



Cette question est la seule question du questionnaire interrogeant les enseignants sur leurs pratiques. Elle était placée en fin de questionnaire, après qu'ils aient exprimé leurs opinions sur les intérêts et les difficultés à mettre en œuvre des DI. Il peut paraître surprenant que malgré les difficultés ressenties, plus de 8/10 des répondants déclarent avoir déjà mis en œuvre des démarches d'investigation (plus de 96% en sciences expérimentales, 92% en technologie et 84% en mathématiques, Figure 62). Pour plus de 90%, ces investigations ont été réalisées dans le cadre de l'enseignement obligatoire de la discipline du répondant, mais 18 à 34% des enseignants disent avoir menées des DI dans *un enseignement laissant une grande part de liberté quant au contenu* (Figure 63).

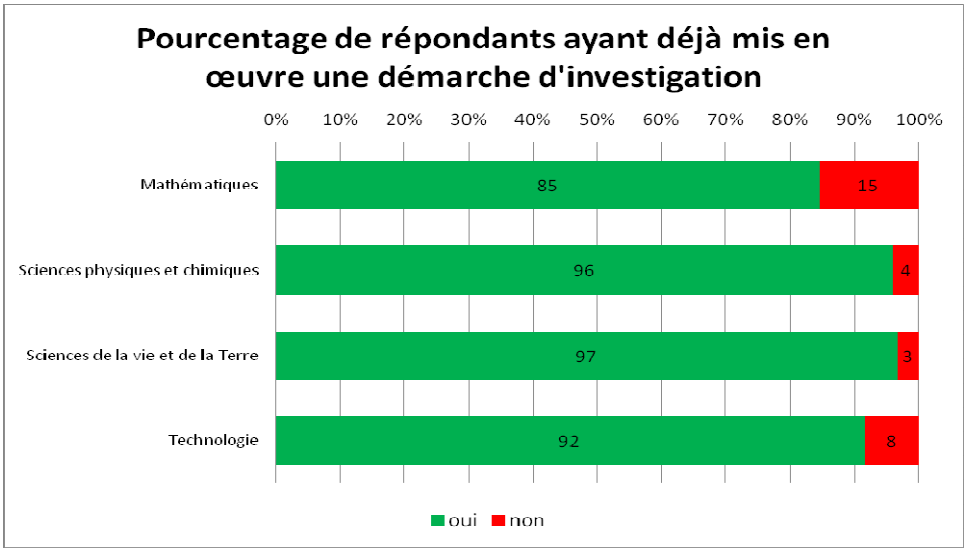


Figure 62 : Pourcentage des enseignants ayant répondu positivement ou négativement à la question *Avez-vous déjà mis en œuvre des démarches d'investigation dans vos classes ?*

Les DI ont également pu être menées dans un enseignement pluridisciplinaire (TPE, MPS…) par des répondants de SVT (35%), de mathématiques (26%) ou de SPC et technologie (16%). Tous les niveaux du collège sont concernés, sauf la classe de 6° pour les SPC puisque l'enseignement de SPC n'existe pas à ce niveau. Au lycée, si la classe de seconde obtient un

taux de mise en œuvre du même ordre que les classes de collège en mathématiques, SVT et SPC, ce taux diminue en première et plus encore en terminale, où les enseignants de SVT sont les plus nombreux à déclarer mettre encore en œuvre des DI (30%, contre 18% et 14% respectivement en mathématiques et SPC).

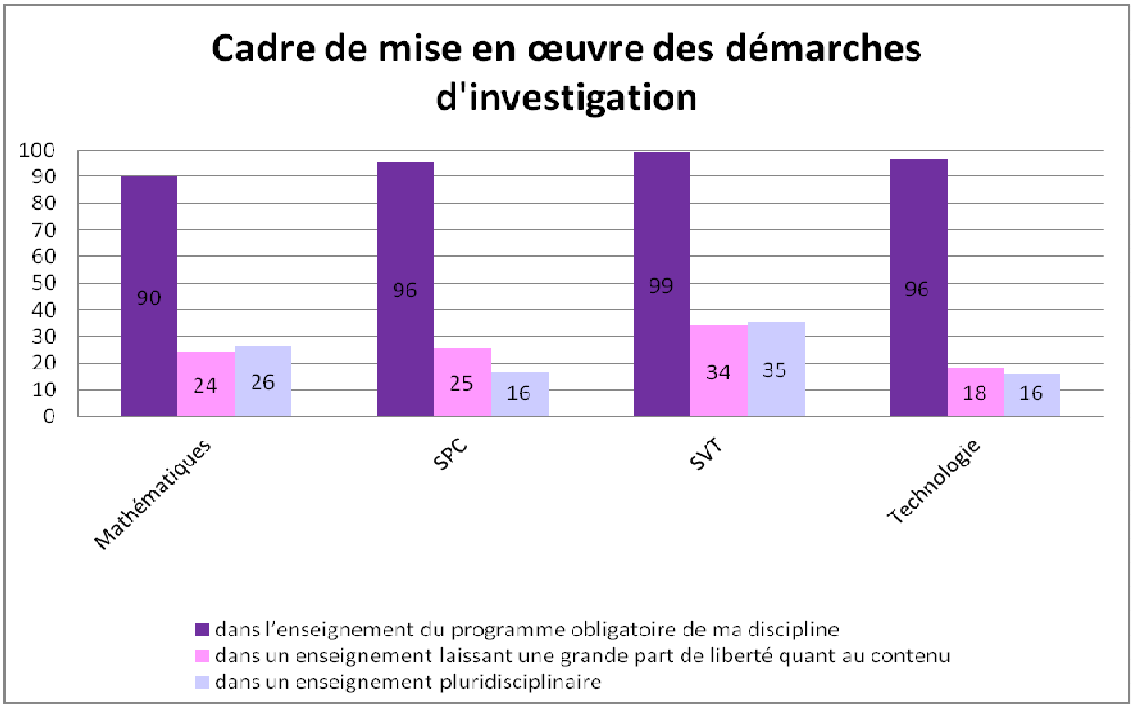


Figure 63 : Cadre de mise en œuvre des démarches d'investigation des enseignants ayant répondu positivement à la question précédente *Avez-vous déjà mis en œuvre des démarches d'investigation dans vos classes ?*

Mise en œuvre des démarches d'investigation par les enseignants des différentes disciplines

Malgré les difficultés exprimées dans l'enquête, 9/10 des répondants déclarent avoir déjà mis en œuvre une démarche d'investigation dans leurs classes, les enseignants de sciences expérimentales (SVT et SPC) étant un peu plus nombreux à l'affirmer que les enseignants de technologie et surtout que ceux de mathématiques. Pour la presque totalité des répondants, les DI ont pris place dans l'enseignement du programme obligatoire de leur discipline. Un tiers d'entre eux déclare également avoir mis en œuvre des DI dans un autre contexte d'enseignement.
D'après les réponses, tous les niveaux de collège sont concernés par la mise en œuvre de DI. Au lycée, le taux de mise en œuvre de DI diminue nettement avec le niveau d'enseignement, la baisse étant moins marquée en sciences de la vie et de la Terre.

FOCUS : Les démarches d'investigation en Sciences physiques et chimiques

Parmi les 2606 répondants, 771 enseignent les sciences physiques et chimiques (SPC). Ces enseignants travaillent surtout en collège et en lycée général et technologique (46% des enseignants de SPC ayant répondu exercent en collège, 42% en lycée et 12% aux deux niveaux). Les enseignants exerçant en collège sont surreprésentés par rapport à l'échantillon national. Ce focus présente une analyse plus détaillée de leurs réponses.

Question 2.2 : Objectifs que la conduite d'une DI permet d'atteindre

On repère que parmi les objectifs proposés, trois prédominent dans les réponses des enseignants de SPC. *Donner l'envie d'apprendre les sciences et/ou la technologie* occupe la première position pour 28% des répondants, assez loin devant les autres pourcentages de 1er rang Cette proposition ainsi que *développer des capacités et/ou attitudes* et *développer l'autonomie* sont placées dans les trois premiers rangs par près de la moitié des enseignants (46%, Figure 39). L'objectif *faire acquérir des connaissances* n'est pas considéré par les répondants comme étant un objectif primordial visé par l'implémentation de DI puisque seulement 21% l'ont positionné dans les trois premiers rangs. En dernier rang, apparaît *favoriser un enseignement pluridisciplinaire* pour 46% des répondants. Cet objectif a été sélectionné et placé par 73% des répondants dans les trois derniers rangs. On peut donc en conclure que les répondants de SPC ne font pas de la DI un moyen de travailler avec d'autres disciplines scientifiques.

On peut ainsi repérer que pour ces enseignants de SPC, la DI est une démarche pédagogique qui permet en premier lieu, de développer des capacités et des attitudes comme l'autonomie, la motivation et l'intérêt vis-à-vis des sciences. Mais elle n'est pas une méthode d'enseignement qui privilégie l'acquisition des connaissances ou un enseignement pluridisciplinaire. Notons que nous n'avons pas identifié pour cette question des différences significatives entre les enseignants de collège et de lycée.

Question 2.3 : Capacités plus particulièrement développées lors de la conduite d'une démarche d'investigation

Les réponses à cette question montrent que 68% des répondants classent la capacité raisonner, *argumenter, pratiquer une démarche expérimentale ou technologique, démontrer* au premier rang (Figure 44). Donc pour ces enseignants, la mise en place de DI développe essentiellement chez l'élève un raisonnement argumenté à travers la mise en place d'une démarche scientifique autrement dit, à partir de la formulation d'hypothèses explicatives, l'élaboration de protocoles possibles, l'expérimentation, l'analyse et l'interprétation des résultats expérimentaux. Au deuxième rang, arrive la capacité à *présenter la démarche suivie, les résultats obtenus et communiquer à l'aide d'un langage* adapté avec environ 42% des répondants. Cette capacité est relative à l'échange argumenté des propositions élaborées par les élèves où l'accent est mis sur la communication qui peut être orale ou écrite. En troisième position, environ 35% des enseignants pensent que la mise en œuvre de DI favorise, chez l'élève, le développement de capacités liées aux manipulations et aux mesures *réaliser, manipuler, mesurer, calculer, appliquer des consignes*. Enfin, 37% des répondants placent en dernière position la conduite d'une DI comme *moyen de rechercher, extraire, organiser l'information utile* (quatrième et dernier rang).

On peut repérer ici que les répondants de SPC mettent surtout en évidence des capacités développées par les DI, liées à la pratique de procédures expérimentales où l'esprit critique de l'élève est fortement concerné. Il n'apparaît pas de différences significatives dans les réponses à cette question des enseignants de collège et de lycée.

Question 2.4 : Capacités ou attitudes transversales développées par les élèves lors de la mise en œuvre d'une DI

Trois propositions retiennent le plus d'accord (autour de 90% d'accord) : *manifester curiosité, créativité et motivation* ; *être autonome dans son travail* (avec respectivement 93 et 92% d'accord dont 61 et 62% sont tout à fait d'accord), et la troisième proposition liée à la dimension collaborative entre pairs au cours de l'apprentissage *s'intégrer et coopérer dans un projet collectif* (91% d'accord) (Figure 51). Le résultat correspondant à cette troisième proposition est renforcé par le fait que la capacité à *s'engager dans un projet individuel* exprime le plus de désaccord (62% pas d'accord). Cela montre l'importance accordée par les répondants de SPC à faire travailler les élèves par groupe. C'est donc la démarche collaborative qui est privilégiée par ces enseignants au cours de la mise en place des DI et non pas le travail individuel de

l'élève. La capacité à *assumer des rôles, prendre des initiatives et des décisions* est en quatrième position avec 87% d'accord. Ensuite deux propositions retiennent l'accord d'environ 70% des répondants : *comprendre l'importance du respect mutuel* et *respecter des comportements favorables à sa santé et à sa sécurité* au cours de DI (avec respectivement 77% et 72% d'accord). La proposition *savoir s'autoévaluer et être capable de décrire ses intérêts* divise les réponses des enseignants dans la mesure où environ 50% sont d'accord contre 44% en désaccord et 5% répondent *ne sais pas* : la DI ne parait pas être considérée par une majorité de répondants de SPC comme une situation favorable à l'autoévaluation.

Ainsi, pour les enseignants de SPC répondant à l'enquête, la mise en place des DI stimule surtout la curiosité, la créativité, l'esprit critique, l'intérêt, l'autonomie, et l'esprit d'initiative des élèves. Ce résultat est en cohérence avec la question précédente dans la mesure où la capacité, qui semble pour les répondants plus particulièrement développée lors de la conduite de DI, est liée au raisonnement argumenté où l'esprit critique des élèves est largement sollicité. En outre, selon les enseignants répondants, la mise en œuvre de DI favorise la confrontation entre pairs et donc l'investissement dans un projet collectif.

Il est intéressant de noter que des divergences significatives apparaissent sur certaines modalités selon le niveau d'enseignement en SPC : les enseignants de lycée sont nettement plus d'accord sur la capacité *s'engager dans un projet individuel* développée par les élèves lors de la mise en œuvre d'une DI que ceux de collège (41% contre 29%), mais inversement sur *s'intégrer et coopérer dans un projet collectif* (88% contre 93%). Par rapport à la proposition *comprendre l'importance du respect mutuel,* il apparaît que les enseignants de lycée sont plus en désaccord (24% contre 16%).

Question 2.5 : Ce que la mise en œuvre d'une DI permet aux élèves

Les réponses à cette question révèlent un accord supérieur à 70% pour toutes les propositions (Figure 55). En premier lieu, se situe la proposition la conduite de *DI permet aux élèves d'avoir la possibilité de se tromper* avec 94% d'accord (dont 58% tout à fait d'accord). Pour ces répondants, la mise en place de DI se base sur un processus qui fait appel à des tâtonnements, à des essais et erreurs. Cette proposition exprimant le plus d'accord peut refléter également un statut de l'erreur plutôt « positif » où celle-ci est reconnue comme un élément constitutif du processus d'apprentissage au cours de la mise en œuvre de DI. Arrivent ensuite, en deuxième et troisième position, le fait que la conduite de DI *permet aux élèves de mettre à l'épreuve leurs connaissances initiales* et *permet aux élèves de découvrir des connaissances* avec respectivement 89% et 84% d'accord. En quatrième position, viennent simultanément deux propositions exprimant le même pourcentage d'accord (82%) : la conduite de *DI permet aux élèves de réinvestir des connaissances* (dont 34% sont tout à fait d'accord et 48% plutôt d'accord) et *permet aux élèves de confronter leurs connaissances à celle des autres élèves* (dont 39% sont tout à fait d'accord et 43% plutôt d'accord). Ce résultat concernant cette dernière proposition rejoint le résultat obtenu à la question précédente où l'accent est mis sur l'engagement des élèves dans un projet collectif et donc sur la démarche collaborative et la confrontation entre pairs au cours de la mise en œuvre de DI. 79% des répondants étaient également d'accord sur le fait que la conduite de DI *permet aux élèves de déconstruire des connaissances erronées* et on retrouve aussi qu'environ 77% sont d'accord pour considérer qu'elle *permet aux élèves de se confronter à la complexité des savoirs*. Pour les enseignants de SPC répondants à l'enquête, la conduite de DI s'inclut donc dans un jeu d'interactions entre les connaissances initiales des élèves avec le droit de se tromper et d'exprimer des conceptions préexistantes, l'acquisition de nouvelles connaissances, la remise en cause et la déconstruction de leurs connaissances erronées (ce qui fait écho à l'explicitation et la mise à l'épreuve des idées initiales, mentionnées plus haut). Ce jeu d'interactions n'est pas mené individuellement puisque pour les répondants de SPC, les DI favorisent la confrontation des connaissances entre les pairs et donc la dimension collective est fortement présente.

Il apparaît aussi des divergences significatives selon le niveau d'enseignement sur certaines modalités : les enseignants en lycée considèrent, plus que ceux en collège, que la mise en œuvre d'une DI permet aux élèves de *se confronter à la complexité des savoirs* (83% des enseignants de lycée sont d'accord sur cette proposition contre 71% pour ceux en collège). En revanche, les enseignants en collège jugent davantage que la mise en œuvre d'une DI permet aux élèves de *confronter leurs connaissances à celle des autres élèves*, de découvrir *des connaissances*, de *déconstruire des connaissances erronées* et de *mettre à l'épreuve leurs connaissances initiales* (avec respectivement 88% des enseignants de collège qui sont d'accord contre 78% pour ceux en lycée, 91% contre 80%, 85% contre 74% et 92% contre 86%).

Question 2.6 : Difficultés à proposer des démarches d'investigation dans l'enseignement

Le manque de temps est la difficulté liée à la mise en place de DI qui est retenue par le plus grand nombre d'enseignants (84% des répondants, Figure 59). En deuxième et troisième position, sont exprimées des

difficultés relatives à *la gestion des élèves durant la séance* (76% d'accord) et au *faible degré d'autonomie des élèves* (73% d'accord). On peut supposer que ces difficultés sont liées au fait que les élèves, comme les enseignants, ne sont pas habitués aux méthodes de travail et d'apprentissage dans le cadre des DI. Les difficultés dans la gestion des élèves peuvent expliquer le faible degré d'autonomie de ceux-ci : les enseignants qui trouvent une difficulté à gérer les séance de DI peuvent, par crainte de perte de contrôle de la gestion de la séance, limiter le degré d'autonomie des élèves. Ces deux difficultés peuvent donc être fortement liées entre elles et renvoyer à une même modalité, à savoir la gestion de la séance lors de la mise en œuvre de DI, en relation avec le travail de l'enseignant en classe. Cette difficulté à gérer la séance reflète ainsi le changement profond du rôle de l'enseignant en classe induit par l'implémentation des DI. Cela entraîne en retour des changements – hors classe – dans la façon de concevoir l'enseignement (Hammoud, à paraître), ce qui explique au quatrième rang *l'importance de votre travail de préparation* avec environ 54% d'accord. Viennent ensuite des difficultés *liées au manque de matériel* et *au manque de savoir-faire des élèves* avec respectivement 52% et 50% des répondants. Cependant, *leur manque de connaissances et/ou de savoir-faire sur les sujets* est la proposition la moins retenue (82% des répondants ne sont pas d'accord). En outre, la *rigidité de la démarche* ne semble pas poser vraiment des difficultés aux enseignants répondants puisque 69% n'étaient pas d'accord, alors que 4% ne savent pas se prononcer quant à cette proposition (le taux le plus élevé de *ne sais pas*). Plus de la moitié des enseignants (environ 58%) ne considère pas que *le manque de formation sur la démarche d'investigation* puisse être une difficulté pour l'implémentation des DI. Elle ne voit aussi aucune difficulté liée à *l'articulation avec le programme* (environ 57%) ou au *manque de connaissances des élèves* (environ 55%).

En résumé, les principales difficultés exprimées par les enseignants de SPC répondants résident dans le fait que les DI sont chronophages, et surtout délicates à gérer en classe ce qui relève du rapport avec les élèves en termes d'autonomie. Cependant, les répondants ne remettent spécifiquement en cause ni un manque de leurs connaissances sur les sujets étudiés, ni un manque de formation sur les DI.

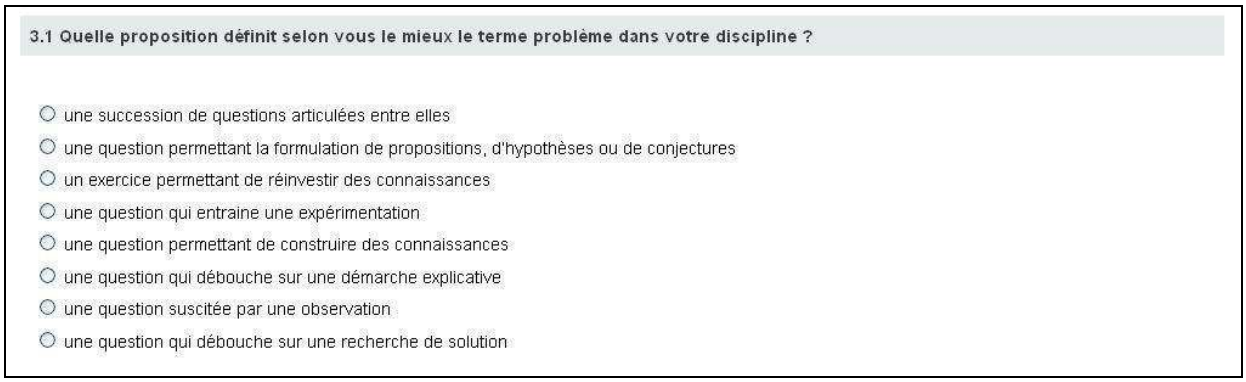
Il convient de noter que les difficultés liées à la mise en place de DI révèlent des spécificités entre les enseignants en lycée et en collège. *Le manque de connaissances des élèves*, le *manque de savoir-faire des élèves* et le *faible degré d'autonomie des élèves* semblent poser plus de problème aux enseignants de SPC en lycée qu'en collège (avec respectivement 58% contre 33%, 61% contre 40% et 79% contre 69%). La *rigidité de la démarche* est également jugée plus contraignante par les enseignants de lycée (33% contre 22% au collège) aussi bien que *l'articulation avec le programme* (51% contre 33%). *Le manque de formation sur la DI* des enseignants eux-mêmes est plus considéré comme problématique par les enseignants de lycée (51% contre 30% au collège). En revanche, les enseignants de collège retiennent plus que ceux de lycée la difficulté liée au *manque de matériel* (61% contre 43% en lycée).

Hammoud, R. (à paraître). Le travail collectif enseignant : un levier pour les démarches d'investigation. *Actes des deuxièmes journées d'étude S-TEAM, effets des démarches d'investigation dans l'enseignement et les apprentissages scientifiques*, 10-12 mai 2011, Grenoble.

4 Représentation de quatre concepts des DI : problème, hypothèse, expérience et modèle.

4.1 Problème

4.1.1 Définition du problème



Cette question demandait de choisir parmi huit propositions une définition du terme *problème*. Le contexte du questionnaire était celui des DI, mais la question ne faisait pas référence aux DI. Cette question visait à faire émerger l'éventuelle polysémie de ce terme au sein de chacune des disciplines et entre les disciplines. Les pourcentages obtenus par chacune des propositions dans chacune des disciplines sont donnés par la Figure 64.

Une question permettant la formulation de propositions, d'hypothèses ou de conjectures, une question qui débouche sur une démarche explicative, une question qui débouche sur une recherche de solution sont trois définitions du problème retenues par près des 2/3 des enseignants (72% des enseignants de maths, 64% de SPC, 67% de SVT et 67% de technologie). Ces propositions correspondent à des formulations différentes qui inscrivent toutes le problème dans une démarche de résolution. Les disciplines se différencient cependant par la formulation retenue. Si en mathématiques et technologie, plus de la moitié des enseignants (51% et 59%) choisissent *une question qui débouche sur une recherche de solution,* plus de la moitié des enseignants de SPC et SVT (56% et 53%) retiennent *une question permettant la formulation de propositions, d'hypothèses ou de conjectures.* Les enseignants de SVT retiennent également de façon significative la formulation *une question qui débouche sur une démarche explicative* (18%).
Il est possible de relier les formulations choisies aux épistémologies scolaires des disciplines guidées par les instructions officielles, l'épistémologie des savoirs de référence et l'histoire de la discipline scolaire. Ainsi, en SVT et SPC, le problème s'inscrit dans une démarche scientifique de type hypothético-déductive, ce qui explique que la formulation *une question permettant la formulation de propositions, d'hypothèses ou de conjectures* soit choisie de façon significative en sciences expérimentales. En SVT, la prédominance des problèmes fonctionnalistes (Orange, 2005) conduisant à rechercher des explications[28] conduit à introduire les problèmes étudiés par *comment,* voire *comment expliquer.* Ceci peut expliquer que la formulation *une question qui débouche sur une démarche explicative* soit également significativement choisie par cette discipline (12% contre 3 à 9%). En technologie, la démarche technologique se traduit par une recherche de solutions techniques conformes à un cahier des charges tandis qu'une DI vise à identifier les solutions techniques utilisées pour concevoir un objet technique. En mathématiques, les DI sont souvent initiées par un tâtonnement exploratoire, par essais et

[28] L'introduction au préambule de collège des programmes de SVT 2008 débutent par ces phrases : « *L'objectif de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre est de comprendre le monde. Il s'agit d'expliquer le réel*. » (Bulletin officiel spécial n°6 du 28 août 2008)

erreurs, visant à rechercher des solutions qui permettront de conjecturer. Ces épistémologies scolaires permettent d'expliquer que dans ces deux disciplines, la formulation significativement choisie soit *une question qui débouche sur une recherche de solution.*

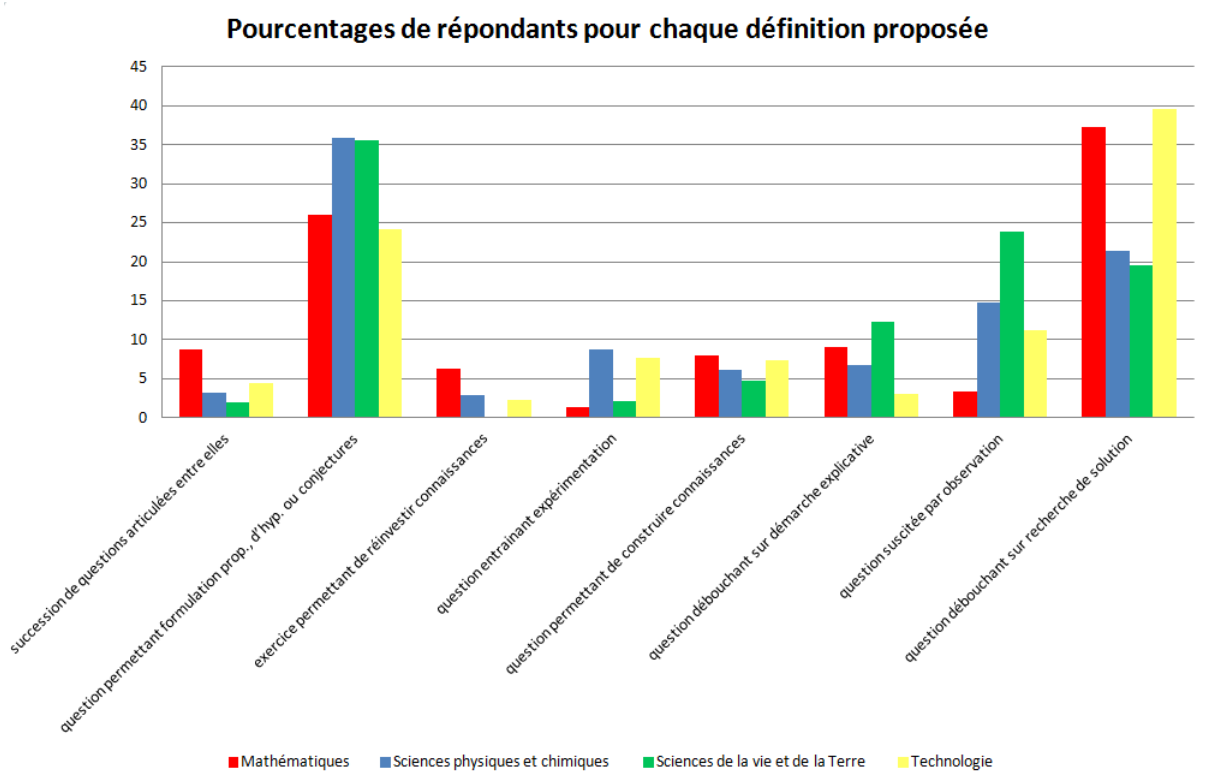


Figure 64 : Pourcentage des enseignants de Mathématiques, Sciences Physiques et Chimiques, Sciences de la Vie et de la Terre et technologie ayant choisi chacune des propositions à la question *Quelle proposition définit selon vous le mieux le terme problème dans votre discipline ?*

Pour toutes les disciplines, les définitions autres que celles correspondant à une résolution de problème sont beaucoup moins choisies : 3 à 24% pour la définition *une question suscitée par une observation* et 0 à 9% pour les autres définitions. L'analyse du choix de ces autres définitions du problème met en relief quelques spécificités disciplinaires.

La définition *une succession de questions articulées entre elles* et *un exercice permettant de réinvestir des connaissances* est au moins deux fois plus retenues par les enseignants de mathématiques que par ceux des autres disciplines. Ces définitions correspondent d'une part à un problème guidé et d'autre part à un problème relevant d'un exercice d'application. Ce résultat montre que les répondants de mathématiques retiennent de façon significative des définitions du problème qui ne relèvent pas d'une DI. Ces définitions correspondent à des problèmes attribuant aux élèves une part réduite d'autonomie et d'initiatives dans les tâches à réaliser.

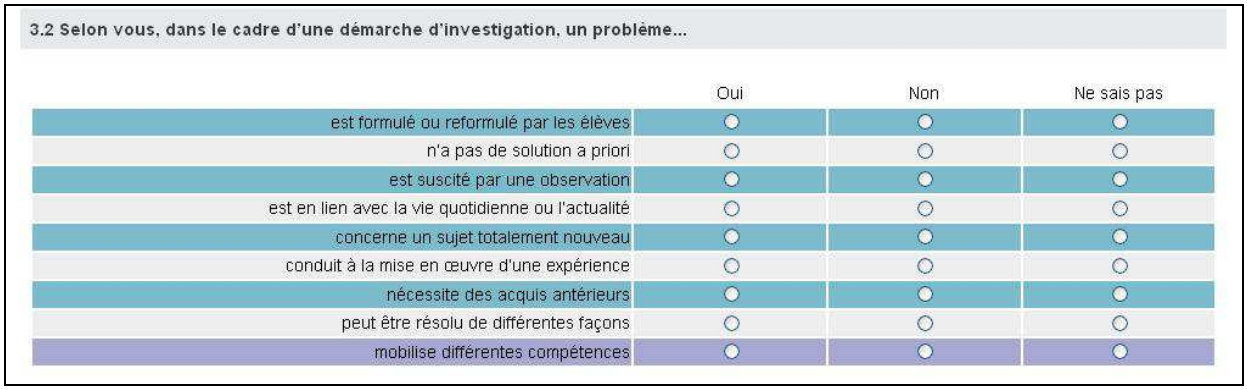
Les répondants de SPC et de technologie retiennent de façon significative la proposition *une question qui entraine une expérimentation* (9 et 8 % contre 1 et 2% en mathématiques et SVT). Sachant que les enseignants de ces disciplines relient de façon significative l'expérience à sa dimension manipulatoire plus qu'à sa dimension de test d'hypothèse (voir paragraphe *4.3.1, Définition de l'expérience),* on peut comprendre cette définition du problème en considérant qu'elle s'appuie sur des spécificités de ces disciplines. Le problème est alors un problème *pragmatique* qui vise l'action « Comment faire ? » (Cariou, 2007). Il s'agit soit d'un problème permettant d'engager les élèves dans une démarche de conception d'objet technique en technologie, soit d'un problème permettant d'engager les élèves dans la conception d'un protocole expérimental en SPC.

Les enseignants de SVT retiennent de façon spécifique la proposition *une question suscitée par une observation* (24% contre 3 à 15% dans les autres disciplines). Ce résultat peut être relié aux

instructions officielles qui attribuent une grande place à l'observation pour formuler un problème[29].

Les définitions du problème choisies par les enseignants de collège et de lycée ne présentent pas de différences significatives. Pour les enseignants de SPC cependant, la proposition *une question permettant la formulation de propositions, d'hypothèses ou de conjectures* la *formulation d'hypothèses* est significativement plus retenue en collège et les propositions *un exercice permettant de réinvestir des connaissances réinvestissement* et *une question permettant de construire des connaissances* sont significativement plus retenues en lycée. Ceci peut traduire, dans cette discipline, une plus grande importance des démarches en collège et de l'acquisition de connaissances au lycée.

4.1.2 Caractéristiques du *problème* dans le cadre d'une DI



3.2 Selon vous, dans le cadre d'une démarche d'investigation, un problème...

	Oui	Non	Ne sais pas
est formulé ou reformulé par les élèves	○	○	○
n'a pas de solution a priori	○	○	○
est suscité par une observation	○	○	○
est en lien avec la vie quotidienne ou l'actualité	○	○	○
concerne un sujet totalement nouveau	○	○	○
conduit à la mise en œuvre d'une expérience	○	○	○
nécessite des acquis antérieurs	○	○	○
peut être résolu de différentes façons	○	○	○
mobilise différentes compétences	○	○	○

Cette question recherchait à identifier des caractéristiques attribuées par les enseignants au *problème* dans le cadre d'une démarche d'investigation. Il était demandé une réponse *oui/non/ne sais pas* pour neuf caractéristiques proposées. Pour chaque discipline, les caractéristiques sont classées selon un accord décroissant dans les Figure 65 à Figure 68.

Deux propositions recueillent l'accord de la presque totalité des enseignants. La première, *un problème mobilise différentes compétences,* est choisie par 96 à 97% selon les disciplines. Ce choix peut traduire l'idée que dans le cadre d'une DI, un problème possède une certaine complexité qui nécessite la mobilisation de compétences diverses. La deuxième, *un problème peut être résolu de différentes façons,* est retenue par 92 à 97% selon les disciplines. Cette caractéristique du problème est nécessaire pour pouvoir attribuer aux élèves une part d'initiative dans les choix des stratégies à mettre en œuvre pour résoudre le problème. Environ les ¾ des enseignants des différentes disciplines (72 à 85%) sont encore d'accord sur le fait qu'*un problème est formulé ou reformulé par les élèves.* Les enseignants accordent de l'importance à l'implication des élèves dans la phase de formulation du problème probablement pour leur permettre de s'approprier ce problème.

Dans les différentes disciplines, les enseignants sont assez partagés sur le fait qu'un problème *nécessite des acquis antérieurs.* En mathématiques, ils sont 68% à répondre *oui* et 48 à 54% dans les autres disciplines. Ce résultat suggère que pour presque la moitié des enseignants, la perception d'un *problème*, sa compréhension, voire sa résolution ne nécessite pas de connaissances antérieures. Cependant, ce résultat semble en opposition avec le faible degré d'accord donné à la proposition un *problème concerne un sujet totalement nouveau,* choisit par seulement 18 à 24% des enseignants. Ce désaccord suggère que les enseignants pensent que les élèves ont effectivement besoin de s'appuyer sur un certain nombre de références pour entrer dans un *problème* et le résoudre.

[29] Dans le premier paragraphe du préambule de collège des programmes de SVT 2008, il est précisé qu'il s'agit d'expliquer le réel en s'appuyant « *sur une démarche d'investigation fondée sur l'observation de phénomènes perceptibles à différentes échelles d'organisation*» (Bulletin officiel spécial n° 6 du 28 août 2008)

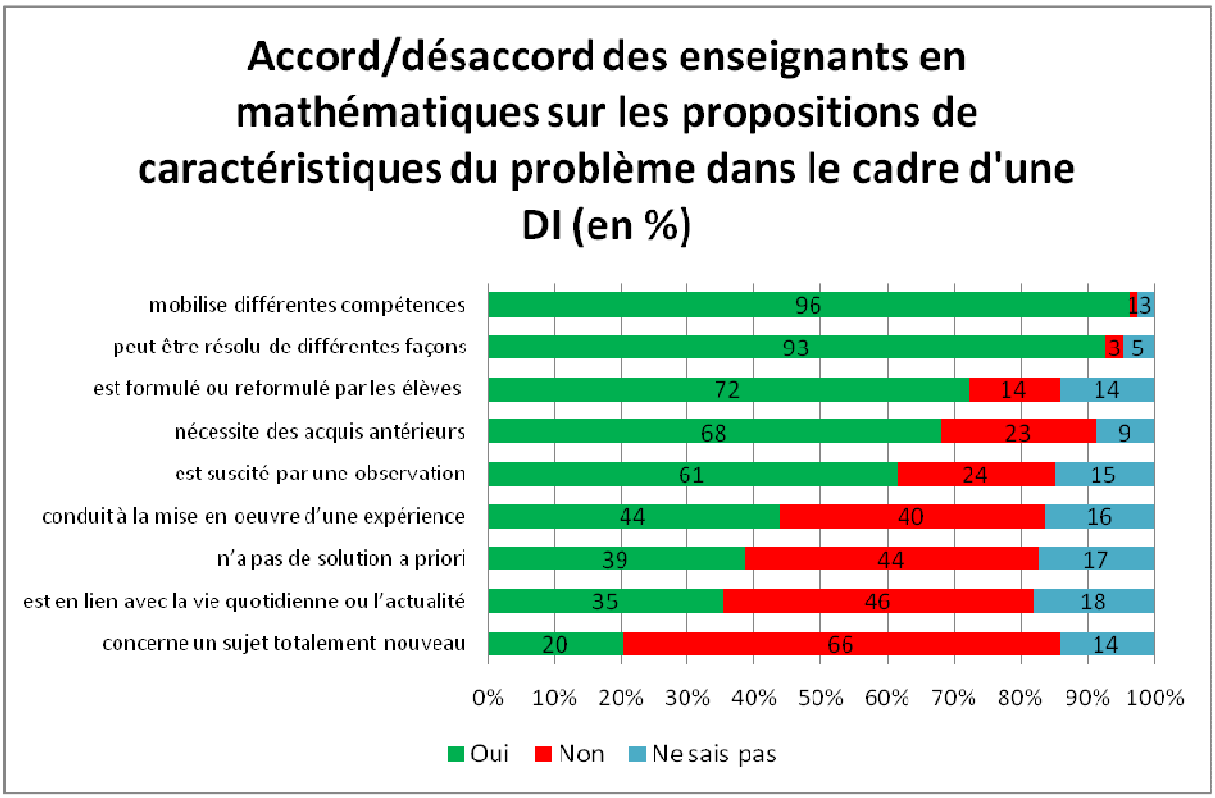


Figure 65 : Réponses des enseignants de Mathématiques à la question *Selon vous, dans le cadre d'une démarche d'investigation, un problème…*

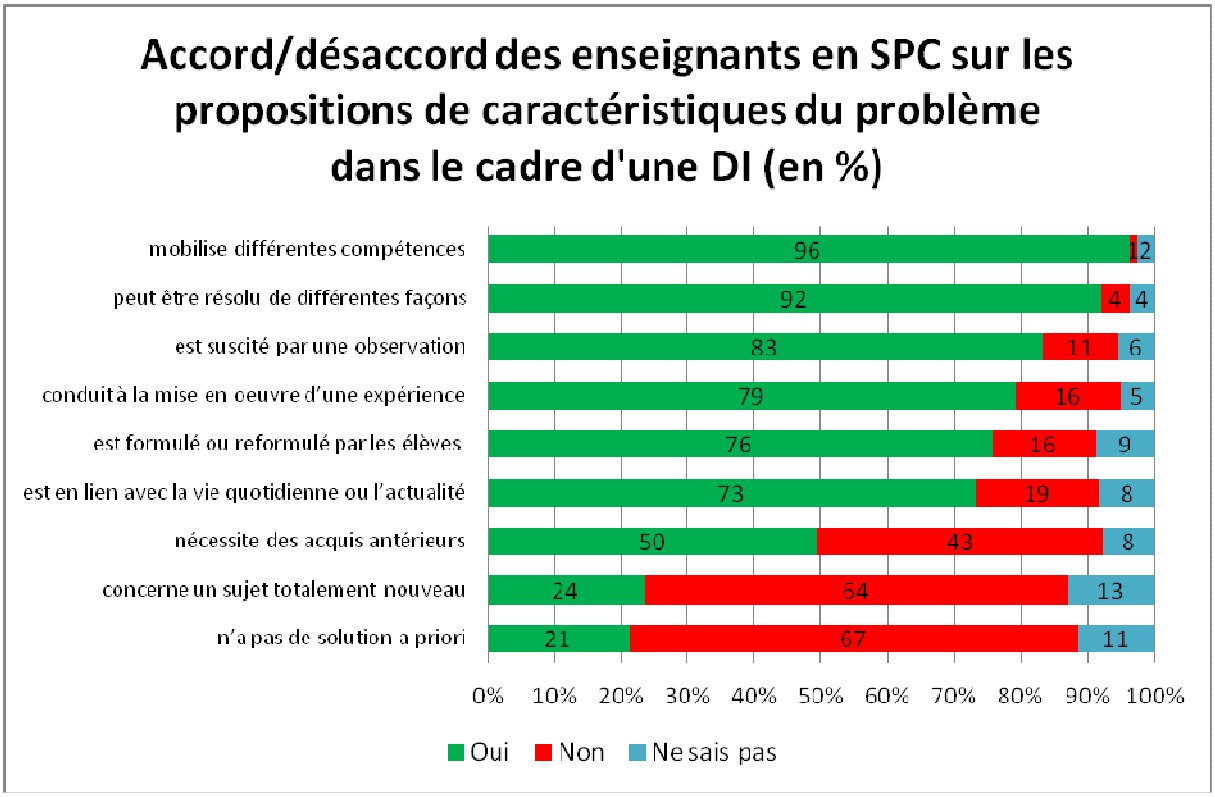


Figure 66 : Réponses des enseignants de Sciences Physiques et Chimiques à la question *Selon vous, dans le cadre d'une démarche d'investigation, un problème…*

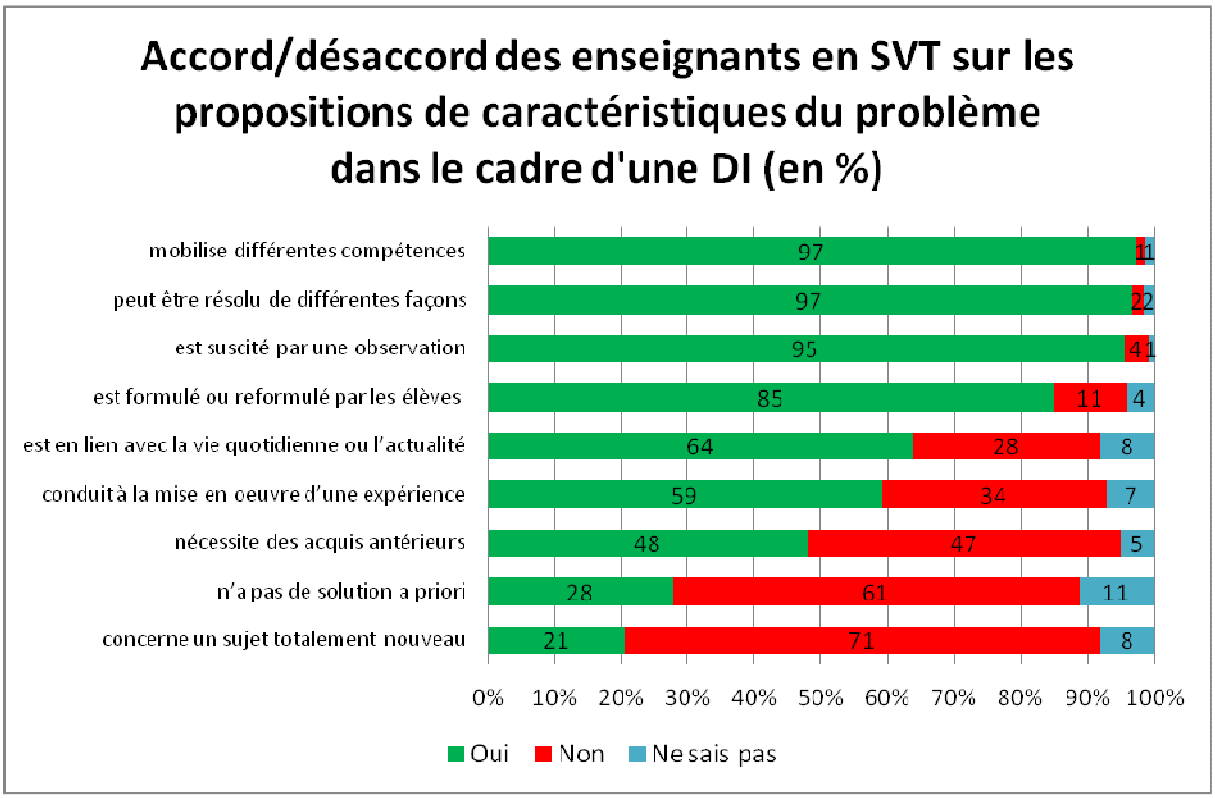


Figure 67 : Réponses des enseignants de Sciences de la Vie et de la Terre à la question *Selon vous, dans le cadre d'une démarche d'investigation, un problème…*

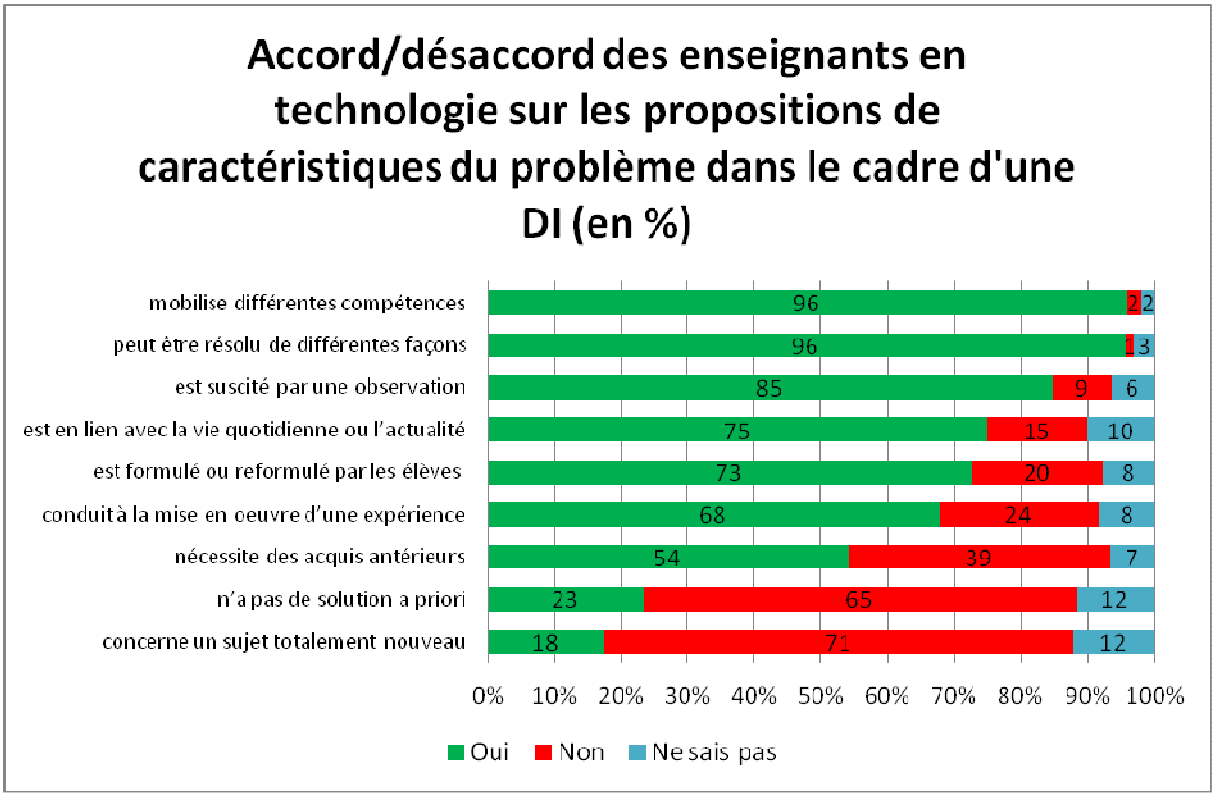
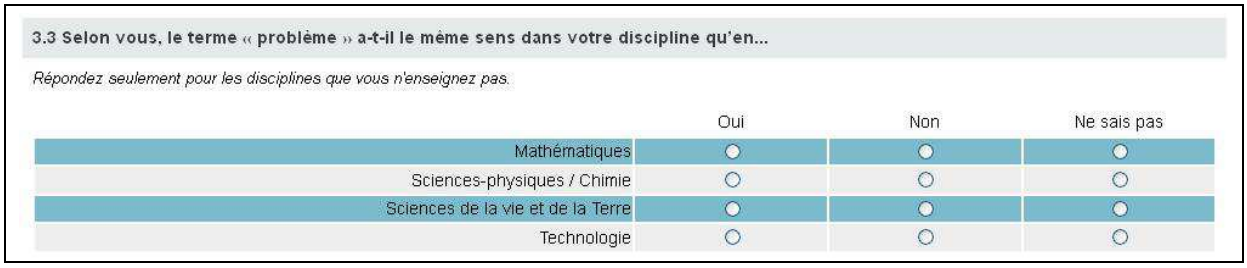


Figure 68 : Réponses des enseignants de Technologie à la question *Selon vous, dans le cadre d'une démarche d'investigation, un problème…*

Le choix des autres caractéristiques du *problème* met en relief certaines spécificités des disciplines.
Les enseignants de mathématiques choisissent davantage la caractéristique *un problème n'a pas de solution a priori* (39% contre 21 à 28 %), mais ils sont les moins nombreux à retenir *un problème est en lien avec la vie quotidienne ou l'actualité* (35% contre 64 à 75%), *un problème est suscité par une observation* (61% contre 83 à 95%) et *un problème conduit à la mise en œuvre d'une expérience* (44% contre 59 à 79%). On identifie ici les caractéristiques d'un *problème* mathématique qui doit être suffisamment ouvert pour favoriser une investigation des élèves mais qui contrairement aux trois autres disciplines, ne nécessite par un ancrage dans le réel.
C'est chez les enseignants de SPC que le lien entre *problème* et *expérience* est le plus fort (79%), tandis que c'est chez les enseignants de SVT que le lien entre *problème* et observation est le plus fort (95%). Les enseignants de SPC et de technologie retiennent également le plus fortement l'idée qu'un problème est ancré dans l'actualité et la vie quotidienne (73 et 75%). Ces résultats peuvent être directement reliés aux attentes des instructions officielles dans ces disciplines.

Il existe certaines différences significatives entre les réponses des enseignants de collège et de lycée. Dans toutes les disciplines, la proposition *un problème est en lien avec la vie quotidienne ou l'actualité,* et en SPC et SVT, la proposition *un problème est formulé ou reformulé par les élèves,* sont significativement choisies par les enseignants de collège qui semblent être attachés aux dimensions pédagogiques susceptible de favoriser l'appropriation du problème par les élèves. A l'inverse, les propositions suivantes sont davantage choisies par les enseignants de SPC et de SVT de lycée : *un problème n'a pas de solution a priori,* et *un problème nécessite des acquis antérieurs.* Les enseignants de lycée semblent plus sensibles que les enseignants de collège aux caractéristiques du *problème* susceptibles d'engager les élèves dans de réelles activités d'investigation scientifique.
En SVT, les enseignants de lycée choisissent davantage *un problème conduit à la mise en œuvre d'une expérience,* alors que c'est l'inverse pour les enseignants de mathématiques. En SVT, ce résultat peut s'expliquer par des conditions matérielles et organisationnelles plus favorables à la mise en œuvre d'expérimentation au lycée qu'au collège (groupe de travaux pratiques, matériel, aide laboratoire). En mathématiques, ce résultat montre que la dimension expérimentale des mathématiques est plus facilement prise en compte au collège qu'en lycée.

4.1.3 Sens du terme *problème* dans les autres disciplines


3.3 Selon vous, le terme « problème » a-t-il le même sens dans votre discipline qu'en...

Répondez seulement pour les disciplines que vous n'enseignez pas.

	Oui	Non	Ne sais pas
Mathématiques	○	○	○
Sciences-physiques / Chimie	○	○	○
Sciences de la vie et de la Terre	○	○	○
Technologie	○	○	○

Les enseignants de SPC et de SVT sont les deux disciplines qui ressentent le plus de proximité concernant la signification du terme *problème* (Tableau 27). Ils sont environ 70% à penser que le *problème* a le même sens dans les deux disciplines.
C'est entre les mathématiques et les autres disciplines que le problème est ressenti comme le plus différent. Ceci est exprimé autant par les enseignants de mathématiques que par les enseignants des autres disciplines. Selon les disciplines comparées, les répondants sont seulement 9 à 27% à donner un sens similaire au terme *problème* en mathématiques et dans les autres disciplines. Ce sont les enseignants de SVT qui se sentent le plus éloigné des enseignants de mathématiques et les enseignants de mathématiques qui se sentent le plus proche des enseignants de SPC.

Discipline d'origine →	Maths	SPC	SVT	technologie
s'exprimant sur les Maths	-	21% (10%)	9% (10%)	21% (14%)
s'exprimant sur les SPC	27% (16%)	-	69% (11%)	57% (15%)
s'exprimant sur les SVT	17% (17%)	70% (13%)	-	49% (19%)
s'exprimant sur la technologie	16% (26%)	41% (30%)	25% (42%)	-

Tableau 27 : Réponses *oui* (et *je ne sais pas)* à la question *Selon vous, le terme «problème » a-t-il le même sens dans votre discipline qu'en… ?*. En vert, le plus fort score *oui* des répondants de chaque discipline (ce dont ils se sentent le plus proche), en rouge le plus faible score *oui* des répondants de chaque discipline (ce dont ils se sentent le moins proche), en bleu le plus fort score *je ne sais pas* des répondants de chaque discipline (ce qui les laisse le plus perplexes).

Une moitié des enseignants de technologie expriment que le *problème* a la même signification dans leur discipline qu'en SPC (57%) et qu'en mathématiques (49%). Ces deux disciplines ressentent cependant plus de distance entre le *problème* dans leur discipline et le *problème* en technologie (réponse *oui* : 41% en SPC et seulement 16% en mathématiques).
Environ un quart des répondants de technologie (21%) et de SVT (25%) pensent que le *problème* est le même dans les deux disciplines. Une proportion remarquable d'enseignants de SVT, SPC et mathématiques déclarent ne pas savoir si la signification du terme *problème* en technologie est la même que dans leur discipline (26 à 42% contre 10 à 17% quand ils s'expriment sur les autres disciplines).

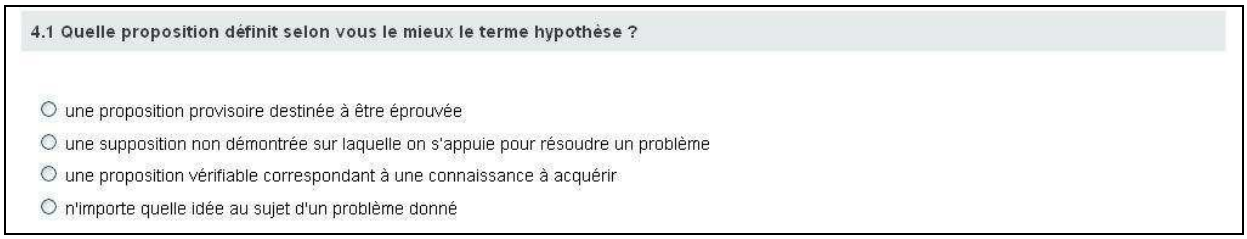
En résumé, si les enseignants de SPC et SVT ressentent une certaine proximité entre leurs deux disciplines pour la signification du terme *problème*, les enseignants de mathématiques ressentent «leur » *problème* comme différent, ce qui est partagé par les autres disciplines. Le sens du terme *problème* en technologie est mal identifié par les répondants des trois autres disciplines.

Représentations du *problème* dans une DI : des spécificités chez les enseignants de mathématiques.

Pour 2/3 des répondants, toutes disciplines confondues, dans le cadre d'une DI, le problème initie une démarche de résolution. La moitié des répondants de mathématiques et de technologie retient en effet la définition *une question qui débouche sur une recherche de solution*, alors que la moitié des répondants de SPC et SVT préfère *une question permettant la formulation d'hypothèses ou de conjectures*.
Presque tous les répondants s'accordent sur les deux propositions *un problème mobilise différentes compétences* et un *problème peut être résolu de différentes façons*. Autrement dit, dans le cadre d'une DI, le *problème* est ouvert. De plus, les 3/4 des répondants de toutes les disciplines, s'accordent sur le fait qu'un *problème* est *formulé ou reformulé par les élèves*. Les enseignants attachent donc de l'importance à l'appropriation du *problème* par les élèves.
Les 2/3 des répondants de mathématiques contre la moitié des répondants des autres disciplines considèrent qu'un *problème nécessite des acquis antérieurs*. Ce résultat montre l'importance des connaissances suffisamment naturalisées pour conjecturer en mathématiques. Cette discipline se différencie encore par le fait que la majorité des répondants estime qu'un *problème n'est pas nécessairement en lien avec la vie quotidienne ou l'actualité*, contrairement aux répondants des autres disciplines.
Plus des 2/3 des répondants de SPC et SVT pensent réciproquement que le *problème* a le même sens dans ces deux disciplines. C'est entre les mathématiques et les autres disciplines que le sens du mot *problème* est ressenti par les répondants comme le plus différent.

4.2 Hypothèse

4.2.1 Définition de l'*hypothèse*



Cette question avait pour objectif, d'une part de laisser émerger la polysémie du terme *hypothèse* entre les disciplines et d'autre part de mieux comprendre le statut épistémologique accordé à ce concept dans chacune des disciplines. Les pourcentages obtenus pour chaque proposition dans les différentes disciplines sont donnés par la Figure 69.

La modalité de réponse *une proposition provisoire destinée à être éprouvée* emporte la plus forte adhésion de l'ensemble des répondants (38% à 84% selon les disciplines) tandis que les propositions *une proposition vérifiable correspondant à une connaissance à acquérir* et *n'importe quelle idée au sujet d'un problème donné* sont retenues par la plus faible proportion des répondants (5 à 15% selon les disciplines). La définition la plus retenue par l'ensemble des enseignants est celle qui caractérise le mieux l'hypothèse d'une démarche scientifique hypothético-déductive, autrement dit la démarche scientifique qui est sous-tendue dans la description de la démarche d'investigation des programmes. Cependant, des différences significatives dans les réponses formulées par chacune des disciplines montrent que le sens du terme *hypothèse* et le statut de *l'hypothèse* présentent des spécificités disciplinaires.

Les répondants de sciences expérimentales (75% en SPC, 84% en SVT) choisissent de façon prépondérante la définition *une proposition provisoire destinée à être éprouvée*. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que, depuis quelques décennies, les programmes de SPC et de SVT préconisent la conduite de démarches scientifiques hypothético-déductives par les élèves. En mathématiques, le choix des enseignants est partagé entre une modalité de réponse permettant de définir une conjecture (*une proposition provisoire destinée à être éprouvée*, 40%) et celle définissant l'hypothèse au sens mathématique du terme (*une supposition non démontrée sur laquelle on s'appuie pour résoudre un problème*, 40%). Ce partage des réponses peut s'expliquer par le fait que la question portait sur le terme *hypothèse*, mais dans le contexte d'un questionnaire sur les DI. Il semble que les enseignants de mathématiques se soient positionnés soit du point de vue de leur discipline, soit du point de vue des DI. En technologie, on obtient une plus grande dispersion des réponses. Les enseignants de technologie sont, en particulier, les plus nombreux à retenir les propositions : *une proposition vérifiable correspondant à une connaissance à acquérir, n'importe quelle idée au sujet d'un problème donné.* Les choix des enseignants de technologie relatif à la définition d'hypothèse suggèrent qu'ils identifient mal ce concept épistémologique. Ceci peut s'expliquer par l'introduction très récente de la DI dans les programmes de technologie (en 2008 au collège). Dans les programmes de collège antérieurs, les démarches pédagogiques s'appuyaient uniquement sur une démarche technologique qui ne mobilise pas de façon explicite le concept *d'hypothèse*.

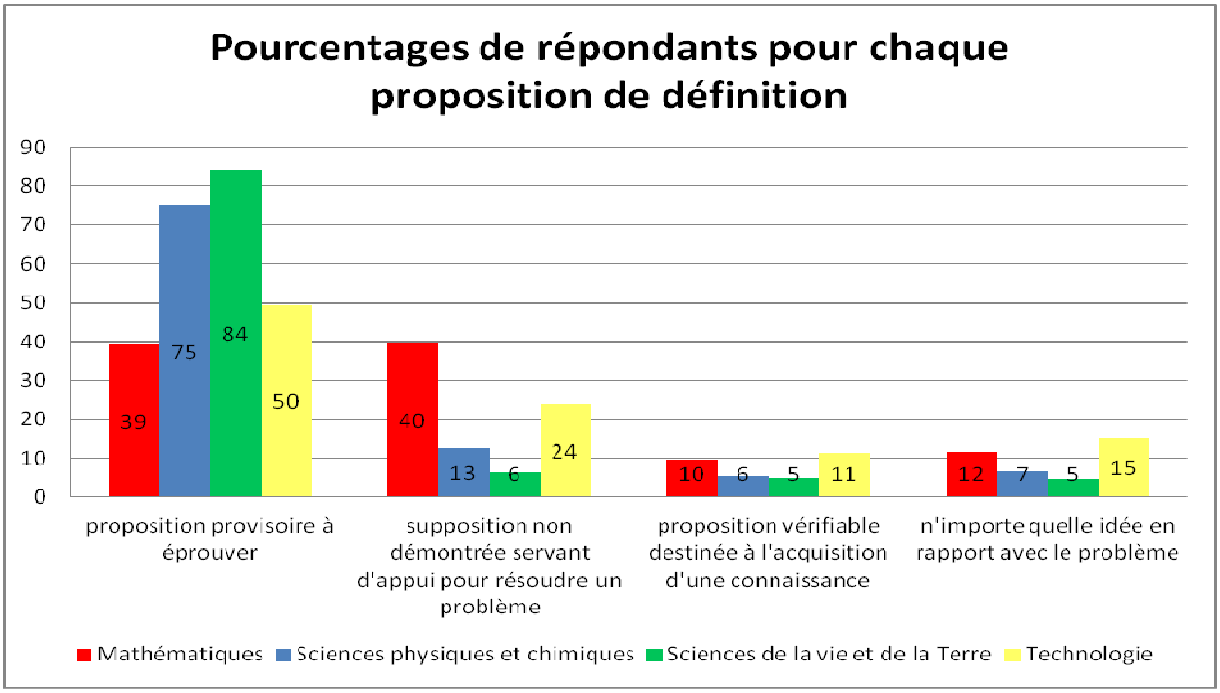
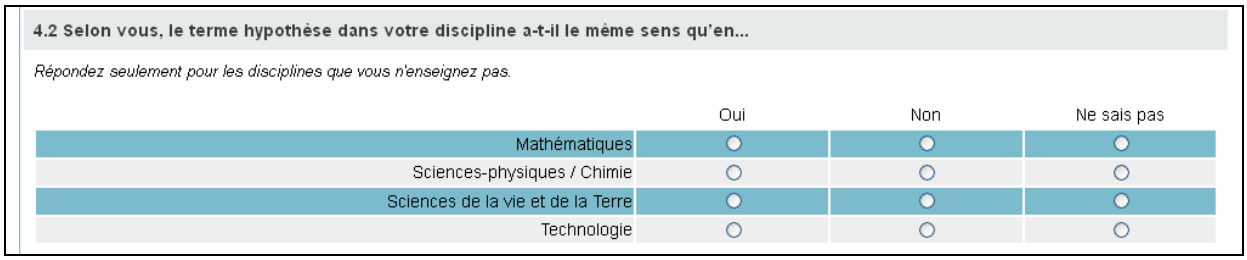


Figure 69 : Pourcentage des enseignants de Mathématiques, Sciences Physiques et Chimiques, Sciences de la Vie et de la Terre et Technologie ayant choisi chacune des propositions à la question *Quelle proposition définit selon vous le mieux le terme hypothèse ?*

Deux différences significatives apparaissant entre les réponses des enseignants de collège et de lycée peuvent être reliées aux attentes des programmes. En technologie : la définition *une proposition provisoire destinée à être éprouvée* est beaucoup plus retenue par les enseignants de collège (50%) que ceux du lycée (37%) pour qui les DI ne sont pas au programme. En SVT on peut mettre en évidence une petite différence significative concernant le choix de la définition *une proposition vérifiable correspondant à une connaissance à acquérir* qui est deux fois plus retenue en lycée (7%) qu'en collège (3,5%)[30]. On peut supposer que les contraintes fortes liées à l'acquisition de connaissances au lycée induisent des dérives du statut de *l'hypothèse*, la seule *hypothèse* retenue et éprouvée étant souvent celle qui correspond à l'objectif de connaissance fixé par le programme.

4.2.2 Sens du terme *hypothèse* dans les autres disciplines



Environ les ¾ des répondants de SPC (78%) et de SVT (72%) déclarent que leurs notions d'*hypothèses* sont respectivement équivalentes (Tableau 28). Cette réponse montre que ces enseignants ressentent une proximité des démarches scientifiques mises en œuvre en sciences expérimentales. La proximité la plus proche est ensuite reconnue par les enseignants de technologie (60%) vis-à-vis des SPC. En retour, 46% des enseignants de SPC ressentent également une proximité du terme *hypothèse* avec la technologie. Cette reconnaissance mutuelle provient peut-être de la proximité des objets étudiés (objets physiques).

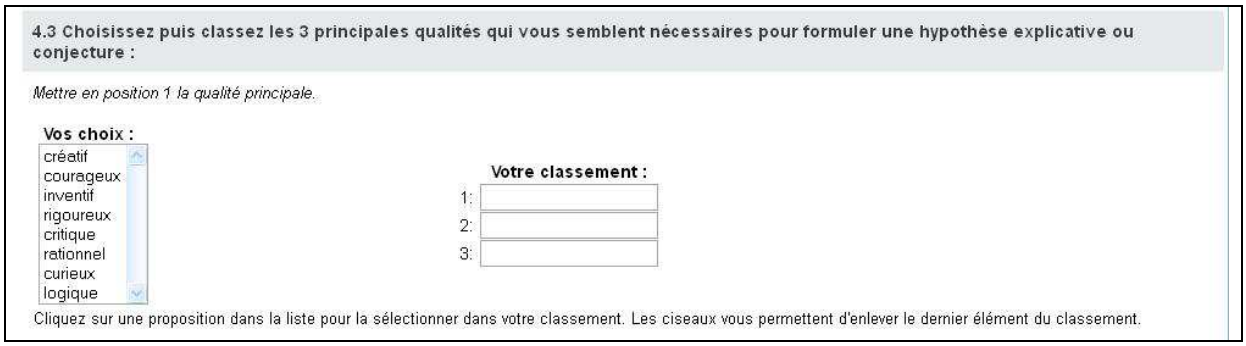
[30] Cette modalité concentre une faible proportion d'enseignants mais est statistiquement plus fortement choisie dans le niveau d'enseignement.

Discipline d'origine	Maths	SPC	SVT	technologie
s'exprimant sur les Maths	-	38% (9%)	21% (11%)	36% (18%)
s'exprimant sur les SPC	22% (12%)	-	72% (15%)	60% (19%)
s'exprimant sur les SVT	17% (13%)	78% (11%)	-	54% (24%)
s'exprimant sur la technologie	14% (32%)	46% (38%)	28% (54%)	-

Tableau 28 : Réponses *oui* (et *je ne sais pas*) à la question *Selon vous, le terme « hypothèse » a-t-il le même sens dans votre discipline qu'en… ?.* En vert, le plus fort score *oui* des répondants de chaque discipline (ce dont ils se sentent le plus proche), en rouge le plus faible score *oui* des répondants de chaque discipline (ce dont ils se sentent le moins proche), en bleu le plus fort score *je ne sais pas* des répondants de chaque discipline (ce qui les laisse le plus perplexes).

Bien que le terme *hypothèse* possède un sens différent en mathématiques et dans les autres disciplines, un certain nombre d'enseignants ne semble pas reconnaitre cette polysémie : 21 à 38 % des répondants de SVT, technologie et SPC expriment que *l'hypothèse* possède le même sens en mathématiques que dans leur propre discipline et environ qu'1/5 des répondants de mathématiques expriment que *l'hypothèse* a le même sens dans leur discipline que dans les autres disciplines (14 à 22% selon les disciplines comparées).
Une proportion non négligeable d'enseignants (9 et 54%) ne sait pas si ce terme a le même sens dans sa discipline que dans les autres disciplines. C'est vis-à-vis de la technologie que les répondants ont le plus de mal à se prononcer : 32% des répondants en mathématiques, 38% en SPC, et jusqu'à 54% en SVT expriment ne pas savoir si *l'hypothèse* a le même sens en technologie que dans leur discipline, ce qui semble montrer une méconnaissance de la technologie par les autres disciplines scientifiques.
L'ensemble de ces résultats montre la méconnaissance qu'ont les enseignants des démarches mises en œuvre dans les disciplines autres que la leur. Il suggère ainsi des difficultés potentielles pour la mise en convergence des disciplines et plus spécifiquement pour les rapprochements des disciplines scientifiques et technologiques.

4.2.3 Qualités nécessaires pour formuler une *hypothèse*



Darley (1996) souligne l'importance de la mobilisation d'une pensée divergente, capacité à imaginer, et d'une pensée convergente, capacité à contrôler, pour la mise en œuvre de démarches scientifiques. Ces deux types de pensée sont spécifiquement mobilisés lors de la formulation *d'hypothèses*. Il s'agit d'une part d'imaginer des solutions possibles au *problème* posé et d'autre part de contrôler ces propositions pour qu'elles soient en cohérence avec le *problème* et les connaissances acquises sur le sujet. De façon à identifier les opinions des enseignants sur le mode de pensée requis, il leur était demandé de choisir et de classer parmi une liste de huit qualités, les trois principales qui semblent nécessaires pour formuler une hypothèse explicative ou une conjecture. Parmi les qualités proposées, quatre étaient relatives à

une pensée divergente privilégiant la créativité des élèves et l'invention de solutions ou explications possibles (*créatif*, *courageux*, *inventif*, *curieux*), quatre autres étaient relatives à une pensée convergente favorisant le contrôle des *hypothèses* émises par les élèves (*rigoureux*, *critique*, *rationnel*, *logique*).
Les pourcentages d'enseignants de chacune des disciplines ayant choisi et classé les différentes qualités sont présentés dans le graphe de la Figure 70. Les adjectifs *logique* et *curieux* sont les adjectifs le plus souvent choisis par l'ensemble des disciplines (logique : 53% en SPC à 72% en SVT ; curieux 47% en SVT à 60% en technologie). Les enseignants semblent reconnaître la curiosité comme moteur de l'invention et de la créativité, et la logique comme appui à une recherche de cohérence interne entre l'ensemble des données à disposition et l'hypothèse formulée. La qualité *courageux* n'est choisie et classée que par une faible proportion des enseignants des différentes disciplines, les enseignants de mathématiques et de SPC étant cependant ceux qui ont le plus choisi cette qualité (12 et 10% contre 5% en SVT et technologie). Formuler une *hypothèse*, c'est prendre le risque qu'elle soit rejetée par les procédures de validation, c'est donc en quelque sorte prendre le risque de se tromper. Le fait que les enseignants s'attachent peu à cette dimension est peut être à relier au statut accordé à *l'hypothèse* dans la classe : si, de façon coutumière, *l'hypothèse* retenue est celle qui sera validée, le courage a peu de place dans la phase de formulation *d'hypothèses*. Ces résultats peuvent également s'expliquer par le statut de l'erreur dans la classe.

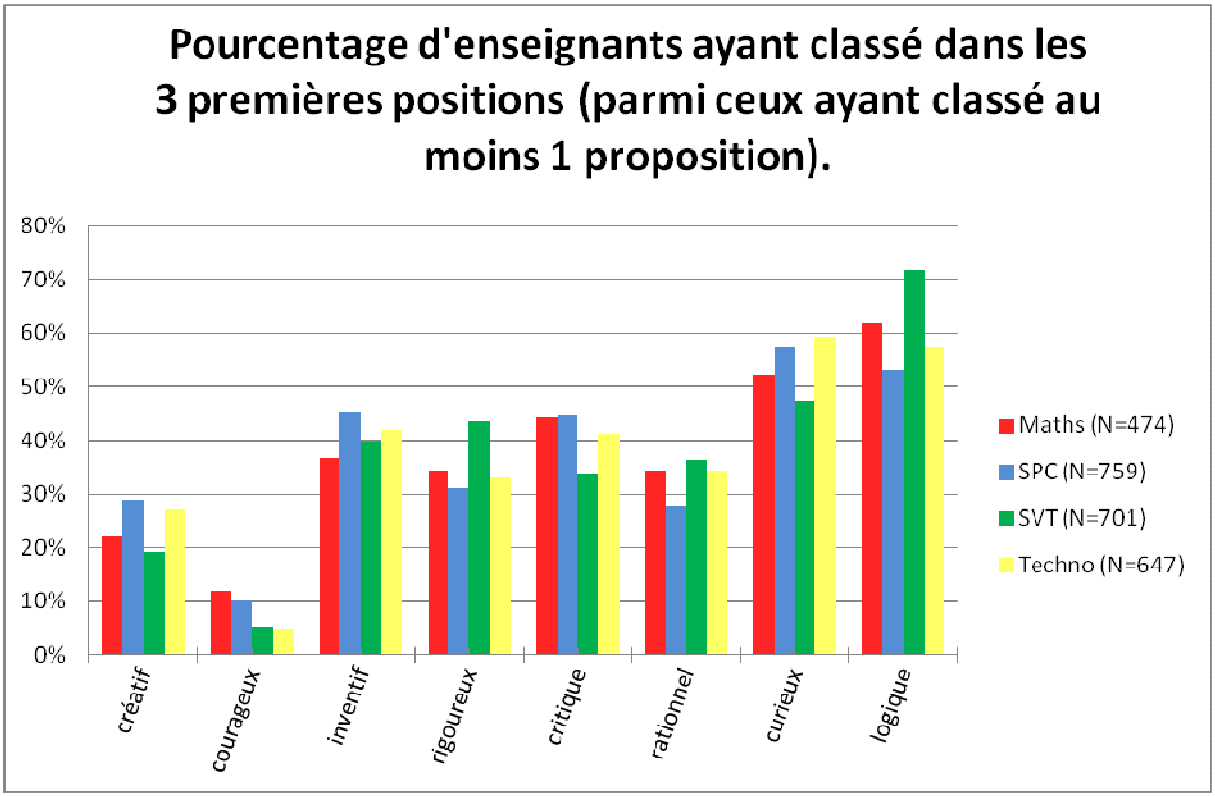


Figure 70 : Pour chacune des qualités données, pourcentages d'enseignants par discipline, ayant classé la qualité au rang 1, 2 ou 3, en réponse à la question *Choisissez puis classez les 3 principales qualités qui vous semblent nécessaires pour formuler une hypothèse explicative ou conjecture*. (Le pourcentage est exprimé à partir du nombre d'enseignants ayant choisi au moins 1 qualité à la question)

La presque totalité des répondants (97%) ont choisi et classé 3 qualités. Ce résultat nous permet ainsi d'analyser ces 3 choix effectués pour chaque discipline. La répartition entre le nombre de qualités relatives à une pensée divergente et à une pensée convergente permet d'inférer des opinions des enseignants sur le type de pensée à mobiliser par les élèves pour formuler une *hypothèse* (Figure 71).

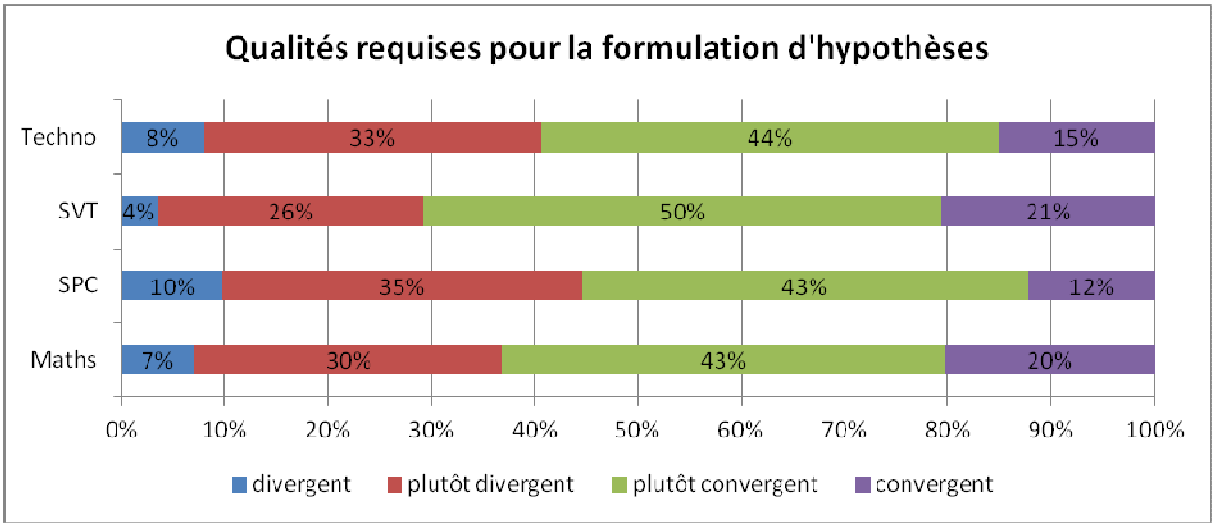


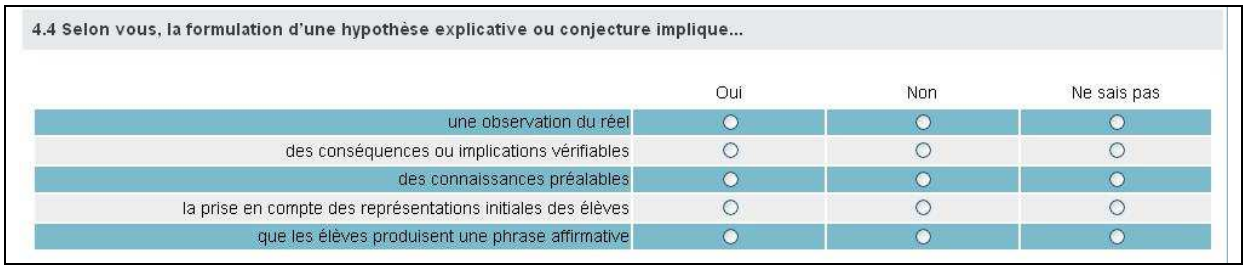
Figure 71 : Pour chaque discipline, pourcentage d'enseignants caractérisés par les différents modes de pensée à mobiliser pour formuler des hypothèses (en pourcentage d'enseignants ayant choisi au moins une qualité). Ces résultats ont été obtenus à partir des réponses à la question « *Choisissez puis classez les 3 principales qualités qui vous semblent nécessaires pour formuler une hypothèse explicative ou conjecture* ».

Le mode de pensée est qualifié de divergent lorsque les enseignants n'ont choisi que des qualités relatives à l'esprit créatif des élèves et de mode de pensée convergent lorsqu'ils n'ont choisi que des qualités relatives à l'esprit de contrôle. Lorsque deux qualités relatives à l'esprit créatif ont été choisies, le mode de pensée est qualifié de plutôt divergent et lorsque deux qualités relatives à l'esprit de contrôle ont été choisies, le mode de pensée est qualifié de plutôt divergents.

Dans toutes les disciplines, environ les 3/4 des enseignants sélectionnent à la fois un ou deux adjectifs relatifs à une pensée convergente et un ou deux adjectifs relatifs à une pensée divergente (73 à 78%). Parmi ceux-ci, une plus forte proportion choisit deux adjectifs relatifs à une pensée convergente (43% à 50% selon les disciplines) plutôt qu'un seul (26% à 35% selon les disciplines). Ces deux modes de pensée sont donc reconnus par une forte proportion des enseignants comme conjointement nécessaires à la formulation *d'hypothèses*, la dimension créative étant cependant minorée.

L'étude de la relation entre mode de pensée et discipline montre des liens significatifs. Les enseignants de SVT sont ceux qui privilégient le plus une pensée convergente (71% *convergents* et *plutôt convergents* contre 63% en maths, 59% en technologie et 55% en SPC). Inversement, les enseignants de SPC et de technologie sont ceux qui privilégient le plus un mode de pensée divergente (45% et 41% *divergents* et *plutôt divergents* contre 37% en mathématiques et 29% en SVT). Les adjectifs *créatif* et *inventif* sont davantage choisis par les enseignants de SPC et technologie alors que les adjectifs *logique*, *rationnel*, *rigoureux* sont davantage choisis par les enseignants de SVT et de mathématiques (Figure 70). Ces résultats montrent que, selon les représentations des enseignants, la formulation *d'hypothèse*s en SPC et technologie semble moins contrainte qu'en SVT et mathématiques, mais que la dimension d'invention est davantage valorisée.
Si on s'intéresse au lien entre les réponses et le niveau d'enseignement (collège ou lycée), on n'observe pas de différences statistiques significatives en dehors du constat que la curiosité est une qualité plus retenue au collège qu'au lycée (excepté en mathématiques).

4.2.4 Caractéristiques de l'hypothèse



4.4 Selon vous, la formulation d'une hypothèse explicative ou conjecture implique...

	Oui	Non	Ne sais pas
une observation du réel	○	○	○
des conséquences ou implications vérifiables	○	○	○
des connaissances préalables	○	○	○
la prise en compte des représentations initiales des élèves	○	○	○
que les élèves produisent une phrase affirmative	○	○	○

Cette question visait à caractériser *l'hypothèse* en interrogeant les enseignants sur les éléments à prendre en compte pour que les élèves puissent formuler des hypothèses (hypothèses explicatives ou conjectures). Les résultats sont présentés de la Figure 72 à la Figure 75. Pour chaque discipline, les 5 propositions de réponse sont classées selon un accord croissant.

Près des 3/4 des enseignants de chaque discipline sont en accord avec le fait que la formulation *d'hypothèses* nécessite *une observation du réel* et *la prise en compte des représentations initiales des élèves* (73 à 83%). Seulement une moitié reconnait la nécessité de posséder *des connaissances préalables* sur un sujet pour pouvoir proposer des *hypothèses*. Autrement dit, pour une majorité d'enseignants, la formulation d'une *hypothèse* explicative ou conjecture s'appuie sur un ensemble de données initiales articulant observations et connaissances, l'importance des acquis des élèves étant cependant minorée. Une forte proportion des enseignants de chaque discipline est également en accord avec le fait qu'une *hypothèse explicative ou conjecture implique des conséquences ou implications vérifiables* (63 à 85% en fonction des disciplines). Ce résultat laisse supposer que, pour une forte proportion de ces enseignants, *l'hypothèse* explicative ou conjecture est reliée à des procédures de validation permettant de l'éprouver.

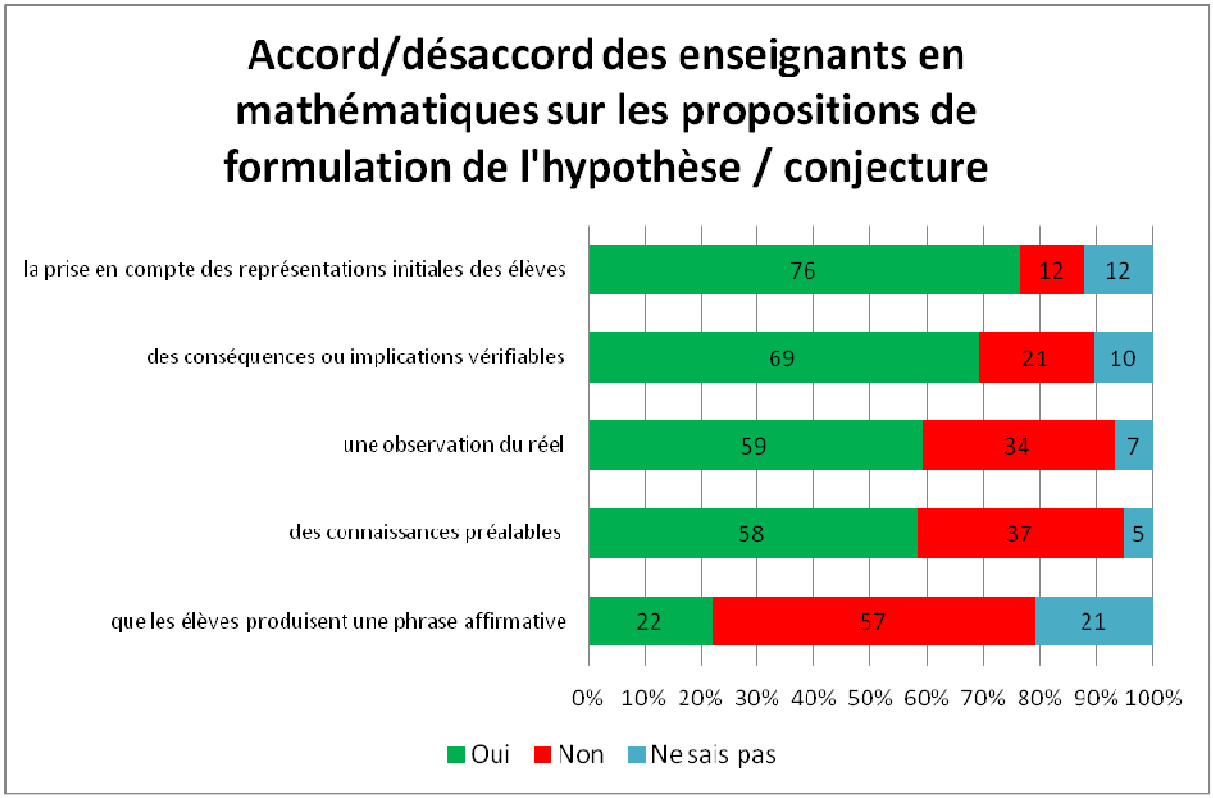


Figure 72 : Réponses des enseignants de Mathématiques à la question *Selon vous, la formulation d'une hypothèse explicative ou conjecture implique …*

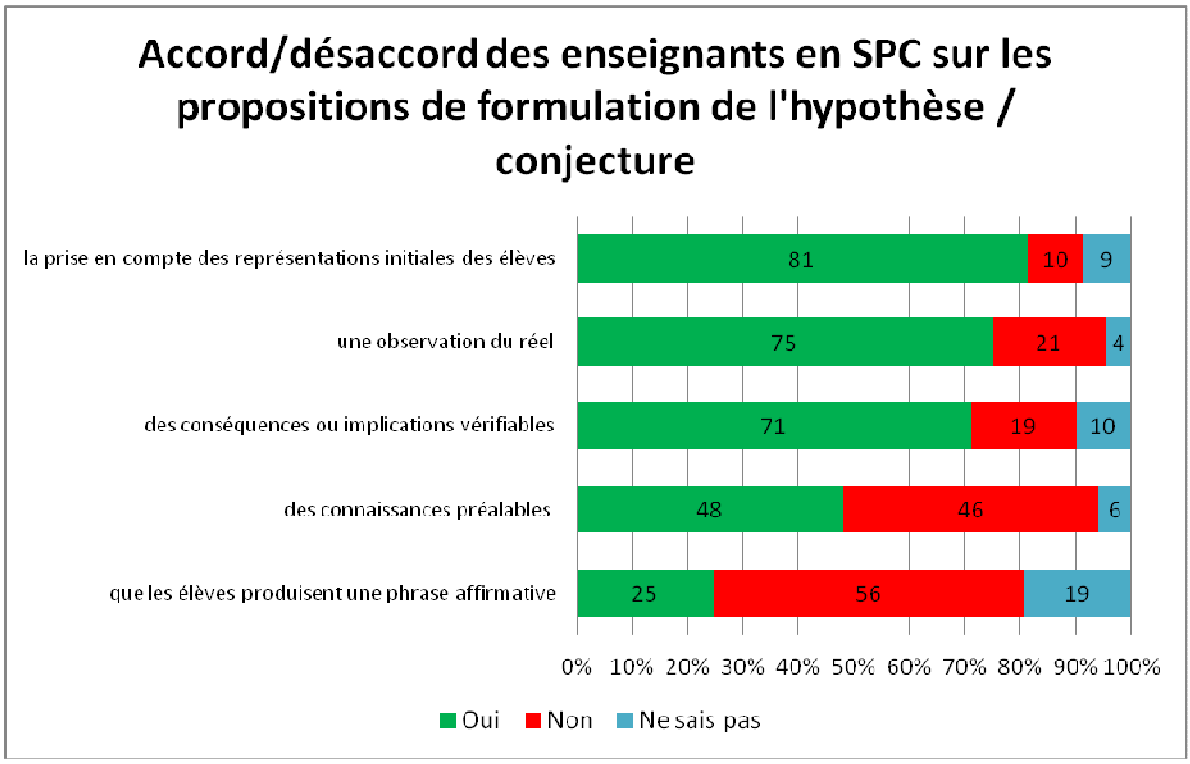


Figure 73 : Réponses des enseignants de Sciences Physiques et Chimiques à la question *Selon vous, la formulation d'une hypothèse explicative ou conjecture implique …*

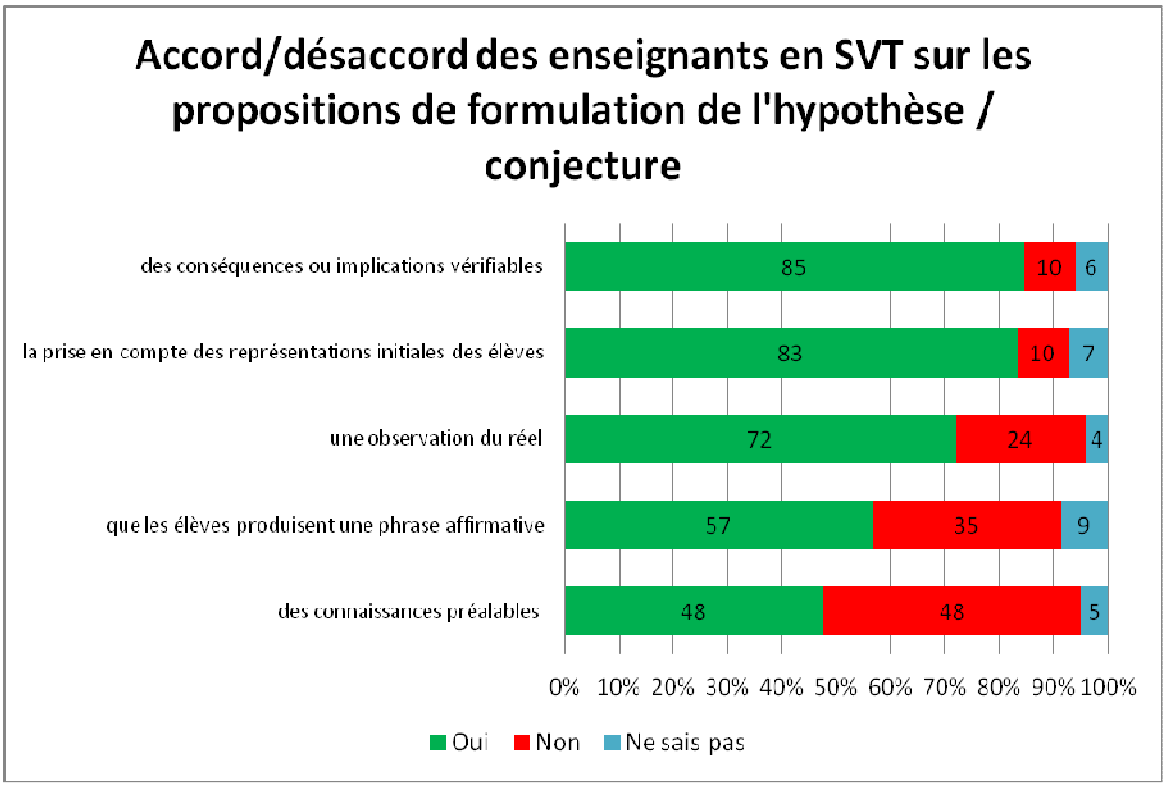


Figure 74 : Réponses des enseignants de Sciences de la Vie et de la Terre à la question *Selon vous, la formulation d'une hypothèse explicative ou conjecture implique …*

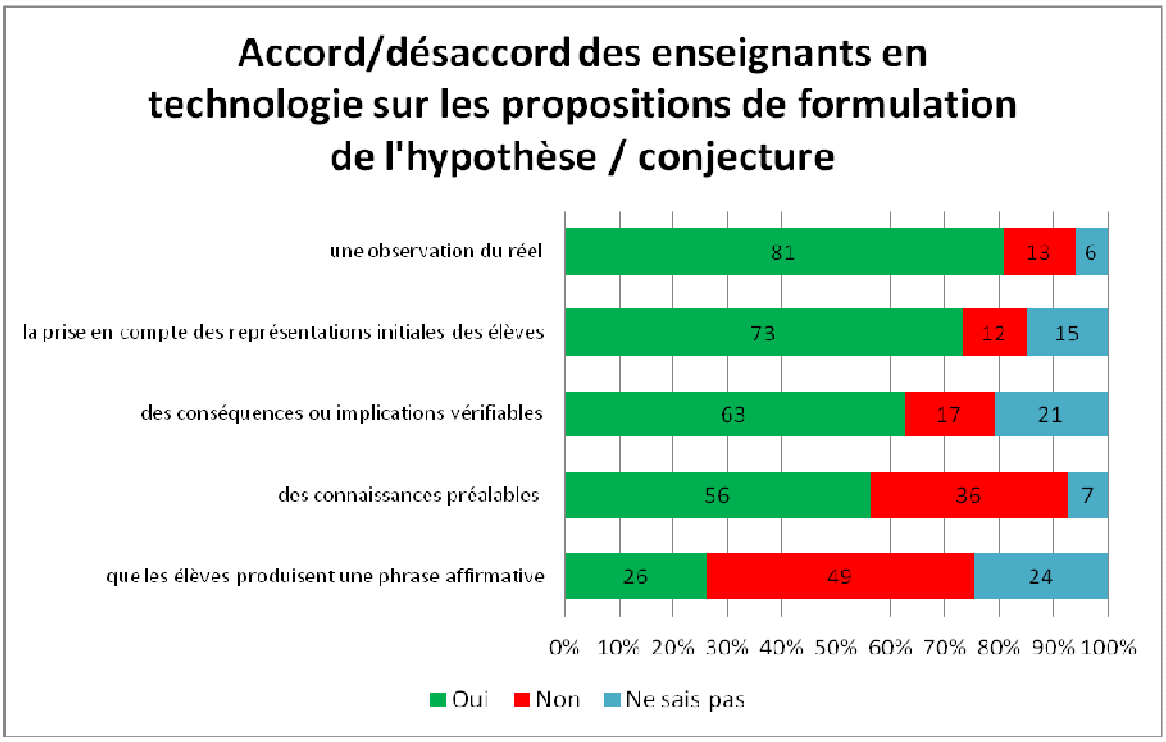


Figure 75 : Réponses des enseignants de Technologie à la question *Selon vous, la formulation d'une hypothèse explicative ou conjecture implique …*

Les réponses à cette question révèlent des spécificités disciplinaires. Les répondants de mathématiques retiennent le plus faiblement *une observation du réel* (59% contre 72 à 81% dans les autres disciplines). Ce résultat traduit la différence du rapport au réel dans les différentes disciplines. Les SVT, SPC et technologie étudiant le monde vivant, le monde de la matière et le monde des objets matériels, tandis que les mathématiques constituent le monde des connaissances abstraites. Avec les répondants de technologie, les répondants de mathématiques retiennent de façon significative le fait que la formulation *d'hypothèses* nécessite *des connaissances préalables* (58% et 56% contre 48% en SPC et SVT) alors que les enseignants de sciences expérimentales retiennent de façon significative *la prise en compte des représentations initiales des élèves* (85% et 81% contre 73 et 76%). Si les premiers sont davantage attachés aux connaissances établies, les seconds privilégient les systèmes explicatifs des élèves. Est-ce lié à des spécificités des savoirs et procédures disciplinaires, comme en mathématiques l'importance de la manipulation d'objets suffisamment familiers pour pouvoir s'engager dans la formulation de conjectures (Durand-Guerrier, 2010) ? Est-ce lié à des épistémologies scolaires comme le dépassement d'obstacles épistémologiques en sciences expérimentales ?

Les enseignants de SVT retiennent également de façon significative *des conséquences ou implications vérifiables* (85% SVT contre 63 à 71% dans les autres disciplines). Le choix de cette modalité traduit des liens implicites entre *l'hypothèse* et les procédures de test ayant pour objet de l'éprouver. Il conforte d'autres résulats de cette enquête qui montrent que les enseignants de SVT on le souci de mettre en œuvre des démarches scientifiques de type hypothètico-déductives rigoureuses (parties : 0, 4.2.1, 4.2.3). Les enseignants de cette discipline choisissent encore *que les élèves produisent une phrase affirmative* (57% contre 22 à 26%). Cet attribut semble davantage être relié à la coutume didactique qui demande aux élèves de formuler *l'hypothèse* sous forme d'une phrase affirmative, la forme affirmative confortant à *l'hypothèse* un statut de solution, tenue pour vraie tant qu'elle n'a pas été réfutée.

Chez les répondants de technologie, *une observation du réel* est la proposition plus choisie au sein de la discipline et parmi les disciplines (81%). Ce choix est probablement à relier à la description des DI dans les programmes de cette discipline qui préconisent une démarche inductive s'appuyant sur l'observation. Pour cette question encore, les répondants de cette

discipline se caractérisent par le plus fort taux de réponse *ne sais pas*. En particulier, 24% répondent *ne sais pas* à la proposition *la formulation d'une hypothèse implique que les élèves produisent une phrase affirmative*, 21% à *la formulation d'une hypothèse implique des conséquences ou implications vérifiables* et 15% à *la formulation d'une hypothèse implique la prise en compte des représentations initiales des élèves*. Ces résultats confortent ceux obtenus pour le choix de la définition du terme qui semblent montrer que *l'hypothèse* est un objet mal délimité pour les enseignants de cette discipline.

Il existe certaines différences significatives entre les réponses des enseignants de collège et de lycée. En SPC et technologie, les enseignants de collège accordent plus d'importance à *la prise en compte des représentations initiales des élèves*. En sciences expérimentales, les enseignants de lycée expriment davantage le besoin de *connaissances préalables.* Ces résultats montrent que la phase de formulation des *hypothèses* ne semble pas avoir exactement les mêmes fonctions au collège et au lycée. Au collège, *l'hypothèse* semble moins contrainte qu'au lycée, elle semble en revanche recouvrir à des fonctions pédagogiques liées aux apprentissages des élèves.

Représentations du terme *hypothèse* : des spécificités disciplinaires

Plus de 3/4 des répondants de SPC et de SVT définissent l'*hypothèse* comme *une proposition provisoire destinée à être éprouvée*. Cette définition est retenue par la moitié des répondants de technologie tandis que l'autre moitié des répondants de cette discipline choisit une proposition parmi celles révélant une idée assez imprécise du concept d'*hypothèse*. Les répondants de mathématiques sont partagés entre la définition d'une conjecture *une proposition provisoire destinée à être éprouvée* et celle de l'hypothèse mathématique *une supposition non démontrée sur laquelle on s'appuie pour résoudre un problème.*
Près d'un tiers des répondants, toutes disciplines confondues, n'identifient pas que le terme *hypothèse* n'a pas le même sens en mathématiques que dans les autres disciplines. Les 3/4 des répondants de SPC et SVT considèrent leurs *hypothèses* comme respectivement équivalentes.
Presque les 2/3 des répondants de technologie expriment une proximité du sens de *l'hypothèse* entre technologie et SPC, mais seule la moitié des répondants de SPC pensent de même. Plus d'1/3 des répondants de mathématiques, SPC et SVT déclarent ne pas connaitre le sens du terme *hypothèse* en technologie. Il apparait donc important de préciser ce concept d'une discipline à l'autre, pour mieux collaborer.
Les répondants choisissent de façon prépondérante les adjectifs *logique* et *curieux* comme qualité nécessaire pour formuler une hypothèse. L'analyse montre cependant, que les répondants de SVT et de mathématiques privilégient un peu plus souvent une pensée convergente (contrôle de l'hypothèse émise par rapport au problème et aux connaissances acquises) par opposition à une pensée divergente (créativité), que ceux de SPC et de technologie.
Plus des 2/3 des répondants des quatre disciplines considèrent que la formulation d'hypothèses implique *la prise en compte des représentations initiales des élèves* et, pour la moitié, *des connaissances préalables* et *une observation du réel.* Autrement dit, la formulation d'une *hypothèse* explicative ou conjecture s'appuie pour un grand nombre d'enseignants sur un ensemble de données initiales. La nécessité *d'observer le réel* pour formuler des *hypothèses* retient cependant plus d'accord chez les répondants de technologie et moins d'accord en mathématiques.

4.2.5 FOCUS : Un statut de l'hypothèse présentant des spécificités disciplinaires

Le texte suivant est un extrait de la communication suivante :
Prieur M., Monod-Ansaldi R., Fontanieu V. (2011). L'hypothèse dans les démarches d'investigation en sciences, mathématiques et technologie : convergences et spécificités disciplinaires des représentations des enseignants. *Colloque S-TEAM*, Grenoble mai 2011
Cette communication fera l'objet d'un chapitre dans l'ouvrage publié en 2012 : Enseignements et formations fondés sur les démarches d'investigation : quelles pratiques, quels effets ? (dir) Michel Grangeat

Mise en évidence de spécificités disciplinaires par une analyse multidimensionnelle

Une analyse multidimensionnelle, à partir des différentes questions relatives à la discipline et les caractéristiques de l'hypothèse (définition et attributs) a été explorée afin de rechercher et de caractériser une éventuelle typologie. Cette typologie a pour objet de rechercher les spécificités des réponses de chaque discipline.

Définition des classes

Les résultats de cette typologie révèlent un ensemble de liens signifiants entre les modalités de réponses à ces questions. Quatre classes regroupant chacune la presque totalité des enseignants d'une discipline ont été obtenues (tableau 2).

	Mathématiques	SPC	SVT	Technologie
Classe A	**91%**	5%	2%	3%
Classe B	5%	6%	5%	**95%**
Classe C	4%	2%	**91%**	1%
Classe D	0%	**86 %**	3%	0%
% total	100%	100%	100%	100
Effectif total	478	771	702	655

Tableau 2 : Répartition des enseignants des quatre disciplines entre les différentes classes

Ces classes sont caractérisées par des liens forts entre une discipline (tableau 3a), la définition de l'hypothèse (tableau 3b), les attributs de l'hypothèse (tableau 3c) et par des liens avec les réponses à d'autres questions comme la définition de l'expérience, les qualités requises pour formuler une hypothèse, et les objectifs liés à la mise en œuvre d'une DI.

	Classe A		Classe B		Classe C		Classe D	
	PEM	%	PEM	%	PEM	%	PEM	%
Mathématiques	**89**	**86%**		3%		2%		0%
SPC		8%		6%		3%	**96**	**97%**
SVT		2%		5%	**91**	**93%**		3%
Technologie		4%	**94**	**85%**		1%		0%
% total		100%		100%		100%		100
Effectif		509		732		682		683

Tableau 3a : Classes et discipline. Pourcentage des enseignants de chaque discipline à l'intérieur des différentes classes et lien significatif entre la discipline et la classe exprimé par la valeur du PEM.

Quelle proposition définit selon vous le mieux le terme hypothèse ?	Classe A		Classe B		Classe C		Classe D	
	PEM	%	PEM	%	PEM	%	PEM	%
une proposition provisoire destinée à être éprouvée		33 %		**43 %**	**73**	**90 %**	**56**	**85 %**
une supposition non démontrée sur laquelle on s'appuie pour résoudre un problème	**42**	**52 %**		19 %		5 %		8 %
une proposition vérifiable correspondant à une connaissance à acquérir		9 %	**24**	12 %		3 %		6 %
n'importe quelle idée au sujet d'un problème donné		6 %	**74**	26 %		2 %		1 %
Total		100%		100%		100%		100%

Tableau 3b : Classes et définition de l'hypothèse. Pourcentage des enseignants ayant choisi chacune des définitions d'hypothèse dans les différentes classes et lien significatif entre la définition choisie et la classe exprimé par la valeur du PEM.

la formulation d'hypothèse implique…	Classe A		Classe B		Classe C		Classe D	
	PEM	% *oui*	PEM	% *oui*	PEM	% *oui*	PEM	% *oui*
...une observation du réel	non : 24	53 %	*oui* : 45	85 %	non : 10	68 %	*oui* : 22	79 %
...des conséquences ou implications vérifiables	non : 9	67 %	ne sais pas : 27	63 %	*oui* : 60	89 %		70 %
...des connaissances préalables	*oui* : 14	58 %	*oui* : 8	56 %	non : 10	47 %	non : 8	48 %
...la prise en compte des représentations initiales des élèves	non : 7	75 %	ne sais pas : 15	73 %	*oui* : 21	83 %	*oui* : 22	84 %
...que les élèves produisent une phrase affirmative	non : 19	21 %	ne sais pas : 10	25 %	*oui* : 45	64 %		21 %
Total		100 %		100 %		100 %		100 %

Tableau 3c : Classes et attributs de l'hypothèse. Pourcentage des enseignants ayant répondu *oui* aux attributs de l'hypothèse explicative ou conjecture dans les différentes classes et lien significatif entre les réponses (*oui*/non/ne sais pas) et la classe exprimé par la valeur du PEM.

Tableaux 3 : Pourcentage de réponse pour chaque classe et mesure du lien (PEM) entre les classes et les questions ayant permis de construire ces classes

Il nous semble important de souligner que, même si ces classes renferment 89 à 96% d'enseignants d'une même discipline (tableau 3a), elles ne sont pas strictement disciplinaires. Par ailleurs, il existe, au sein de chaque classe, une certaine dispersion des réponses montrée par les pourcentages des modalités choisies dans les classes (tableaux 3b et 3c). Ces deux points montrent que ces classes ne sont pas des « boites étanches » aux caractéristiques uniques, mais qu'elles sont caractérisées par des tendances.

De façon à faire émerger les spécificités marquées des représentations du concept d'hypothèse au sein de chaque classe, nous utiliserons dans la suite de notre exposé, les liens les plus forts à l'intérieur d'une classe (PEM des tableaux 3), et entre la classe et les réponses à d'autres questions. Cette méthode a pour objet de mettre en relief les spécificités principales à l'origine des différences entre les classes très fortement liés aux disciplines. Elle ne vise en aucun cas à dresser le profil de la moyenne des individus d'une classe donnée.

Caractéristiques spécifiques des représentations en sciences expérimentales

La classe C regroupe 91% des enseignants de SVT et la classe D, 86% des enseignants de SPC (tableau 2). Ces deux classes sont caractérisées par une forte attraction entre les disciplines SVT, SPC, et la définition de l'hypothèse « une proposition provisoire destinée à être éprouvée » (tableau 3b). Elles

se différencient cependant par des attractions différentes aux réponses données aux attributs de l'hypothèse (tableau 3c : observation du réel, conséquences vérifiables) et à d'autres questions regroupées dans le tableau 4. Ces différences permettent de mettre en évidence des spécificités des représentations de l'hypothèse propres à chacune des classes C et D.

	Classe C	Classe D
Qualités requises pour formuler une hypothèse		
Rigoureux - Logique	8 - 6	
Courageux - créatif		13 - 5
Définition expérience		
un test conçu pour éprouver une hypothèse	32	
une observation précise du réel		15
Les DI permettent aux élèves de mettre à l'épreuve leurs connaissances initiales	*oui* : 60	

Tableau 4 : attraction entre les classes C et D et les modalités de réponse à d'autres questions (exprimé par la valeur du PEM).

La classe C, met en relief une représentation d'enseignant de SVT pour laquelle la formulation d'hypothèse s'appuie sur les représentations initiales des élèves tout en mobilisant la rationalité d'une pensée convergente (rigueur, logique). L'importance accordée à la recherche de conséquences vérifiables et à la nécessité de formuler une hypothèse avant de réaliser une expérience, ainsi que la définition de l'expérience comme « un test conçu pour éprouver une hypothèse », sont différentes facettes d'une même représentation de l'hypothèse qui est destinée à être testée par l'expérience, c'est-à-dire qui est potentiellement réfutable.

La classe D, révèle une représentation d'enseignant de SPC qui se distingue de la précédente par l'importance accordée à l'observation du réel et à la mobilisation de la pensée divergente (courageuse, créative) pour la formulation d'une hypothèse. Cette classe se caractérise également par un lien moins étroit entre hypothèse et expérience, l'expérience ne nécessitant pas obligatoirement une hypothèse préalable et étant davantage centrée sur l'activité de l'élève (manipulation de matériel) que sur sa fonction de test.

Cette analyse montre des spécificités chez les enseignants de SVT et de SPC. Les premiers inscrivent l'hypothèse dans une démarche hypothético-déductive rigoureuse, alors que les seconds la mobilisent dans une démarche inductive peu contrainte, la phase de formulation d'hypothèses semble alors davantage liée à des objectifs pédagogiques (la motivation des élèves), qu'à des objectifs méthodologiques.

Caractéristiques spécifiques des représentations en mathématiques

La classe A, représentant 91% des enseignants de mathématiques, est fortement liée à cette discipline (tableau 2), à la définition de l'hypothèse : « une supposition non démontrée sur laquelle on s'appuie pour résoudre un problème », à la nécessité d'acquis des élèves pour formuler une hypothèse et à la non prise en compte de leurs représentations initiales (tableaux 3a à 3b). Il existe également des attractions de cette classe avec la qualité « être courageux » pour formuler une conjecture (PEM : 7) et avec la définition de l'expérience relative « au tâtonnement par l'exploration d'exemples ou de solution » (PEM : 33).

La classe A met ainsi en relief des spécificités propres aux enseignants de mathématiques. La définition de l'hypothèse retenue est celle d'un postulat de base, le terme hypothèse en mathématiques ne renvoyant pas à la même épistémologie qu'en sciences expérimentales. La formulation de conjectures, s'appuie sur les connaissances des élèves, et sur un tâtonnement exploratoire qui demande aux élèves un certain courage pour s'engager dans cette activité. Conformément aux travaux en didactique des mathématiques (Durrand-Guerrier, 2010, Matheron 2010), la dimension expérimentale de la discipline permettant de conjecturer en appui sur des objets naturalisés, suffisamment familiers est reconnue. En revanche, les représentations initiales des élèves ainsi que celle de l'observation du réel semblent négligées dans cette phase de formulation de conjectures.

Caractéristiques spécifiques des représentations en technologie

La classe B, représentant 95% des enseignants de technologie, est fortement liée à cette discipline (tableau 2) et aux définitions de l'hypothèse, « n'importe quelle idée au sujet d'un problème donné » (PEM : 74) et « une proposition vérifiable correspondant à une connaissance à acquérir » (PEM : 24). C'est au sein de la classe B, que le lien avec l'attribut « une hypothèse implique une observation du réel » est le plus fort. Cette classe est également marquée par des liens spécifiques avec une réponse « je ne sais pas » aux propositions « l'hypothèse implique des conséquences ou implications vérifiables »,

« l'hypothèse implique la prise en compte des représentations initiales des élèves » et « Les DI permettent aux élèves de mettre à l'épreuve leurs connaissances initiales ».

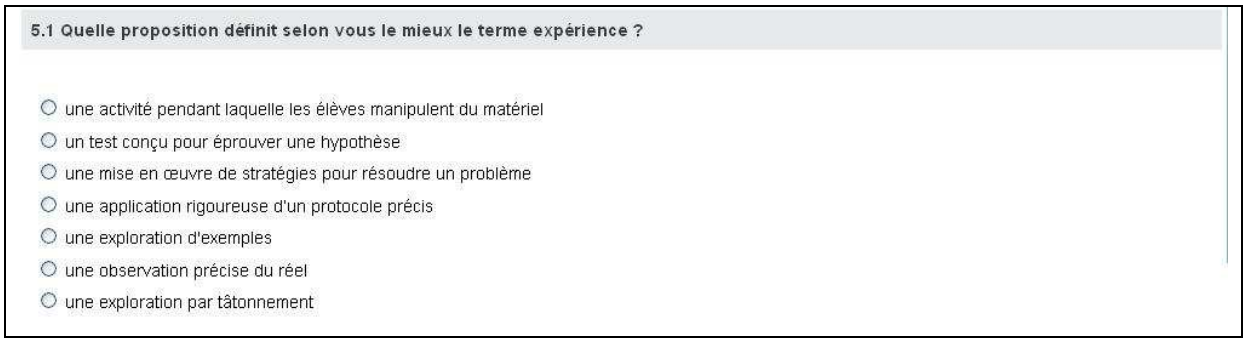
L'analyse des liens au sein de cette classe révèle une représentation peu cohérente du concept d'hypothèse chez les enseignants de technologie. En effet, la formulation d'une hypothèse est à la fois peu contrainte puisque toute idée semble bonne à prendre, mais guidée par des connaissances que puisqu'elle nécessite des acquis des élèves. Le fait d'accepter toutes les idées des élèves permet de faire émerger leurs représentations initiales sans que cette étape soit identifiée comme telle sur le plan didactique. La mise à l'épreuve de l'hypothèse n'est pas rejetée, mais mal identifiée. Une place importante est attribuée à l'observation qui permet tout aussi bien de faire émerger des hypothèses que de réaliser des expériences (PEM de 28 entre la classe et la définition de l'expérience « une observation précise du réel »). Cette caractéristique semble construite ou renforcée par les programmes de technologie qui préconisent une démarche scientifique inductive fondée sur l'observation.

L'hypothèse étant également reconnue comme « l'objectif des connaissances à acquérir », cette représentation des enseignants de technologie montre une faible maîtrise du statut épistémologique de l'hypothèse dans le cadre d'une démarche scientifique hypothético-déductive.

4.3 Expérience

Les questions concernant le terme *expérience* proposent au répondant de faire un choix unique parmi 7 définitions, puis de faire un choix libre parmi des propositions de caractérisation de l'expérience et enfin, d'indiquer si ce terme a la même signification dans les autres disciplines que dans la sienne.

4.3.1 Définition de l'*expérience*



Les choix de définition de *l'expérience* par les enseignants des quatre disciplines sont présentés dans la Figure 76. Les éléments de consensus autour du concept d'*expérience* concernent sa fonction de mise à l'épreuve : les définitions les plus sélectionnées sont *un test conçu pour éprouver une hypothèse* (59% en SVT, 33% en SPC, 24% en maths) et *une mise en œuvre de stratégies pour résoudre un problème* (30% en maths, 25% en SVT et 24% en SPC). Ces deux définitions en lien fort avec la démarche hypothético-déductive pour la première, et avec une démarche d'investigation moins formalisée pour la seconde correspondent à plus de la moitié des réponses dans chaque discipline. Cependant, ce consensus global masque une diversité concernant les autres définitions proposées. En effet, les mathématiques sont fortement liées aux définitions de l'expérience à caractère exploratoire, *exploration par tâtonnement* et *exploration d'exemples* qui retiennent à elles deux presque 1/3 des enseignants (respectivement 18% et 12%). Les SPC et la technologie se retrouvent spécifiquement autour des définitions de l'expérience comme *une activité pendant laquelle les élèves manipulent du matériel* (respectivement 26 et 18%) et *une observation précise du réel* (respectivement 6,5 et 8%)[31], montrant ainsi leur attachement à l'ancrage dans le réel matériel par l'activité manipulatoire et l'observation. Les réponses des enseignants de SVT présentent la plus grande homogénéité d'opinion sur le sujet, centrée sur la démarche hypothético-déductive pour la résolution de

[31] Cette modalité concentre une faible proportion d'enseignants mais est statistiquement plus fortement choisie dans ces 2 disciplines.

problème. La sélection de la définition *un test conçu pour éprouver une hypothèse* est d'ailleurs liée à cette discipline.

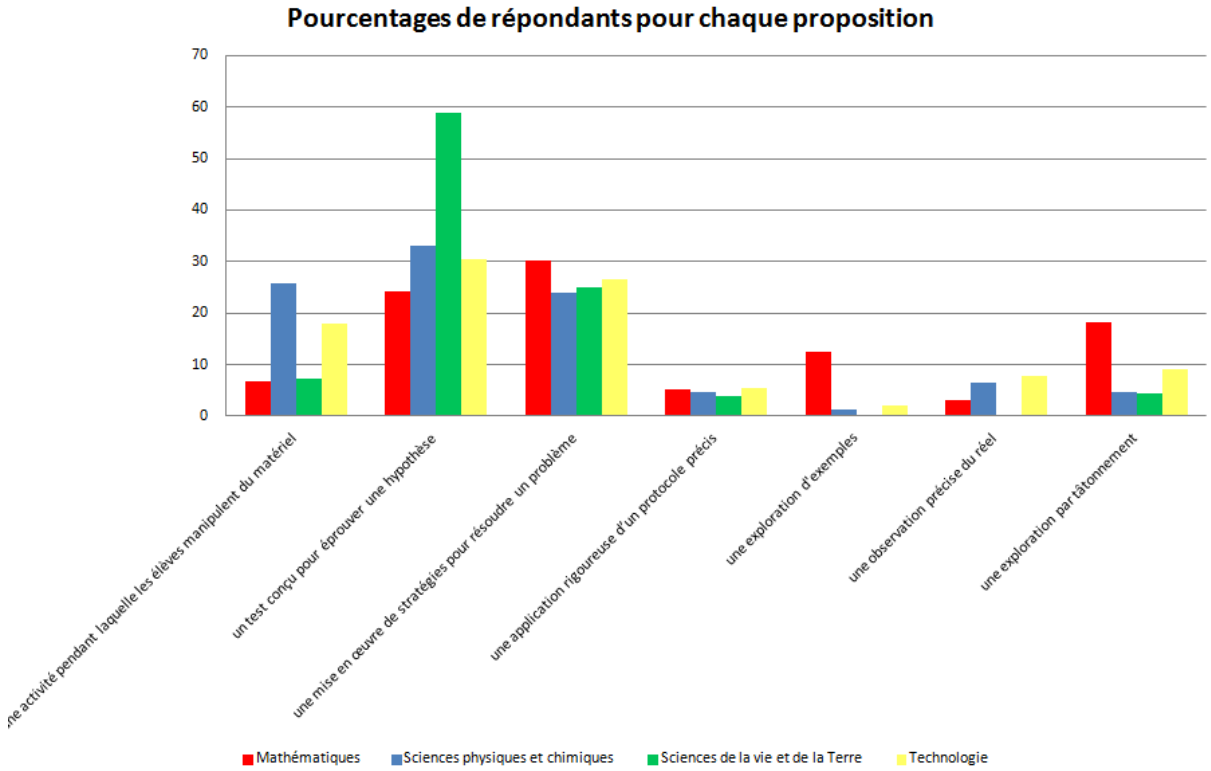


Figure 76 : Pourcentage des enseignants de Mathématiques, Sciences Physiques et Chimiques, Sciences de la Vie et de la Terre et Technologie ayant choisi chacune des propositions à la question *Quelle proposition définit selon vous le mieux le terme expérience ?*

4.3.2 Caractéristiques de l'*expérience*

5.2 Pour vous, une expérience implique...

	Oui	Non	Ne sais pas
la manipulation de matériel	○	○	○
d'être réalisée plusieurs fois	○	○	○
la conception d'un témoin ou d'une référence pour pouvoir interpréter les résultats	○	○	○
une activité de conception de stratégie ou de conception de protocole	○	○	○
de ne faire varier qu'un seul facteur à la fois	○	○	○
l'utilisation d'un logiciel spécialisé	○	○	○
un travail de groupe	○	○	○
une confrontation au réel	○	○	○
une réalisation de mesures	○	○	○
une hypothèse préalable	○	○	○
la rédaction d'un compte-rendu	○	○	○
de mettre une blouse	○	○	○
un questionnement sur la précision des mesures	○	○	○
la possibilité pour l'élève de se confronter aux conséquences de ses choix	○	○	○
de pouvoir valider une solution	○	○	○

Cette question visait à caractériser *l'expérience*. Les résultats sont présentés de la Figure 77 à la Figure 80. Pour une très forte proportion d'enseignants des quatre disciplines, l'expérience implique *la possibilité pour l'élève de se confronter aux conséquences de ses choix* (78 à 86%). *L'expérience* est donc pour la majorité des répondants, un moment où l'élève est acteur, où il fait des choix. On peut penser que l'élève dispose alors d'une part d'initiative et d'autonomie, pour tester ses propres stratégies et que l'expérience ne lui est pas imposée comme une

succession d'étapes à exécuter sans réflexion préalable. La DI inscrirait ainsi *l'expérience* dans une démarche hypothético-déductive, avec des visées d'apprentissage plutôt constructiviste.
Les voies proposées à l'élève pour mettre ses choix à l'épreuve dépendent cependant des disciplines. Ainsi, en sciences expérimentales et en technologie, la manipulation a un rôle essentiel. En cohérence avec les réponses à la question précédente, on retrouve un lien fort entre *expérience* et *manipulation de matériel* en SPC et technologie (87 et 83% respectivement), mais aussi un lien plus faible en SVT (77% des enseignants). La proposition *l'expérience implique un travail de groupe* divise l'opinion dans les quatre disciplines (29% à 49% des enseignants ne sont pas d'accord).
On peut également remarquer que le taux de réponse *ne sais pas* est moins élevé chez les répondants de sciences expérimentales (inférieur à 8% en SPC et 9% en SVT) qu'en mathématiques (*ne sais pas* compris entre 6 et 21%) et en technologie (*ne sais pas* compris entre 2 et 19%). Même si ce faible taux peut être dû à la formulation des questions élaborées par une équipe issue en majorité des sciences expérimentales, on peut également penser que l'*expérience* est un concept clé des sciences expérimentales, revendiqué comme tel par les enseignants de SPC et SVT et donc bien connu par eux.

4.3.2.1 Mathématiques

En mathématiques, l'expérience implique *la possibilité pour l'élève de se confronter aux conséquences de ses choix* pour 86% des répondants. Cette réponse est un peu plus choisie par cette discipline, ce qui est en accord avec le caractère exploratoire de l'*expérience* déjà révélé par la définition. La confrontation des élèves, au cœur des situations didactiques en mathématiques (Brousseau, 1998), avec un milieu qui « résiste » peut peut-être être vue en filigrane dans cette représentation, en accord également avec la proposition *l'expérience implique de pouvoir valider une solution* qui vient en troisième position, retenue par 63% des enseignants de mathématiques. La rédaction d'un compte rendu de l'*expérience* apparait également nécessaire à 70% des enseignants de mathématiques. Viennent ensuite la nécessité d'une *hypothèse préalable* et d'une *conception de stratégie ou de protocole* (pour 61% des répondants), c'est-à-dire l'insertion de l'*expérience* dans une démarche de résolution de problème. Evidemment, la nécessité de mettre une blouse est l'attribut le moins retenu en mathématiques (*non* pour 88% des répondants). La manipulation de matériel ne paraît pas non plus nécessaire, l'*expérience* pouvant sans doute se faire avec des objets mathématiques non matériels. L'utilisation d'un logiciel n'est retenue que par 23% des enseignants.
On peut également repérer qu'en mathématiques, le taux de réponse *ne sais pas* est souvent élevé pour les questions concernant les attributs de l'*expérience*, particulièrement concernant la nécessité de *concevoir un témoin pour interpréter les résultats* (21%), *concevoir une stratégie ou un protocole* (17%), *ne faire varier qu'un seul facteur à la fois* (14%) ou de *réaliser des mesures* (12%, avec 15% au collège contre seulement 8% au lycée), qui sont des propositions fortement en relation avec les démarches expérimentales sans doute moins bien connues par les enseignants de mathématiques. *L'utilisation d'un logiciel* laisse également perplexes 14% des enseignants de mathématiques.

Dans cette discipline, en relation avec ce qui a été remarqué lors de l'analyse des résultats concernant les savoirs scientifiques et leur construction, il ne serait pas étonnant de découvrir des profils différents. Une analyse plurifactorielle sera nécessaire pour préciser les différentes représentations de *l'expérience* des enseignants de mathématiques interrogés.

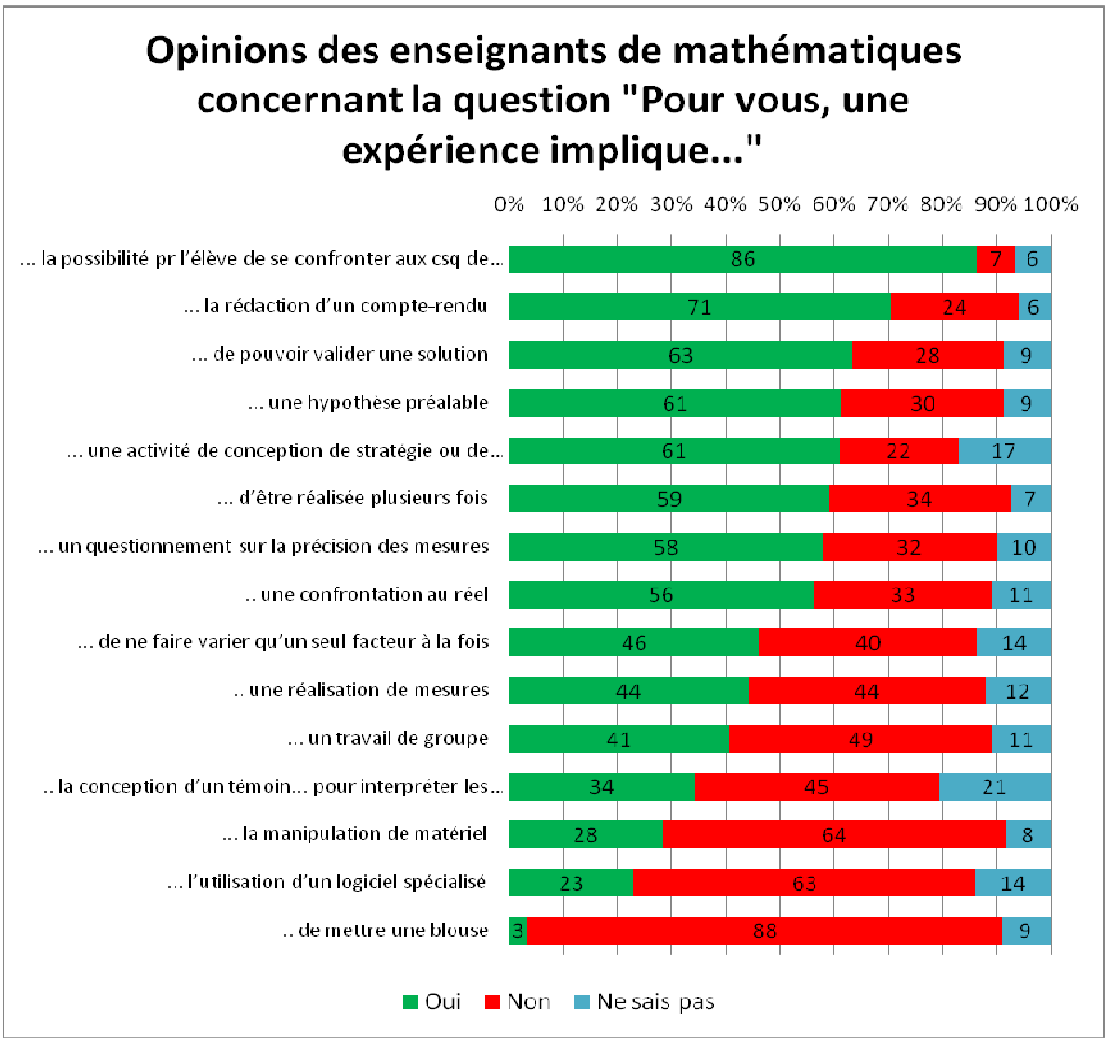
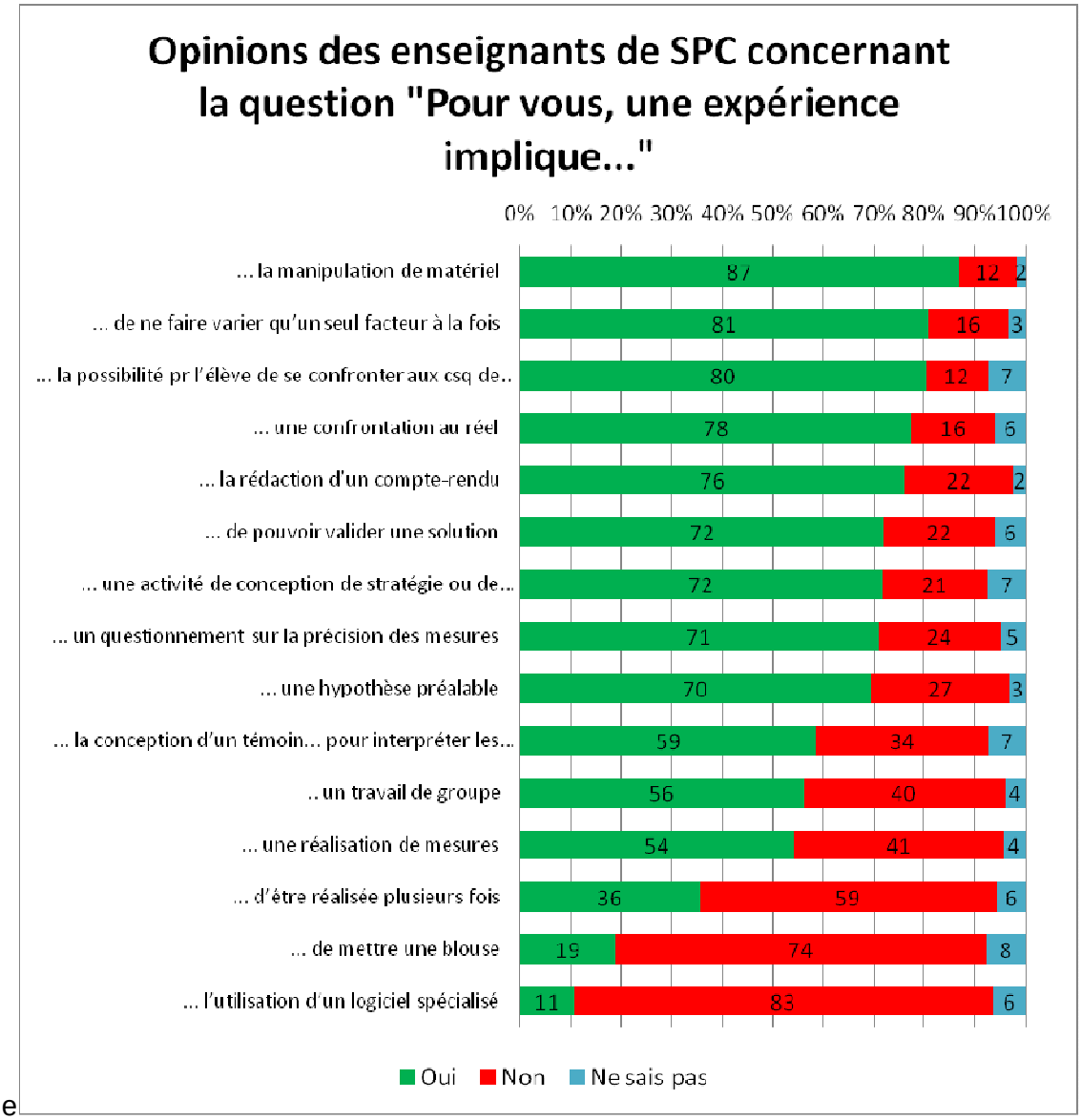


Figure 77 : Réponses des enseignants de mathématiques à la question *Pour vous, une expérience implique...*

4.3.2.2 Sciences Physiques et Chimiques

Les physiciens semblent plutôt à l'aise face aux questions concernant les caractéristiques de l'*expérience*, le taux de réponse *ne sais pas* restant toujours inférieur à 8%. La *manipulation de matériel* vient en premier (87%), montrant l'importance donnée aux activités pratiques, suivie de la nécessité de *ne faire varier qu'un seul facteur à la fois* (81%), également liée à cette discipline. L'*expérience* qui offre *la possibilité pour l'élève de se confronter aux conséquences de ses choix* et qui implique *la confrontation au réel* est également retenue par 81% et 77% des répondants de SPC, montrant la fonction de mise à l'épreuve de l'expérience et son lien fort avec l'observation du réel. L'*expérience* implique *une activité de conception de stratégie ou de protocole* pour 77% des enseignants, la *rédaction d'un compte rendu* pour 76%, et 72% d'entre eux considèrent comme nécessaire de *pouvoir valider une solution*. La proposition *l'expérience implique un questionnement sur la précision des mesures* est plus spécifiquement liée aux SPC (71%). La nécessité de *réaliser des mesures* divise les répondants de SPC (54% *oui* et 41% *non*), montrant qu'expérimenter en SPC, ce n'est pas obligatoirement réaliser des mesures. L'*expérience* n'a pas besoin *d'être réalisée plusieurs fois* pour 59% d'entre eux. Une grande importance est accordée au processus manipulatoire dans sa conception et dans sa précision, et à la nécessité d'une *hypothèse préalable*. Pour 83% des répondants de SPC *l'utilisation d'un logiciel* n'est pas nécessaire pour expérimenter. Enfin, même si seulement 19% des physiciens retiennent la nécessité de *mettre une blouse*, cette réponse est spécifique des sciences expérimentales[32].

[32] Cette modalité concentre une faible proportion d'enseignants mais est statistiquement plus fortement choisie dans les 2 disciplines.



e

Figure 78 : Réponses des enseignants de Sciences Physiques et Chimiques à la question *Pour vous, une expérience implique...*

L'analyse des réponses à ces questions fait également apparaître certaines spécificités en fonction du niveau d'enseignement. Les enseignants de lycée sont significativement plus attachés aux caractéristiques expérimentales : *effectuer des mesures* (67% contre 43% au collège) et se *questionner sur leur précision* (78% contre 64% au collège), *concevoir un témoin* (68% contre 50% au collège) et réaliser *plusieurs fois l'expérience* (46% *oui* contre 26% au collège). Ils sont plus nombreux à associer à l'expérience *la rédaction d'un compte-rendu* (80% contre 73% au collège) et *le port de la blouse* (26% contre 13% au collège). Les répondants de collège, pour leur part, accordent plus d'importance à la démarche et aux caractéristiques pédagogiques : le fait que l'expérience permette à l'élève de *se confronter aux conséquences de ses choix* (84% contre 77% au lycée) ou de *valider une solution* (76% contre 68% au lycée), et *le travail de groupe* (63% contre 50% au lycée).

4.3.2.3 Sciences de la Vie et de la Terre

S'il y a quelques doutes en SVT au sujet de l'*expérience* pour ce qui concerne *l'utilisation de logiciel* et la nécessité de *permettre à l'élève de se confronter aux conséquences de ses choix*, les taux de réponses *ne sais pas* ne dépassent pas 9%. Trois propositions, très fortement liées aux SVT, font presque l'unanimité avec plus de 90% d'accord. Elles correspondent à la

nécessité de *prévoir un témoin pour pouvoir interpréter les résultats* (99% contre 88% en SPC), de *ne faire varier qu'un seul facteur à la fois* (94% contre 81% en SPC) et de poser *une hypothèse préalable* (94% contre 70% en SPC). On retrouve ici des attributs de la démarche expérimentale exposée par (Bernard, 1865) qui a marqué fortement les sciences biologiques et les programmes d'enseignement des SVT depuis plusieurs décennies. Viennent ensuite *la possibilité pour l'élève de se confronter aux conséquences de ses choix* (83%), *la confrontation au réel* (82%), *l'activité de conception de stratégie ou de protocole* et la *manipulation de matériel* (77%), les trois dernières propositions étant liées à la discipline. On peut ainsi remarquer une convergence avec les SPC dans l'importance donnée à la confrontation avec le réel, et à la conception et la réalisation de manipulation de matériel. Cependant, ces éléments sont moins prioritaires en SVT, l'attention la plus importante étant accordée à l'inclusion de *l'expérience* à l'intérieur d'une démarche de type hypothético-déductif. Ainsi la validité de *l'expérience* semble-t-elle être plutôt reliée à la démarche logique (hypothèse, témoin) dont elle est issue, qu'à la réalisation ou la précision des mesures, une importance particulière étant cependant accordée à la *répétition de l'expérience* (57%, réponse *oui* spécifiquement liée aux SVT ainsi qu'aux mathématiques), ce qui peut s'expliquer par la variabilité importante du vivant bien connue des biologistes.

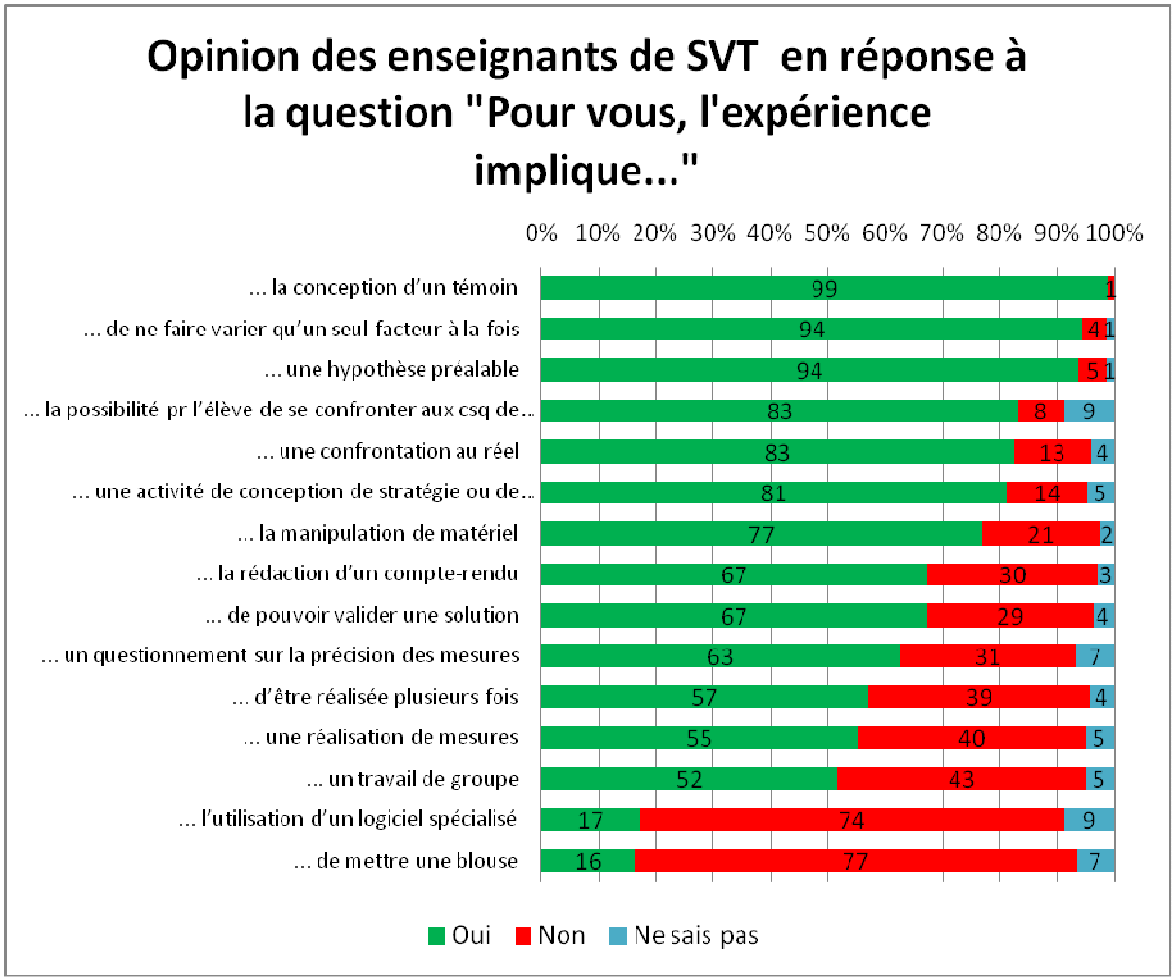


Figure 79 : Réponses des enseignants de Sciences de la Vie et de la Terre à la question *Pour vous, une expérience implique...*

Certaines spécificités liées au niveau d'enseignement apparaissent aussi en SVT. Les répondants de lycée sont plus attachés à la *conception de protocoles expérimentaux* (85% contre 78% au collège), à *la réalisation de mesures* et au *questionnement sur leur précision* (respectivement 62% contre 51% au collège et 67% contre 58% au collège) et au fait de *réaliser l'expérience plusieurs fois* (62% contre 52% au collège). Ils associent aussi plus facilement

l'expérience avec *l'utilisation d'un logiciel spécialisé* (22% contre 13% au collège) et le *port de la blouse* (28% contre 7% au collège). Les enseignants de SVT de collège quant à eux, relient plus fortement *l'expérience* à la *possibilité de pouvoir valider une solution* (72% contre 62% au lycée, où les réponses *ne sais pas* sont plus nombreuses : 5% contre 2% au collège). Ils sont également plus nombreux à ne pas savoir si *l'expérience implique un questionnement sur la précision des mesures* (8% contre 4% au lycée).

4.3.2.4 Technologie

En technologie, l'attribut de l'expérience retenu par le plus grand nombre de répondants est de nature plus pédagogique qu'épistémologique, puisqu'il s'agit de *la rédaction d'un compte rendu* (88%). Cette manière de procéder possède peut-être des liens avec la démarche technologique des ingénieurs, qui rédigent des rapports d'essais. Est aussi fortement retenue la nécessité *d'une confrontation au réel* (84%), de la *manipulation de matériel* (83%) et de *pouvoir valider une solution* (82%, spécifiquement liée à la technologie). On retrouve ici l'ancrage de la technologie dans l'étude des objets matériels construits par l'homme et l'importance accordée par les enseignants de cette discipline aux solutions techniques. Comme en mathématiques, la nécessité d'une *hypothèse préalable* pose question (6% de réponse *je ne sais pas* liée[33] à la technologie), même si 73% des répondants acceptent cette proposition. Le *travail de groupe*, la *réalisation de mesures* et dans une moindre mesure, *l'utilisation d'un logiciel* sont également retenus de manière spécifique en technologie, respectivement par 67%, 66% et 26% des répondants. Le désaccord maximal va à la nécessité de *mettre une blouse* (87% de réponses *non*) et *d'utiliser un logiciel spécialisé* (63% de réponses *non*).

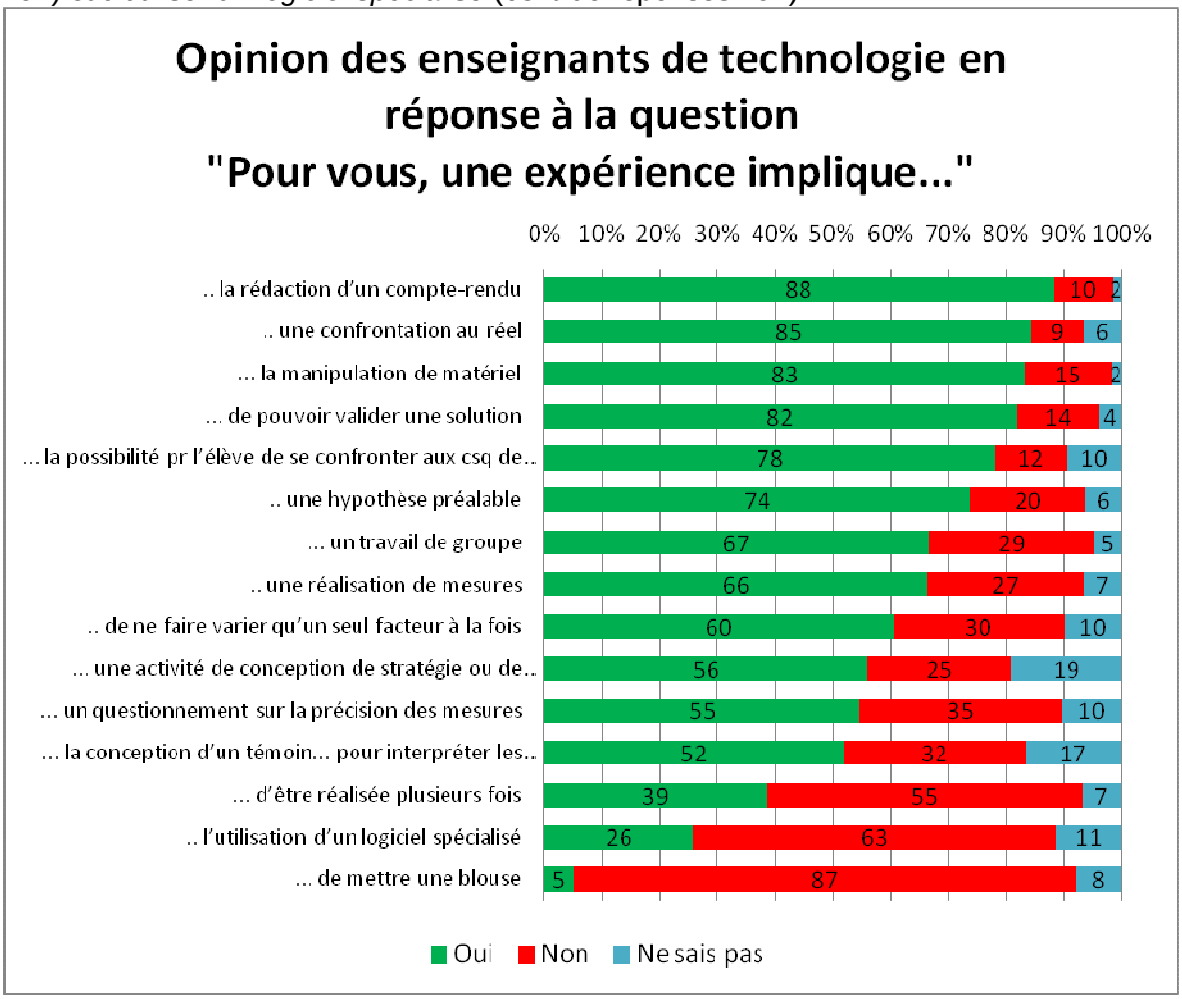


Figure 80 : Réponses des enseignants de Technologie à la question *Pour vous, une expérience implique...*

[33] Cette modalité concentre une faible proportion d'enseignant mais est statistiquement plus fortement choisie en technologie et en mathématiques.

Un enseignant de technologie sur 5 au collège (20%) n'a pas su répondre à la proposition d'une *expérience* nécessitant *une activité de conception de stratégie ou de protocole expérimental*, ce taux n'est que de 9% chez les enseignants de technologie qui déclarent enseigner en lycée. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que les enseignants de technologie de lycée travaillent davantage dans des enseignements d'exploration avec leurs collègues de sciences expérimentales. On peut également penser que le vocabulaire utilisé ici n'était pas adapté à cette discipline. La signification du terme *témoin*, issu de la démarche expérimentale hypothético-déductive, n'est pas bien connue non plus en technologie, puisqu'il laisse perplexes 17% des répondants. On peut penser que la démarche d'investigation en technologie ne peut pas facilement être plaquée sur la démarche hypothético-déductive type proposée par l'introduction commune aux programmes des disciplines scientifiques du collège (2008), ou tout au moins que pour l'instant, la correspondance entre ces deux types de démarches n'est pas facile à réaliser pour les enseignants de technologie. Il semble que les liens entre les deux méritent en tout cas d'être étudiés plus spécifiquement d'un point de vue épistémologique, et qu'une formation des enseignants puisse être envisagée à ce sujet.

4.3.3 Sens du terme *expérience* dans les autres disciplines

5.3 Selon vous, le mot « expérience » a-t-il le même sens dans votre discipline qu'en...

Répondez seulement pour les disciplines que vous n'enseignez pas.

	Oui	Non	Ne sais pas
Mathématiques	○	○	○
Sciences-physiques / Chimie	○	○	○
Sciences de la vie et de la Terre	○	○	○
Technologie	○	○	○

En mathématiques, au moins les deux tiers des répondants pensent que le sens du mot *expérience* est différent dans les autres disciplines, mais 1/5 répondant ne sait pas répondre à cette question pour ce qui concerne la technologie (Tableau 29).
Les répondants de sciences expérimentales expriment leur proximité au sujet de la signification de l'*expérience* : 73% des répondants de SVT et 78% des répondants de SPC pensent que la signification est la même dans ces deux disciplines. Les enseignants de SPC ont plus de mal à se prononcer pour la technologie et les mathématiques (respectivement 36% et 21% de *ne sais pas*), mais 41% pensent que la signification du mot *expérience* est identique en technologie et en SPC, et 64% voient des différences entre les significations de l'*expérience* en mathématiques et en SPC. En SVT, la moitié des répondants ne sait pas si la signification de *l'expérience* est la même en SVT et en technologie. La perplexité est moins forte envers les mathématiques, où la signification du mot *expérience* est différente des SVT pour 60% des répondants, mais on observe tout de même 30% de réponse *ne sais pas*.
En technologie, les enseignants rapprochent le plus leur définition du terme *expérience* de celle des physiciens (57%). Seuls 49% pensent que cette signification est semblable également en SVT. La majorité des répondants de technologie considèrent également que les significations sont différentes entre les mathématiques et la technologie. Les difficultés pour se prononcer ne touchent pas plus d'1/5 des répondants de cette discipline, et paraissent plus importante en mathématiques et en SVT (respectivement 21 et 19%) qu'en SPC (14%).

En résumé, *l'expérience* mathématique est ressentie par tous comme différente de celle menée dans les autres disciplines. Les enseignants de SVT et de SPC expriment la plus grande proximité pour la signification du terme *expérience*. Les répondants de SVT ignorent la signification du terme en technologie. Les enseignants de technologie sont plus nombreux que ceux de SPC à rapprocher la signification de l'expérience dans ces deux disciplines. Les SPC apparaissent d'ailleurs comme la discipline considérée par les trois autres comme la plus proche pour la signification de ce terme.

Discipline d'origine	Maths	SPC	SVT	technologie
s'exprimant sur les Maths	-	15% (21%)	10% (30%)	17% (21%)
s'exprimant sur les SPC	16% (6%)	-	73% (10%)	57% (14%)
s'exprimant sur les SVT	14% (8%)	78% (9%)	-	49% (19%)
s'exprimant sur la technologie	13% (22%)	41% (36%)	23% (50%)	-

Tableau 29 : Réponses *oui* (et *je ne sais pas*) à la question *Selon vous, le terme « expérience » a-t-il le même sens dans votre discipline qu'en… ?*. En vert, le plus fort score *oui* des répondants de chaque discipline (ce dont ils se sentent le plus proche), en rouge le plus faible score *oui* des répondants de chaque discipline (ce dont ils se sentent le moins proche), en bleu le plus fort score *je ne sais pas* des répondants de chaque discipline (ce qui les laisse le plus perplexes).

L'expérience : une mise à l'épreuve qui présente des spécificités disciplinaires

Pour la majorité des répondants des quatre disciplines, l'*expérience* est vue comme un moment où l'élève doit assumer ses choix tout en étant autonome.
Plus de la moitié des répondants de SPC, SVT et mathématiques associent au concept d'*expérience* une fonction de mise à l'épreuve. Alors que les enseignants de SPC et de technologie caractérisent plus que les autres l'*expérience* par l'activité manipulatoire et l'observation ancrée dans le réel, les enseignants de SVT lient fortement l'*expérience* à des démarches de nature hypothético-déductive, par exemple en insistant fortement sur la nécessité de concevoir un témoin ou de formuler une hypothèse. Une spécificité des répondants de mathématiques est que l'*expérience* revêt pour eux plutôt un caractère exploratoire (exploration d'exemples et/ou par tâtonnement).
Pour les répondants de mathématiques, l'*expérience* n'a pas le même sens dans les trois autres disciplines. En revanche, les répondants de SPC et de SVT ressentent une grande proximité de la signification du terme *expérience* entre leurs deux disciplines. Pour autant, il leur est plus difficile de se prononcer sur cette signification en technologie et en mathématiques. Les enseignants de technologie quant à eux rapprochent leur définition de l'*expérience* de celle des sciences expérimentales, et plus particulièrement de celle des SPC.

4.4 Modèle

Les questions concernant le terme *modèle* proposaient d'abord au répondant de citer deux exemples de modèles utilisés dans sa discipline, puis de classer treize fonctions possibles selon leur degré d'importance dans la discipline et enfin de classer sept formes possibles pour les modèles selon leur fréquence. Comme pour les autres termes étudiés dans l'enquête, il était finalement demandé d'indiquer si le terme *modèle* a la même signification dans les autres disciplines que dans celle du répondant. Ce regard croisé, porté sur la signification dans les autres disciplines, peut ainsi être confronté aux significations qui se dégagent des réponses fournies pour la discipline.

4.4.1 Une capacité à citer des *modèles* très contrastée selon la discipline.

Le taux de répondants ayant donné au moins un exemple semble assez révélateur de l'usage du terme *modèle* dans la discipline correspondante, sans que l'on puisse savoir si la référence prise en compte est l'usage dans la discipline savante ou dans la discipline enseignée. La Figure 81 donne ainsi le taux de réponse par discipline pour au moins un des exemples. Les réponses formulée de la façon suivante : "*?*" ou "*je ne sais pas*" ont été considérées comme une absence de réponse.

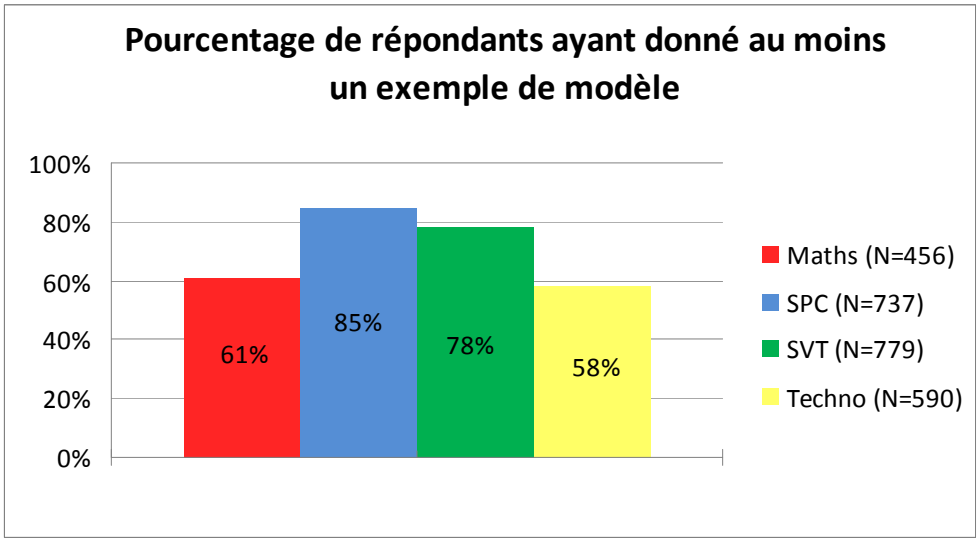
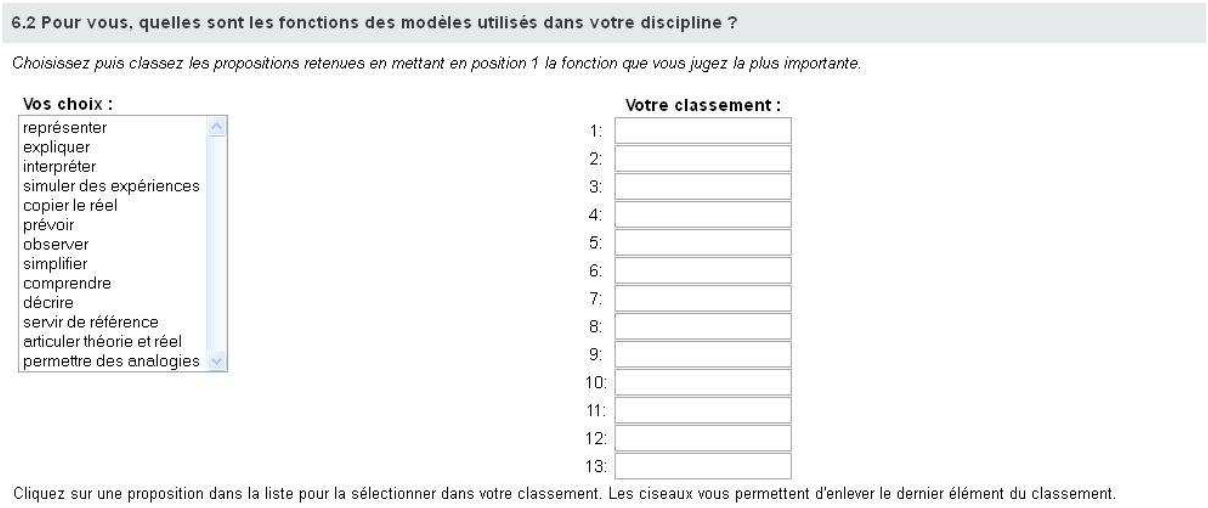


Figure 81 : Pourcentage de répondants par discipline ayant donné au moins un exemple de modèle.

Presque la moitié des répondants de mathématiques et de technologie ne citent aucun exemple de modèle. En revanche, les répondants de SPC et SVT sont quasiment neufs sur dix à citer un exemple. Même si cette question ouverte, venant en fin d'enquête, a pu entrainer une certaine lassitude du répondant, cette lassitude est *à priori* indépendante de la discipline. Les différences de réponses selon la discipline sont donc révélatrices de l'investissement du concept de *modèle* par les quatre disciplines et du degré de familiarité des répondants avec ce concept. La similitude des disciplines expérimentales quant à la familiarité avec la notion de modèle ne se confirme pas dans les réponses sur fonctions et formes des *modèles*. Au regard des réponses

exposées plus loin, les SPC se rapprochent plutôt des mathématiques et les SVT de la technologie.
La nature des exemples cités sera présentée plus bas, pour renforcer et/ou compléter l'interprétation des consensus et différences observées dans les réponses aux questions fermées sur les fonctions et formes des modèles.

4.4.2 Fonctions des modèles



4.4.2.1 Éléments de consensus et similitudes disciplinaires

Le classement de 13 items proposé dans cette question, elle aussi située en fin d'enquête, peut également être perçu comme fastidieux. Il est donc intéressant de regarder combien de propositions ont été classées (Figure 82). Si plus de 80% des répondants choisissent au moins une proposition (de 83% en maths à 98% en SVT), le nombre d'items classés décroit de façon importante au-delà du 3e. Au moins la moitié des répondants de chaque discipline classe les 13 propositions. On peut aussi supposer que les derniers classements sont effectués de façon moins précise et discriminante que les premiers.

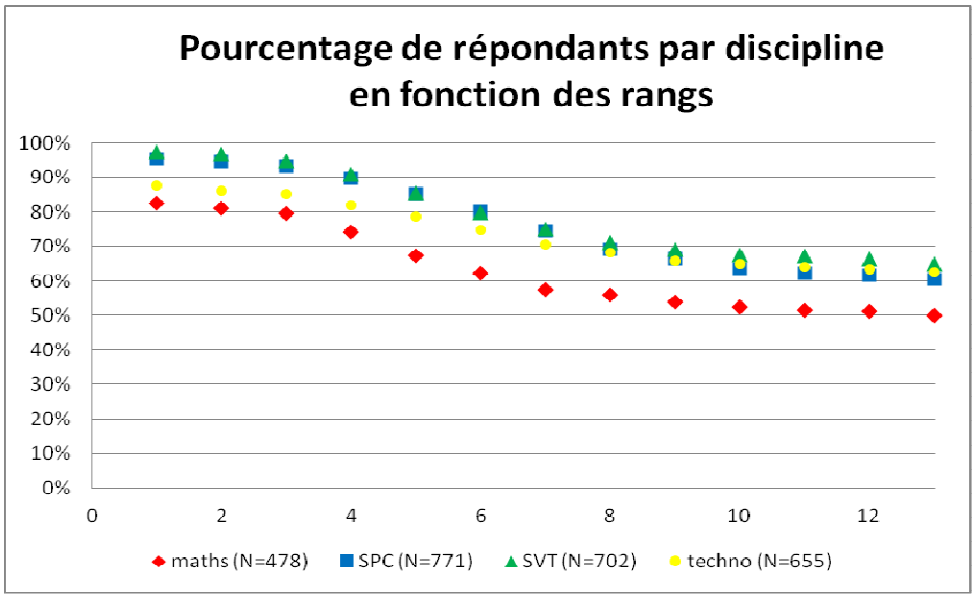


Figure 82 : Pourcentages de réponses par discipline selon le rang à la question *Pour vous, quelles sont les fonctions des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la fonction que vous jugez la plus importante.*

Si le comportement des répondants est similaire pour les disciplines SPC et SVT, on observe à nouveau un nombre moins important de réponses des enseignants de mathématiques et, dans une moindre mesure, de technologie. Ceci peut être interprété comme le résultat de difficultés plus importantes à se prononcer en mathématiques ou en technologie (difficultés déjà observées pour la question ouverte demandant des exemples de *modèles*), mais peut aussi correspondre à des représentations moins diversifiées des fonctions du *modèle* dans ces deux disciplines. Par conséquent, nous avons choisi d'analyser plus précisément les trois premiers choix, discipline par discipline.

La Figure 83 donne ainsi le pourcentage de répondants ayant placé chaque item mentionné à une des trois premières positions, pourcentage calculé sur le nombre de répondants ayant choisi au moins une fonction. Par exemple, la barre jaune émergeant pour l'item *observer* indique qu'un peu plus d'un enseignant sur deux de technologie (53%) ayant traité cette question classe la fonction *observer* en position 1, 2 ou 3. Cette figure permet ainsi d'avoir une vue d'ensemble des fonctions plébiscitées et des différences, parfois très importantes, entre disciplines.

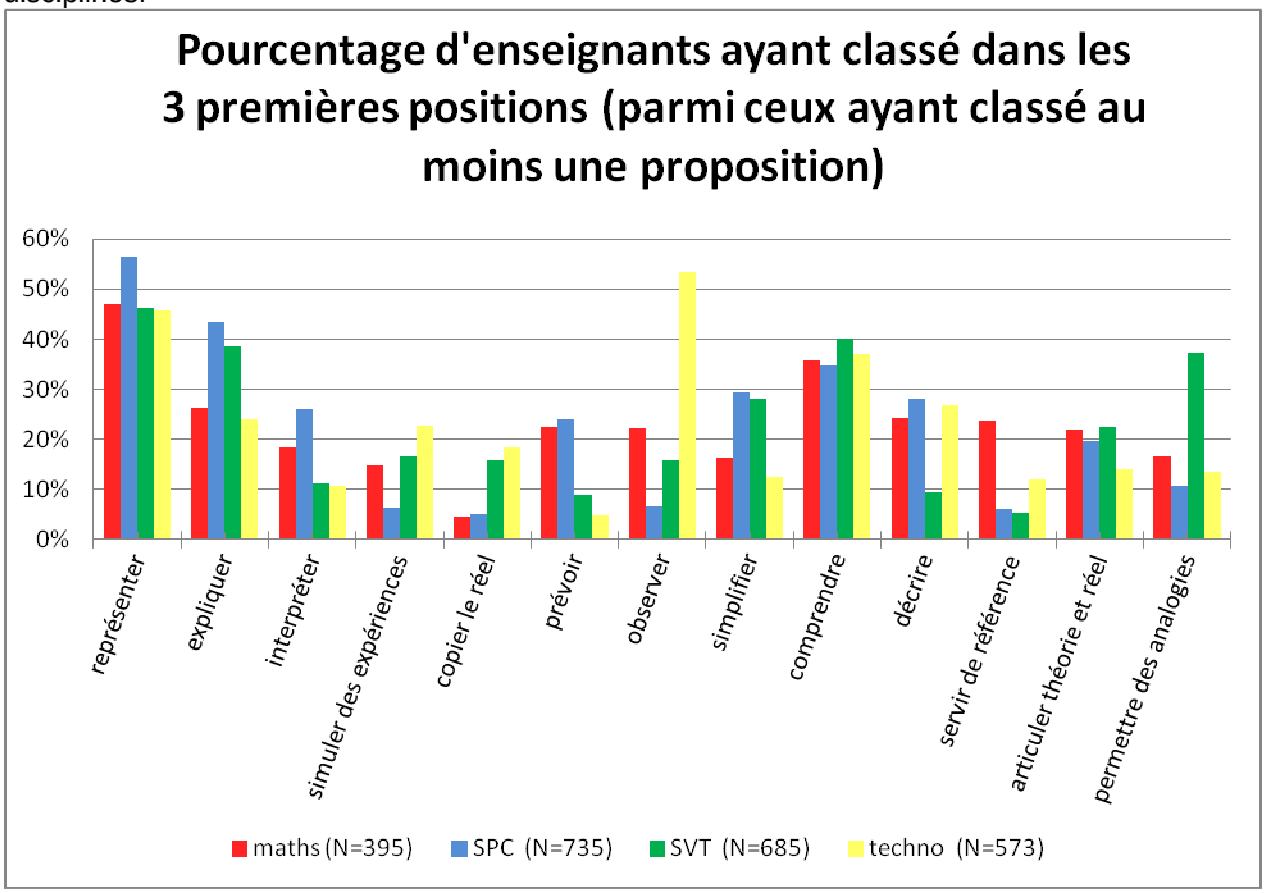


Figure 83 : Pourcentages d'enseignants par discipline ayant classé la proposition dans les 3 premières positions, parmi les enseignants ayant choisi au moins 1 fonction du modèle à la question *Pour vous, quelles sont les fonctions des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la fonction que vous jugez la plus importante.*

Dans trois disciplines sur quatre, c'est la fonction *représenter* qui arrive dans le tiercé de tête (presque un enseignant sur deux la choisit dans les trois premières positions), particulièrement en SPC. Cette fonction n'est pas pour autant délaissée par les enseignants de technologie, qui la retiennent autant, mais la classent après la fonction *d'observation*. La fonction *comprendre* est également largement choisie par les répondants des quatre disciplines, ainsi que, dans une moindre mesure, la fonction *articuler théorie et réel*.
Le consensus est donc assez restreint et pour le reste, des spécificités disciplinaires apparaissent nettement. Avant d'analyser ces spécificités, on peut remarquer qu'en dehors des

fonctions qui font consensus, la proximité entre SPC et SVT s'exprime seulement sur deux autres fonctions : *expliquer* et *simplifier*. *Expliquer* indique que le *modèle* permet de trouver une cause à l'effet observé. *Simplifier* est classique en sciences expérimentales puisque modéliser conduit à faire des choix parmi les caractéristiques des situations réelles à décrire ou interpréter. Ces deux fonctions (*expliquer* et *simplifier*) sont nettement moins retenues par les répondants de mathématiques et technologie. Les similitudes entre SVT et SPC observées pour de nombreuses questions de l'enquête semblent donc être plus minces concernant le concept de *modèle*. Ceci est confirmé plus loin par l'étude des résultats concernant les formes de *modèles*.

Dans l'analyse qui suit, pour chaque discipline, nous croisons les fonctions les plus choisies pour le tiercé de tête avec le rang moyen de chaque item proposé, ce qui permet de repérer des termes qui ne sont ni plébiscités, ni totalement rejetés.

4.4.2.2 Mathématiques

En mathématiques, les répondants retiennent principalement les fonctions *représenter* (47%) et *comprendre* (36%), seuls choix à plus de 30% dans le tiercé de tête. Ce sont donc deux fonctions très générales qui sont choisies, dont une très liée à des actions de représentation effectivement courantes en mathématiques (représentation géométrique, représentation de fonctions…). Modéliser consiste donc souvent, pour les répondants de mathématiques, à *représenter*, terme qui ne revêt peut-être pas la même signification que dans les autres disciplines.

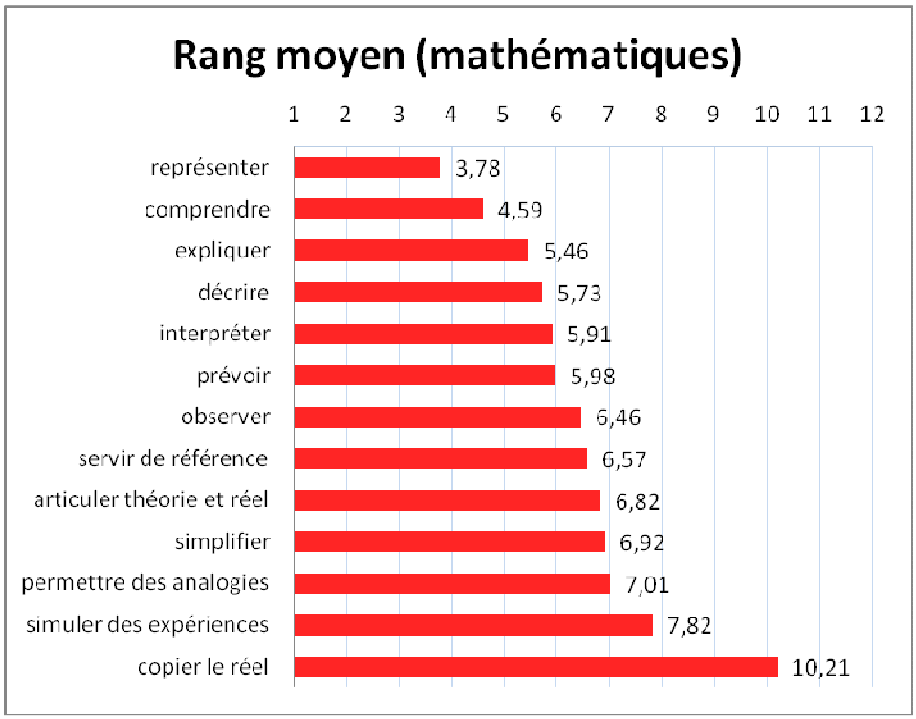


Figure 84 : Rang moyen de chaque proposition pour les répondants en Mathématiques à la question *Pour vous, quelles sont les fonctions des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la fonction que vous jugez la plus importante*.

Viennent ensuite, pour plus de 20% des répondants et dans l'ordre décroissant, les fonctions *expliquer, prévoir, observer, décrire, servir de référence* (spécificité manifeste des mathématiques) et *articuler théorie et réel*. Les *analogies*, la *simplification*, la *simulation* et *l'interprétation* sont très peu retenues, moins encore la *copie du réel* (similitude avec les répondants de SPC). La fonction de référence apparait sans doute comme le cas idéal à partir duquel les élèves travaillent mais ceci est à confirmer. *Interpréter* est très peu classé dans le tiercé de tête, elle obtient un rang moyen qui révèle que cette fonction n'est pas totalement délaissée : elle est beaucoup choisie entre le 4^{e} et le 8^{e} rang.

4.4.2.3 Sciences physiques et chimiques

En SPC, les répondants choisissent *représenter* (57%) de façon plus importante que pour les trois autres disciplines, puis *expliquer* (43%). Viennent ensuite *comprendre*, *décrire, interpréter*, *simplifier, prévoir* mais aussi *articuler théorie et réel* (pas davantage cependant qu'en mathématiques). Le score étonnamment moyen de ce dernier choix (*articuler théorie et réel*) interroge d'ailleurs la nature du réel pour les répondants : on peut se demander si, pour le répondant de SPC, la volonté de superposition des *modèles* à la réalité ne tend pas au final à confondre modèle et réalité matérielle. Serait-ce à dire que la fonction d'un *modèle* n'est pas de représenter le réel ou de le représenter mais sans forcément expliciter les processus à l'œuvre dans la modélisation, comme si le *modèle* venait superposer le réel ?

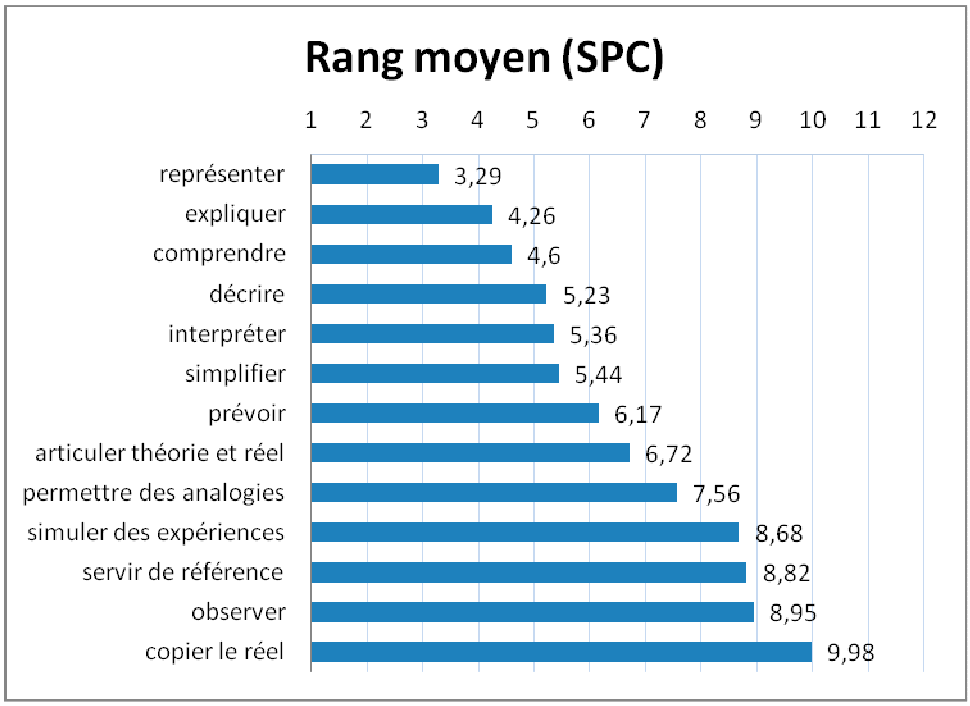


Figure 85 : Rang moyen de chaque proposition pour les répondants en Sciences Physiques et Chimiques à la question *Pour vous, quelles sont les fonctions des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la fonction que vous jugez la plus importante.*

Les répondants de SPC sont ceux qui choisissent le plus *expliquer* et *interpréter*, de façon spécifique aux SPC pour l'interprétation, mais dans des proportions similaires aux SVT pour l'explication. La *simulation d'expérience* est très peu citée, nettement moins que pour les autres disciplines, indice éventuel d'une distinction nette faite entre le *modèle* et sa mise en œuvre dans une simulation informatisée.
On peut noter également que la fonction de *prévision* est citée par les répondants de SPC et de mathématiques dans des proportions bien plus importantes que pour les SVT et la technologie. L'analyse fait donc à nouveau apparaitre certaines similitudes entre les fonctions du *modèle* en mathématiques et en SPC. Cette similitude devrait être confirmée et interprétée par des études ultérieures mais il est probable que cela indique le caractère prégnant du symbolisme (relations ou représentations) dans l'usage des modèles en SCP ou dans la représentation qu'en ont les enseignants des deux disciplines. Si ce rapprochement est confirmé par les formes des modèles citées dans la présente enquête (question suivante) et par les regards croisés sur la signification du terme *modèle* dans les autres disciplines, il n'est pas repérable de façon évidente *via* les exemples de modèle cités par les enseignants de SPC (voir plus loin). Les modèles cités (atome, rayon lumineux…) servent certes à représenter mais sont assez peu formels. Tout semble se passer comme si la similitude de fonction (consciente ou non) des modèles avec les mathématiques n'était pas pensé qu'en référence à la classe mais aussi en référence à une activité scientifique qui utilise inévitablement davantage le formalisme mathématique.

4.4.2.4 *Sciences de la Vie et de la Terre*

En SVT, la dispersion des choix est un peu plus grande (Figure 86). Ainsi quatre fonctions dépassent 30% dans le tiercé de tête : *représenter* (46%), *comprendre* (40%), *expliquer* (39%) et *permettre des analogies* (37%, spécificité très remarquable des SVT).

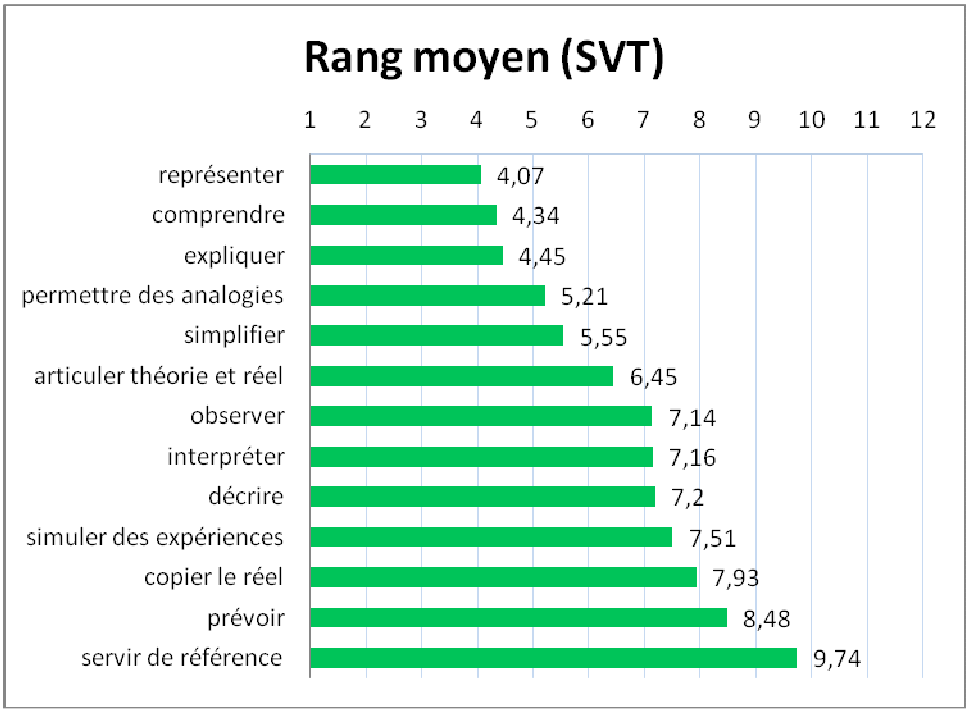


Figure 86 : Rang moyen de chaque proposition pour les répondants en Sciences de la Vie et de la Terre à la question *Pour vous, quelles sont les fonctions des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la fonction que vous jugez la plus importante.*

Comme nous l'avons dit précédemment, les SVT se différencient notablement des SPC sur cette question. Les propositions *simuler des expériences*, *copier le réel*, *observer* et *permettre des analogies* sont significativement plus retenues en SVT qu'en SPC alors que les propositions *décrire*, *prévoir* et *interpréter* sont classées plus haut en SPC. Le faible succès de la fonction de *description*, exception remarquable parmi les quatre disciplines, pourrait dénoter une distinction forte entre la description et la modélisation ou le fait que les répondants de SVT sont peu conscients de travailler sur ou avec des *modèles* pour décrire le réel.
Comme en technologie, et malgré un rang moyen assez modeste, la fonction de *copie du réel* est mentionnée par les répondants de SVT bien plus nettement qu'en mathématiques et en SPC (au moins 15% contre moins de 5% pour les trois premiers rangs) : il s'agit de reproduire en classe un système vivant ou terrestre (modèle de nappe ou de volcan par exemple).
Les répondants de SVT se singularisent finalement au sujet de deux fonctions : ils délaissent la fonction de *description* et plébiscitent la capacité à *faire des analogies*. Les exemples de *modèle* cités (voir plus loin) permettent de donner des pistes d'interprétation à cette dernière singularité.

4.4.2.5 *Technologie*

Le point de vue global des répondants de technologie semble le moins dispersé : *observer* (très prédominant, 53% des répondants le mettant dans les trois premiers choix), *représenter* (46%) puis *comprendre* (37%) sont les trois fonctions dépassant 30 %. En dehors d'*expliquer*, *simuler*, et *décrire*, toutes les autres fonctions ne sont choisies dans les 3 premières positions que par moins d'un répondant sur 5.

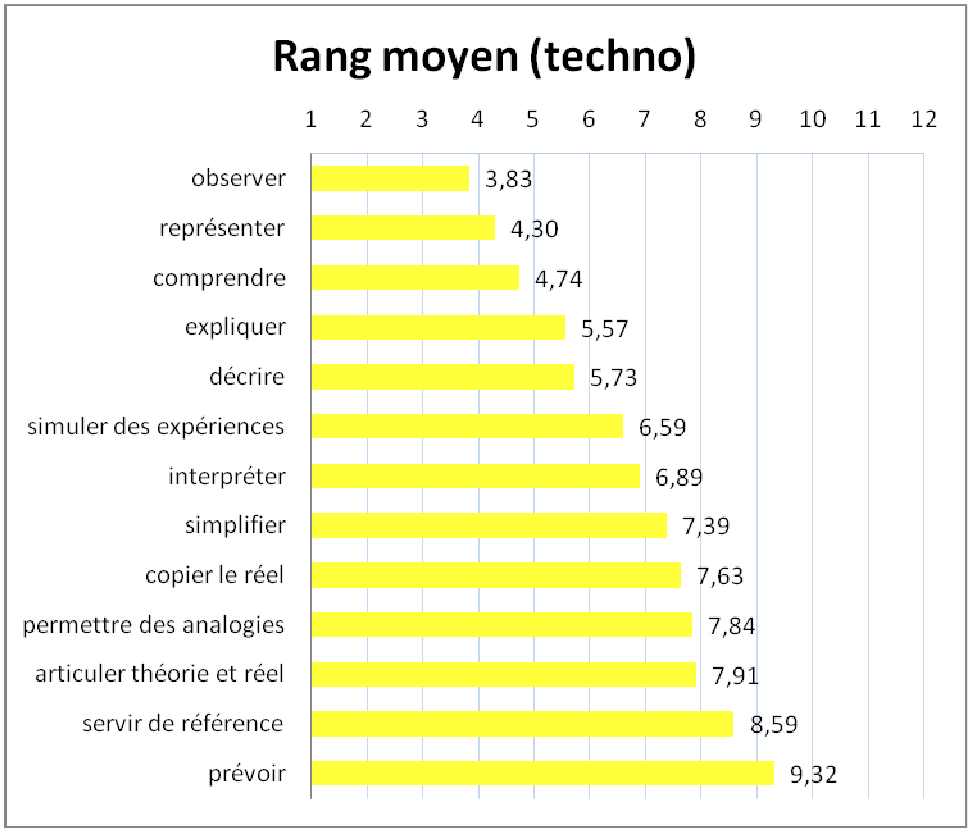
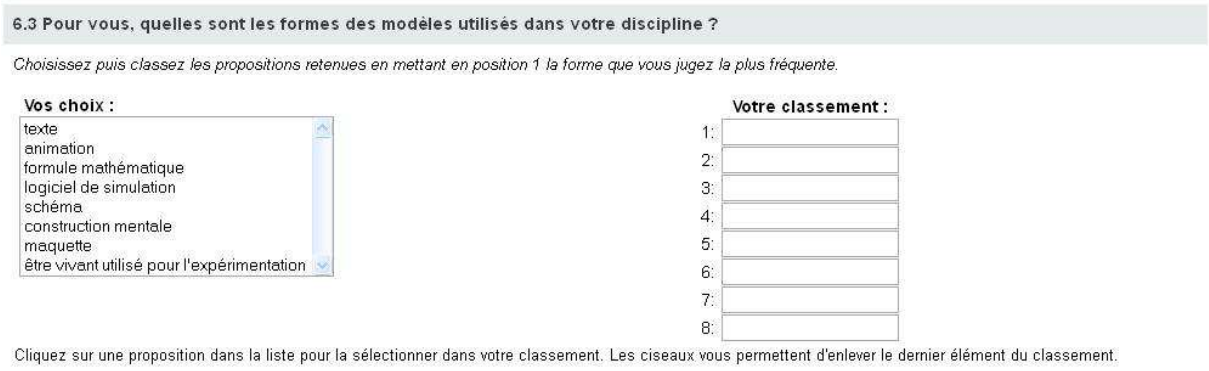


Figure 87 : Rang moyen de chaque proposition pour les répondants en Technologie à la question *Pour vous, quelles sont les fonctions des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la fonction que vous jugez la plus importante.*

On peut se demander si la prédominance de la fonction d'observation n'est pas liée au fait que les répondants de technologie voient le *modèle* comme une maquette ou plus généralement comme l'objet matériel à copier ou à étudier. Les formes de modèles qu'ils retiennent et les exemples de modèles qu'ils citent tendent à confirmer cette hypothèse.

4.4.3 Formes des modèles utilisés dans chaque discipline



Environ la moitié des répondants ne classe que cinq à six des huit formes de *modèle* proposées (Figure 88). Pour cette question également, nous présentons donc les choix effectués pour les trois premières places (Figure 89), mais le rang moyen obtenu par chaque item, présenté plus loin, permet également de repérer les formes de *modèles* moins retenues.

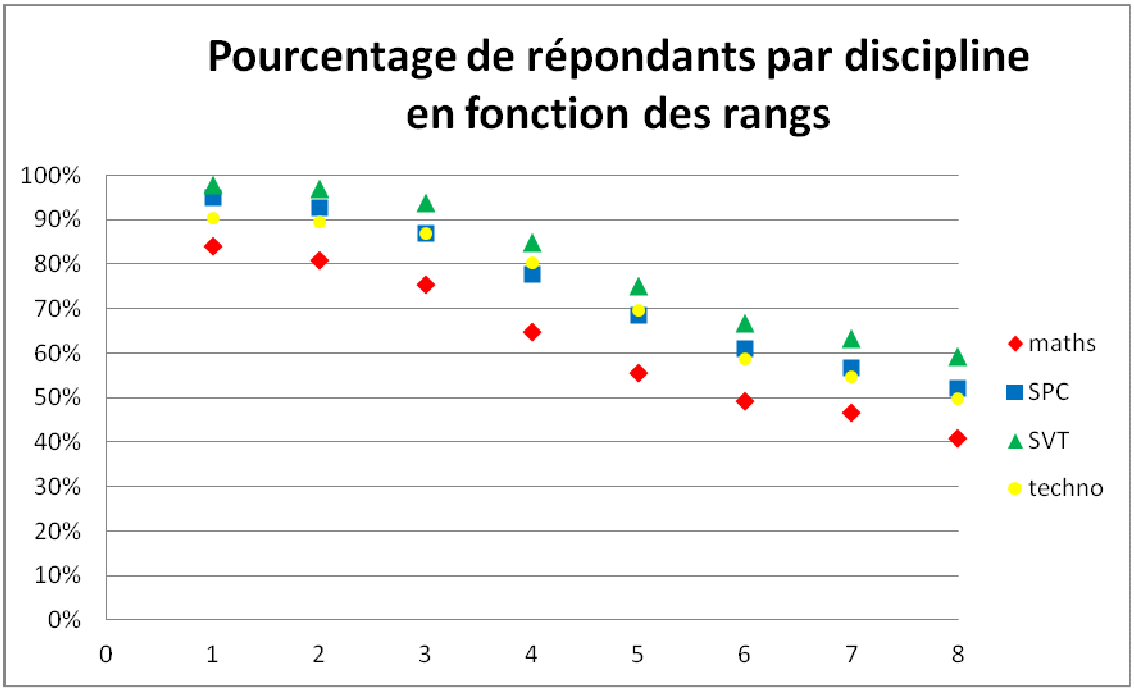


Figure 88 : Pourcentages de réponses par discipline selon le rang à la question Pour vous, quelles sont les formes des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la forme que vous jugez la plus importante.

4.4.3.1 Des contrastes forts et des similitudes disciplinaires originales.

Les formes de *modèles* retenues par les différentes disciplines sont assez contrastées. Les seuls consensus résident dans le choix de la forme *schéma*, constituant sans doute un bon intermédiaire entre une vision concrète et une vision abstraite du *modèle*, et dans la faible incidence de la forme *texte*.

Pour le reste, on peut rapprocher les réponses des enseignants de mathématiques et SPC d'une part, et de SVT et technologie d'autre part, ces rapprochements constituant une originalité par rapport aux couplages disciplinaires mis en évidence ailleurs dans l'enquête.

Le couple mathématiques-SPC se caractérise par la *formule mathématique* (retenue respectivement par plus de 70% et 40% des répondants dans le trio de tête alors que SVT et technologie ne la placent qu'à moins de 5%), le *schéma*, et la *construction mentale* (plus de 35%), tandis que la *maquette* est délaissée (presque totalement par les répondants de maths et notablement en SPC puisque 32% seulement le placent dans le trio de tête alors que ce pourcentage atteint 72 et 81% respectivement en SVT et technologie). Le couple SVT-technologie, quant à lui, retient fortement la *maquette*, le *logiciel de simulation* (environ 70%) et *l'animation* (plus de 60%), et délaisse la *formule mathématique* et la *construction mentale* (moins de 10%). Le modèle semble donc être davantage matérialisé en SVT et technologie, alors qu'il relève de l'abstraction, de l'idée, en mathématique et SPC. Ces résultats sont en accord avec les réponses obtenues à la question ouverte sur les exemples de modèles. Tout se passe donc comme si les cousins disciplinaires habituels que constituent SPC et SVT se séparaient temporairement sur cette question, les enseignants de SPC retrouvant une proximité forte avec leurs collègues de mathématiques autour du formalisme mathématique, alors que les enseignants de SVT rejoignent (manifestement sans le savoir, voir plus loin) leurs collègues de technologie dans une approche "concrète" et manipulable d'un *modèle*, comme simplification ou réduction de systèmes d'étude plus complexes.

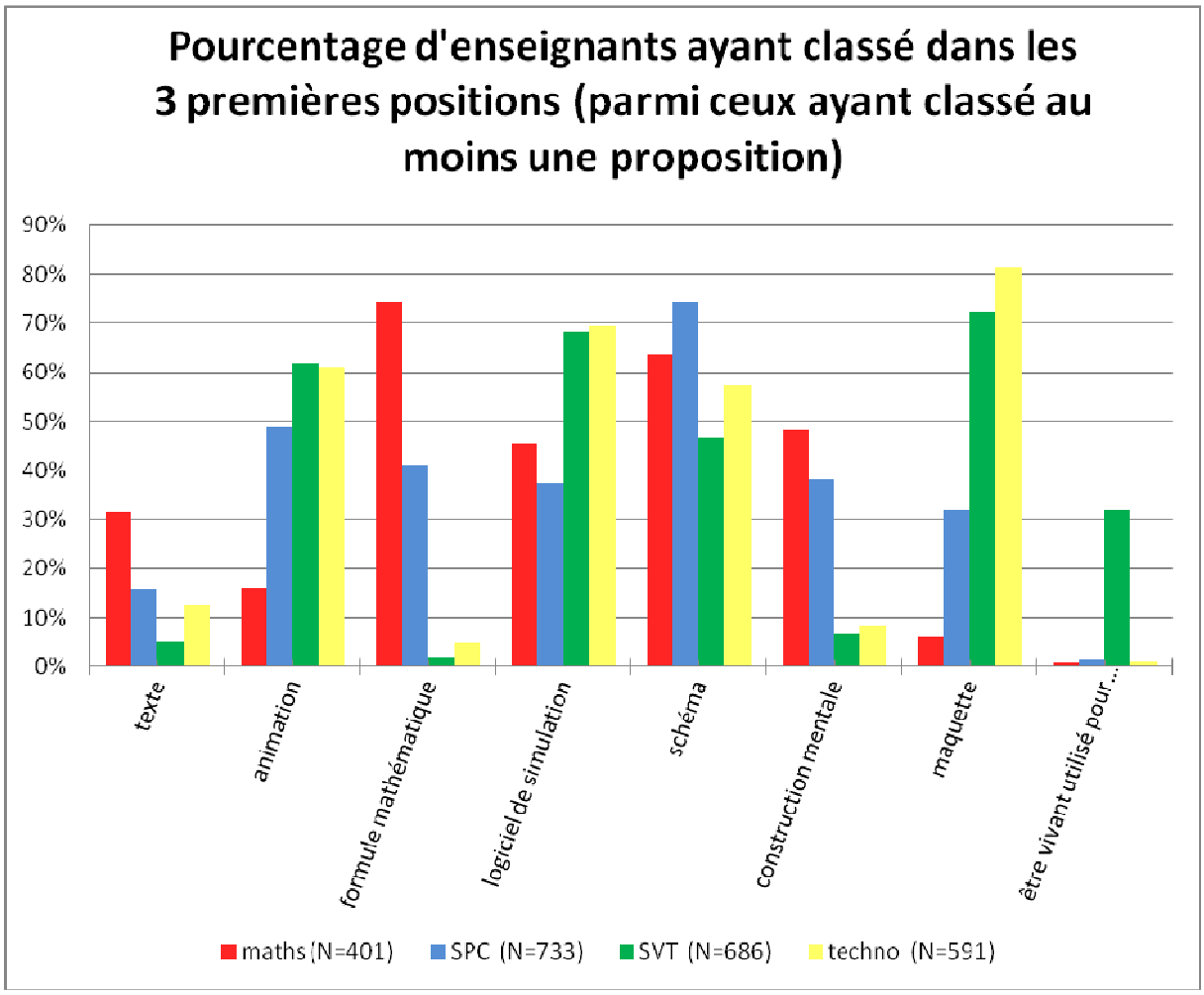


Figure 89 : Pourcentages de répondants par discipline ayant classé la proposition dans les 3 premières positions, parmi les répondants ayant choisi au moins 1 forme du modèle à la question *Pour vous, quelles sont les formes des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la forme que vous jugez la plus importante.*

L'analyse par discipline illustre assez bien les spécificités quant à la nature des modèles mis en jeu en classe. Rappelons (voir Figure 81) que nous analysons alors les réponses d'un peu plus de la moitié des répondants de mathématiques et technologie et de près de 90% des répondants de SPC et SVT.
Cette analyse est complétée par une première présentation des deux exemples de modèles proposés par les répondants (deux champs ouverts). Les exemples sont décrits sommairement discipline par discipline, seulement comme outils d'éclairage des réponses décrites précédemment. Afin d'en rendre compte rapidement, nous proposons un nuage de termes par discipline. Les effectifs pris pour réaliser ces nuages sont ici les effectifs des termes lemmatisés (termes comptés sous leur forme réduite, *molécule* et *moléculaire* étant par exemple regroupés) les plus fréquents parmi le corpus constitué par les textes fournis par les répondants. Par soucis de clarté, seuls les 40 termes les plus cités pour chaque discipline sont figurés. Lorsque cela nous a paru pertinent, quelques grandes catégories d'exemples de modèles sont fournies, à partir d'une analyse qualitative des exemples.

4.4.3.2 Mathématiques

En mathématiques, on retrouve les outils classiques qui sont présents en classe : *formule*, *schéma*, *logiciel de simulation*. La *construction mentale* (le "modèle" mental) est aussi souvent citée, comme un détour vers le *modèle* que l'élève est amené à faire fonctionner intuitivement ou après enseignement. Il conviendrait ici de croiser ces réponses avec la formation de l'enseignant

et son investissement dans des actions pédagogiques ou didactiques, ce qui sera fait dans une étude ultérieure.

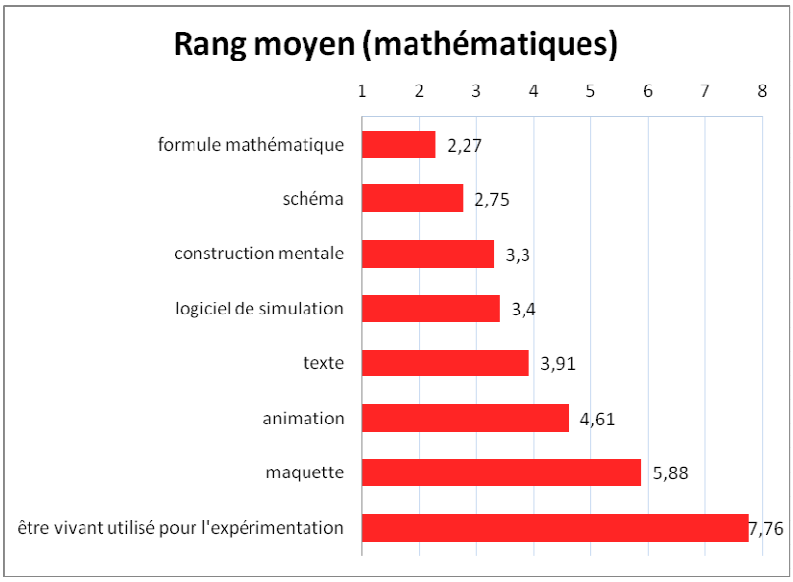


Figure 90 : Rang moyen de chaque proposition pour les répondants en Mathématiques à la question *Pour vous, quelles sont les formes des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la forme que vous jugez la plus importante.*

Le nombre de répondants de mathématiques ayant donné au moins un exemple de *modèle* est de 277 sur 456 n'enseignant que les mathématiques. Sur les 179 enseignants ne donnant pas d'exemples, 20 saisissent une réponse qui indique qu'ils ne savent pas (*??* ou *je ne sais pas*). La plupart des exemples proposés (Figure 91) concernent les modèles géométriques (environ 60 répondants) et les probabilités (ou loi de probabilité) (environ 50 répondants). Viennent ensuite les termes *fonction(s)*, *statistique(s)*, *équation(s)*, *suite(s)*, *simulation(s)*, *représentation(s)* (*objet(s)*, *vecteur(s)*…), *figure*, *formule*... Les verbes les plus présents sont *représenter*, *lancer*, *permettre*, mais aussi *rechercher* et *démontrer* sous des formes substantivée. A noter que cinq répondants affirment qu'en mathématiques *tout est modèle*, ce qui est peut-être une piste d'explication de la difficulté de répondre et de la diversité des exemples cités.

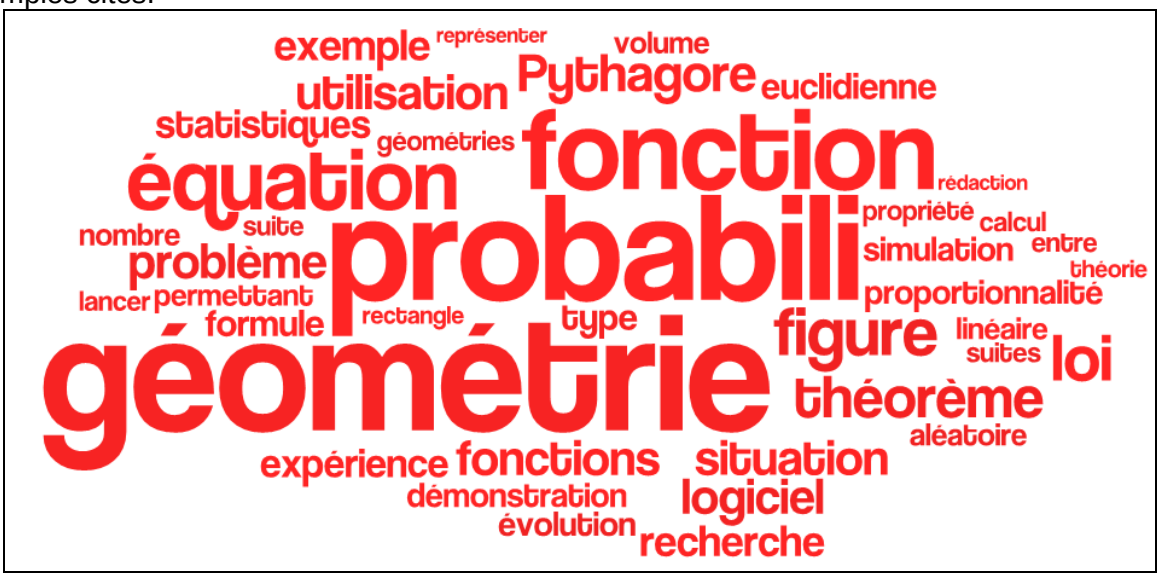


Figure 91 : Nuage de termes obtenu à partir des réponses ouvertes des enseignants de mathématiques à la question *Donnez deux exemples de modèles dans votre discipline* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p17).

4.4.3.3 *Sciences physiques et chimiques*

En SPC, le fait que *l'animation* ait été très nettement choisie peut sans doute être relié au large panel d'animations informatisées à disposition des enseignants de SPC permettant de faire vivre ou d'animer des *modèles*. Le *schéma* est la forme de *modèle* la plus souvent citée par les répondants de SPC, et ceci dans des proportions plus importantes que dans les trois autres disciplines. Le rôle de représentation du *schéma* est donc nettement marqué. Comme pour les répondants de mathématiques, la *construction mentale* est également une forme retenue par les répondants de SPC, en lien avec leur forte prise en compte des idées initiales des élèves sur les questions concernant les DI (voir paragraphe 3.2 p64). Le choix de la forme *formule mathématique* (4^{e} rang moyen) est une autre similitude avec les mathématiques. Si la maquette est davantage choisie qu'en mathématiques, le pourcentage de répondants de SPC la mettant dans les 3 premières positions est cependant plus de deux fois plus faible qu'en SVT ou technologie.

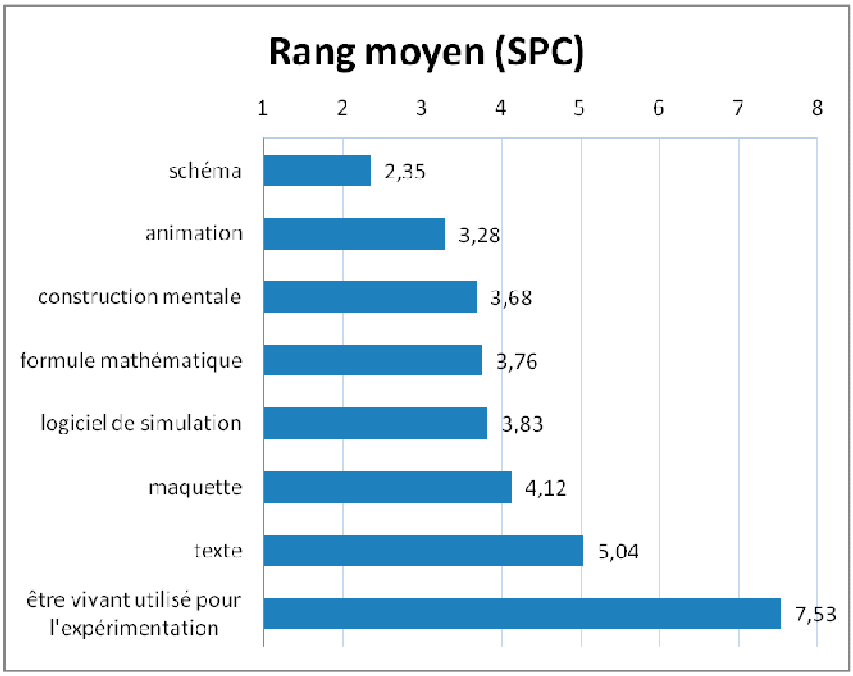


Figure 92 : Rang moyen de chaque proposition pour les répondants en Sciences Physiques et Chimiques à la question *Pour vous, quelles sont les formes des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la forme que vous jugez la plus importante.*

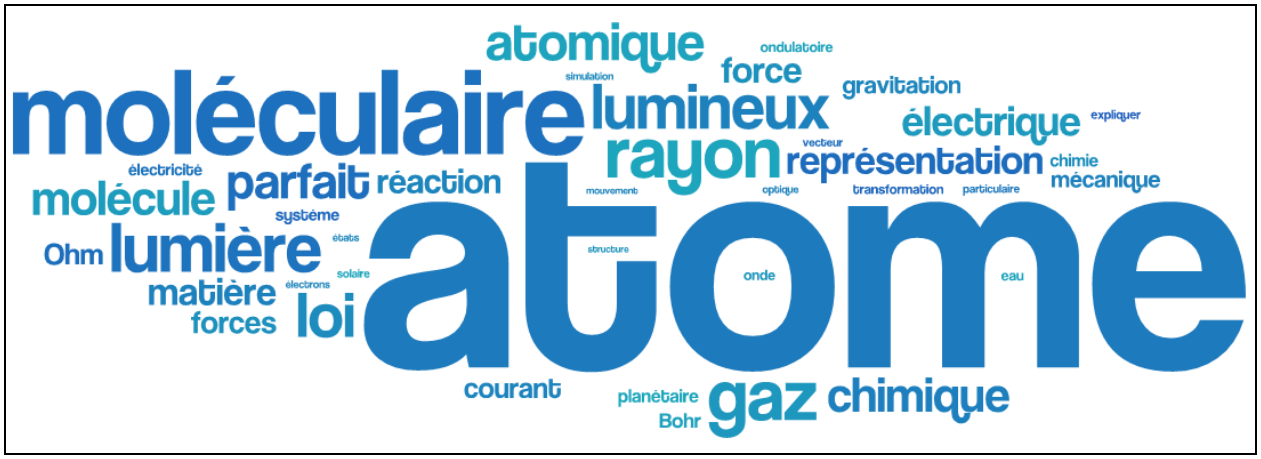


Figure 93 : Nuage de termes obtenu à partir des réponses ouvertes des enseignants de SPC à la question *Donnez deux exemples de modèles dans votre discipline* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p17).

La proportion de répondants ayant donné au moins un exemple de modèle est de 85% (624/737). Les 113 enseignants ne répondant pas laissent les deux champs vides : aucune réponse ou *?* ou *je ne sais pas*. La Figure 93 présente sous forme de nuage de termes les réponses obtenues.
Les répondants citent surtout des exemples de modèles enseignés et plus rarement des types de modèles tels que *modèle analogique*, *modèle numérique*, *modèle mathématique*.
Les exemples les plus fréquents sont le *modèle de l'atome* (41% des collègues le citent en premier exemple et près de 10% en second exemple) et le *modèle moléculaire* (si on inclut le modèle de l'atome et ou de la molécule, ainsi que le modèle particulaire de la matière on arrive à 62% des répondants pour le 1er exemple). Le *rayon lumineux* (rayon lumineux, modèle de la réfraction de la lumière, modèle ondulatoire de la lumière représentent ensemble 7,5% des premiers exemples et 14,5 % des seconds exemples), le *modèle planétaire* (de l'atome) et le *modèle des gaz (parfaits)*, de l'air (3,8% des premiers exemples et 6% du second exemple) sont assez fréquemment donnés. La *gravitation*, la *loi de Newton*, la *chute libre* sont cités une quinzaine de fois en premier exemple, environ 35 fois en second exemple. Les forces, les vecteurs forces sont nommés une quinzaine de fois en premier exemple, et environ 35 fois en second. Les modèles du courant électrique ou de la loi d'Ohm sont cités dans environ 5% des premiers exemples et 7 % des seconds exemples. Les répondants ont également recours dans leurs réponses à des domaines de la physique ou de la chimie (électricité, mécanique, optique…). La chimie n'est que peu mentionnée (les réactions chimiques, l'écriture chimique ne sont cités qu'une quinzaine de fois en premier exemple). Le terme de *maquette* n'apparait presque jamais, le *logiciel* est très rarement cité.
La diversité des exemples est finalement très faible, comme si dans l'enseignement de SPC, l'élève rencontrait un tout petit nombre de modèles ayant explicitement ce statut.

4.4.3.4 Sciences de la Vie et de la Terre

Les répondants de SVT se distinguent évidemment par le choix spécifique de *l'être vivant utilisé pour l'expérimentation*, vu comme un intrus par les autres disciplines. La *maquette* est cependant l'item de meilleur rang moyen (Figure 94). On retrouve là le signe le plus clair de la convergence avec la technologie sur cette question. *Logiciel de simulation* et *animation* sont également très souvent choisis, et dans des proportions à nouveau très semblables à celles qu'on trouve en technologie. Ceci pourrait signifier que le *modèle* est vu par les enseignants de SVT comme un ensemble de règles de comportement sur lesquels on peut "jouer" de manière dynamique, matériellement ou virtuellement… La *formule mathématique*, le *texte*, la *construction mentale* sont totalement délaissés par les répondants de SVT.
La proportion de répondants ayant donné au moins un exemple de modèle est de 78% (608/779). Sur 71 enseignants ne donnant pas un seul exemple, ils ne sont que deux à indiquer explicitement qu'ils ne savent pas (*?* et *je ne sais pas*). Le nuage de termes correspondant aux réponses est présenté Figure 95.
Les exemples sont souvent choisis en géologie : *modèles de la tectonique des plaques* (cité 145 fois !), *modèle de la structure du globe* (70 réponses), *modèle de convection* et de *point chaud* (une dizaine de réponses) et *volcanisme* (une quinzaine de réponses). En cohérence avec les réponses sur les formes des *modèles*, le terme de *maquette* est fréquemment cité (75 occurrences). Les verbes cités le plus souvent sont *expliquer*, *comprendre,* mais aussi *permettre*.
Point commun avec les répondants de SPC, le *modèle moléculaire* est très cité (avec ou en lien avec un logiciel de visualisation) : ceci concerne une soixantaine de réponses. On peut aussi citer dans des proportions moindres : *circulation* (sanguine, atmosphérique, océanique), *boucle de régulation* (glycémie par ex*), modèle de cellule, modèle d'évolution*…

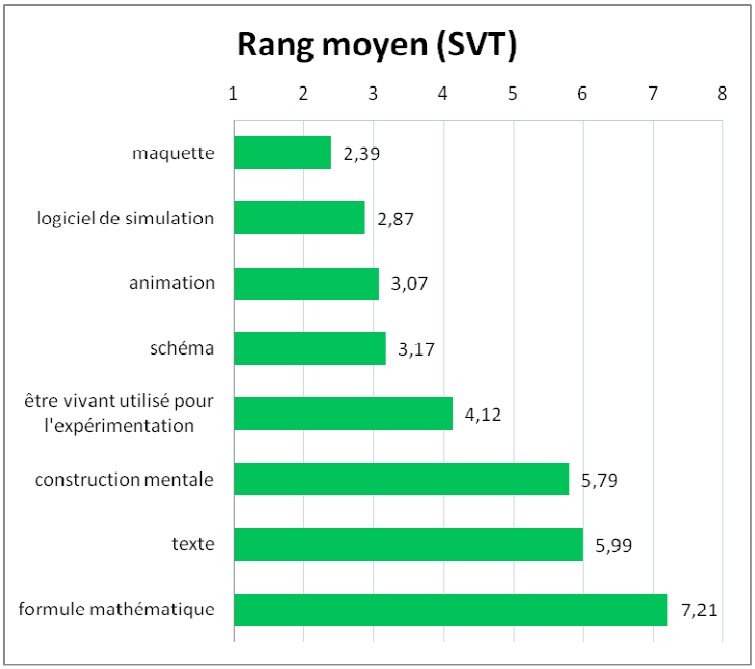


Figure 94 : Rang moyen de chaque proposition pour les répondants en Sciences de la Vie et de la Terre à la question *Pour vous, quelles sont les formes des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la forme que vous jugez la plus importante.*

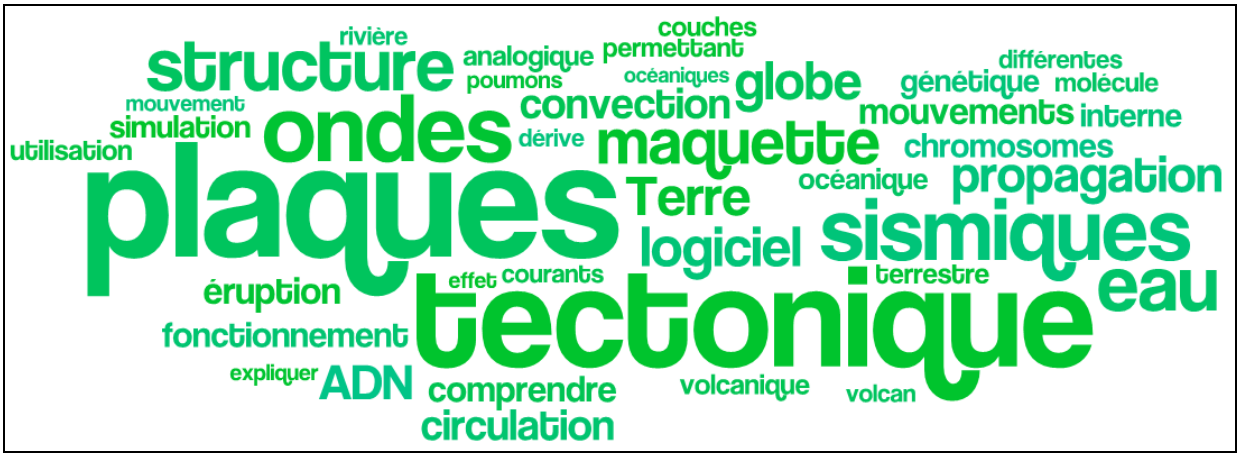


Figure 95 : Nuage de termes obtenu à partir des réponses ouvertes des enseignants de SVT à la question *Donnez deux exemples de modèles dans votre discipline* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p17).

4.4.3.5 Technologie

Les répondants de technologie se particularisent par leur recours important à la *maquette*, au *schéma*, mais aussi aux *outils informatisés.* Tous les autres choix sont relativement délaissés. Un des objets d'étude spécifique de cette discipline, l'étude des solutions techniques élaborées par l'Homme, explique sans doute ces particularités.

La proportion de répondants ayant donné au moins un exemple de modèle est de 58% (344/590). Sur 246 enseignants ne donnant pas un seul exemple, 26 indiquent explicitement qu'ils ne savent pas (*?* ou *je ne sais pas*). Le nuage de termes correspondant aux réponses est présenté Figure 97.

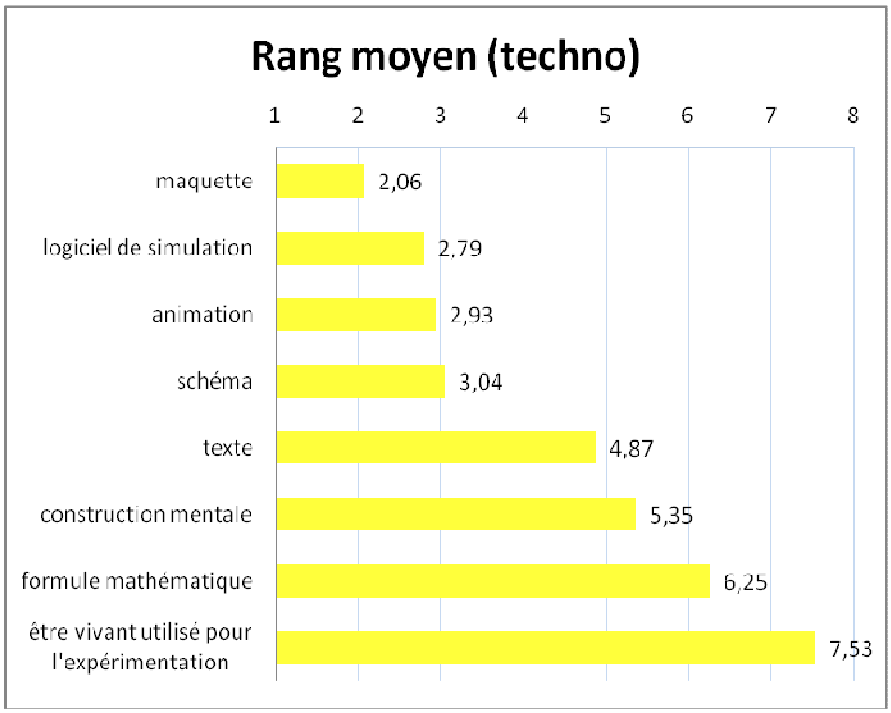


Figure 96 : Rang moyen de chaque proposition pour les répondants en Technologie à la question *Pour vous, quelles sont les formes des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la forme que vous jugez la plus importante.*

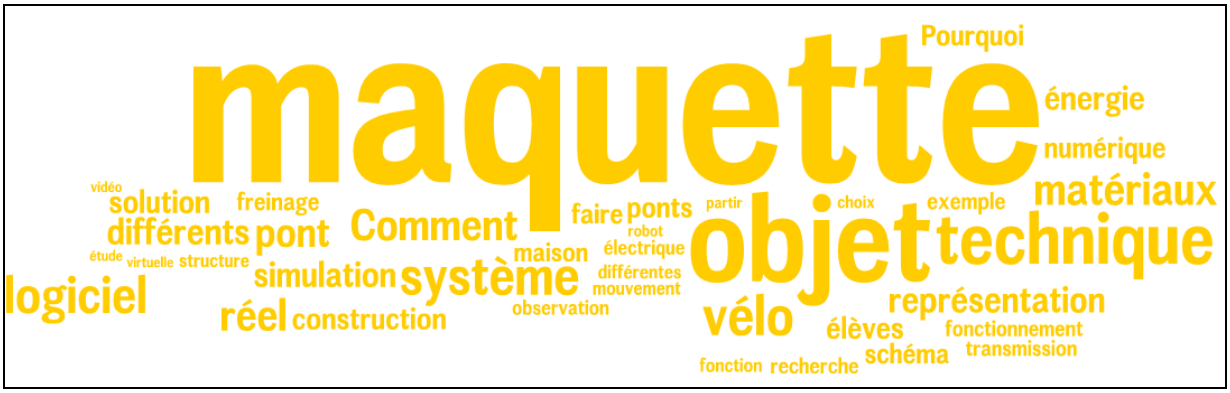
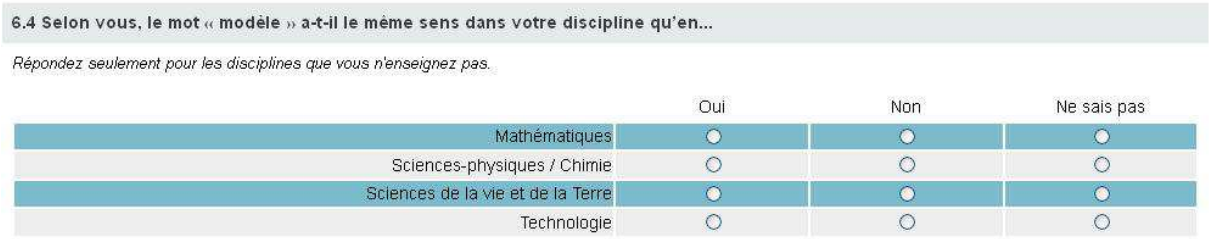


Figure 97 : Nuage de termes obtenu à partir des réponses ouvertes des enseignants de technologie à la question *Donnez deux exemples de modèles dans votre discipline* (Traitement des données et présentation voir 1.5.3, p17).

Le terme *maquette* prédomine nettement dans les réponses, ce qui est en accord avec les réponses analysées précédemment. Les objets présentés sous forme de maquettes sont très variés et sont cités en premier ou second exemple à peu près à part égale. Le recours aux logiciels, aux schémas, aux représentations n'est pas rare. Il est très intéressant d'observer que de nombreux exemples de *modèles* prennent ici la forme d'un objet (*objet* en général mais aussi *vélo, pont* ou *trottinette*) : c'est le cas pour plus d'un quart des répondants. Le fait que les programmes de technologie soient centrés sur l'objet technique peut évidemment expliquer ces réponses. Les supports de travail en classe sont des objets techniques réels ou didactisés, des *modèles* réduits de tout ou partie d'un objet technique et des *modélisations* virtuelles. Les *modèles* cités sont certainement les plus présents dans les établissements et révèlent sans doute une relative pauvreté de la diversité des équipements.

4.4.4 Sens du terme « modèle » dans les autres disciplines


6.4 Selon vous, le mot « modèle » a-t-il le même sens dans votre discipline qu'en...

Répondez seulement pour les disciplines que vous n'enseignez pas.

	Oui	Non	Ne sais pas
Mathématiques	○	○	○
Sciences-physiques / Chimie	○	○	○
Sciences de la vie et de la Terre	○	○	○
Technologie	○	○	○

Le concept de *modèle* (Tableau 30) est celui qui soulève généralement le plus de difficulté à se prononcer à l'ensemble des répondants des 4 disciplines (réponse *ne sais pas* comprise entre 19 et 51%).

Discipline d'origine →	Maths	SPC	SVT	technologie
s'exprimant sur les Maths	-	35% (23%)	13% (30%)	17% (27%)
s'exprimant sur les SPC	23% (25%)	-	56% (25%)	38% (29%)
s'exprimant sur les SVT	16% (26%)	56% (19%)	-	26% (33%)
s'exprimant sur la technologie	14% (37%)	34% (40%)	24% (51%)	-

Tableau 30 : Réponses *oui* (et *je ne sais pas*) à la question *Selon vous, le terme « modèle » a-t-il le même sens dans votre discipline qu'en… ?*. En, vert le plus fort score *oui* des répondants de chaque discipline (ce dont ils se sentent le plus proche), en rouge le plus faible score *oui* des répondants de chaque discipline (ce dont ils se sentent le moins proche), en bleu le plus fort score *je ne sais pas* des répondants de chaque discipline (ce qui les laisse le plus perplexes).

Il est intéressant de rechercher si les couples de similitudes disciplinaires inhabituels observés sur la fonction et surtout sur la forme des modèles (mathématiques-SPC et SVT-techno) sont perçus par les répondants. Les répondants de mathématiques se sentent en décalage assez fort avec les autres disciplines. Même si la proximité la plus forte concerne les SPC, elle reste faible (23% des répondants de mathématiques affirment que le mot *modèle* a le même sens en SPC, contre 16% pour les SVT et 14% pour la technologie).
Les répondants de SPC et de SVT continuent quant à eux d'afficher une proximité forte sur les représentations qu'ils ont de la discipline expérimentale cousine : 56% des répondants de SPC affirment que le sens de *modèle* est le même en SVT, et le pourcentage est le même réciproquement ! Ceci est très étonnant quand on observe à quel point les formes des modèles recouvrent des réalités différentes dans ces deux disciplines. A n'en pas douter, cet accord affirmé risque d'être source de quiproquos en classe, non seulement pour les élèves, mais également au cours de travaux communs entre enseignants.

Les difficultés à se prononcer sur le sens du *modèle* en technologie restent très fortes mais sont davantage marquées chez les enseignants de SVT (plus de la moitié disent ne pas savoir, contre 37% des enseignants de maths et 40% des enseignants de SPC). Les similitudes de forme des *modèles* entre SVT et technologie mises en évidence par l'enquête sont donc globalement ignorées des enseignants eux-mêmes. Les répondants de SPC perçoivent une proximité de sens bien plus grande avec les enseignants de technologie (34% de même sens pour SPC→ technologie) que ne le font les répondants de SVT (24%). Réciproquement, c'est pour la discipline SVT que le sens du mot *modèle* semble le moins bien cerné par les répondants de technologie (33% ne savent pas pour la SVT, moins de 30% pour les deux autres disciplines). Ces décalages très marqués entre perception mutuelle de la signification du modèle en SVT et technologie gagneraient peut-être à être comblés par des échanges accrus. En tous

les cas, les résultats de l'enquête concernant les fonctions, et surtout les formes des *modèles,* laissent penser que le terrain est favorable pour un dialogue fructueux.

Convergences et spécificités du modèle suivant les disciplines

La notion de *modèle* est fortement investie en SPC et en SVT où presque tous les répondants fournissent des exemples alors qu'en mathématiques et en technologie presque la moitié des enseignants n'en donne pas. *Représenter*, *expliquer* et *comprendre* sont les fonctions des modèles les plus citées dans les 4 disciplines, avec toutefois des spécificités en technologie où *observer* arrive en premier lieu, et en SPC et SVT où *simplifier* est nettement plus cité que dans les autres disciplines. Permettre des analogies est également une fonction des *modèles* qui parait spécifique des SVT. La seule forme de *modèle* retenue fréquemment par les quatre disciplines est le *schéma* alors que *l'animation* est souvent citée sauf en mathématiques.

La question sur les formes de *modèles*, fait apparaitre deux « couples disciplinaires » assez inhabituels. Pour les mathématiques et les SPC, le *modèle*, prenant la forme d'une *formule mathématique* ou d'une *construction mentale*, relève de l'abstraction et de l'idée. Les exemples de modèles cités ne semblent cependant pas totalement confirmer ces rapprochements comme s'il existait un décalage entre la perception des formes et fonctions des modèles et leur existence en tant que tels dans la classe. En SVT et en technologie, *l'animation*, la *maquette* et le *logiciel de simulation* signent un *modèle* plus concret et matérialisé. Ces convergences sont ignorées des enseignants eux-mêmes. En effet, la question sur le sens du terme *modèle* dans les autres disciplines laisse un grand nombre d'enseignants perplexes dans les quatre disciplines. Si un cinquième des répondants de mathématiques considère que le *modèle* a la même signification en SPC, les enseignants de SPC se sentent eux-mêmes plus proches des SVT et réciproquement. Seul un quart des répondants de SVT et technologie exprime une similitude du concept de *modèle* entre ces deux disciplines alors que leurs réponses sur la forme et la fonction des *modèles* illustrent une assez grande proximité.

4.5 Comparaison des significations des 4 termes entre les 4 disciplines.

Le Tableau 31 résume les réponses aux questions *Selon vous, ce terme a-t-il le même sens dans votre discipline qu'en… ?* pour les termes *problème*, *hypothèse*, *expérience* et *modèle*.

Discipline d'origine →	**Maths**	**SPC**	**SVT**	**technologie**
s'exprimant sur les Maths				
problème		21 (10)	8 (10)	21 (14)
hypothèse		37 (8)	21 (11)	36 (18)
expérience		15 (21)	10 (30)	17 (21)
modèle		35 (23)	13 (30)	17 (27)
s'exprimant sur les SPC				
problème	27 (16)		68 (11)	57 (15)
hypothèse	22 (12)		72 (15)	60 (19)
expérience	16 (6)		73 (10)	57 (14)
modèle	23 (25)		56 (25)	38 (29)
s'exprimant sur les SVT				
problème	17 (17)	70 (13)		49 (19)
hypothèse	16 (13)	78 (11)		54 (24)
expérience	14 (8)	78 (9)		49 (19)
modèle	16 (26)	56 (19)		26 (33)
s'exprimant sur la technologie				
problème	16 (26)	41 (30)	25 (42)	
hypothèse	14 (32)	46 (38)	28 (54)	
expérience	13 (22)	41 (36)	23 (49)	
modèle	14 (37)	34 (40)	24 (51)	

Tableau 31 : Réponses *oui* (et *je ne sais pas*) à la question *Selon vous, ce terme a-t-il le même sens dans votre discipline qu'en… ?.* Les valeurs indiquent les % de réponses *oui*. Entre parenthèse figurent les % de réponse *je ne sais pas*. En vert, le plus fort score *oui* entre les 4 termes d'une même discipline pour les répondants de chaque discipline (le terme dont ils se sentent le plus proche), en rouge le plus faible score *oui* entre les 4 termes d'une même discipline pour les répondants de chaque discipline (le terme dont ils se sentent le moins proche), en bleu le plus fort score *je ne sais pas* entre les 4 termes d'une même discipline pour les répondants de chaque discipline (le terme qui les laisse le plus perplexes).

Le concept de *modèle* est celui qui soulève généralement le plus de questionnement pour les répondants des 4 disciplines (réponses *ne sais pas* comprises entre 19 et 51%). *Modèle* et *expérience,* sont les termes les moins retenus comme ayant la même signification d'une discipline à l'autre (dans 6 des 12 cas possibles d'expression d'une discipline sur une autre). Le concept d'*hypothèse* retient le plus souvent l'accord le plus élevé pour une signification identique d'une discipline à l'autre (dans 8 cas sur 12).

Les taux maximaux de répondants affirmant que les différents termes ont le même sens dans les deux disciplines concernent les SVT et les SPC. Les sciences expérimentales se reconnaissent donc proches du point de vue épistémologique surtout concernant les termes *expérience*, *hypothèse* et *problème*, le terme *modèle* suscitant plus de réponses négatives et de questionnement.

Les répondants de mathématiques sont ceux qui ressentent le plus la différence de signification entre leur discipline et les autres (leur réponses *oui* sont comprises seulement entre 8 et 37%). Les concepts pour lesquels ils sont le plus nombreux (1/5 à 1/3) à affirmer que la signification

est la même sont l'*hypothèse* pour les sciences expérimentales et le *problème* en technologie. La spécificité du vocabulaire utilisé en mathématiques est aussi ressentie par la majorité des enseignants des autres disciplines puisque que 42% à 78% des répondants de SPC, SVT ou technologie affirment que les 4 termes n'ont pas la même signification dans leur discipline qu'en mathématiques.
Les SPC correspondent à la discipline dont les 3 autres se sentent les plus proches (taux de réponse *oui* les plus élevés pour les 4 termes dans les 3 autres disciplines). A ce titre, elles pourraient apparaitre comme une discipline pivot pour l'interdisciplinarité, si l'on admet que la collaboration est plus facile lorsque que l'on ce sent plus proche, ce qui n'est pas obligatoire. Les concepts pour lesquels les répondants de SPC sont les plus nombreux à affirmer que la signification est la même sont l'*expérience* en SVT, l'*hypothèse* en technologie et le *modèle* en mathématiques.
Les répondants de SVT sont ceux qui connaissent le moins les concepts de technologie (plus de 42% de réponse *ne sais pas*). Ils sont plus de 2/3 à rapprocher la signification de *expérience*, *hypothèse* et *problème* en SPC et SVT. Plus de la moitié d'entre eux (54%) se questionnent sur la signification de l'*hypothèse* en technologie. Ce sont eux qui expriment le plus fortement la différence de signification des quatre termes étudiés avec les mathématiques (57 à 82% de réponse *non*).
Les répondants de technologie sont plus nombreux à rapprocher la signification des quatre termes entre SPC et technologie, puis entre SVT et technologie. Comme dans les autres disciplines, ils se questionnent le plus sur le terme *modèle*, et c'est le terme *hypothèse* qu'ils sont plus nombreux à rapprocher des autres disciplines.

5 Conclusion

L'enquête réalisée au premier trimestre 2010 auprès d'enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie de collège et de lycée vise à mieux définir leurs représentations des démarches d'investigation (DI), et de quatre concepts clés des DI : *problème*, *hypothèse*, *expérience* et *modèle,* par une approche comparative entre disciplines. Pour éclairer les réponses liées à ce sujet, elle sonde également les représentations des enseignants sur le statut et la construction des savoirs de leur discipline ainsi que leurs modèles d'apprentissage. Les liens éventuels entre ces différents systèmes de représentations n'ont pas été établis dans ce rapport mais pourront être recherchés dans des études ultérieures. Le caractère déclaratif des réponses au questionnaire est cohérent avec l'objet de notre étude qui ne visait pas de résultats directs concernant les pratiques des enseignants. Cependant, les représentations sociales et professionnelles influençant les pratiques (Abric, 1994 ; Bataille et al., 1997), les résultats de cette enquête peuvent permettre aux chercheurs en éducation de mieux comprendre certaines pratiques observées et aux formateurs d'outiller la conception de formation sur les DI. Ils peuvent également intéresser des décideurs (inspecteurs, groupes d'experts…) ayant pour objectif l'évolution des pratiques d'enseignement, en particulier concernant les enseignements visant la mise en convergence des disciplines scientifiques et technologiques.
Le bon accueil réservé au questionnaire (plus de 2700 réponses), le fort taux de réponses aux questions ouvertes et de nombreuses remarques ajoutées par les répondants dans le champ libre final, montrent l'intérêt que le public cible attache à la mise en œuvre des DI, que cet intérêt soit teinté ou non de critiques. Les modalités de diffusion du questionnaire ne permettaient pas d'obtenir un échantillon précisément représentatif de la population d'enseignants du secondaire des quatre disciplines. La comparaison des données sociodémographiques de l'échantillon de répondants retenu pour l'analyse avec celles de la population de référence révèle cependant une assez bonne représentativité de notre échantillon à l'intérieur des disciplines.

Les résultats montrent une forte incidence de la discipline sur les représentations associées aux savoirs et à leur mode de construction, même si celles-ci ne sont pas homogènes au sein des disciplines, différents profils ("plutôt dogmatique", "plutôt non dogmatique" ou "plutôt indécis") coexistant au sein de chaque discipline. En revanche, il est possible d'identifier des proximités des représentations sur l'apprentissage entre les disciplines. En effet, les stratégies d'enseignement de type socioconstructiviste prenant en compte les connaissances initiales et favorisant les interactions sont privilégiées dans les réponses des enseignants des quatre disciplines et une représentation transmissive de l'enseignement est plutôt rejetée. Les enseignants de mathématiques se démarquent cependant par un fort attachement au raisonnement déductif mettant en œuvre des démonstrations, et accordent moins d'importance à la connexion au réel que les trois autres disciplines, chez qui elle parait primordiale ; en SPC, SVT et technologie, l'importance du réel s'exprime par son observation et/ou la nécessité d'établir des liens avec la vie quotidienne. Ces résultats suggèrent que l'explicitation des épistémologies dominantes au sein d'une discipline et l'appui sur les convergences relatives aux représentations sur l'apprentissage, dans le respect des spécificités disciplinaires, pourraient favoriser le travail collaboratif entre les disciplines scientifiques et technologiques.
Les registres lexicaux identifiés par la méthode Alceste dans les réponses ouvertes décrivant l'expression *démarche d'investigation* présentent des analogies entre les disciplines mais également certaines divergences. Dans les différentes disciplines, les DI sont associées à la construction de savoirs et sont en tension entre une méthode hypothéticodéductive normée et un cheminement prenant en compte l'autonomie des élèves. Les réponses aux questions fermées montrent que la plupart des répondants adhèrent aux DI comme démarches d'enseignement, mais le sujet de l'enquête a peut-être conduit les enseignants ayant ce point de

vue à répondre en plus grand nombre. Leurs objectifs majeurs à la mise en œuvre de DI sont la motivation des élèves et le développement de compétences, alors que la compréhension de la nature des sciences ou la mise en place de croisements disciplinaires ne semblent pas prioritaires. Les enseignants des quatre disciplines s'accordent sur l'intérêt des DI pour développer des compétences du Socle commun, des compétences liées au développement de la culture scientifique et technologique mais également des compétences transversales, surtout l'autonomie, la curiosité et l'initiative des élèves. Les DI semblent donc être perçues principalement sous leur aspect didactique, voire pédagogique (favoriser des apprentissages par des approches constructivistes, motiver les élèves). Par contre, la dimension épistémologique permettant de conduire une réflexion sur la nature des sciences et sur les relations entre les disciplines n'est pas retenue comme un objectif prioritaire des DI. Cela ne signifie pas pour autant que les considérations épistémologiques ne sont pas prises en compte par les enseignants dans la préparation de telles séquences. Cette dimension épistémologique est d'ailleurs présente dans les instructions officielles, en particulier dans les préambules des programmes du lycée, comme éléments de réflexions pour la pratique enseignante, mais pas comme compétences explicites.

Les enseignants expriment sans ambigüité que les DI sont difficiles à mettre en œuvre. Les difficultés majeures concernent la gestion des élèves et leur manque d'autonomie, ainsi que le caractère chronophage de telles démarches. La question du temps laissé pour l'apprentissage doit donc être considérée si l'on veut développer la mise en œuvre de ces démarches dans les classes. Les enseignants de technologie particulièrement, peut-être moins familiarisés avec les démarches scientifiques, se sentent insuffisamment formés pour affronter ces difficultés.
Des différences notables entre les significations des termes *problème*, *hypothèse*, *expérience* et *modèle* dans les quatre disciplines apparaissent dans les résultats de l'enquête. Le *problème* est inscrit par le plus grand nombre de répondants dans une démarche de résolution ouverte, avec un accent sur la solution à trouver en mathématiques et technologie, et plutôt sur l'initiation d'une démarche explicative avec formulation d'hypothèses en SPC et SVT. La signification de *l'hypothèse* est très liée à la discipline, comme le montre la superposition aux disciplines des profils établis par l'analyse multifactorielle des réponses : les démarches hypothético-déductives sont encore affirmées en SPC et SVT où l'hypothèse est très largement perçue comme *une proposition provisoire destinée à être éprouvée* tandis qu'en mathématiques cette définition est contrebalancée par une autre, *une supposition non démontrée sur laquelle on s'appuie pour résoudre un problème.* Les représentations des enseignants de technologie semblent quant à elles plus proches de celles des enseignants de mathématiques, même si la dispersion des définitions choisies est plus grande. Pour les enseignants des quatre disciplines, l'*expérience* possède une fonction de mise à l'épreuve. Cependant en technologie et SPC, sa dimension motivationnelle, reposant sur la manipulation, est valorisée, alors qu'en SVT, l'expérience est davantage contrainte par une recherche de cohérence avec le problème et l'hypothèse. Pour les répondants de mathématiques, l'expérience correspond à des activités exploratoires permettant de faire émerger des conjectures. Les fonctions, les formes mais également les exemples cités en champ ouvert pour le *modèle* font apparaitre des rapprochements disciplinaires inattendus. Les représentations des enseignants de mathématiques et SPC se caractérisent par une dimension abstraite du *modèle* où la formulation mathématique a toute sa place, tandis que pour les enseignants de technologie et de SVT le modèle est plus concret, voire matériel et permet l'étude et la manipulation en classe. Ces résultats suggèrent que les enseignements de SVT et technologie pourraient avantageusement se retrouver sur le terrain de l'analyse de mécanismes impliquant des contraintes et ménageant des possibles ou sur la multiplicité de solutions possibles pour répondre à une même fonction.

L'enquête met également en évidence la méconnaissance des significations des termes *problème*, *hypothèse*, *expérience* et *modèle* d'une discipline à l'autre. Lorsqu'ils se prononcent sur le sens de ces quatre termes dans les autres disciplines en comparaison de la leur, les enseignants de SVT et SPC affirment assez fortement la proximité de leurs deux disciplines expérimentales (même sur le terme *modèle,* ce qui est en contradiction avec les représentations révélées par notre analyse). Les répondants de mathématiques expriment une grande distance

entre la signification des quatre termes dans leur discipline et dans les trois autres, ce qui est ressenti symétriquement par les répondants de SPC, SVT et technologie. Par ailleurs, la technologie est la moins connue des autres disciplines, et les SPC la discipline qui suscite souvent le plus grand sentiment de proximité pour les trois autres. Ainsi, dans l'hypothèse où la collaboration est plus facile avec ceux dont on se sent proches, les SPC représenteraient un pivot possible pour des travaux pluridisciplinaires. Ces résultats soulignent l'importance de l'explicitation des termes communément utilisés dans la description des DI, ces termes constituant des outils méthodologiques, voire même des concepts épistémologiques fondamentaux des démarches scientifiques mobilisés dans un travail d'investigation. Ce travail nous parait nécessaire aussi bien pour éviter des quiproquos et favoriser une meilleure compréhension entre enseignants de différentes disciplines que pour favoriser la cohérence des apprentissages des élèves.

Les divergences et les spécificités disciplinaires des représentations mises en évidence dans cette étude peuvent être reliées à l'épistémologie des disciplines scolaires. Ces dernières sont évidemment influencées par l'épistémologie de la discipline de référence mais également en partie distinctes, en particulier parce qu'elles sont "déformées" par la nature même de la pratique : l'enseignant met en scène des savoirs déjà établis, qui ne peuvent pas se constituer comme ils le font dans la communauté scientifique de référence, ce qui renforce l'approche déductive (Bomchil & Darley, 1998 ; Cariou, 2010 ; Coquidé et al., 2009). La méconnaissance de la signification de ces termes entre les disciplines (et parfois au sein même d'une discipline au regard de la diversité de certaines réponses), révèle la dimension souvent implicite des épistémologies scolaires. Il conviendrait sans doute de rendre les épistémologies disciplinaires plus explicites pour améliorer les représentations de la nature de la science et des savoirs scientifiques chez les élèves.
Notre enquête apporte des éléments nouveaux concernant les représentations des enseignants des quatre disciplines scientifiques et technologique relatives aux savoirs et aux DI. Ces résultats devraient outiller la réflexion sur le travail collaboratif des enseignants et la conduite d'activités d'investigation scientifique et technologique. Ils devraient également outiller l'étude des conditions du travail entre disciplines dans le cadre d'enseignements pluridisciplinaires, interdisciplinaires, voire même intégrés. Nous faisons l'hypothèse que ces résultats peuvent en particulier favoriser l'articulation des disciplines dans la résolution de questions complexes par une approche co-disciplinaire. La co-disciplinarité a pour objet de porter des regards croisés et complémentaires sur les objets étudiés et les méthodologies mises en œuvre tout en respectant les spécificités de chacune des disciplines (Blanchard-Laville, 2000). Une telle approche nécessite une mise en synergie des disciplines, sans pour autant faire disparaitre leurs spécificités (Chevallard, 2004).

Remerciements

Le travail d'élaboration, de diffusion et d'analyse des résultats de cette enquête a démarré en octobre 2009 grâce à des échanges entre des membres de différentes équipes de l'INRP. Il a mis à contribution de nombreux acteurs, individus, institutions ou associations, sans qui ce travail ne serait pas ce qu'il est.
Nous remercions Florent Bick, Valérie Mathurin, Christine Peyroux et Stéphanie Putaux qui ont assuré le suivi administratif de ce travail.
Nous remercions Didier Coince, ex-enseignant associé à l'UMR ICAR qui a participé à l'élaboration de cette enquête de janvier à septembre 2010.
Nous remercions également chaleureusement tous les enseignants qui ont participé aux entretiens préparatoires et qui ont testé le questionnaire.
Nous remercions évidemment les 2756 enseignants qui ont répondu à l'enquête ainsi que les personnes, les IUFM, le réseau des IREM et les associations ayant participé à la diffusion du questionnaire, en particulier les associations professionnelles suivantes : AEAT, AFPSVT, APBG, APMEP, ASSETEC, Pagestec, UdPPC. Enfin nous exprimons notre reconnaissance à Martine Paindorge et Gilles Aldon, qui nous ont conseillés pour la rédaction des questions en relation avec la technologie et les mathématiques, et à Jean-Marie Boilevin, Yves Cariou, Bernard Darley, Ludovic Morge, Martine Paindorge, Andrée Tiberghien et Luc Trouche qui ont assuré rapidement de précieuses relectures scientifiques du rapport et contribué ainsi à son amélioration.

Bibliographie

Abric, J.-C. (1994). Les représentations sociales : aspects théoriques. In J.-C. Abric (Ed.), *Pratiques sociales et représentations*. Paris PUF.

Anderson, R. D. (1998). Reforming science teaching: what research says about inquiry *Journal of Science Teacher Education, 13(1)*, p. 1-12.

Bach, J.-F. (2004). Groupe de relecture des programmes du collège. Pôle des sciences. France : ministère de la Jeunesse de l'Éducation nationale et de la Recherche.

Bataille, M., Blin, J.-F., Jacquet-Mias, C., & Piaser, A. (1997). Représentations sociales, représentations professionnelles, système des activités professionnelles *L'année de la recherche en sciences de l'éducation.* (pp. 57-90). Paris PUF.

Bernard, C. (1865). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris : Éditions Champs-Flammarion.

Blanchard-Laville, C. (2000). De la co-disciplinarité en sciences de l'éducation. *Revue française de pédagogie, 132*, p. 55-66.

Boilevin, J.-M. (2004). *Diffusion des résultats de recherche en didactique des sciences physiques en formation continue d'enseignants du second degré*. Paper presented at the Septième biennale de l'éducation et de l'information, Lyon. http://www.inrp.fr/biennale/7biennale/Contrib/affich.php?&num=7127

Boilevin, J.-M., & Brandt-Pomares, P. (2011). Démarches d'investigation en sciences et en technologie au collège : les conditions d'évolution des pratiques In M. Grangeat (Ed.), *Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves* (pp. 51-62.). Lyon : ENS de Lyon

Bomchil, S., & Darley, B. (1998). L'enseignement des sciences expérimentales est-il vraiment inductiviste ? . *Aster 26*, 85-108.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble: La pensée sauvage.

Calmettes, B. (2008). *Quels modèles pour l'analyse de pratiques observées ? Exemples en didactique de la physique avec les démarches d'investigation.* Paper presented at the Colloque International Les didactiques et leurs rapports à l'enseignement et à la formation, Bordeaux.

Camiz, S., & Pagès, J. (2005). *Application de l'analyse factorielle multiple pour le traitement de caractères en échelle dans les enquêtes*. Paper presented at the Colloque francophone sur les sondages 2005.

Cariou, J.-Y. (2007). *Un projet pour… Faire vivre des démarches expérimentales*: Delagrave.

Cariou, J.-Y. (2010). *Tentative de détermination de l'authenticité des démarches d'investigation* Paper presented at the Journées Scientifiques DIES, Lyon. http://www.inrp.fr/dies2010

Chevallard, Y. (2004). *Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire.* Paper presented at the Journées de didactique comparée 2004, Lyon.

Cibois, P. (1993). Le PEM, pourcentage de l'écart maximum: un indice de liaison entre modalités d'un tableau de contingence. *Bulletin de Méthodologie*

Sociologique, 40, 43-63.

Coince, D., Tiberghien, A., & Vince, J. (2009). *Regard des enseignants de sciences physiques sur les activités favorisant l'initiative des élèves*. Paper presented at the Journée d'étude Expérimentation d'enseignements scientifiques rénovés en classe de seconde, Lyon. http://www.inrp.fr/manifestations/formation/experimentation-enseignements-scientifiques

Coquidé, M. (2008). Les disciplines scolaires et leurs enseignements spécialisés : distinguer pour pouvoir articuler et travailler ensemble. In A. Hasni & J. Lebeaume (Eds.),

Interdisciplinarité et enseignement scientifique et technologique (pp. 51-74). Sherbrooke/Lyon: CRP/INRP.

Coquidé, M., Fortin, C., & Rumelhard, G. (2009). L'investigation : fondements et démarches, intérêts et limites. *Aster, 79*, 49-76.

Darley, B. (1996). Exemple d'une transposition didactique de la démarche scientifique dans un TP de biologie en DEUG 2e année. *Didaskalia, 9*, 31-56.

Darley, B. (2005). Tentative de définition de quelques mots en usage dans l'enseignement des sciences expérimentales *Bulletin APBG, n°2-2005* , p. 273-275.

Désautels, J., & Larochelle, M. (1993). About the Epistemological Posture of Science Teachers In A. Tiberghien, L. Jossem & J. Barojas (Eds.), *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*: ICPE Books.

Develay, M. (1989). Sur la méthode expérimentale. *Aster n°8* , p. 3-16.

Dimarcq, N. (2009). *Les recherches sur la pratique des démarches d'investigation. Revue de littérature.* Master recherche Didactique des sciences et des techniques, ENS Cachan, Paris. Retrieved from http://www.inrp.fr/vst/Dossiers/Dossier_investigation.pdf (dernière consultation le 14/11/11).

Durand-Guerrier, V. (2010). La dimension expérimentale en mathématiques. Enjeux épistémologiques et didactiques. *EXPRIME*. Lyon: INRP.

Favre, D., & Joly, J. (2001). Évaluation des postures cognitives et épistémiques associées aux modes de traitement dogmatique et non-dogmatique des informations. *Revue Psychologie et Psychométrie, 3-4(22)*, 115–151.

Fourez, G., Maingain, A., & Dufour, B. (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*: De Boeck Université.

Ganassali, S., & Moscarola, J. (2002). *Protocoles d'enquête et efficacité des sondages par Internet*. Paper presented at the Journées E-Marketing AFM / AIM Nantes.

Gueudet, G., & Trouche, L. (2010). Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires. In G. Gueudet & L. Trouche (Eds.), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 57-74).

Kapala, F. (2009). *Les démarches scientifiques à l'école primaire : notions et transposition ; quelques conceptions didactiques d'enseignants du premier degré en formation initiale.* Master HPDS, université Lyon 1, Lyon. Retrieved from http://web.me.com/fredkapala/M%C3%A9moire_HPDS_FK_09/Annexes.html

Larcher, C., & Peterfalvi, B. (2006). Diversification des démarches pédagogiques en classe de sciences. *Bulletin de l'Union des Physiciens, 886*, 825-834.

Leach, J. (2006). *Epistemological perspectives in research on teaching and learning science. Communication. Research on epistemology: bridging disciplinary boundaries and theoretical perspectives*. Paper presented at the American Educational ResearchAssociation, San Francisco. http://pakeducationsite.com/education/articles/Educational%20Psychology/Epistemology%20J.%20Leach.pdf

Mathé, S., Meheut, M., & Hosson, C. (2008). La démarche d'investigation au collège : quels enjeux ? *Didaskalia, 32*, 41-76.

Matheron, Y. (2010). *Démarche d'investigation et Parcours d'Etude et de Recherche en mathématiques : entre injonctions institutionnelles et étude raisonnée des conditions et contraintes de viabilité au sein du système*. Paper presented at the XVIIe colloque de la CORFEM, Caen.

Monod-Ansaldi, R., Digard, I., Florimond, A., Fontanieu, V., Péres, C., Rossetto, A. M., & Morel-Deville, F. (2010). *L'investigation en MI-SVT : un chemin vers l'autonomie des élèves ?* . Paper presented at the Journées scientifiques DIES 2010, Lyon. http://www.inrp.fr/dies2010

Monod-Ansaldi, R., Vince, J., Prieur, M., & Fontanieu, V. (2011). *Représentations des enseignants de mathématiques et de sciences expérimentales sur quelques concepts épistémologiques des démarches d'investigation : expliciter pour mieux interagir*. Paper presented at the Journées Maths 2011, Lyon. prochainement en ligne

Morge, L., & Boilevin, J.-M. (2007). *Séquences d'investigation en physique-chimie, recueil et analyse de séquences issues de la recherche en didactique des sciences*. Clermont-Ferrand: SCEREN - CRDP d'Auvergne.

Moscovici, S. (1961). *La psychanalyse, son image et son public*. Paris Presses universitaires de France. 1976.

Orange, D. (2005). Problématisation fonctionnaliste et problématisation historique en sciences de la Terre chez les chercheurs et chez les lycéens. *Aster, 40*, 177-204.

Ourisson, G. (2002). Désaffection des étudiants pour les études scientifiques. France: ministère de l'Education nationale.

Paindorge, M., Prieur, M., & Monod-Ansaldi, R. (soumission). *Les enseignants de technologie au collège face aux démarches d'investigation nouvellement prescrites. Symposium : Les difficultés rencontrées par les enseignants de sciences et de technologie pour concevoir, réaliser et évaluer les séquences d'apprentissage par investigation.* Paper presented at the ARDIST, Bordeaux.

Pelissier, L., Venturine, P., & Calmettes, B. (2007). *L'épistémologie souhaitable et l'épistémologie implicite dans l'enseignement de la physique. De l'étude sur l'enseignement en seconde à une réflexion sur la démarche d'investigation au collège*. Paper presented at the Troisièmes journées nationales du collectif « Recherche & Formation en Épistémologie et Histoire des Sciences et de la Technologie » CAEN

Piaser, A., & Ratinaud, P. (2010). *Pensée sociale, pensée professionnelle : une approche singulière en Sciences de l'Education* (Vol. 23). Toulouse PUM.

Pietrick, G., Robine, F., Martin, P.-E., & Malleus, P. (2006). L'enseignement de la physique et de la chimie au collège. (Vol. 2006-091). France Ministère de l'éducation nationale.

Porlan Ariza, R., Garcia Garcia, E., Rivero Garcia, A., & Martin del Pozo, R. (1998). Les obstacles à la formation des professeurs en rapport avec leurs idées sur la science, l'enseignement et l'apprentissage. *Aster 26*, 207-234.

Prieur, M., Monod-Ansaldi, R., & Fontanieu, V. (à paraitre). L'hypothèse dans les démarches d'investigation en sciences, mathématiques et technologie : convergences et spécificités disciplinaires des représentations des enseignants. . In M. Grangeat (Ed.), *Formations et enseignements scientifiques fondés sur les démarches d'investigation : quelles pratiques, quels effets ?* Lyon: ENS de Lyon.

Prieur, M., Sanchez, E., & Aldon, G. (2011). Enseignement scientifique co-disciplinaire en classe de seconde : éléments à prendre en compte pour sa mise en œuvre. In M. Grangeat (Ed.), *Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves* (pp. 151-182). Lyon : ENS de Lyon

Reinert, M. (1990). *Système A.L.C.E.S.T.E. : une méthodologie d'analyse des données textuelles présentée à l'aide d'une application*. Paper presented at the JADT 1990, Barcelone.

Robardet, G. (1998). La didactique dans la formation des professeurs de sciences physiques face aux représentations sur l'enseignement scientifique. *Aster 26*, 31-58.

Robert, A., & Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérentdes pratiques des enseignants de mathématiques: une double approche. Revue Canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies. *Revue Canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies, 2 (4)*, 505-528.

Robine, F. (2009). Un renouveau de l'enseignement des sciences. *Revue internationale de l'éducation Sèvres, 51*.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). L'enseignement scientifique aujourd'hui : une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe: Commission Européenne, direction de la recherche.

Rojat, D. (2010). *Démarche d'investigation, ressources, travail collectif*. Paper presented at the Journées DIES, Lyon. http://www.inrp.fr/dies2010

Roletto, E. (1998). La science et les connaissances scientifiques : points de vue de futurs enseignants. *Aster 26*, 11-30.

Rolland, J.-M. (2006). L'enseignement des disciplines scientifiques dans le primaire et le secondaire. In f. e. s. Commission des affaires culturelles (Ed.): Assemblée nationale.

Sanchez, E. (2008). Quelles relations entre modélisation et investigation scientifique dans l'enseignement des sciences de la Terre ? *Education & Didactique, 2 (2)*, 97-122.

Sanchez, E., & Prieur, M. (2006). *Démarche d'investigation dans l'enseignement des sciences de la Terre : activités-élèves et scénarios*. Paper presented at the Colloque scénariser l'enseignement. Biennale de l'éducation, Lyon. http://praxis.inrp.fr/praxis/projets/geomatique/geonote/fichiers_geonote/Scenario_enseignement_ST.pdf

Sanchez, E., Prieur, M., & Fontanieu, V. (2007). *Modèles et modélisation dans l'enseignement des sciences de la Terre au lycée : Points de vue et pratiques d'enseignants*. Paper presented at the Vèmes rencontres de l'ARDIST, La Grande Motte.

Therriault, G., & Harvey, L. (2011). Postures épistémologiques que développent de futurs enseignants de sciences et de sciences humaines lors des cours de formation disciplinaire et pratique : l'apport d'une recherche mixte. *Recherches Qualitatives, 30(2)*, 71-95.

Triquet, E., & Guillaud, J.-C. (2011). Démarches scientifiques et démarches d'investigation : point de vue d'enseignants stagiaires de l'IUFM. In M. Grangeat (Ed.), *Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves* (pp. 63-76). Lyon: Ecole Normale Supérieure.

Vince, J., Monod-Ansaldi, R., Prieur, M., Fontanieu, V., & Perret, J.-P. (2011). *Représentations des enseignants sur leur discipline, les démarches d'investigation, et quelques concepts-clés : expliciter pour mieux interagir*. Paper presented at the congrès de l'Union des professeurs de physique et chimie, Montpellier.

Weil-Barais, A., & Dumas Carré, A. (1998). Les interactions didactiques : tutelle et/ou médiation ? In A. Weil-Barais & A. Dumas Carré (Eds.), *Tutelle et médiation dans l'enseignement scientifique* (pp. 1-18.). Bern: Peter Lang.

ANNEXE : Questionnaire mis en ligne

Quelques informations vous concernant

Vous enseignez en :

(plusieurs réponses possibles)

- ☐ collège
- ☐ lycée général et technologique
- ☐ lycée professionnel
- ☐ IUFM

Votre académie :

Veuillez choisir…

Votre âge :

_____ ans

Votre ancienneté dans le métier :

- ○ moins de 5 ans
- ○ entre 5 et moins de 10 ans
- ○ entre 10 et moins de 20 ans
- ○ entre 20 et moins de 30 ans
- ○ 30 ans ou plus

Partie 1 : Votre discipline

1.1 Votre discipline principale d'enseignement :

- ○ Mathématiques
- ○ Sciences physiques et chimiques
- ○ Sciences de la vie et de la Terre
- ○ Technologie

1.2 Enseignez-vous une autre discipline ?

- ○ oui
- ○ non

Les deux questions suivantes (1.3 et 1.4) concernent les savoirs de référence de votre discipline, et les pratiques des experts (chercheurs, ingénieurs) qui les produisent. Vous répondrez en vous plaçant du point de vue de votre discipline (ou de votre discipline principale si vous enseignez dans plusieurs disciplines).

1.3 Selon vous, pour construire les savoirs de votre discipline, les experts…

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
observent et tentent de découvrir les lois et les mécanismes qui régissent le monde	○	○	○	○	○
étudient des cas particuliers puis généralisent	○	○	○	○	○
confrontent leurs résultats et leurs argumentations	○	○	○	○	○
construisent des modèles	○	○	○	○	○
expérimentent pour dégager des hypothèses explicatives ou conjectures	○	○	○	○	○
explorent les domaines d'application des lois, des théories, des modèles	○	○	○	○	○
recherchent des solutions techniques	○	○	○	○	○
démontrent formellement des résultats	○	○	○	○	○
proposent des hypothèses explicatives ou conjectures et expérimentent pour les éprouver	○	○	○	○	○
explorent des solutions existantes	○	○	○	○	○
raisonnent en se méfiant des observations qui déforment les faits	○	○	○	○	○

1.4 Les savoirs de votre discipline sont...

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
des vérités universelles	○	○	○	○	○
des consensus admis par la communauté des chercheurs	○	○	○	○	○
des certitudes	○	○	○	○	○
des modèles explicatifs	○	○	○	○	○
des solutions techniques	○	○	○	○	○
des constructions humaines	○	○	○	○	○

1.5 Pour permettre aux élèves d'acquérir des connaissances dans votre discipline il faut...

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
exposer des connaissances de façon claire et structurée	○	○	○	○	○
leur permettre d'éprouver des hypothèses explicatives	○	○	○	○	○
présenter une loi, une théorie, un modèle puis faire des exercices d'application	○	○	○	○	○
les mettre en situation d'observer le réel	○	○	○	○	○
généraliser à partir de cas particuliers	○	○	○	○	○
s'appuyer sur leurs connaissances initiales pour leur permettre de les faire évoluer	○	○	○	○	○
proposer des situations d'interaction entre élèves pour favoriser l'argumentation	○	○	○	○	○
démontrer des résultats	○	○	○	○	○
présenter des exemples historiques de controverses scientifiques	○	○	○	○	○
montrer l'utilité de ces connaissances dans la vie quotidienne	○	○	○	○	○
tester des propositions de solutions	○	○	○	○	○

Partie 2 : Les démarches d'investigation dans la classe

2.1 Pour vous, que recouvre l'expression « démarche d'investigation » dans le cadre de la classe ?

(400 caractères possibles)

2.2 Selon vous, parmi les objectifs suivants, quels sont ceux que la conduite d'une démarche d'investigation permet d'atteindre ?

Choisissez puis classez les propositions en mettant en position 1 l'objectif que vous jugez le plus important.

Vos choix :

favoriser un enseignement pluridisciplinaire
faire acquérir des connaissances
donner l'envie d'apprendre les sciences et/ou la technologie
réaliser des activités pratiques
développer des capacités et/ou attitudes
mieux faire comprendre le statut des savoirs scientifiques et/ou technologiques
développer l'autonomie
favoriser l'apprentissage de méthodes scientifiques et/ou technologiques
développer une culture scientifique et/ou technologique
faire travailler les élèves comme des chercheurs et/ou des ingénieurs
expliciter et mettre à l'épreuve les idées initiales

Votre classement :

2.3 Classez les propositions suivantes en mettant en position 1 les capacités qui, selon vous, sont plus particulièrement développées lors de la conduite d'une démarche d'investigation :

Vos choix :

"Rechercher, extraire, organiser l'information utile"
"Réaliser, manipuler, mesurer, calculer, appliquer des consignes"
"Raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale ou technologique, démontrer"
"Présenter la démarche suivie, les résultats obtenus et communiquer à l'aide d'un langage adapté"

Votre classement :

1:
2:
3:
4:

Cliquez sur une proposition dans la liste pour la sélectionner dans votre classement. Les ciseaux vous permettent d'enlever le dernier élément du classement.

2.4 Selon vous, les capacités ou attitudes transversales développées par les élèves lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation sont...

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
respecter des comportements favorables à sa santé et sa sécurité	○	○	○	○	○
être autonome dans son travail : savoir l'organiser, le planifier, l'anticiper, rechercher et sélectionner des informations utiles	○	○	○	○	○
s'engager dans un projet individuel	○	○	○	○	○
s'intégrer et coopérer dans un projet collectif	○	○	○	○	○
manifester curiosité, créativité, motivation	○	○	○	○	○
assumer des rôles, prendre des initiatives et des décisions	○	○	○	○	○
savoir s'autoévaluer et être capable de décrire ses intérêts, ses compétences et ses acquis	○	○	○	○	○
comprendre l'importance du respect mutuel et accepter toutes les différences	○	○	○	○	○

2.5 Selon vous, la mise en œuvre d'une démarche d'investigation permet aux élèves de...

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
confronter leurs connaissances à celle des autres élèves	○	○	○	○	○
déconstruire des connaissances erronées	○	○	○	○	○
découvrir des connaissances	○	○	○	○	○
se confronter à la complexité des savoirs	○	○	○	○	○
avoir la possibilité de se tromper	○	○	○	○	○
réinvestir des connaissances	○	○	○	○	○
mettre à l'épreuve leurs connaissances initiales	○	○	○	○	○

2.6 Selon vous, les difficultés à proposer des démarches d'investigation dans l'enseignement sont...

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
la rigidité de la démarche	○	○	○	○	○
le manque de connaissances des élèves	○	○	○	○	○
la gestion des élèves durant la séance	○	○	○	○	○
le manque de savoir-faire des élèves	○	○	○	○	○
le faible degré d'autonomie des élèves	○	○	○	○	○
l'importance de votre travail de préparation	○	○	○	○	○
le manque de matériel	○	○	○	○	○
mon manque de formation sur la démarche d'investigation	○	○	○	○	○
le manque de temps	○	○	○	○	○
l'articulation avec le programme	○	○	○	○	○
mon manque de connaissances et/ou de savoir-faire sur les sujets choisis	○	○	○	○	○

Partie 3 : « Problème » et démarches d'investigation en classe

3.1 Quelle proposition définit selon vous le mieux le terme problème dans votre discipline ?

- une succession de questions articulées entre elles
- une question permettant la formulation de propositions, d'hypothèses ou de conjectures
- un exercice permettant de réinvestir des connaissances
- une question qui entraine une expérimentation
- une question permettant de construire des connaissances
- une question qui débouche sur une démarche explicative
- une question suscitée par une observation
- une question qui débouche sur une recherche de solution

3.2 Selon vous, dans le cadre d'une démarche d'investigation, un problème...

	Oui	Non	Ne sais pas
est formulé ou reformulé par les élèves			
n'a pas de solution a priori			
est suscité par une observation			
est en lien avec la vie quotidienne ou l'actualité			
concerne un sujet totalement nouveau			
conduit à la mise en œuvre d'une expérience			
nécessite des acquis antérieurs			
peut être résolu de différentes façons			
mobilise différentes compétences			

3.3 Selon vous, le terme « problème » a-t-il le même sens dans votre discipline qu'en...

Répondez seulement pour les disciplines que vous n'enseignez pas.

	Oui	Non	Ne sais pas
Mathématiques			
Sciences-physiques / Chimie			
Sciences de la vie et de la Terre			
Technologie			

Partie 4 : « Hypothèse » et démarches d'investigation dans la classe

4.1 Quelle proposition définit selon vous le mieux le terme hypothèse ?

- une proposition provisoire destinée à être éprouvée
- une supposition non démontrée sur laquelle on s'appuie pour résoudre un problème
- une proposition vérifiable correspondant à une connaissance à acquérir
- n'importe quelle idée au sujet d'un problème donné

4.2 Selon vous, le terme hypothèse dans votre discipline a-t-il le même sens qu'en...

Répondez seulement pour les disciplines que vous n'enseignez pas.

	Oui	Non	Ne sais pas
Mathématiques			
Sciences-physiques / Chimie			
Sciences de la vie et de la Terre			
Technologie			

4.3 Choisissez puis classez les 3 principales qualités qui vous semblent nécessaires pour formuler une hypothèse explicative ou conjecture :

Mettre en position 1 la qualité principale.

Vos choix :

créatif
courageux
inventif
rigoureux
critique
rationnel
curieux
logique

Votre classement :

1:
2:
3:

Cliquez sur une proposition dans la liste pour la sélectionner dans votre classement. Les ciseaux vous permettent d'enlever le dernier élément du classement.

4.4 Selon vous, la formulation d'une hypothèse explicative ou conjecture implique...

	Oui	Non	Ne sais pas
une observation du réel			
des conséquences ou implications vérifiables			
des connaissances préalables			
la prise en compte des représentations initiales des élèves			
que les élèves produisent une phrase affirmative			

Partie 5 : « Expérience » et démarches d'investigation en classe

5.1 Quelle proposition définit selon vous le mieux le terme expérience ?

- une activité pendant laquelle les élèves manipulent du matériel
- un test conçu pour éprouver une hypothèse
- une mise en œuvre de stratégies pour résoudre un problème
- une application rigoureuse d'un protocole précis
- une exploration d'exemples
- une observation précise du réel
- une exploration par tâtonnement

5.2 Pour vous, une expérience implique...

	Oui	Non	Ne sais pas
la manipulation de matériel	◉	○	○
d'être réalisée plusieurs fois	○	○	○
la conception d'un témoin ou d'une référence pour pouvoir interpréter les résultats	○	○	○
une activité de conception de stratégie ou de conception de protocole	○	○	○
de ne faire varier qu'un seul facteur à la fois	○	○	○
l'utilisation d'un logiciel spécialisé	○	○	○
un travail de groupe	○	○	○
une confrontation au réel	○	○	○
une réalisation de mesures	○	○	○
une hypothèse préalable	○	○	○
la rédaction d'un compte-rendu	○	○	○
de mettre une blouse	○	○	○
un questionnement sur la précision des mesures	○	○	○
la possibilité pour l'élève de se confronter aux conséquences de ses choix	○	○	○
de pouvoir valider une solution	○	○	○

5.3 Selon vous, le mot « expérience » a-t-il le même sens dans votre discipline qu'en...

Répondez seulement pour les disciplines que vous n'enseignez pas.

	Oui	Non	Ne sais pas
Mathématiques	○	○	○
Sciences-physiques / Chimie	○	○	◉
Sciences de la vie et de la Terre	○	○	○
Technologie	○	○	○

Partie 6 : « Modèle » et démarches d'investigation en classe

6.1 Donnez 2 exemples de modèles dans votre discipline :

(400 caractères maximum par exemple donné)

Exemple 1 :

Exemple 2 :

6.2 Pour vous, quelles sont les fonctions des modèles utilisés dans votre discipline ?

Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la fonction que vous jugez la plus importante.

Vos choix :	Votre classement :
représenter	1:
expliquer	2:
interpréter	3:
simuler des expériences	4:
copier le réel	5:
prévoir	6:
observer	7:
simplifier	8:
comprendre	9:
décrire	10:
servir de référence	11:
articuler théorie et réel	12:
permettre des analogies	13:

Cliquez sur une proposition dans la liste pour la sélectionner dans votre classement. Les ciseaux vous permettent d'enlever le dernier élément du classement.

6.3 Pour vous, quelles sont les formes des modèles utilisés dans votre discipline ?

Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la forme que vous jugez la plus fréquente.

Vos choix :	Votre classement :
texte	1:
animation	2:
formule mathématique	3:
logiciel de simulation	4:
schéma	5:
construction mentale	6:
maquette	7:
être vivant utilisé pour l'expérimentation	8:

Cliquez sur une proposition dans la liste pour la sélectionner dans votre classement. Les ciseaux vous permettent d'enlever le dernier élément du classement.

6.4 Selon vous, le mot « modèle » a-t-il le même sens dans votre discipline qu'en...

Répondez seulement pour les disciplines que vous n'enseignez pas.

	Oui	Non	Ne sais pas
Mathématiques	○	○	○
Sciences-physiques / Chimie	○	○	○
Sciences de la vie et de la Terre	○	○	○
Technologie	○	○	○

ifé INSTITUT FRANÇAIS DE L'ÉDUCATION

Pour conclure

Avez-vous déjà mis en œuvre des démarches d'investigation dans vos classes ?

- ◯ oui
- ◯ non

Votre formation :

(plusieurs réponses possibles)

- ☐ Deug-Licence-Maîtrise
- ☐ Master professionnel - DESS
- ☐ Master de recherche - DEA
- ☐ Doctorat
- ☐ BTS - DUT
- ☐ Diplôme d'ingénieur
- ☐ Autre

Avez-vous travaillé dans un laboratoire de recherche de votre discipline durant votre formation ?

- ◯ oui
- ◯ non

Votre grade ou votre statut :

- ◯ Professeur d'Enseignement Général de Collège (PEGC)
- ◯ vacataire
- ◯ contractuel
- ◯ certifié
- ◯ agrégé
- ◯ professeur stagiaire

Avez-vous participé ou participez-vous à certains enseignements ou dispositifs ?

(plusieurs réponses possibles)

- ☐ Expérimentation d'un enseignement scientifique en classe de seconde avant la réforme du lycée (autre que MI-SVT)
- ☐ Mesure, Informatique et SVT (MI-SVT)
- ☐ Mesures Physiques et Informatique
- ☐ Enseignements d'exploration scientifiques (MPS, SL, Biotechno, SI...)
- ☐ Travaux personnels encadrés
- ☐ Ateliers de pratique scientifique
- ☐ Olympiades de Chimie ou de Physique, rallye maths
- ☐ Itinéraire de découverte
- ☐ Travaux croisés
- ☐ Enseignement intégré des sciences
- ☐ Aucun

Etes-vous impliqué(e) dans des activités de...

(plusieurs réponses possibles)

- ☐ formation
- ☐ recherche en éducation
- ☐ inspection pédagogique
- ☐ diffusion des sciences
- ☐ association de professeur (UDPPC, APBG, APMEP, ASSETEC, PAGESTEC, AEAT...)
- ☐ professeur associé ou ayant été associé aux travaux de l'INRP
- ☐ aucune de ces activités

Quelles sont vos sources d'information relatives à la conduite de démarches d'investigation par les élèves ?

(plusieurs réponses possibles)

- ☐ formation initiale
- ☐ formation continue
- ☐ sites Internet institutionnels ou professionnels
- ☐ collègues
- ☐ IA-IPR
- ☐ programmes et instructions officielles
- ☐ revues professionnelles
- ☐ aucune information

Vous pouvez indiquer vos remarques ou commentaires libres si vous le souhaitez :

(400 caractères possibles)

Merci d'avoir consacré du temps à ce questionnaire. Vous devez confirmer votre réponse en cliquant sur le bouton "Envoyer".