



HAL
open science

Evaluer les démarches d'investigation : expliciter entre les disciplines les concepts structurants de ces démarches

Michèle Prieur, Réjane Monod-Ansaldi, Valérie Fontanieu

► To cite this version:

Michèle Prieur, Réjane Monod-Ansaldi, Valérie Fontanieu. Evaluer les démarches d'investigation : expliciter entre les disciplines les concepts structurants de ces démarches : Symposium Démarche d'investigation, compétences et évaluation : ce que des recherches disent des changements préconisés dans l'enseignement des sciences au collège. Colloque AREF 2013, Aug 2013, Montpellier, France. pp.231/1. halshs-01022768

HAL Id: halshs-01022768

<https://shs.hal.science/halshs-01022768>

Submitted on 11 Jul 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Evaluer les démarches d'investigation : expliciter entre les disciplines les concepts structurant de ces démarches

Michèle Prieur EducTice EducTice, S2HEP, IFE-ENS de Lyon

Réjane Monod-Ansaldi, EducTice, S2HEP, IFE-ENS de Lyon

Valérie Fontanieu, informatique TICE, IFE-ENS de Lyon

Mots clés : démarche d'investigation, compétence méthodologique, évaluation

Résumé :

Les recommandations institutionnelles en France préconisent la mise en œuvre d'une démarche d'investigation dans l'enseignement secondaire pour les mathématiques, sciences physiques et chimiques, sciences de la vie et de la Terre et technologie (MEN, 2008). Les compétences méthodologiques mises en œuvre dans une telle démarche sont prises en compte dans le socle commun de connaissances et de compétences et doivent être évaluées par les enseignants de ces quatre disciplines. La DI préconisée est décrite dans l'introduction commune des programmes de collège de mathématiques, SPC, SVT et technologie. Elle peut être considérée comme une transposition de démarche scientifique hypothético-déductive (Mathé, Meheut & De Hosson, 2008). Initiée par un problème, elle s'appuie sur la formulation et la mise à l'épreuve d'*hypothèses* ou de *conjectures*. Les *expériences* jouent un rôle important dans une telle démarche, aussi bien pour l'émergence que pour la mise à l'épreuve des *hypothèses* et des *conjectures*. Aussi, nous envisageons les *hypothèses*, *conjectures* et *expériences* comme des *concepts épistémologiques* structurant d'une DI. Ceci nous conduit à interroger quelles sont les évaluations possibles des compétences méthodologiques qui se réfèrent à ces *concepts épistémologiques* au sein des disciplines et entre les disciplines. Pour cela, nous caractérisons les compétences méthodologiques (Drouin, 1988) associées aux *hypothèses*, *conjectures* et *expériences* attendues dans les grilles de références du livret personnel de compétences (MEN, 2011) permettant l'évaluation du socle, et nous explorons les représentations professionnelles (Bataille, Blin, Jacquet-Mias & Piaser, 1997) associées à ces *concepts épistémologiques* chez des enseignants des différentes disciplines concernées à partir d'une enquête et de focus groups. Si le socle s'attache à évaluer aussi bien des habiletés procédurales ou techniques que des compétences nécessitant une réflexion épistémologique, nos résultats révèlent également des représentations en tension entre ces deux pôles, les enseignants de mathématiques et de technologie étant plus nombreux à envisager les compétences méthodologiques comme des habiletés que les enseignants de sciences expérimentales. Par ailleurs, notre étude révèle également le poids des disciplines dans les représentations des enseignants et montre qu'une proportion non négligeable d'enseignants a peu conscience de ces écarts entre les disciplines. Les grilles de références du livret personnel de compétences ne fournissent pas les explicitations nécessaires pour une meilleure compréhension entre les disciplines. Une évaluation collégiale du socle est ainsi rendue difficile.

En France, une démarche d'investigation (DI) est préconisée pour l'enseignement des mathématiques, sciences physiques et chimiques (SPC), sciences de la vie et de la Terre (SVT) et technologie (MEN, 2008). Les compétences mises en œuvre dans cette démarche sont prises en compte dans l'évaluation du socle commun¹ pour le niveau collège (palier 3). Il s'agit pour les enseignants des quatre disciplines, d'évaluer de façon collégiale, « en situation de classe, à travers la pratique d'une démarche d'investigation », un domaine de la grande compétence « Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique » intitulé « Pratiquer une démarche scientifique, résoudre des problèmes » (MEN, 2011, p. 11). Les enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie ont ainsi pour mission d'évaluer des compétences méthodologiques qui se réfèrent aux *hypothèses*, *conjectures* et aux *expériences*. Le livret personnel de compétences et les grilles de références pour l'évaluation du palier 3 du socle constituent des outils pour l'évaluation de ces compétences méthodologiques. Cette communication vise à caractériser d'une part les compétences méthodologiques évaluées par ces outils et d'autre part les représentations professionnelles associées aux *hypothèses*, *conjectures* et *expériences* chez les enseignants des quatre disciplines de façon à éclairer les évaluations possibles au sein des disciplines et entre disciplines.

1. *Hypothèse, conjecture et expérience* dans la démarche d'investigation

¹ Socle commun de connaissances et de compétences. Décret n° 2006-830 du 11 juillet 2006. SCEREN

1.1 La DI prescrite : une démarche hypothético-déductive

La DI est décrite pour l'enseignement secondaire dans l'introduction commune des programmes de collège de mathématiques, SPC, SVT et technologie (MEN, 2008, p.4). Elle est présentée comme une démarche pédagogique qui « privilégie la construction du savoir par l'élève » mais également comme une démarche scientifique qui permet de « dégager et d'explicitier les méthodes » liées à sa mise en œuvre (ibidem). Ainsi la conduite de DI conduit à l'« évaluation des connaissances et des compétences méthodologiques » (ibidem). Depuis les années 1980 une réflexion didactique est engagée pour éclaircir les enjeux d'apprentissage liés à la conduite de démarches scientifiques en classe et aux compétences méthodologiques qu'elles peuvent développer. Drouin (1988), montre la complexité du vocable *compétence méthodologique*. Celui-ci est susceptible de désigner un savoir-faire d'ordre procédural relevant ou non d'une habileté technique mais également une compétence reposant sur une réflexion épistémologique ancrée dans une discipline. Dans ce deuxième cas, les *hypothèses*, *conjectures* et *expériences* organisent et structurent les démarches scientifiques, nous les considérons alors comme des *concepts épistémologiques*. Drouin souligne l'importance de dépasser la maîtrise de savoir-faire pour développer des compétences méthodologiques qui s'inscrivent au cœur des démarches scientifiques. Une telle approche suppose une réflexion préalable et un point de vue critique sur le choix et la mise en œuvre de ces compétences.

Initiée par un problème, la DI prescrite dans l'introduction commune des programmes, s'appuie sur la formulation et la mise à l'épreuve d'*hypothèses explicatives* en SPC, SVT et technologie et de *conjectures* en mathématiques. Cette description conduit à penser la DI comme une transposition de démarche scientifique hypothético-déductive (Mathé, Meheut & De Hosson, 2008). Nous envisageons les *hypothèses*, *conjectures* et *expériences* constituent des *concepts épistémologiques* de ces démarches qu'il convient de caractériser, afin d'identifier les compétences méthodologiques qui peuvent être évaluées par les enseignants des quatre disciplines.

1.2 Hypothèses et conjectures dans la DI

Dans le cadre d'une démarche scientifique hypothético-déductive, une *hypothèse explicative* en SPC, SVT, technologie, ou une *conjecture* en mathématiques, est une solution provisoire répondant à un problème et devant être mise à l'épreuve. Son élaboration s'appuie sur un ensemble d'éléments théoriques et empiriques. Elle mobilise une pensée divergente privilégiant un esprit créatif et une pensée convergente mobilisant un esprit rationnel et critique, afin de contrôler la cohérence entre le problème, les propositions et les éléments à disposition (Darley, 1996). Dans une approche bachelardienne, Orange (2005) inscrit le travail d'élaboration d'*hypothèses explicatives* en sciences, et Hersant (2010) celui de *conjectures* en mathématiques, dans le cadre de la problématisation qui vise le passage d'un problème perçu, à un problème construit en allant des idées aux raisons. Ces auteurs insistent sur l'exploration des nécessités du problème pour envisager les *hypothèses* et les *conjectures* dans le champ des possibles et ainsi construire des savoirs apodictiques.

S'il existe des points communs entre les *hypothèses* scientifiques et les *conjectures* mathématiques, on trouve encore des différences épistémologiques fondamentales dans les procédures permettant de les mettre à l'épreuve et dans le statut des résultats obtenus. Une *hypothèse* est testée par l'expérimentation, mais encore par l'observation instrumentée, la modélisation, la recherche de traces et d'indices. Elle détermine de façon directe le choix des procédures qui permettront de l'éprouver. Les résultats du test seront confrontés à l'*hypothèse* afin de pouvoir la réfuter ou la corroborer. Une *conjecture* est démontrée par un raisonnement déductif ayant pour objectif de déterminer sa véracité dans le cadre d'une théorie donnée. La conjecture est la conclusion d'une démonstration formelle lorsque celle-ci est validée. Il existe également des différences dans les relations qu'entretiennent les *hypothèses* et les *conjectures* avec les *expériences*, celles-ci seront précisées dans le paragraphe suivant 1.3.

Que ce soit dans l'enseignement des sciences, de la technologie ou des mathématiques, le terme *hypothèse* possède parfois une acception plus large, il désigne alors des solutions ou des idées explicatives liées à un contexte particulier (Charnay, 1992), mais encore des prévisions ou spéculations sans fondements scientifiques (Mathé & al, 2008). Ces *hypothèses locales* peuvent servir d'appui à l'élaboration d'une *hypothèse explicative* ou d'une *conjecture générale*.

Pour finir, il est important de souligner que si les *hypothèses* en sciences et en technologie possèdent une grande proximité avec les *conjectures* mathématiques, le terme *hypothèse* en mathématiques possède un tout autre sens, il désigne des données non discutées, qui servent d'appui à la résolution d'un problème.

1.3 Expériences dans la DI

Comme le souligne Coquidé (2003), le mot *expérience* est polysémique en français. Il réfère à la fois à l'expérience vécue (*avoir de l'expérience*), et à l'expérimentation qu'on réalise (*faire une expérience*). C'est ce deuxième sens qui est mobilisé dans la DI, avec certaines spécificités disciplinaires.

En mathématiques, l'*expérience* est principalement envisagée comme une activité exploratoire de cas particuliers permettant de dégager une conjecture (Perrin, 2007). En sciences expérimentales, l'*expérience* s'inscrit

principalement dans un cadre rationaliste, en référence à Popper et Bachelard. Les *expériences* sont des procédures qui visent à tester des *hypothèses* explicatives (Cariou, 2002). Le plus souvent instrumentées, elles requièrent la maîtrise d'un certain nombre d'habiletés techniques. De même, Coué & al (2001) en technologie soulignent le rôle de la vérification empirique d'*hypothèses* dans la résolution de problème technique. Ainsi, en SPC, SVT et technologie, la conception et la mise en œuvre de protocoles expérimentaux pour tester une *hypothèse* sont des étapes importantes d'une DI.

Cependant, la démarcation nette entre l'*expérience* envisagée comme une procédure de mise à l'épreuve des *hypothèses* en sciences et technologie, et comme une familiarisation pratique participant à la construction d'un référent empirique pour l'élaboration de conjectures en mathématiques est discutée par Hersant & Orange-Ravachol (2012). Elles identifient également un rôle possible de l'*expérience* dans la démonstration mathématique. Pour les sciences expérimentales, Coquidé (2003) montre l'importance de la familiarisation empirique, sans référence a priori à une théorie donnée, qu'elle qualifie d'*expérimentation*. Coué & al (2001) rapportent le rôle des *expériences pour voir* dans l'élaboration d'*hypothèses* en technologie.

De plus, une *expérience* est toujours construite dans un objectif particulier (Legay, 1997) et produit des résultats dans un domaine de validité contraint par les modèles qu'elle mobilise (Bunge, 1975). Cette dimension épistémologique du questionnement sur la validité intrinsèque de l'*expérience* n'est mobilisée qu'une fois, dans le texte de présentation de la DI de l'introduction commune des programmes de collège qui recommande l'« analyse critique des expériences faites » (MEN, 2008, p4).

2. Problématique et méthodologie

2.1 Problématique

L'évaluation collégiale de la grande compétence « Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique » demande aux enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie d'évaluer des compétences méthodologiques qui se réfèrent aux *hypothèses*, *conjectures* et *expériences*. Comme nous l'avons vu, ces mots peuvent prendre des significations différentes d'une discipline à l'autre ou à l'intérieur même d'une discipline. Ceci nous conduit à interroger quelles sont les évaluations possibles de ces compétences au sein des disciplines et entre les disciplines. De façon à éclairer cette question, nous proposons de caractériser les compétences méthodologiques attendues pour l'évaluation du socle et d'explorer les représentations professionnelles (Bataille, Blin, Jacquet-Mias & Piasser, 1997) associées à *hypothèse*, *conjecture* et *expérience* chez des enseignants des différentes disciplines concernées. Ces représentations sont soumises à une diversité d'influences telles que la formation initiale, les associations professionnelles, les instructions officielles. Elles constituent une forme de connaissance particulière, orientant et régulant l'action (Moscovici, 1961). Les représentations professionnelles des concepts épistémologiques liées aux DI sont ainsi susceptibles d'orienter le travail d'évaluation des compétences méthodologiques.

2.2 Méthodologie

2.2.1 Etude des compétences méthodologiques du socle

Dans le livret personnel de compétences (MEN, 2012), le domaine de compétences « Pratiquer une démarche scientifique, résoudre des problèmes » est évalué au travers de quatre items : « Rechercher, extraire et organiser l'information utile », « Réaliser, manipuler, mesurer, calculer, appliquer des consignes », « Raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale ou technologique », « Présenter la démarche suivie, les résultats obtenus. Communiquer à l'aide d'un langage adapté ». Les grilles de référence pour l'évaluation et la validation du socle en fin de collège (MEN, 2011) explicitent ces items en leur associant des compétences méthodologiques. Nous identifions les compétences qui se réfèrent aux *hypothèses*, aux *conjectures* ou aux *expériences* dans chacun des items puis nous les caractérisons pour déterminer si elles relèvent plus d'un savoir-faire d'ordre procédural ou d'une compétence s'appuyant sur une réflexion épistémologique.

2.2.2 Etude des représentations professionnelles des enseignants

Suite à l'introduction des DI dans l'enseignement secondaire, nous avons conduit une enquête nationale pour explorer les représentations professionnelles (Bataille et al., 1997) sur les DI chez les enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie (Monod-Ansaldi & Prieur, 2011). L'investigation a été menée par l'intermédiaire d'un questionnaire en ligne² permettant une diffusion en grand nombre et préservant l'anonymat des répondants. Nous exploitons dans ce texte les réponses aux questions permettant de caractériser les représentations des enseignants des différentes disciplines liées aux *hypothèses*, *conjectures* et *expériences* (en annexe).

Les professeurs ont été sollicités entre janvier et mars 2011, via différents réseaux professionnels et associatifs. L'échantillon de répondants comprend 478 enseignants de mathématiques, 771 de SPC, 702 de SVT et 655 de

² Lien vers le formulaire de l'enquête en ligne : <http://www.inrp.fr/enquetes/index.php?sid=87982>.

technologie. La comparaison avec la population de référence³ montre une relative conformité des caractéristiques de l'échantillon à l'intérieur de chacune des disciplines.

Des tris croisant la discipline et les différentes questions sont effectués afin de faire émerger des convergences et des spécificités disciplinaires. Les forts pourcentages de choix d'une modalité par une discipline ont été considérés comme témoins de consensus à l'intérieur d'une discipline. Les liens entre disciplines et réponses étudiées ont été évalués à l'aide du test statistique du khi2 d'indépendance.⁴

Cette étude quantitative a été complétée par une étude qualitative réalisée avec deux groupes d'enseignants de collège au cours de l'année 2012, l'un comprenant un enseignant de mathématiques, technologie, SPC et deux enseignants de SVT, l'autre constitué d'un enseignant de SVT et deux enseignants de mathématiques et de SPC. Dans un premier temps, au cours d'un remue-méninge, les enseignants ont proposé dix mots ou expressions qu'ils reliaient aux termes *hypothèse* et *conjecture*. Dans un deuxième temps, ils se sont exprimés librement au cours d'un focus groups (Markova, 2003) à partir de la liste des mots ou expressions anonymés et compilés dans un document partagé.

3. Caractérisation des compétences méthodologiques du socle

3.1 Des compétences inscrites dans une démarche scientifique

Les compétences méthodologiques repérées dans l'item « Raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale ou technologique » articulent directement les *hypothèses*, les *conjectures*, et les *expériences*. Il s'agit par exemple d'émettre une *hypothèse*, une *conjecture* en faisant des essais, en proposant une méthode, un calcul, un algorithme, une procédure. Il s'agit encore de proposer un protocole, d'exploiter les résultats, de les confronter au résultat attendu, de valider ou invalider la *conjecture*, l'*hypothèse*. De telles compétences méthodologiques sont au service de l'émergence d'une *hypothèse* ou d'une *conjecture* et de leur mise à l'épreuve. Le concept d'*hypothèse* peut également être vu comme sous-jacent dans l'item « Rechercher, extraire et organiser l'information utile » quand il s'agit de « distinguer ce qui est établi de ce qui est à prouver ou à réfuter ». L'élève est ainsi amené à se repérer dans les phases, le déroulement ou la logique d'une démarche scientifique. L'ensemble de ces compétences méthodologiques participent à donner du sens à la démarche d'investigation et aux savoirs construits en inscrivant les *hypothèses*, les *conjectures* et les *expériences* au sein d'une démarche scientifique.

3.2 Des compétences visant la maîtrise de procédures

D'autres compétences méthodologiques, reliées à l'*expérience* dans l'item « Réaliser, manipuler, mesurer, calculer, appliquer des consignes », peuvent être évaluées dans un contexte indépendant d'une DI. A travers les compétences, « suivre un protocole, un programme », « mesurer », « utiliser un instrument », l'*expérience* prend un sens de manipulation et d'action. Elle mobilise des habiletés techniques ou des procédures qui peuvent être envisagées indépendamment d'une démarche et de la réflexion épistémologique qui l'accompagne. Dans l'item « Rechercher, extraire et organiser l'information utile », on trouve la compétence méthodologique « Décrire le comportement d'une grandeur ». Celle-ci est présentée comme l'exploitation de résultats d'*expériences* abordée sans qu'aucun lien avec la mise à l'épreuve ou l'émergence d'une *hypothèse* ne soit mentionné. Dans ces conditions, ces compétences méthodologiques sont travaillées et évaluées pour elles-mêmes.

La dimension épistémologique qui consisterait à se questionner sur le domaine de validité d'une expérience en fonction des modèles théoriques et empiriques qu'elle met en jeu, n'est quasiment pas abordée dans les grilles de références. Seule la proposition « ... estimer la précision d'une mesure » pourrait s'y rapporter, mais elle semble plutôt être envisagée sous l'angle de la maîtrise de l'instrument que sous l'angle des conséquences de cette estimation sur la validité des résultats obtenus.

Les propositions d'évaluation de la grille du socle mobilisant les *hypothèses* ou *conjectures* réfèrent donc de façon explicite à des compétences de nature épistémologiques sur le sens des DI. Celles qui mobilisent l'*expérience* sont plus variées. Elles ont une dimension épistémologique quand elles réfèrent aux fonctions de l'expérience dans une DI, et en particulier à ses liens avec l'*hypothèse* ou la *conjecture*, elles peuvent aussi correspondre à des savoir-faire *internes à l'expérience* visant alors le développement d'habiletés techniques ou la maîtrise de procédures.

4. Les représentations professionnelles associées à *hypothèse*, *conjecture* et *expérience*

³ Données sur la population de référence, pour l'année 2009-2010, fournies par la Direction de l'Évaluation, de la Prospective et du Pilotage (DEPP) du Ministère de l'Éducation Nationale.

⁴ Pour plus de précision, consulter la présentation de la méthodologie dans le rapport de l'enquête p 9 à 19 : <http://ife.ens-lyon.fr/ife/ressources-et-services/ocep/dispositifs/DI/rapport-DI>

4.1 Des concepts épistémologiques au service des démarches scientifiques

4.1.1 Hypothèses et conjectures

Une très forte majorité de répondants de SVT (84%) et de SPC (75%) choisit parmi les quatre définitions d'une *hypothèse* « Une proposition provisoire destinée à être éprouvée » contre 50% en technologie et 39% en mathématiques. Cette modalité de réponse est significativement liée aux sciences expérimentales. Ce résultat peut être mis en relation avec le pourcentage d'enseignant en accord avec l'affirmation « La formulation d'une hypothèse explicative ou d'une conjecture implique des conséquences ou implications vérifiables » : 85% en SVT contre 71% en SPC, 69% en mathématiques et 63% en technologie (réponse significativement liée aux SVT). Ces résultats montrent que le statut de solution provisoire d'une *hypothèse* et la nécessité de l'éprouver sont présents dans les représentations des enseignants de toutes les disciplines, mais plus ancrés en sciences expérimentales et plus spécifiquement encore en SVT. On retrouve ce résultat dans le dialogue entre deux enseignants de SVT qui cherchent à définir une *hypothèse* à partir d'un exemple choisi :

SVT1 : « c'est une réponse à une question qui n'est pas forcément juste. (...) On va noter leurs hypothèses (...) »

SVT2 : « et puis on va la tester » (...)

SVT1 : « ça, c'est vraiment des hypothèses, c'est-à-dire que, après il faut qu'on teste »

SVT2 : « car on ne sait pas »

En mathématiques, 39% des répondants choisissent pour définition d'hypothèse « Une supposition non démontrée sur laquelle on s'appuie pour résoudre un problème ». Les répondants des autres disciplines choisissent moins cette définition : 24% en technologie, 13% en SPC et 6% en SVT. Cette réponse est significativement liée aux mathématiques, et dans une moindre mesure à la technologie. Comme l'expriment deux enseignants de mathématiques au cours d'un focus group : « Les hypothèses, c'est les données, ce qui est donné soit dans l'énoncé, soit ce qu'on observe sur une figure », « Nous on part d'une donnée qui n'est pas vérifiée ».

Dans un cas comme dans l'autre l'*hypothèse* participe à la conduite d'une démarche scientifique mais avec une fonction épistémologique différente. Dans le premier cas, il s'agit d'une *hypothèse* que l'on cherche à éprouver, dans le second cas d'une *hypothèse* non interrogée qui est un appui à la résolution d'un problème. Ces deux représentations associées à *hypothèse* sont fortement marquées par les disciplines.

Les échanges au sein des focus groups montrent également que les *hypothèses* que l'on cherche à éprouver sont également désignées par le vocable *solutions techniques* en technologie « les gamins proposent des solutions (...) nous, on utilise *solution*, même *solution technique* ».

Ces résultats montrent diverses représentations associées aux *hypothèses* et aux *conjectures* avec des répartitions différentes selon les disciplines. Pourtant, près d'un cinquième des répondants de mathématiques et de SVT et plus d'un tiers de ceux de SPC et de technologie, pensent que le terme *hypothèse* a le même sens dans les différentes disciplines. Si, comme le montre l'échange ci-dessous, certains enseignants identifient la polysémie du terme *hypothèse*, un pourcentage non négligeable n'en a pas conscience

Mathématiques : « Nous on a changé en maths, moi, j'ai changé, j'utilise plus le mot hypothèse parce que ce n'est pas la même définition de partout et comme ça les gamins ils ne vont pas se perdre. Maintenant je leur dis *on sait que* ou bien *des données* ».

SPC : « Nous c'est pas la même chose... » (dubitative)

SVT : « Nous c'est pas la même chose... » (dubitative)

4.1.2 Expériences

Les deux définitions de l'*expérience* les plus sélectionnées parmi les sept proposées sont « un test conçu pour éprouver une hypothèse » et « une mise en œuvre de stratégies pour résoudre un problème ». La première, significativement liée aux SVT, relie l'expérience et l'hypothèse dans une démarche hypothético-déductive (59 % en SVT, 33 % en SPC, 31% en technologie, 24 % en maths) ; la seconde, significativement liée aux mathématiques, correspond à une DI moins formalisée (30 % en maths, 27% en technologie, 25 % en SVT et 24 % en SPC). Les mathématiques sont également significativement liées aux définitions de l'*expérience* présentant un caractère exploratoire, « exploration par tâtonnement » et « exploration d'exemples », qui retiennent à elles deux presque 1/3 des répondants de cette discipline. Il s'agit d'explorer pour faire émerger des conjectures liée à un problème, comme l'indique cet enseignant de mathématiques : « L'expérimentation, je l'entends comme « j'ai compris ce que je devais faire, maintenant, je fais des essais ». Les définitions qui intègrent l'*expérience* à une démarche scientifique, en amont ou en aval de la formulation d'*hypothèse*, ou de *conjecture*, ou tout au moins en lien avec un problème sont ainsi choisies par une très forte proportion des répondants de SVT (90%) et de mathématiques (84%) et par les 2/3 des répondants de SPC et de technologie. On peut donc dire que l'*expérience* prend principalement son sens au sein d'une démarche scientifique pour les enseignants des quatre disciplines. Ce résultat est conforté par le fait que la majorité de ces répondants est en accord avec « Une expérience implique la possibilité pour l'élève de se confronter aux conséquences de ses

choix », « de pouvoir valider une solution » et « une activité de conception de stratégie ou de protocole » (tableau 2).

La quasi-totalité des enseignants de SVT et près des 2/3 des répondants des autres disciplines adhèrent à la proposition « une expérience implique une hypothèse préalable » (tableau 2). Si l'*expérience* possède plusieurs fonctions épistémologiques possibles, sa fonction de mise à l'épreuve d'une *hypothèse* est prépondérante dans les représentations des enseignants. C'est d'ailleurs ce qu'affirme un enseignant de SPC au cours d'un focus groupe : « *L'expérimentation*, cela fait pas émerger des hypothèses, cela vient après coup ! ...c'est pour valider ou invalider... »

Pour vous une expérience implique...	mathématiques	SPC	SVT	technologie
... la possibilité pour l'élève de se confronter aux conséquences de ses choix	86 (6)	80 (7)	83 (9)	78 (10)
... de pouvoir valider une solution	63 (9)	72 (6)	67 (4)	82 (4)
... une activité de conception de stratégie ou de protocole	61 (17)	72 (7)	81 (5)	56 (19)
... une hypothèse préalable	61 (9)	70 (3)	94 (1)	70 (6)
... un questionnement sur la précision des mesures	58 (10)	71 (5)	63 (7)	55 (10)
... de ne faire varier qu'un seul facteur à la fois	46 (14)	81 (3)	95 (1)	61 (10)
... la conception d'un témoin ou d'une référence pour pouvoir interpréter les résultats	34 (21)	59 (7)	99 (0)	52 (17)
... d'être réalisée plusieurs fois	59 (7)	36 (6)	57 (4)	39 (7)
... la manipulation de matériel	28 (8)	87 (2)	77 (2)	83 (2)

Tableau 1 : Pourcentage de réponse « oui » aux questions pour vous l'expérience implique... dans les quatre disciplines (en gras souligné, les réponses significativement liées à une discipline, entre parenthèse les réponses « ne sais pas »).

Les réponses à l'enquête mettent aussi en évidence des représentations relatives aux dimensions épistémologiques intrinsèques de l'*expérience*, en lien avec le domaine de validité des résultats qu'elle permet d'obtenir (tableau 1). Ainsi, « Une expérience implique un questionnement sur la précision des mesures » est retenue par plus de la moitié des répondants des quatre disciplines, même si 10% des répondants de mathématiques et technologie ne savent pas se prononcer. Par ailleurs, « Une expérience implique de ne faire varier qu'un seul facteur à la fois » est significativement liée aux sciences expérimentales et « concevoir un témoin ou une référence pour pouvoir interpréter les résultats » est très significativement liée aux SVT. Les répondants de mathématiques et de technologie sont les plus nombreux à ne pas savoir se prononcer sur ces deux principes (10 à 21%). La nécessité pour une expérience, « d'être réalisée plusieurs fois » est significativement retenue par plus de la moitié des répondants de mathématiques et de SVT, et rejetée par les répondants de SPC et technologie.

Si dans toutes les disciplines, les représentations de l'*expérience* prennent en compte des éléments relatifs à son domaine de validité, il existe des variations entre disciplines qui peuvent s'expliquer par les caractéristiques de leurs objets d'études et de leurs méthodes. Les mesures occupent par exemple une place importante dans la recherche des relations entre les variables pour l'établissement de lois en SPC, les protocoles comparatifs instaurée en physiologie par Claude Bernard pour l'étude du fonctionnement de système complexe en SVT mobilisent des témoins. La nécessité de renouveler une expérience peut être reliée à la variabilité du vivant en SVT et à une méfiance rationnelle envers la généralisation en mathématiques. Ces dimensions épistémologiques intrinsèques des expériences sont davantage prises en charge en sciences expérimentales où l'*expérience* est plus directement reliée aux procédures de mise à l'épreuve.

Invités à comparer le sens du mot *expérience* dans leur discipline et dans les trois autres, environ les deux tiers des répondants de mathématiques et de sciences expérimentales identifient un sens différent de ce terme entre leurs disciplines. L'*expérience* paraît avoir le même sens qu'en technologie pour 41% des répondants de SPC et seulement 23% des répondants de SVT, alors que plus de la moitié des répondants de technologie (57%) rapproche son sens de celui utilisé en SPC. Les taux de réponses *ne sais pas* à cette question sont souvent très élevés (20% en moyenne, avec des taux allant jusqu'à 49% quand les répondants de SVT se prononcent sur la technologie), ce qui montre que les enseignants n'ont pas de représentation précise de l'*expérience* dans les autres disciplines.

4.2 Des supports d'activités pédagogiques dissociées d'une démarche scientifique

4.2.1 Hypothèses et des conjectures

Certains répondants choisissent comme définition d'une *hypothèse* « n'importe quelle idée au sujet d'un problème donné ». Ce choix est significativement lié aux enseignants de technologie et de mathématiques (15% et 12% contre 7% en SPC et 5% en SVT). On constate par ailleurs que les enseignants de technologie sont les plus nombreux à répondre « ne sais pas » aux autres questions relatives à l'*hypothèse* et que cette modalité de réponse est significativement liée à cette discipline pour l'ensemble de ces questions. Ces réponses traduisent probablement une représentation assez floue du concept d'*hypothèse* chez ces enseignants qui ne possédaient aucune prescription relative à la conduite de DI dans les précédents programmes.

On retrouve chez des enseignants participant aux focus groups des façons de s'exprimer à propos des activités d'élaboration d'*hypothèses* ou de *conjectures* qui peuvent être rapprochées de la définition précédente : « Je leur dis, vous pouvez donner une idée, ce que j'appelle un peu au pif. Ils vont sortir tout et n'importe quoi, mais c'est pas grave » (SPC), « c'est deviner » (mathématiques). Ces propos permettent d'éclairer les représentations associées à ce choix de définition. Pour certains, cette activité est envisagée avant tout comme une activité pédagogique visant à motiver les élèves en libérant leur esprit créatif. Un travail de recherche de cohérence entre les propositions des élèves, le problème et les données initiales n'est pas toujours envisagé. Cette activité permet encore d'obtenir des propositions d'élèves qui sont des supports pour engager une activité de mise à l'épreuve, une *expérience* en sciences, une démonstration en mathématiques. L'activité d'élaboration d'*hypothèses* ou de *conjectures* est alors davantage une activité accessoire pour travailler des habiletés techniques ou des apprentissages de procédures.

D'autres enseignants choisissent pour définir une *hypothèse* « une proposition vérifiable correspondant à une connaissance à acquérir » : 11% et 10% en technologie et en mathématiques (choix significativement lié à ces disciplines) contre 6% et 5% en SPC et SVT. Dans cette perspective, la seule *hypothèse* qui soit retenue et éprouvée par la classe est celle qui correspond à l'énoncé de la connaissance attendue dans le programme. L'intervention d'un enseignant de mathématiques au sein d'un focus group exprime cette idée en explicitant quel est alors son objectif :

« En maths, on a vraiment un objectif autre que celui d'émettre des conjectures, c'est un travail sur la nécessité de démontrer. ... on fait émettre des conjectures certainement, mais à chaque fois, elles sont vérifiées. »

Dans ces différents cas, l'élaboration d'*hypothèses* ou de *conjectures* s'inscrit alors dans une pseudo-démarche scientifique ou une démarche scientifique partielle davantage guidée par des objectifs qui ne permettent pas de donner une place à la dimension heuristique d'une *hypothèse* ou d'une *conjecture*.

4.2.2 Expériences

Certaines définitions de l'*expérience* retenues par les répondants ne sont pas explicitement en lien avec des démarches scientifiques. En particulier, « une activité pendant laquelle les élèves manipulent du matériel », qui peut être interprétée comme une expérimentation, est choisie par 26% des répondants de SPC, 18% des répondants de technologie, et seulement 7% des répondants de mathématiques ou SVT. L'affirmation « une expérience implique une manipulation de matériel » est retenue de façon significative en sciences expérimentales et technologie par plus des deux tiers des répondants contrairement aux mathématiques (tableau 1). On peut penser que c'est l'implication des élèves et leur mise en activité qui importe, comme l'exprime un enseignant de SPC lors d'un focus groupe : « Moi, l'expérimentation, je l'associe à quelque chose qui est fait par les élèves. »

Ces activités expérimentales, qui peuvent être dissociées des démarches, ne permettent pas de développer des connaissances sur les démarches scientifiques. Elles visent plutôt la motivation des élèves, ou/et le développement d'habiletés et de techniques. Ce deuxième objectif est également présent chez les enseignants qui choisissent comme définition d'une expérience « une application rigoureuse d'un protocole précis » (4 à 6% selon les disciplines)

5. Conclusion

Le socle commun vise l'évaluation de compétences méthodologiques relatives aux *hypothèses*, *conjectures* et *expériences* au travers de la pratique d'une DI. Il s'attache à évaluer aussi bien des habiletés procédurales ou techniques que des compétences nécessitant une réflexion épistémologique. Notre enquête révèle des représentations professionnelles qui de façon majoritaire inscrivent les *hypothèses*, *conjectures* et *expériences* au sein d'une démarche scientifique hypothético-déductive en appui sur une certaine réflexion épistémologique. Ces représentations sont plus marquées chez les enseignants de sciences expérimentales et en particulier chez ceux de SVT. On peut penser que les enseignants partageant ces représentations sont susceptibles d'évaluer des compétences méthodologiques du socle qui accordent aux *hypothèses*, *conjectures* et *expériences* un statut de concept épistémologique structurant la conduite d'une DI. On peut cependant s'interroger sur la possibilité d'une évaluation collégiale de ces compétences entre disciplines. En effet notre étude révèle le poids des disciplines

dans les représentations des enseignants sur les *hypothèses*, *conjectures* et *expériences* et sur les compétences qui leur sont associées. Ainsi, une même compétence n'est pas désignée de la même façon dans toutes les disciplines (exemple : élaborer des hypothèses explicatives en sciences expérimentales ou rechercher des solutions techniques explicatives en technologie) et un même mot peut désigner des compétences méthodologiques différentes (exemple : *l'expérience* comme procédure de mise à l'épreuve en sciences, *l'expérience* comme tâtonnement exploratoire en mathématiques), sans parler de la polysémie du terme *hypothèse* entre les sciences et les mathématiques. Les résultats de l'enquête montrent qu'une proportion non négligeable d'enseignants a peu conscience de ces écarts entre les disciplines. Les grilles de références pour l'évaluation et la validation des compétences du socle ne fournissent pas les explicitations nécessaires pour une meilleure compréhension entre les disciplines. Par ailleurs, l'évaluation des compétences liées aux caractéristiques épistémologiques intrinsèques d'une *expérience* n'est pas abordée explicitement dans les grilles de références et risque de ne pas être réalisée. Si elle est réalisée, nos résultats montrent que les représentations qui s'y rapportent varient d'une discipline à l'autre et sont très dépendantes des objets et méthodes d'étude de la discipline. L'ensemble de ces résultats montrent que si une majorité d'enseignants possèdent des représentations permettant l'évaluation des compétences méthodologiques du socle qui se réfèrent aux *hypothèses*, *conjectures* et *expériences*, leur évaluation partagée entre disciplines pourrait s'avérer délicate. Pour finir, il est important de souligner que même s'ils sont une minorité, une proportion d'enseignants non négligeable, plus nombreux en mathématiques et technologie, envisage les compétences méthodologiques étudiées plutôt comme des habiletés techniques ou procédurales. Si ces dernières sont nécessaires et complémentaires des compétences méthodologiques plus épistémologiques, il serait dommageable pour les apprentissages des élèves de n'envisager que l'évaluation de ces dernières.

Bibliographie

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*, 57-90.

Bunge, M. (1975). *Philosophie de la physique*. Paris : Éditions du Seuil.

Cariou, J.-Y. (2002). La formation de l'esprit scientifique. Trois axes théoriques, un outil pratique : DiPHTeRIC. *Bulletin pédagogique trimestriel de l'APBG*, 2, 279-318.

Charnay, R. (1992). Problème ouvert, problème pour chercher. *Grand N*, 51, 77-83.

Coquidé, M. (2003). Face à l'expérimental scolaire. In J.-P. Astolfi (Ed.), *Education et formation : nouvelles questions, nouveaux métiers* (pp. 153-180). Paris : ESF.

Coué, A., Faillard, J., L'haridon, A. & Vérillon, P. (2001). Expérience et genèse dans les activités de réalisation à l'école primaire. In A. Giordan, J.-L. Martinand & D. Raichvarg (Éds.), *Expériences de la nature et de la technique, Actes des XXIIIes Journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et industrielles*, (pp. 121-126). Paris : DIRES

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

Drouin, A.-M. (1988). Compétences méthodologiques. *Aster*, 6, 1-15.

Hersant, M. (2010). Recherche et résolution de problèmes dans l'enseignement des mathématiques : une étude didactique pour identifier les savoirs et les apprentissages possibles. *Colloque international « Les didactiques en questions : état des lieux et perspectives pour la recherche et la formation »*. Cergy)

Hersant, M., & Orange-Ravachol, D. (2012). La démarche d'investigation, les mathématiques et les SVT : des problèmes de démarcation aux raisons d'une union. In J.-L. Dorier & S. Coutat (Eds.), *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21^e siècle- Actes du colloque EMF2012* (pp. 1378-1388). Genève : Université de Genève. (<http://www.emf2012.unige.ch/index.php/actes-emf-2012>)

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

Markova, I. (2003). Les focus groups. In S. Moscovici & F. Buschindi (Eds.), *Les méthodes des sciences humaines*. Paris: PUF.

MEN. (2008). Programmes de l'enseignement du collège. Introduction commune aux programmes de mathématiques, SPC, SVT et technologie *Bulletin officiel du ministère de l'Éducation nationale* (Vol. spécial, n° 6 du 28 août 2008).

MEN. (2011). Grilles de références pour l'évaluation et la validation des compétences du socle. http://cache.media.eduscol.education.fr/file/socle_commun/18/2/socle-Grilles-de-reference-palier3_169182.pdf

MEN. (2012). Livret personnel de compétences, Palier 3 (fin de scolarité obligatoire). http://cache.media.eduscol.education.fr/file/ecole/42/6/2012_Livret_personnel_de_compетенces_simplifie_3_paliers_230426.pdf

Monod-Ansaldi, R., & Prieur, M. (2011). *Démarches d'investigation dans l'enseignement secondaire : représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie*. Lyon : IFÉ – ENS de Lyon. <http://ife.ens-lyon.fr/ife/ressources-et-services/ocep/dispositifs/DI/rapport-enquete-representations-des-enseignants-du-secondaire-de-mathematiques-spc-svt-et-technologie>

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

Orange, C. (2005). Problèmes et problématisation dans l'enseignement scientifique. *Aster*, 40, 1-7.

Perrin, D. (2007). L'expérimentation en mathématiques : quelques exemples. In Actes du colloque XXXIII^e Colloque européen des Professeurs et Formateurs de Mathématiques chargés de la Formation des Maîtres, *Expérimentation et modélisation dans l'enseignement scientifique : quelles mathématiques à l'école ?* Dourdan. 8-10 juin 2006.

Annexe : questions exploitées dans l'article

<p>Quelle proposition définit selon vous le mieux le terme hypothèse ? <i>Choix unique</i></p> <ul style="list-style-type: none">- 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
<p>Selon vous, la formulation d'une hypothèse explicative ou conjecture implique... <i>Les modalités proposées sont oui, non, ne sais pas</i></p> <ul style="list-style-type: none">- des conséquences ou implications vérifiables
<p>Quelle proposition définit selon vous le mieux le terme expérience ? <i>Choix unique</i></p> <ul style="list-style-type: none">- 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
<p>Pour vous, une expérience implique... <i>Les modalités proposées sont oui, non, ne sais pas</i></p> <ul style="list-style-type: none">- la possibilité pour l'élève de se confronter aux conséquences de ses choix- de pouvoir valider une solution- une activité de conception de stratégie ou de protocole- une hypothèse préalable- un questionnement sur la précision des mesures- de ne faire varier qu'un seul facteur à la fois

- la conception d'un témoin ou d'une référence pour pouvoir interpréter les résultats
- d'être réalisée plusieurs fois
- la manipulation de matériel

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

Les modalités proposées sont oui, non, ne sais pas pour les disciplines non enseignées

- mathématiques
- sciences physiques et chimiques
- sciences de la vie et de la Terre
- technologie