

Représentations sur la discipline, son apprentissage, les démarches d'investigation et quelques concepts-clés

Quelles spécificités pour les enseignants de sciences physiques ?

par Jacques VINCE, Réjane MONOD-ANSALDI,
Michèle PRIEUR et Valérie FONTANIEU
Institut français de l'éducation (IFÉ) - 69347 Lyon Cedex 07
jacques.vince@ens-lyon.fr
rejane.monod-ansaldi@ens-lyon.fr
michele.prieur@ens-lyon.fr
valerie.fontanieu@ens-lyon.fr

En raison de sa longueur, cet article est publié en deux parties. Nous publions ici la première partie consacrée aux représentations des enseignants de sciences physiques et chimiques sur leur discipline, sur son apprentissage et sur les démarches d'investigations. La deuxième partie sera consacrée aux représentations sur quatre concepts-clés des démarches d'investigation et utilisés *a priori* par les quatre disciplines concernées.

Première partie

RÉSUMÉ

Les préconisations au sujet des démarches d'investigations (DI) ont été largement diffusées auprès des enseignants de sciences et de mathématiques du secondaire depuis une vingtaine d'années. Cette durée est suffisante pour que nous puissions sonder les représentations des enseignants à leur sujet. L'article décrit les résultats d'une enquête ayant eu lieu durant le premier semestre 2011 à ce sujet. Pour chaque thématique abordée, les points de consensus entre les enseignants des quatre disciplines concernées sont dégagés, puis les spécificités des réponses des enseignants de sciences physiques et chimiques. Si les représentations sont assez contrastées sur le statut des savoirs de référence, elles sont très uniformes au sujet des modalités d'apprentissage. 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. En sciences physiques et chimiques (SPC) surtout, mais aussi en sciences de la vie et de la Terre (SVT) et technologie, l'importance du réel s'exprime par son observation et/ou la nécessité d'établir des liens avec la vie quotidienne. Globalement, les démarches d'in-

vestigations semblent perçues principalement sous leur aspect didactique, voire pédagogique, leur dimension épistémologique étant moins investie. Les enseignants expriment sans ambiguïté que les démarches d'investigations sont difficiles à mettre en œuvre, en particulier du fait de la gestion des élèves induite et de leur manque d'autonomie, ainsi que du caractère chronophage de telles démarches. Enfin, la deuxième partie de l'article détaille les représentations au sujet de quelques concepts-clés. Si une certaine proximité existe avec les SVT sur les termes problème et expérience, et dans une moindre mesure hypothèse, c'est avec les mathématiques que le rapprochement se fait sur le terme modèle. Plus globalement, l'enquête met en évidence la méconnaissance des significations de ces termes d'une discipline à l'autre.

INTRODUCTION

L'enseignement scientifique français de ces vingt dernières années suit une tendance assez nette quant à la rénovation des modalités pédagogiques et des compétences visées pour les élèves. Les instructions officielles de la dernière décennie impulsent fortement ces changements et suscitent l'émergence de nouveaux termes, aussi flous que diversifiés, mais censés être mobilisés dans différentes disciplines : investigation, enquête, situations et problèmes ouverts, hypothèses, validation, expérimentation, modélisation, démarches scientifiques...

Ces orientations s'accompagnent de prescriptions (thèmes de convergence, enseignement intégré, interdisciplinarité...) pour une convergence plus grande des quatre disciplines scientifiques concernées : mathématiques, sciences physiques et chimiques (SPC) sciences de la vie et de la Terre (SVT) et technologie. Après quelques années d'existence de ces instructions dans l'institution scolaire, afin de porter un regard critique sur leur mise en œuvre et leur perception par les enseignants, l'enquête dont il est question ici vise à mieux connaître les représentations des enseignants des quatre disciplines citées sur quelques aspects de ces instructions. Nous tentons plus particulièrement de présenter d'une part les points de convergences entre les enseignants de sciences physiques et chimiques et ceux des autres disciplines, d'autre part en quoi ils se distinguent, dans leurs réponses, des collègues des autres disciplines. Notre objectif n'est pas de susciter la pratique des démarches d'investigation à tout prix, mais de faciliter le travail entre collègues souhaitant s'y engager, en leur évitant d'éventuels quiproquo ou incompréhensions lors de travaux communs. Au-delà, les résultats présentés ici peuvent servir de support à la formation continue ou initiale dans un cadre pluridisciplinaire ou non.

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1. Spécificités des prescriptions concernant les DI

La rénovation de l'enseignement scientifique entamée il y a une dizaine d'années est souvent motivée par une éventuelle (mais discutée) désaffection des étudiants vis-à-vis

des études scientifiques [1], alors que l'image de la science en général reste bonne dans l'opinion. Un des objectifs majeurs de cette rénovation, évoqué et appuyé par de nombreux rapports [2-3], est de rendre les disciplines scientifiques plus attrayantes, en proposant en particulier de s'appuyer sur les démarches d'investigation (DI)⁽¹⁾. Ces propositions ne sont pas propres à la France et se situent dans le prolongement de l'Inquiry-based Science Education (IBSE), ou Inquiry Based Science Teaching (IBST), aussi bien dans les pays anglo-saxons qu'aux États-Unis. Dans de nombreux pays, des programmes ou référentiels insistant sur la nécessaire coordination entre disciplines scientifiques sont également apparus [4]. 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.

En France, différentes prescriptions, communes aux mathématiques, SPC, SVT et technologie, préconisent la mise en œuvre de démarches d'investigation 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⁽²⁾ 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⁽³⁾, préconise la pratique de démarches d'investigation en interaction entre les disciplines et propose des thèmes de convergence. En 2011, le plan Sciences et technologies à l'École⁽⁴⁾ 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. C'est aussi dans ce contexte que les mathématiques, SVT, SPC et sciences de l'ingénieur se retrouvent convoquées pour prendre en charge l'enseignement d'exploration Méthodes et pratiques scientifiques (MPS)⁽⁵⁾. On trouve dans tous les programmes de ces enseignements, en particulier dans les préambules, des références à la *démarche scientifique dans le cadre d'un projet, aux situations de recherche et d'action* ou à la *résolution de problèmes scientifiques* (ces deux derniers cas étant par exemple explicitement cités dans le programme de SPC de spécialité de terminale S entrant en vigueur en septembre 2012).

Ces instructions officielles décrivent une démarche d'investigation prototypique [5] et soulignent sans les expliciter, la proximité et les spécificités de cette démarche dans

(1) Nous utilisons ici systématiquement et volontairement le pluriel (les DI) même si les instructions officielles utilisent parfois le singulier.

(2) Décret n° 2006-830 du 11 juillet 2006.

(3) Bulletin officiel spécial n° 6 du 28 août 2008.

(4) 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>

(5) Bulletin officiel spécial n° 4 du 29 avril 2010.

les différentes disciplines. Cet implicite peut constituer une difficulté voire un obstacle à sa prise en charge par les enseignants concernés. La démarche d'investigation constitue en effet un objet pluriel à décliner dans chaque discipline, à articuler entre les disciplines, à construire et évaluer collectivement. Il est également raisonnable de penser que chaque enseignant va interpréter les démarches décrites au regard de la nature des savoirs et méthodes de la discipline qu'il enseigne. Ses représentations sur la nature des savoirs et méthodes qu'il utilise et fait vivre en classe, sur la construction et l'évolution de sa propre discipline « savante » de référence, les difficultés des élèves, entre autres, vont pouvoir influencer sa perception des instructions officielles. Cette perception risque ainsi d'être très dépendante de la discipline enseignée.

Les professeurs de SPC peuvent avoir la tentation de penser qu'ils sont plutôt mieux armés que d'autres pour prendre en charge ces nouvelles préconisations et le regard réflexif qu'elles nécessitent, suite aux tentatives de mise en action de l'élève qui ont précédé ces préconisations et qui ont reçu, il y a environ vingt ans, un relatif succès : situation-problème, TP TOP, conception de protocoles, etc. Les résultats présentés dans le présent article n'autorisent pas à tester cette hypothèse, mais permettent d'une part de dresser un portrait global, et parfois contrasté, du point de vue actuel des enseignants de SPC sur ces questions, d'autre part de mettre en évidence le rôle que pourrait jouer la discipline SPC, au travers des représentations de ses enseignants actuels, dans des logiques de collaborations entre disciplines.

Au-delà du cas des SPC, nous faisons l'hypothèse qu'une meilleure connaissance des représentations de ses propres collègues disciplinaires sur les démarches d'investigation, et de ceux enseignant une autre discipline peut éclairer et accompagner cette évolution de l'enseignement scientifique et technologique. Plus largement, pour que ces préconisations puissent être mises en œuvre sur le terrain, ces sont les épistémologies disciplinaires (savantes et scolaires) qui doivent être mieux connues et explicitées. Les résultats de cette enquête y contribuent.

1.2. Objectifs de l'enquête

Des travaux antérieurs ont mis en évidence la diversité des significations que les enseignants des différentes disciplines pouvaient attribuer aux termes-clés à partager lors de la mise en œuvre de démarches d'investigation ou de démarches équivalentes. Ces termes, souvent peu explicités, complexifient le travail collectif des enseignants particulièrement en contexte pluridisciplinaire. L'enquête dont nous présentons quelques résultats ici vise à mieux cerner ces significations, en tentant également de faire le lien avec les représentations des enseignants sur leur propre discipline. L'étude a été menée quantitativement pour permettre un traitement statistique des résultats.

L'élaboration du questionnaire a été guidée par les questions suivantes : Quelles sont les convergences et les spécificités des démarches d'investigation envisagées dans les différentes disciplines scientifiques et technologiques ? Quelles représentations les ensei-

gnants ont-ils construites 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⁽⁶⁾ a sondé les opinions des enseignants sur :

- le statut et la construction des savoirs de leur discipline et sur les modalités d'apprentissage à privilégier ;
- les objectifs, les intérêts et les difficultés de la mise en œuvre de démarches d'investigation en classe ;
- la signification attribuée à quatre concepts épistémologiques qui nous paraissent clés dans les démarches scientifiques et technologiques : *problème, hypothèse, expérience et modèle*.

Le premier volet de cet article détaille les deux premiers points seulement, le troisième point faisant l'objet du deuxième volet.

Les résultats détaillés sont présentés dans un rapport disponible sur le site de l'IFÉ⁽⁷⁾. Dans cet article, nous tentons d'extraire ce qui caractérise les enseignants de SPC, à la fois dans les similitudes que leurs réponses peuvent présenter avec les réponses de leurs collègues d'autres disciplines, mais surtout dans ce qui les singularise. En ce sens, cet article se veut une contribution à l'élaboration d'une vision claire du rôle que peut jouer la discipline SPC dans ces démarches co-disciplinaires de construction de contenus ou de progressions, en permettant aux enseignants de prendre conscience d'éventuelles nuances de sens qui ne seraient pas partagées dans les autres disciplines, de lever des implicites qui peuvent donner lieu à quiproquo ou à des difficultés pour les élèves.

2. MÉTHODOLOGIE

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, sur des sujets connus pour présenter une grande variété de points de vue. Le choix d'un questionnaire en ligne présente également l'avantage d'assurer l'anonymat des réponses.

Le questionnaire a été élaboré par 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 [6 à 8], suite à des entretiens semi-dirigés réalisés auprès de six enseignants de collège et lycée (mathématiques, SPC et SVT). Le questionnaire a ensuite été testé auprès de treize enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie dont certains exercent des fonctions de formateurs, et auprès de chercheurs en didactique des mathématiques et de la technologie, puis mis en

(6) L'enquête est disponible à <http://ife.ens-lyon.fr/enquetes/DI>

(7) <http://ife.ens-lyon.fr/ife/ressources-et-services/ocep/dispositifs/DI/rapport-DI>

ligne de janvier à mars 2011. La durée de réponse était comprise entre quinze et quarante-cinq minutes. La diffusion du questionnaire a eu lieu *via* les associations d'enseignants, les forums disciplinaires, les correspondants TICE (Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement) des académies... mais pas par les circuits institutionnels tels que celui des Inspections Pédagogiques Régionales dans le but de limiter l'influence des prescriptions institutionnelles sur les réponses.

La méthodologie d'analyse des réponses, pour l'essentiel fermées, n'est pas détaillée ici, mais consiste principalement en des tris à plat avec test du khi-deux d'indépendance et Pourcentages d'écart maximum (PEM)⁽⁸⁾ proposés par le logiciel de traitement et d'analyse de données d'enquête *Modalisa*. Ces liens significatifs, même lorsqu'ils correspondent à des taux relativement faibles de réponses, seront indiqués dans la suite de l'article. Ce sont ici essentiellement les croisements des réponses avec la discipline qui seront détaillés.

Les réponses ouvertes ont fait l'objet de traitements spécifiques qui ne sont pas décrits ici. Seules les réponses concernant les exemples de modèles cités par les répondants seront présentées en fin d'article.

3. CARACTÉRISTIQUE DE LA POPULATION DES RÉPONDANTS

Durant les deux mois de mise en ligne du questionnaire, 2756 réponses ont été recueillies. Nous ne traitons ici que des réponses des 2606 enseignants ayant déclaré n'enseigner qu'une discipline (les 150 enseignants ayant déclaré enseigner deux disciplines ne sont donc pas pris en compte).

La répartition selon les quatre disciplines est donnée ci-dessous dans le tableau 1.

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

Tableau 1 : Effectifs de répondants pris en compte pour l'analyse.

Les répondants représentent entre 1 % (mathématiques) et 4,4 % (technologie) de la population de référence. En SPC, 771 réponses ont été collectées sur une population nationale de 25857 enseignants (soit 3,0 %).

La figure 1 (*cf.* page ci-contre) permet de comparer de façon synthétique la répartition disciplinaire et le niveau d'enseignement des répondants et de la population de référence (données DEPP).

(8) 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. Une modalité de réponse recueillant une faible adhésion dans les quatre disciplines peut cependant être liée à une discipline, car enregistrant une proportion significativement plus élevée dans cette discipline que dans les autres (PEM élevé).

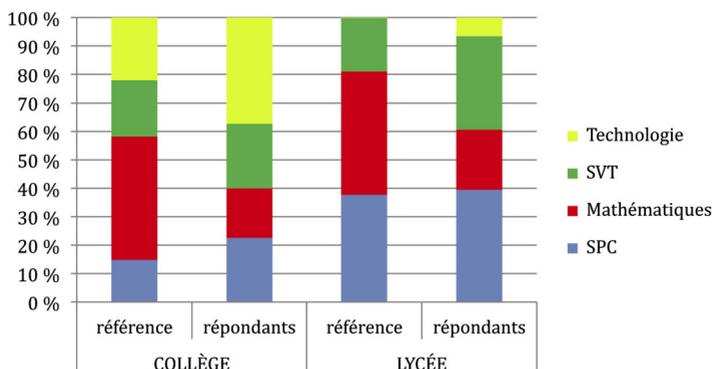


Figure 1 : Population de référence et population de répondants pour chaque discipline et selon le niveau d'enseignement.

On constate ainsi une surreprésentation des enseignants de collège en SPC (52 % des répondants de SPC enseignent en collège contre 37 % dans la population de référence) alors que dans les autres disciplines, la répartition selon le niveau d'enseignement est davantage conforme à la population de référence. Toutes disciplines confondues, on remarque également une légère surreprésentation des agrégés par rapport à la population de référence (6 % contre 5 % en collège, 46 % contre 41 % en lycée).

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 démarches d'investigation, 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.

Ceci est confirmé par les réponses à la question demandant si l'enseignant répondant avait déjà mis en œuvre des démarches d'investigation dans sa classe (seule question interrogeant directement la pratique, placée en fin de questionnaire). Plus de 96 % des répondants de sciences expérimentales répondent par l'affirmative (96 % en SPC et 97 % en SVT) alors que ce taux atteint 85 % en mathématiques, le cadre de la mise en œuvre étant principalement, pour toutes les disciplines, celui de l'enseignement obligatoire de la discipline.

Ainsi, il est évidemment nécessaire d'être prudent quant aux généralisations des résultats : ceux-ci doivent être vus comme de grandes tendances plutôt que comme des résultats chiffrés considérés pour leur précision. Cependant, le traitement statistique réalisé permet de mettre en évidence des traits caractéristiques des réponses des enseignants de SPC, présentés dans la suite de l'article.

4. RESULTATS

Dans ce qui suit, les résultats sont présentés de façon très synthétique. Pour chaque

sujet étudié, nous donnons d’abord un panorama rapide des réponses toutes disciplines confondues et des aspects communs des réponses dans les quatre disciplines. Les spécificités des réponses des enseignants de SPC sont détaillées dans un second temps, en mentionnant éventuellement des différences, lorsqu’elles sont significatives, entre réponses d’enseignants exerçant en collège et d’enseignants exerçant en lycée.

Des études complémentaires sont en cours pour dégager des profils de répondants par croisement de réponses ou de caractéristiques des répondants (niveau d’enseignement, formation, engagement dans des activités de formation ou de diffusion...). Les résultats de ces études complémentaires pourront faire l’objet d’une future publication, mais ne sont pas évoqués ici.

4.1. Les savoirs de la discipline et les pratiques des experts

Le début du questionnaire testait le degré d’accord avec différentes propositions concernant les savoirs scientifiques de la discipline enseignée par le 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. Était ainsi testé 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 particuliers 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*

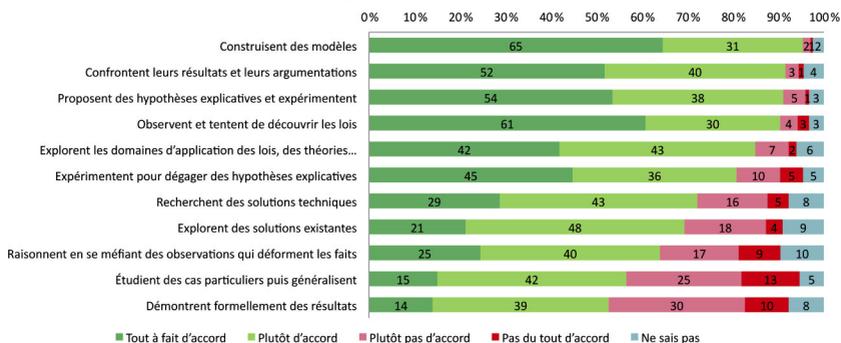


Figure 2 : Réponses des enseignants de SPC à la question

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

explorent les domaines d'application des lois, des théories, des modèles ; les experts explorent des solutions existantes). Les résultats pour les répondants de SPC sont présentés figure 2 (cf. page ci-contre).

Toutes les propositions (sauf les experts démontrent formellement des résultats) recueillent une nette majorité d'accord dans les quatre disciplines. Les répondants de SPC placent la démonstration formelle de résultats en dernière position en terme d'accord (comme les répondants de SVT et de technologie) alors que les répondants de mathématiques placent cette proposition en première position. Globalement, les réponses à cette question sont très proches de celles des répondants de SVT.

L'analyse croisée des réponses avec le niveau d'enseignement fait apparaître quelques 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.

L'importance accordée à la construction de modèles par les répondants de SPC est cohérente avec les réponses à la question traitant de la nature des savoirs de la discipline, présentées figure 3.

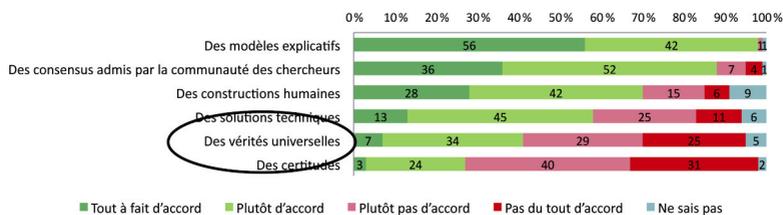


Figure 3 : Réponses des enseignants de SPC à la question « Les savoirs de votre discipline sont... ».

Cette fois, les avis des répondants de SPC sont bien 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, et les consensus admis par la communauté de chercheurs. 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 (l'accord est significativement plus fort qu'en SVT). On peut donc se demander si les enseignants de SPC n'ont pas plus de connaissances épistémologiques.

logiques 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 alors qu'elles arrivent en tête des réponses des enseignants de mathématiques : le rejet des savoirs dogmatiques est assez net, même s'il est encore plus important pour les enseignants de SVT. 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).

Globalement, la représentation des savoirs scientifiques émergeant de cette analyse pour les répondants de SPC s'apparente à une approche dominante non dogmatique, 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. Cette représentation est peut-être, c'est une hypothèse qu'il faudrait tester, construite à partir de la formation initiale des enseignants, mais également des nouvelles méthodes préconisées depuis une vingtaine d'années dans l'enseignement de la discipline.

La recherche de profils dans la population des répondants de SPC fait cependant émerger des sous-populations ayant des positionnements épistémiques différents. Les enseignants présentant un profil de réponses « plutôt non dogmatique » [9] correspondent certes à 29 % des répondants, mais les « plutôt dogmatiques » très attachés aux *savoirs certitudes et vérités universelles* représentent quand même 15 % (contre 33 % en mathématiques). Surtout, les « indécis » qui sont d'accord avec toutes les propositions représentent 41 % des répondants (taux nettement plus important que dans les autres disciplines), ce qui laisse penser que les points de vue sur ces questions sont plutôt moins « tranchés » que dans les autres disciplines. D'ailleurs, 5 % de répondant ne répondent pas à cette question ou affirment ne pas savoir.

4.2. L'apprentissage

Après les savoirs disciplinaires de référence, l'enquête s'intéressait au point de vue des enseignants sur l'apprentissage de leur discipline. Nous sondions ainsi les enseignants sur les actions qu'ils jugent importantes pour permettre aux élèves d'acquérir des connaissances dans leur discipline. La question était formulée ainsi : « *Pour permettre aux élèves d'acquérir des connaissances dans votre discipline, il faut...* ». Les onze réponses proposées permettaient de faire émerger les modalités d'enseignement privilégiées (plutôt transmissif, constructiviste, socio-constructiviste), des postures épistémologiques (démarche inductive, hypothético-déductive, ou encore historique...) ou des dispositifs censés motiver les élèves.

On observe un large consensus, toutes disciplines confondues, pour trois proposi-

tions qui recueillent l'accord d'au moins huit enseignants sur dix :

- ◆ *s'appuyer sur leurs connaissances initiales pour les faire évoluer ;*
- ◆ *proposer des situations d'interaction pour argumenter ;*
- ◆ *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*. Plusieurs modèles d'enseignement coexistent manifestement sans problème puisque les répondants des quatre disciplines partagent également l'idée *qu'exposer des connaissances de façon claire et structurée* est favorable à l'apprentissage (86 à 95 % d'accord), formulation plus proche d'une modalité transmissive de l'enseignement. 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, et plus encore de la démarche inductive *généraliser à partir de cas particuliers* (23 à 39 % de désaccord selon les disciplines).

Les spécificités disciplinaires sur cette question sont relativement importantes et les réponses des enseignants de SPC, si elles sont globalement proches de celles des enseignants de SVT, sont elles aussi contrastées. Les réponses des enseignants de SPC sont présentées figure 4 ci-dessous.

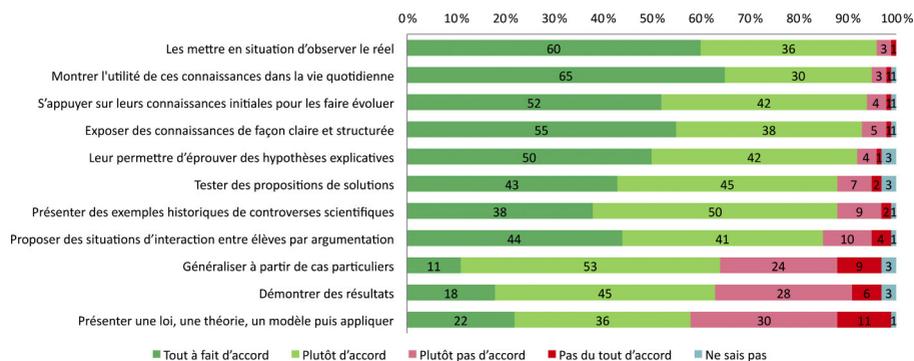


Figure 4 : Réponses des enseignants de SPC à la question « Pour permettre aux élèves d'acquérir des connaissances dans votre discipline il faut... ».

Ce qui frappe le plus dans les réponses des enseignants de SPC est l'importance accordée au lien avec la vie quotidienne (*montrer l'utilité des connaissances dans la vie quotidienne*), dont le degré d'accord global place cette proposition en deuxième position, comme en technologie, alors qu'elle n'arrive qu'en cinquième position en SVT. Ce lien avec la vie quotidienne semble être une spécificité très forte de la représentation que les enseignants de SPC ont de l'enseignement de leur discipline.

Même si la plus grande part des répondants de SPC s'accorde à reconnaître la nécessité *d'organiser des interactions et de permettre aux élèves de tester des propositions de solutions*, on remarque que le taux de désaccord avec ces deux propositions est spécifique de la discipline⁽⁹⁾ (avec respectivement 14 % et 8 % de désaccord), ce qui suggère qu'une partie des répondants de SPC ne favorise pas les démarches ouvertes permettant d'envisager plusieurs solutions et les discutant. Le désaccord (même s'il est minoritaire) avec *démontrer des résultats* est également spécifique des SPC (28 %). Sur cette question, l'accord semble de façon significative plus grand chez les enseignants de lycée qui, sans donner trop d'importance à cette modalité d'enseignement, la rejettent moins que les enseignants de collège.

4.3. Les démarches d'investigation

La partie suivante de l'enquête s'intéressait aux représentations sur les démarches d'investigation au sens large (l'expression a toujours été employée dans l'enquête avec l'article *une*). Cette étude se décompose en trois volets : les objectifs perçus, les compétences développées et enfin les difficultés de mise en œuvre. Rappelons que les résultats obtenus pour ces questions (et tout particulièrement ceux concernant les difficultés de mise en œuvre) doivent être analysés en ayant à l'esprit que l'échantillon des répondants déclare à plus de 95 % en sciences expérimentales pratiquer des démarches d'investigation (85 % en mathématiques). Cela ne signifie pas que les difficultés de mise en œuvre sont forcément minorées, mais qu'elles sont en partie surmontées. Dans tous les cas, cela indique que les répondants ont une relative expérience de la pratique de démarches d'investigation en classe.

4.3.1. Ce que permettent les démarches d'investigation

Pour recueillir les opinions des enseignants sur les objectifs pédagogiques et didactiques liés à la mise en œuvre d'une démarche d'investigation par les élèves, il leur était demandé de choisir et de classer, parmi une liste de onze objectifs, les objectifs que la conduite d'une démarche d'investigation permet d'atteindre, par ordre d'importance décroissante.

Au moins les trois quarts des répondants ont classé toutes les propositions (de 74 % en technologie à 82 % en SVT) ; la presque totalité des enseignants (plus de 95 %) a classé au moins trois propositions. Nous avons ainsi choisi de limiter l'analyse présentée ci-dessous aux objectifs classés dans les rangs 1 à 3. Pour connaître les objectifs les plus plébiscités, nous donnons ci-après le pourcentage d'enseignant de chacune des disciplines ayant placé chaque objectif à l'un des trois premiers rangs⁽¹⁰⁾ (cf. figure 5).

(9) Ces deux modalités concentrent une faible proportion d'enseignants mais sont statistiquement plus fortement choisies en SPC.

(10) Les résultats ainsi présentés donnent dans une discipline un cumul des proportions de classement dans l'un des trois premiers rangs approchant les 300 % (pour une proposition la proportion donnée est la somme des trois proportions de classement dans les trois premiers rangs).

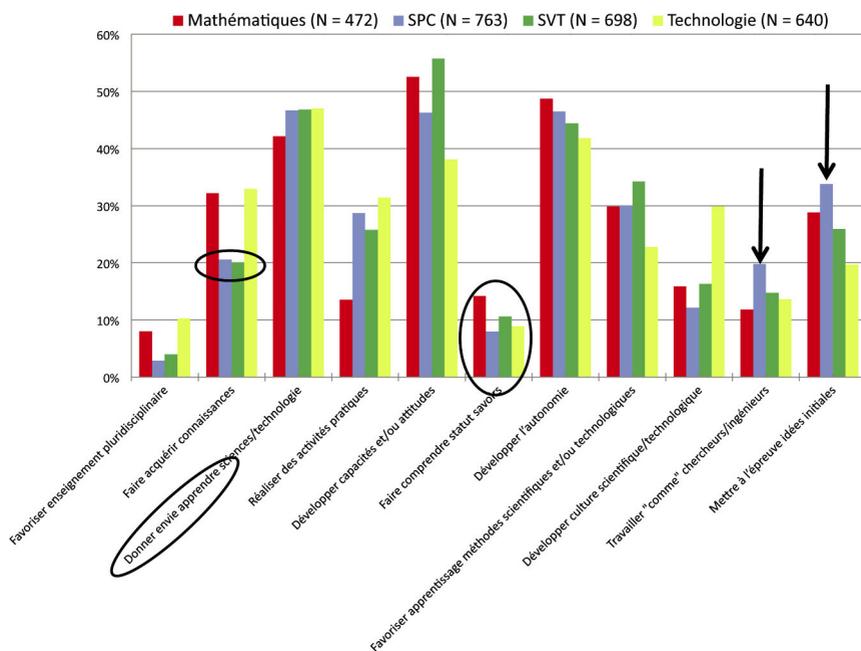


Figure 5 : Pourcentages d'enseignants ayant classé chaque proposition dans les trois premiers rangs pour la question « Selon vous, parmi les objectifs suivants, quels sont ceux que la conduite d'une démarche d'investigation permet d'atteindre ? ». Le pourcentage est calculé sur le nombre d'enseignants ayant choisi au moins un objectif.

Pour plus de la moitié des enseignants, toutes disciplines confondues, la mise en œuvre de démarches d'investigation est reconnue comme un moyen pour motiver les élèves (*donner envie d'apprendre*) et favoriser le développement de compétences et de méthodes, en ne négligeant pas le développement de l'autonomie. À l'inverse, pour la majorité des enseignants, *comprendre la nature des savoirs* et *favoriser un enseignement pluridisciplinaire*, ne sont pas les objectifs prioritaires visés par la mise en œuvre de démarches d'investigation, alors que ce sont des objectifs explicites des instructions officielles sur le sujet. Ce décalage sur ces deux derniers aspects entre les objectifs qui ont présidé à l'introduction de ce type de méthodes et les objectifs que leur attribuent les enseignants doit interroger aussi bien les décideurs que les inspecteurs et les formateurs. Les démarches d'investigation ne semblent effectivement pas vues, pour l'instant, comme un moyen de faire réfléchir sur la nature des savoirs ou de mener un « enseignement pluridisciplinaire », expression peut-être perçue par les répondants comme un enseignement intégré qui tendrait à faire disparaître les spécificités disciplinaires.

Comme leurs collègues de SVT, les répondants de SPC ne font pas de l'*acquisition des connaissances* un objectif prioritaire des démarches d'investigation.

Ils se distinguent par contre en insistant de façon significativement plus forte sur deux objectifs :

- Le mimétisme avec le travail des praticiens de la science (*faire travailler les élèves comme des ingénieurs ou des chercheurs*) : on voit peut-être apparaître là une prégnance très forte en SPC de la référence à la science telle qu'elle se fait, comme si le travail de transposition didactique des démarches n'était pas toujours totalement assumé. Les démarches d'investigation sont vues comme ce qui se pratique, au moins partiellement, dans les laboratoires de physique et chimie où se construisent les savoirs savants.
- L'explicitation et la mise à l'épreuve des idées initiales : on retrouve d'ailleurs plus loin dans l'enquête cette spécificité.

4.3.2. Ce que développent les démarches d'investigation en termes de compétences

Nous avons également cherché à savoir ce que les enseignants mettaient en avant, au sujet des compétences développées par les démarches d'investigation, parmi les items de la compétence 3 du socle commun (les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique). Selon les instructions officielles, le domaine *Pratiquer une démarche scientifique ou technologique, résoudre des problèmes* doit être évalué au travers de quatre capacités, que les enseignants devaient hiérarchiser selon leur degré de développement lors d'une démarche d'investigation. Chacune de ces capacités regroupe un grand nombre d'actions, qui nécessiteraient parfois d'être distinguées pour une analyse plus fine, mais nous avons choisi de les proposer dans l'état de leur formulation institutionnelle.

La figure 6 présente les pourcentages de classement aux deux premiers rangs de ces différents items.

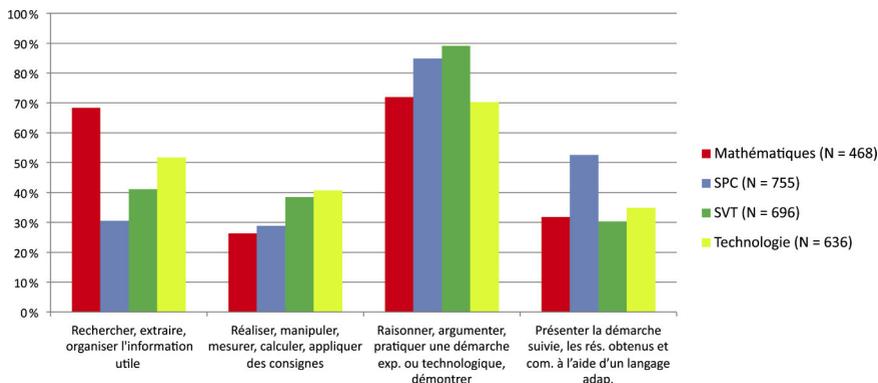


Figure 6 : Pourcentages, par discipline, de chaque proposition ayant été classée aux rangs 1 ou 2 à la question « Classez les propositions suivantes en mettant en position 1 les capacités qui, selon vous, sont plus particulièrement développées lors de la conduite d'une démarche d'investigation ».

La capacité liée à la *pratique de la démarche* est la plus retenue dans les quatre disciplines : cela semble peu étonnant dans la mesure où son intitulé reprend des démarches classiques des disciplines : *démarche expérimentale* pour SPC et SVT, *démarche technologique* pour la technologie, *démontrer* pour les mathématiques.

Les spécificités disciplinaires significatives font apparaître une importance accrue, pour les répondants de mathématiques, à la recherche et l'organisation d'information, alors que cet aspect est relativement délaissé (item le plus souvent placé en dernière position) par les répondants de SPC. Pour autant, ceux-ci ne compensent pas ce relatif rejet pour une capacité plus manipulative ou opérationnelle puisque le pourcentage correspondant (un peu moins de 30 % pour *Réaliser, manipuler, calculer, appliquer des consignes*) est à peine plus élevé qu'en mathématiques et sensiblement inférieure à celui obtenu en SVT et technologie.

Les répondants de SPC se distinguent par l'importance accordée à la capacité de présenter la démarche et les résultats dans le développement des capacités permis par les démarches d'investigation. C'est bien l'explicitation et le compte-rendu des démarches et résultats de l'investigation menée qui semblent spécifiques de leurs réponses. Les résultats de la question précédente montrent que cela ne signifie pas que pour eux les démarches d'investigation visent à faire comprendre le statut des savoirs de la discipline, mais plutôt celui des démarches.

Une question similaire à la précédente testait le degré d'accord quant à huit capacités potentiellement développées par les démarches d'investigation au sein des compétences 6 et 7 du socle commun (compétences sociales et civiques, initiative et autonomie). Les accords sont globalement très importants pour les répondants et la figure 7 (cf. page ci-après) présente le détail des réponses des enseignants de SPC, par degré d'accord global décroissant.

Les quatre premiers items (1. *être autonome dans son travail : savoir l'organiser, le planifier, l'anticiper, rechercher et sélectionner des informations utiles* – 2. *manifester curiosité, créativité, motivation* – 3. *assumer des rôles, prendre des initiatives et des décisions* – 4. *s'intégrer et coopérer dans un projet collectif*) font consensus dans toutes les disciplines.

Les réponses en SPC se distinguent des autres disciplines par leur accord plus faible sur l'engagement dans un projet individuel (35 % contre 58 % en maths et 43 % en SVT), et sur la capacité à s'auto-évaluer (50 % contre 66 % en maths et 74 % en SVT). L'engagement dans un projet individuel ou l'auto-évaluation sont-ils tout simplement moins pratiqués que dans d'autres disciplines ou ne constituent-ils pas effectivement pour les enseignants de SPC des modalités à développer lors de la conduite des démarches d'investigation ? Dans tous les cas, les causes de ces spécificités mériteraient d'être questionnées plus en détail par des études ultérieures.

Par ailleurs, la discipline SPC est la seule à présenter des nuances significatives entre répondants selon leur niveau d'exercice. Les répondants de lycée sont ainsi nette-

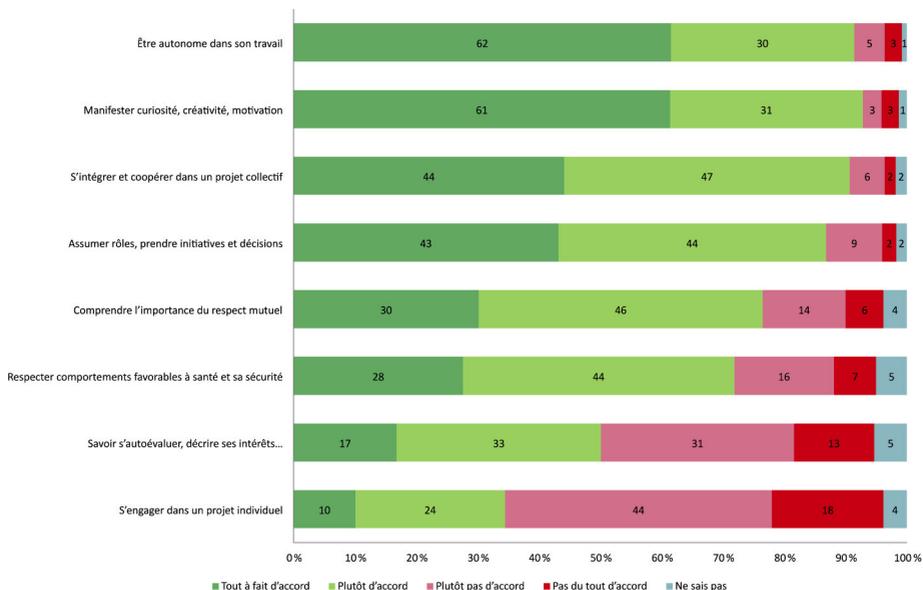


Figure 7 : Réponses des enseignants de SPC à la question « Selon vous, les capacités ou attitudes transversales développées par les élèves lors de la mise en œuvre d'une démarche d'investigation sont... ».

ment plus d'accord que ceux de collège sur le développement permis par les démarches d'investigation de *l'engagement dans un projet individuel* (41 % en lycée contre 29 % en collège), et inversement moins d'accord sur *l'intégration et la coopération dans un projet collectif* (81 % en collège contre 70 % en lycée). Les enseignants de collège estiment par contre davantage que les enseignants de lycée (81 % en collège contre 71 % au lycée) qu'*assumer des rôles, prendre des initiatives et des décisions* et *comprendre l'importance du respect mutuel* est une attitude développée par les démarches d'investigation.

4.3.3. Ce que permettent les démarches d'investigation en termes de modalités d'apprentissage

L'enquête sondait également les enseignants au sujet d'une autre dimension mise en avant par les instructions officielles pour promouvoir les démarches d'investigation : le renouvellement et/ou la diversification des modalités d'apprentissage. La question portait ainsi sur ce que les démarches d'investigation permettent à ce sujet, et non plus, comme pour la question précédente, sur les compétences mentionnées dans le socle commun.

Nous avons estimé le degré d'accord des répondants au sujet de sept modalités d'apprentissage. Les réponses des enseignants de SPC sont fournies ci-contre (cf. figure 8), classées par degré d'accord global décroissant.

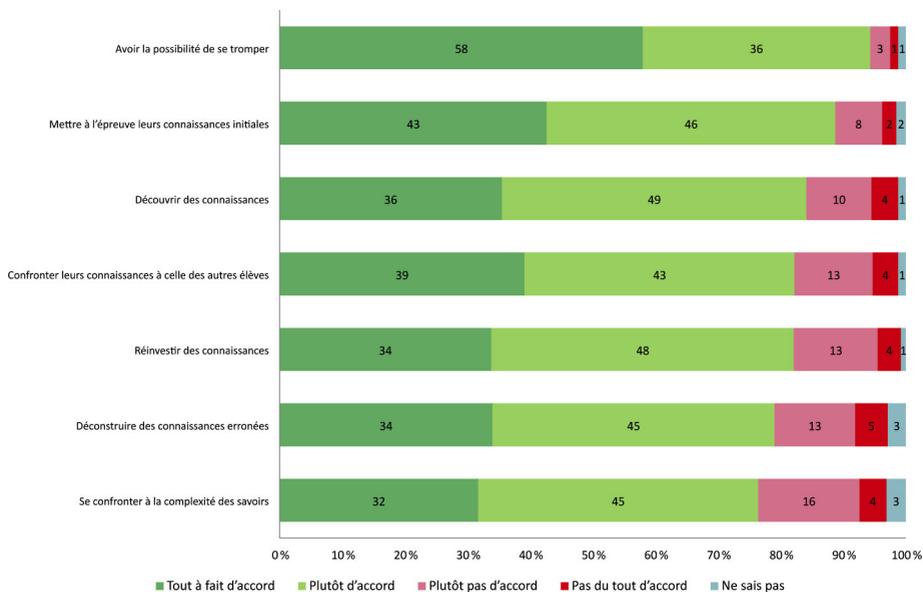


Figure 8 : Réponses des enseignants de SPC à la question
« Selon vous, la mise en œuvre d'une démarche d'investigation permet aux élèves de... ».

Le résultat le plus remarquable est le bon accord global pour toutes les propositions dans les quatre disciplines. Des modalités d'apprentissage marquées par le constructivisme comme le droit à l'erreur, la mise à l'épreuve des connaissances initiales ou la déconstruction de connaissances erronées sont plébiscitées. L'approche sociale de la construction des savoirs n'est pas délaissée non plus (*confronter ses connaissances à celles des autres*). Autrement dit en SPC comme ailleurs, les répondants considèrent que la mise en œuvre de démarches d'investigation, 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. Les démarches d'investigation sont également vues, dans des proportions moins importantes en SPC que dans les autres disciplines, comme un moyen de *découvrir des connaissances*, de *se confronter à la complexité des savoirs* et d'utiliser des connaissances dans de nouveaux contextes (*réinvestir des connaissances*).

Il faut aussi mentionner que les enseignants de SPC approuvent plus nettement que les autres répondants le fait que les démarches d'investigation permettent de *déconstruire des connaissances* et de *mettre à l'épreuve les idées initiales*. Comme si ces étapes de l'apprentissage étaient des éléments incontournables de l'apprentissage de la discipline permis par les démarches d'investigation.

Enfin, comme pour la question précédente, les SPC sont la seule discipline où l'on

observe des différences significatives de réponses selon le niveau d'exercice. Les enseignants de lycée sont ainsi nettement plus d'accord que les enseignants de collège avec l'idée que *les démarches d'investigation permettent aux élèves de se confronter à la complexité des savoirs*. Par contre, les enseignants de collège accèdent davantage que leurs collègues de lycée l'idée que les démarches d'investigation permettent *de déconstruire des connaissances erronées, de mettre à l'épreuve des connaissances initiales et de comprendre l'importance du respect mutuel*.

4.3.4. Les difficultés de mises en œuvre des démarches d'investigation

Bien que la quasi-totalité des répondants affirme pratiquer des démarches d'investigation, la question interrogeant le type de difficultés rencontrées lors de leur mise en œuvre a recueilli un très fort taux de réponses et les propositions faites un fort degré d'accord.

Nous avons choisi, suite aux entretiens menés, onze difficultés possibles, pour lesquelles nous donnons ci-dessous (cf. figure 9) le degré d'accord des enseignants de SPC ayant répondu à l'enquête.

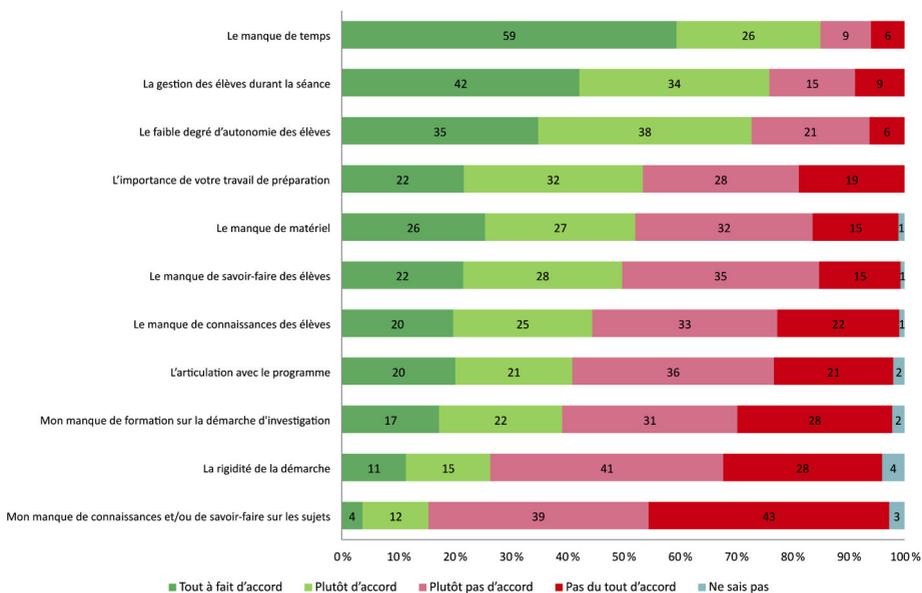


Figure 9 : Réponses des enseignants de SPC à la question « Selon vous, les difficultés à proposer des démarches d'investigation dans l'enseignement sont... ».

Quelle que soit la discipline, les principales sources de difficultés sont le manque de temps, la gestion des élèves et le faible degré d'autonomie des élèves.

On ne constate pas de spécificités disciplinaires majeures dans les réponses même si les répondants de SPC semblent ressentir moins de difficultés que ceux des autres disciplines (degrés de désaccord avec les propositions globalement plus forts).

Dans des proportions similaires à celles des autres disciplines, la rigidité de la démarche n'est pas vue comme une difficulté par 70 % des répondants de SPC. Cela signifie sans doute que les enseignants ont su se détacher de la description en sept étapes de la démarche d'investigation des instructions officielles.

Le manque de connaissances des élèves est cité plus souvent par des enseignants exerçant en lycée. De même, le manque de formation au sujet des démarches d'investigation est davantage ressenti par les enseignants de lycée (50 % d'accord contre 29 % en collège). Ceci dit, le manque de formation est globalement moins retenu qu'en mathématiques et technologie.

BIBLIOGRAPHIE ET NETOGRAPHIE

- [1] OURISSON G. *Désaffection des étudiants pour les études scientifiques*. France : Ministère de l'Éducation nationale, 2002.
- [2] BACH J.-F. *Groupe de relecture des programmes du collège*. Pôle des sciences. France : Ministère de la Jeunesse de l'Éducation Nationale et de la Recherche, 2004.
- [3] ROLLAND J.-M. *L'enseignement des disciplines scientifiques dans le primaire et le secondaire*. In f.e.s. Commission des affaires culturelles (Ed.) : Assemblée nationale, 2006.
- [4] COUIDÉ M. *Les disciplines scolaires et leurs enseignements spécialisés : distinguer pour pouvoir articuler et travailler ensemble*. In A. HASNI et J. LEBEAUME (Eds.), *Interdisciplinarité et enseignement scientifique et technologique* (p. 51-74). Sherbrooke/Lyon : CRP/INRP, 2008.
- [5] ROJAT D. *Démarche d'investigation, ressources, travail collectif*. Paper presented at the Journées DIES, Lyon, 2010.
<http://www.inrp.fr/dies2010>
- [6] COINCE D., TIBERGHEN A. et VINCE J. *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, 2009.
<http://www.inrp.fr/manifestations/formation/experimentation-enseignements-scientifiques>
- [7] MONOD-ANSALDI R., DIGARD I., FLORIMOND A., FONTANIEU V., PÉRES C., ROSSETTO A. M. et MOREL-DEVILLE F. *L'investigation en MI-SVT : un chemin vers l'autonomie des élèves ?* Paper presented at the Journées scientifiques DIES 2010, Lyon, 2010.
<http://www.inrp.fr/dies2010>

- [8] PRIEUR M., SANCHEZ E. et ALDON G. *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* (p. 151-182). Lyon : École normale supérieure, 2011.
- [9] FAVRE D. et JOLY J. (2001). « Évaluation des postures cognitives et épistémiques associées aux modes de traitement dogmatique et non-dogmatique des informations ». *Revue Psychologie et Psychométrie*, 2001, 3-4 (22), p. 115-151.

NDLR : La seconde partie de cet article paraîtra dans *Le Bup* n° 951 de février 2013.



Jacques VINCE

Enseignant-formateur
Lycée Ampère - Lyon (Rhône)
Professeur associé à l'Institut français de l'éducation
UMR ICAR - Équipe COAST



Réjane MONOD-ANSALDI

Chargée d'études et de recherches, PRAG SVT
EducTice - S2HEP
École normale supérieure de Lyon
Institut français de l'éducation
Lyon (Rhône)



Michèle PRIEUR

Chargée d'études et de recherches, PRAG SVT
EducTice - S2HEP
École normale supérieure de Lyon
Institut français de l'éducation
Lyon (Rhône)



Valérie FONTANIEU

Chargée d'études statistiques
Équipe informatique TICE
École normale supérieure de Lyon
Institut français de l'éducation
Lyon (Rhône)