



HAL
open science

Démarche d'investigation au collège : quels enjeux ?

Stéphanie Mathé, Martine Méheut, C. de Hosson

► **To cite this version:**

Stéphanie Mathé, Martine Méheut, C. de Hosson. Démarche d'investigation au collège : quels enjeux ?
. Didaskalia (Paris), 2008. hal-01663313

HAL Id: hal-01663313

<https://hal.science/hal-01663313>

Submitted on 15 Dec 2017

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.

Démarche d'investigation au collège : quels enjeux ?

**Investigation approach in middle school:
what are the stakes?**

**Untersuchung als Vorgehensweise am Collège:
was steht auf dem Spiel?**

**Gestion de investigacion en la eso :
Lo que está en juego**

Stéphanie MATHÉ

Université Paris-Diderot-Paris 7

Martine MÉHEUT

IUFM de Créteil, université Paris-Val-de-Marne-Paris 12

Cécile de HOSSON

Laboratoire de didactique des sciences physiques, université Paris-Diderot-Paris 7,
case 7086, 75205 Paris cedex 13

Résumé

Dans cet article, nous cherchons à caractériser quelques enjeux didactiques d'un objet d'enseignement récemment apparu dans les programmes de sciences des collèges français, la démarche d'investigation. Puis, en analysant des fiches présentées sur les sites de différentes académies, et à l'aide d'entretiens auprès d'enseignants, nous étudions la manière dont les enseignants se sont saisis de ce nouvel objet d'enseignement : quels aspects retiennent leur attention ? Comment les mettent-ils en œuvre ? Il s'agit donc d'étudier les premières étapes du processus de transposition didactique accompagnant la mise en place de ce nouvel objet d'enseignement, afin d'en analyser les apports et de cerner d'éventuels besoins en formation.

Mots-clés: démarche d'investigation, pratiques d'enseignement, transposition didactique

Abstract

In this article, we try to characterize some didactical stakes of investigation approach, a teaching object that has just been introduced in the middle school science curriculum in France. Then we analyse cards introduced on the sites of different school districts and interviewed some teachers in order to study how the teachers appropriated this new teaching object: what holds their attention, how they have brought them in class. The goal is to study the first steps of the process of didactical transposition that comes when this new teaching object is set up and then analyse what it brings to the teachers and what training programs they might be needing.

Keywords: investigation approach, teaching practice, didactical transposition

Resumen

En este artículo, intentamos caracterizar algunas apuestas didácticas de un objeto de enseñanza aparecido recientemente en los programas de ciencias de la Enseñanza Secundaria Obligatoria en Francia: la gestión de investigación. A continuación, analizando las fichas presentadas en el sitio web de diferentes distritos universitarios y con ayuda de entrevistas de docentes, estudiamos la manera con la cual los docentes se han apoderado de este nuevo objeto de enseñanza ¿Qué aspectos les llaman la atención? ¿Cómo los ponen en práctica? Se trata pues de estudiar las primeras etapas del proceso de transposición didáctica que acompaña la instalación de un nuevo objeto de enseñanza para analizar sus aportaciones y calibrar las eventuales necesidades de formación.

Palabras clave : *gestión de investigación, práctica docente, transposición didáctica*

Zusammenfassung

In diesem Artikel versuchen wir, einige didaktischen Schwerpunkte eines Lernobjektes zu charakterisieren, das neulich in den Lehrplan der Wissenschaften am Collège in Frankreich eingeführt wurde, nämlich die Untersuchung als Vorgehensweise. Zweitens, durch die Analyse von Arbeitsblättern, die auf Websites der verschiedenen Académien vorgestellt werden, und mit Hilfe von Gesprächen mit Lehrern, beobachten wir, wie die Lehrerschaft zu diesem Lernobjekt gegriffen hat: Welche Aspekte locken ihre Aufmerksamkeit? Wie werden sie in die Tat umgesetzt? Es handelt sich also darum, die ersten Etappen des didaktischen Umsetzungsprozesses zu beobachten, die das Inkrafttreten dieses neuen Lernobjektes begleiten, um den daraus resultierenden Gewinn zu analysieren und einen eventuellen Fortbildungsbedarf einzuschätzen.

Schlüsselwörter: *Ansatz der Untersuchung, Praxis-Unterricht, didaktischen Umsetzungsprozesses*

1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

1.1 Contexte international

La place des activités expérimentales dans l'enseignement des sciences a fait l'objet de nombreuses recherches. Ces travaux ont mis en évidence que les buts affectés aux activités expérimentales dans l'enseignement des sciences étaient multiples : motiver les élèves, développer des habiletés manipulatoires, favoriser l'apprentissage de connaissances, de méthodes, d'attitudes scientifiques (Jenkins, 1999). Les démarches expérimentales apparaissaient trop souvent sous des formes stéréotypées (Leach & Paulsen, 1999). On a pu montrer en particulier (Johsua & Dupin, 1993 ; Windschitl, 2003) que dans l'enseignement secondaire, les expériences étaient principalement utilisées dans une perspective d'illustration des concepts, de vérification d'une loi, ou dans une démarche inductiviste (manipulation, observations et mesures, conclusions) ; l'élève étant placé en situation d'exécuter des manipulations qui lui étaient prescrites, d'effectuer des observations et des mesures, les conclusions devant s'imposer d'elles-mêmes, lorsqu'elles n'étaient pas connues d'avance. Une recherche reposant sur l'analyse de fiches de travaux pratiques concernant plusieurs disciplines (physique, chimie, biologie) dans sept pays européens a permis de mettre en évidence un

fort objectif commun aux différents pays et différentes disciplines : la familiarisation avec les objets et les phénomènes (manipuler des objets, provoquer un événement, observer un événement), un objectif faible étant l'organisation d'une démarche pour traiter une question. Les travaux pratiques de physique sont apparus, plus que ceux de chimie ou de biologie, orientés vers l'apprentissage des lois, des relations entre variables, ceux de chimie donnant une grande importance à l'objectif « apprendre à suivre un protocole expérimental », ceux de biologie laissant davantage de place à l'organisation d'une recherche pour traiter une question (Tiberghien *et al.*, 2001).

Ces recherches ont conduit à des propositions dans deux directions principales :

- donner une image plus riche et diversifiée des démarches scientifiques : formulation, reformulation d'une question, d'un problème, formulation d'hypothèses, planification d'expériences, amélioration d'un protocole, contrôle des facteurs, recueil et traitement des données, interprétation des données, usage de simulations, débats, etc. ;
- donner davantage d'autonomie aux élèves ; leur proposer des tâches plus ouvertes, leur permettant de développer des activités de plus haut niveau cognitif.

Parallèlement, on a vu se dessiner dans les curricula des évolutions quant au rôle des activités expérimentales. Celles-ci s'inscrivent de plus en plus dans des démarches d'investigation ouvertes impliquant l'élaboration de questions scientifiques, la formulation d'hypothèses, l'élaboration de dispositifs et de protocoles expérimentaux, le choix de données à recueillir, le traitement des données, la mise en forme et la communication des résultats. Ces évolutions s'inscrivent dans une perspective sociétale ; il s'agit de permettre à un maximum de personnes de jouer pleinement leur rôle de citoyen. Ceci suppose le développement non seulement de connaissances scientifiques, en lien avec les évolutions techniques, mais aussi d'une image de la science et de ses méthodes. On retrouve ici les perspectives adoptées depuis 1990 dans différents curricula et standards d'enseignement scientifique, qui apparaissent de manière particulièrement explicite dans des projets tels que : Science for All Americans (AAAS, 1989 ; NRC, 1996), Science in the New Zealand Curriculum (Ministry of Education, 1993), English National Science Curriculum (www.curriculumonline.gov.uk), Pan Canadian Science Project (Council of Ministers of Education, 1997), PISA (OCDE, 2001). Notons également les recommandations récemment formulées dans un rapport commandité par la Commission Européenne (Rocard *et al.*, 2007).

1.2 Contexte national

En France, les nouveaux programmes de sciences du collège présentent la démarche d'investigation (MEN, 2007, p. 6) comme le prolongement d'une pratique pédagogique récemment instituée dans l'enseignement des sciences à l'école élémentaire. La démarche d'investigation prônée pour l'enseignement des sciences au collège s'inscrirait donc dans le cadre pédagogique défini par le Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie (Preste) mis en place dans les classes du primaire depuis la rentrée 2003 et dont les orientations viennent d'être réaffirmées dans les programmes de 2007 (MEN, 2007, p. 144).

À une époque où seule une petite minorité de professeurs du primaire intégraient les sciences à leurs pratiques, le Preste est apparu comme une voie de relance d'un enseignement en déclin. Il s'agissait ainsi de rendre l'enseignement des sciences plus « effectif » en lui assignant « une dimension expérimentale », et en développant « la capacité d'argumentation et de raisonnement des élèves, en même temps que l'appropriation progressive de concepts scientifiques » (MEN, 2000, p. 1105). La démarche d'investigation est présentée comme l'élément central d'une nouvelle forme d'enseignement des sciences, sa mise en place devant conduire à « la construction des savoir-faire, des connaissances et des repères culturels prévus par les programmes » (MEN, 2007, p. 144). D'un point de vue opérationnel, les programmes du primaire précisent que l'enseignant se doit de sélectionner « une situation de départ qui focalise la curiosité des élèves, déclenche leurs questions et permet d'exprimer leurs idées préalables » (MEN, 2007, p. 144, c'est nous qui soulignons). Ajoutons qu'il est précisé que la démarche d'investigation peut recourir à des formes de travail diverses telles que l'expérimentation directe, l'observation, la recherche documentaire, etc. Historiquement, le Preste a bénéficié d'expériences de terrain fructueuses qui ont permis de mettre en évidence diverses voies pour installer dès l'école primaire les premières bases d'une culture scientifique. La plus importante d'entre elles demeure sans doute l'opération « La Main à la pâte », créée en France en 1996 à l'initiative du prix Nobel Georges Charpak et inspirée par le projet américain Hands On qui avait pour vocation de donner un nouvel élan à l'enseignement des sciences dans les écoles défavorisées de Chicago (Worth & Delacôte, 1996).

L'orientation générale du texte de 2007 concernant les collèges bénéficie également de l'apport de réflexions pédagogiques extérieures à celles qui fondent l'enseignement des sciences à l'école primaire. Ainsi, dans les programmes du collège, la démarche d'investigation s'articule autour du choix d'une situation - problème par le professeur.

Il s'agit de déterminer les objectifs à atteindre et d'élaborer un scénario d'enseignement, en prenant en compte les savoirs visés, les acquis initiaux des élèves, mais aussi les conceptions, représentations, et difficultés persistantes (MEN, 2007, p. 6). Cette notion de situation - problème est absente des programmes de l'école primaire qui réfèrent, comme nous l'avons souligné plus haut, à l'idée de situation de départ. Elle est en revanche présente dans les programmes de seconde qui en font le cœur de l'exercice de la démarche scientifique (MEN, 1999, p. 23).

Apparues lors de la rénovation des enseignements de médecine au Canada, les « situations - problèmes » visaient à rendre plus concret, plus signifiant, l'enseignement de la médecine en « contextualisant » les apprentissages par rapport à des cas concrets. On trouve dans de nombreuses définitions de la notion de situation - problème l'idée de problème concret, donc complexe, de référence à la vie « réelle », c'est-à-dire de problème non exclusivement scolaire. On croise ici la notion de « pratique de référence » développée par Martinand (1983) : les problèmes traités à l'école doivent faire référence à des problèmes « réels », c'est-à-dire des problèmes ayant une existence hors du contexte scolaire, que ce soit dans la vie quotidienne ou dans différentes pratiques sociales ou professionnelles. Cette notion s'est particularisée chez Meirieu (1989), Astolfi (1993), Fabre (1999) par exemple, qui y ont ajouté l'idée d'un obstacle à franchir, dans une vision bachelardienne de l'apprentissage (la connaissance se construit contre la pensée commune). Elle se singularise encore chez Robardet qui présente la situation - problème comme un compromis acceptable entre la démarche scientifique et les contraintes de la classe, l'objectif étant de promouvoir la construction d'un savoir scientifique par « l'attaque » d'une conception et la mise en place d'une démarche de type hypothético-déductif (Robardet, 2001).

La démarche préconisée par les nouveaux programmes de collèges s'inscrit dans cette perspective. L'une des étapes du canevas : « construction d'une situation - problème par le professeur » invite ainsi les enseignants à « élaborer un scénario d'enseignement » qui s'appuie, notamment, sur « l'analyse d'obstacles cognitifs ». Le choix des rédacteurs des programmes s'est donc porté sur une approche tout à fait singulière de la construction des savoirs scientifiques, approche que nous qualifions plus haut de bachelardienne.

2 PROBLÉMATIQUE

La conception et la mise en œuvre dans les classes de telles démarches supposent, sur le plan pédagogique, un déplacement d'un point de vue transmission-application vers un cadre socioconstructiviste qui

donne davantage de responsabilité aux élèves en termes de développement de démarches et d'élaboration de savoirs. Les fonctions de l'enseignant s'en trouvent sensiblement modifiées (Dumas Carré & Weil Barais, 1998 ; Morge, 2001). Son rôle n'est plus tant de présenter les résultats de la science que de proposer des problèmes aux élèves, problèmes dont le traitement sera l'occasion d'apprentissages de concepts, de savoir faire, de démarches. Ses interventions auprès des élèves n'ont plus alors comme principal but d'énoncer des connaissances, de donner des consignes, mais plutôt de créer des situations favorables au développement de démarches et à la construction de savoirs par les élèves.

La formulation d'une situation - problème, telle que définie par les programmes, suppose que l'enseignant « identifie les conceptions ou les représentations des élèves, ainsi que les difficultés persistantes (analyse des obstacles cognitifs en termes d'erreurs) ». Cela suppose donc, sur le plan didactique, que les enseignants connaissent les conceptions des élèves dans différents domaines des sciences physiques et qu'ils soient capables de les exploiter dans le cadre de l'élaboration de séquences qui auraient alors pour but de faire évoluer ces conceptions.

On voit que cela suppose également des clarifications épistémologiques. S'il s'agit de permettre aux élèves de développer des démarches scientifiques, à quelle image des démarches scientifiques réfère-t-on ? Quels types de problèmes leur propose-t-on ? Quelles dimensions des démarches scientifiques privilégie-t-on dans l'élaboration des tâches proposées aux élèves ?

On se trouve face à un nouveau problème de transposition (Chevallard, 1985) ou de reconstruction (Komorek *et al.*, 2003) didactique. On peut alors se poser les questions suivantes :

— En quoi la démarche d'investigation, telle qu'elle est décrite dans les programmes, constitue-t-elle une transposition des démarches scientifiques : quels éléments en sont privilégiés ? Quels décalages introduit-elle ? Il s'agit ici d'analyser le passage du « savoir savant » (les démarches de la science) au « savoir à enseigner » (la démarche d'investigation telle qu'elle est décrite dans les directives officielles).

— Comment les enseignants s'approprient-ils ce nouvel objet d'enseignement ? Quelles adaptations lui apportent-ils ? Différents travaux (Hirn, 1995, Couchouron *et al.*, 1996) ont montré que les habitudes professionnelles peuvent faire écran à la perception d'intentions didactiques nouvelles. Il s'agit donc de dresser un premier tableau de l'appropriation par les enseignants de ces nouvelles directives des programmes. Qu'en perçoivent-ils ? Comment les mettent-ils en œuvre ? Certains aspects retiennent-ils leur attention plus que d'autres ? On étudie alors une autre

étape de la transposition didactique : l'interprétation des programmes par les enseignants et son effet dans leurs pratiques.

3 MÉTHODOLOGIE

Pour apporter des éléments de réponses à ces questions, nous avons utilisé deux approches complémentaires.

Nous avons choisi de nous intéresser à des fiches accessibles sur les sites de ressources pédagogiques des académies, donc représentatives de ce que l'institution reconnaît, au niveau académique, comme une traduction des indications des programmes. Elles sont rédigées par des enseignants à l'intention de leurs collègues et comportent des indications détaillées de mise en œuvre, voire des réactions d'élèves. L'intérêt de l'utilisation de tels documents comme révélateurs des pratiques est souligné en particulier par Elmore (1996), Tiberghien *et al.* (2001), Högström & Ottander (2004) pour qui elles permettent d'accéder à la façon dont les enseignants comprennent la nature de la science, et la traduisent dans leurs pratiques, particulièrement le rôle de l'expérience, et la place des étudiants dans l'apprentissage.

Des entretiens individuels d'enseignants viennent illustrer certaines des conclusions issues de l'analyse des fiches et apporter des compléments d'information (considérations liées à la gestion de la classe, aux contraintes matérielles, etc.).

3.1 Données recueillies

Le corpus de fiches

Nous avons constitué un corpus de 26 fiches (voir tableau 1 et annexe 1) autour de six objectifs (connaissances ou capacités) des programmes de 5^e et 4^e. Pour chaque objectif, nous avons cherché des fiches provenant de plusieurs académies différentes, ce qui nous permet de dégager des similitudes et des variations dans l'appropriation de la démarche

Connaissances ou capacités telles qu'énoncées dans les programmes	Niveaux	Titre de la fiche	Code de la fiche
L'eau dans notre environnement Réaliser le test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre ; décrire ce test. Réinvestir le test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre pour distinguer des milieux qui contiennent de l'eau de ceux qui n'en contiennent pas.	5 ^e	Test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre	F1.1
		Le sulfate de cuivre	F1.2
		Un scoop pour toi !	F1.3
		Liquides	F1.4
		Test de reconnaissance de l'eau	F1.5
Sources de lumière Pour voir un objet, il faut que l'œil en reçoive de la lumière.	5 ^e	Visualiser le trajet de la lumière	F2.1
		Peut-on voir la lumière ?	F2.2
		Démarche de modélisation en optique élémentaire	F2.3
		Énergie lumineuse	F2.4
		Le trajet de la lumière	F2.5
Propagation rectiligne de la lumière Ombre propre, ombre portée et cône d'ombre.	5 ^e	La lumière	F3.1
		Le côté obscur de la scène	F3.2
		Introduction aux notions d'ombre propre, ombre portée, cône d'ombre	F3.3
		Démarche d'investigation sur les ombres	F3.4
		Des ombres pour mesurer	F3.5
Les combustions Une combustion nécessite la présence de réactifs (combustible et comburant) qui sont consommés au cours de la combustion ; de nouveaux produits se forment.	4 ^e	La combustion au collège	F4.1
		Le barbecue	F4.2
		Combustion du carbone en classe de 4e	F4.3
La loi d'Ohm Un dipôle ohmique satisfait à la loi d'Ohm ; il est caractérisé par une grandeur appelée résistance électrique.	4 ^e	Intensité, tension, résistance	F5.1
		Relation entre l'intensité traversant un dipôle ohmique et la tension à ses bornes	F5.2
		Démarche d'investigation. La loi d'ohm	F5.3

Connaissances ou capacités telles qu'énoncées dans les programmes	Niveaux	Titre de la fiche	Code de la fiche
Les changements d'état de l'eau, approche phénoménologique Lors des changements d'état, la masse se conserve et le volume varie.	5 ^e	Comment expliquer la montée des eaux des océans en cas de réchauffement de la planète ?	F6.1
		La bouteille au congélateur	F6.2
		Variation du volume lors d'un changement d'état : la bouteille	F6.3
		Éviter les pots cassés	F6.4
		Que se passe-t-il lorsque l'eau liquide devient de la glace ?	F6.5

Tableau 1 • Corpus des fiches analysées

Les entretiens

Les entretiens ont concerné cinq enseignants de collège (P1 à P5) ayant déjà mis en place, dans leur classe, une ou plusieurs démarches d'investigation.

Le protocole (voir annexe 2) comporte trois étapes.

Dans une première étape, il était demandé aux enseignants de définir les aspects qui caractérisent, selon eux, une démarche d'investigation, puis d'explicitier les éléments qui leur semblaient intéressants et positifs, ainsi que les difficultés et les problèmes qu'ils y voyaient.

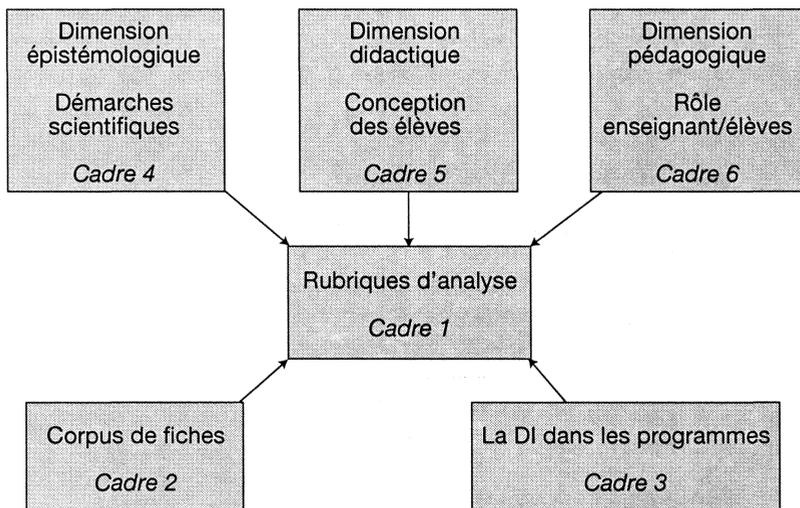
La deuxième étape concerne plus directement leur pratique de la démarche d'investigation. Il leur était en particulier demandé de décrire la préparation et le déroulement d'une de leurs séquences comportant une démarche d'investigation, en insistant sur les éléments qu'ils jugeaient importants dans cette activité, sur les difficultés rencontrées, ainsi que les points positifs qu'ils auraient relevés.

Enfin, dans un dernier temps, il leur était demandé de commenter deux fiches, du type de celles que nous avons présentées plus haut. D'abord en recueillant leurs commentaires spontanés sur ces deux fiches, puis en pointant deux étapes particulières : la situation de départ d'une part, la formulation d'hypothèses et l'élaboration de protocoles d'autre part.

3.2 Élaboration d'une grille d'analyse

Les programmes de 5^e et 4^e proposent un canevas pour la mise en place d'une démarche d'investigation. Sa structure s'organise en sept étapes dont les objectifs sont clairement détaillés (voir annexe 3). Il s'agit, pour les enseignants, d'un cadre de référence institutionnel ; on peut donc attendre que les fiches proposées s'appuient sur ce canevas et en illustrent les différentes étapes.

Nous avons élaboré une grille d'analyse en mettant en œuvre une double approche, telle que décrite par exemple par Strauss & Corbin (1990) : l'une inductive, l'autre à caractère plus théorique. La première s'ancre dans les données elles-mêmes : dans cette étude, elle résulte de la confrontation du corpus de fiches (figure 1, cadre 2) avec la description de la démarche d'investigation telle qu'elle est présentée dans les programmes (figure 1, cadre 3). La seconde approche consiste en une lecture des données à travers des cadres définis a priori par le chercheur. Elle est menée en référence aux questions que nous nous posons. Celles-ci sont d'ordre épistémologique (quelle transposition des démarches scientifiques, figure 1, cadre 4), d'ordre didactique (prise en compte des conceptions, figure 1, cadre 5) et d'ordre pédagogique (rôles attribués à l'enseignant et à l'élève, figure 1, cadre 6).



Risques d'analyse
Construction de la situation de départ <ol style="list-style-type: none">1. Problèmes à résoudre2. Contextualisation3. Conceptions des élèves
Types de démarche <ol style="list-style-type: none">4. Formulation de prévision5. Formulations d'hypothèses6. Proposition d'un protocole7. Réalisation des expériences

Figure 1 • **Élaboration de la grille d'analyse**

4 RÉSULTATS

Pour chaque rubrique et sous-rubrique, nous présentons les résultats de l'analyse des fiches, que nous complétons, lorsque cela s'avère possible, par des éclairages issus des entretiens.

4.1 Construction de la situation de départ

Nous avons fait le choix de nous intéresser plus particulièrement à la situation de départ, amorce du scénario d'enseignement élaboré par l'enseignant. Il s'agit de caractériser les problèmes que les élèves doivent résoudre, les différents types de contextualisation utilisés par les auteurs pour amener le problème, et enfin d'analyser la façon dont les conceptions des élèves ont été prises en compte, au regard des savoirs visés.

Problèmes à résoudre :

Nous utilisons ici le terme de problème dans un sens large, comme il est utilisé en psychologie pour différencier activités d'exécution et activités de « résolution de problèmes » (voir par exemple Richard, 1998, p. 202-204). Nous discuterons les résultats obtenus en référence à la notion de situation - problème telle que proposée par les programmes

d'une part, à différents points de vue d'épistémologues sur les problèmes scientifiques d'autre part.

Ceux-ci sont d'ordres divers :

Parmi les cinq fiches concernant le test d'identification de l'eau par le sulfate de cuivre, deux (F1.1, F1.4) restent très proches du programme : il s'agit de détecter la présence d'eau dans un échantillon. Le problème est curieusement reformulé dans deux fiches ; dans l'une (F1.3), il s'agit d'identifier du sulfate de cuivre parmi plusieurs poudres blanches, dans l'autre (F1.2), le problème est d'expliquer comment deux poudres de couleurs différentes peuvent porter le même nom. Sur ce même item du programme, une fiche (F1.5) propose une problématisation plus éloignée du libellé des programmes : tous les liquides contiennent-ils de l'eau ?

Parmi les cinq fiches concernant le rôle de la lumière dans la vision, deux (F2.3 et F2.4) questionnent les élèves sur les conditions de visibilité d'un objet, une (F2.5) demande d'interpréter la vision en termes de trajet de la lumière, les deux autres (F2.1 et F2.2) demandent d'interpréter la formation de taches lumineuses.

Parmi les cinq fiches concernant la formation d'une ombre, trois relèvent d'une étude des facteurs affectant les caractéristiques d'une ombre (F3.1, F3.2, F3.4), les deux autres relèvent de la mise au point d'un dispositif (F3.3 et F3.5), une telle mise au point nécessitant la mobilisation des notions visées.

Parmi les trois fiches concernant les combustions, l'une relève d'une étude des conditions de production du phénomène (F4.3), la seconde vise l'interprétation d'une combustion comme transformation chimique (F4.2), la troisième enfin concerne uniquement l'explication de la disparition du combustible (F4.1).

Pour les trois fiches concernant le dipôle ohmique, il s'agit d'établir une relation entre intensité et tension.

Pour les cinq fiches concernant les changements d'état, il s'agit d'expliquer un phénomène. Pour quatre d'entre elles, il est demandé aux élèves d'expliquer pourquoi des bouteilles en verre (F6.2, F6.3, F6.5) ou des pots en grès (F6.4) contenant de l'eau ont cassé lorsqu'ils ont subi des températures inférieures à zéro degré Celsius. La fiche F6.1 propose, quant à elle, d'expliquer la montée des océans en cas de réchauffement.

On voit donc apparaître différents types de problèmes : identification d'une substance chimique, mise au point d'un dispositif permettant d'obtenir un effet souhaité, interprétation d'un phénomène, établissement d'une relation entre deux concepts, un même objectif du programme pouvant donner lieu à des problèmes de différentes natures, certains objectifs se prêtant néanmoins davantage à certains types de problèmes.

Signalons qu'au cours des entretiens, aucun des enseignants ne s'est spontanément exprimé sur le type de problème à résoudre. Lorsque nous leur avons demandé de commenter certaines situations de départ, aucune de leurs réflexions n'a concerné le problème posé ; leur attention s'est principalement portée sur le type de contextualisation propre à chaque situation.

Contextualisation :

La demande de contextualisation étant absente des directives des programmes, cette rubrique a émergé de la lecture des fiches.

Parmi les 26 fiches analysées, 8 proposent une situation de départ faisant référence à une situation « de la vie courante » (ex F2.4), 13 une « petite histoire » tout à fait imaginaire (ex F1.1) ; 5 seulement présentent un problème non recontextualisé dans un environnement quotidien ou imaginaire (ex F2.1).

F2.4 : Énergie lumineuse (Nantes)

« Pourquoi 2 personnes de tailles différentes doivent-elles changer la position de leur rétroviseur ? »

F1.1 : Test de reconnaissance de l'eau (Besançon)

« Un jour, des extra-terrestres déposent devant ta porte un panier. À l'intérieur, tu découvres une petite boule de poils, quatre flacons contenant des poudres (chlorure de sodium, sulfate de cuivre anhydre, sulfate de cuivre et chlorure de calcium), et ce message : Guzo est un petit être fragile, prends-en bien soin ! Ne lui donne surtout pas à manger un aliment contenant de l'eau, sinon il pourrait disparaître. »

F2.1 : Visualiser le trajet de la lumière (Versailles)

« Le professeur montre un laser et pose la question : « voici un laser. Je vais éclairer le plafond avec ce laser. Qu'allons-nous observer ? » »

À partir des récits des séquences mises en place par les enseignants, ainsi qu'à travers leurs commentaires sur les deux fiches présentées en fin d'entretien, on retrouve une tendance que nous avons mise en évidence dans l'analyse des fiches, concernant la contextualisation du problème.

Au cours des entretiens, les enseignants ont évoqué différentes séquences qu'ils ont eux-mêmes mises en place dans leurs classes. Parmi ces séquences, deux commencent par une situation expérimentale sans recontextualisation (prévoir ce qui se passe si on éclaire le plafond avec

un laser, réaliser un mélange). Quatre commencent par des situations en référence à la vie courante (élaborer le circuit électrique simplifié d'une voiture, choisir l'orientation d'une maison, arroser un géranium, mélanger du sel et du poivre) ; pour trois autres, la situation de départ est très proche d'un item du programme, qui fait déjà référence à des objets de la vie courante (recueillir et identifier le gaz contenu dans une boisson pétillante, séparer les constituants d'une eau boueuse). Six de ces séquences démarrent par une « petite histoire », une « énigme policière ».

P3 : « Annabelle veut arroser son géranium avec de l'eau pétillante et puis son copain Julien lui dit de ne pas le faire parce que ça va tuer la plante. Pour prouver qui a raison, récupère le gaz et analyse-le. »

P4 : « Et ça je l'avais fait avec des 3^e. Ils avaient une énigme policière, y avait un métal qui était tombé dans une cuve d'acide, le voleur avait laissé une médaille, on savait que c'était soit du cuivre, soit de l'aluminium, soit du fer, etc. Et donc fallait retrouver le coupable parmi quatre suspects. »

Les cinq enseignants ont apprécié dans la fiche « extraterrestres », une situation de départ comportant un caractère imaginaire, ludique. De même, la situation de départ de la deuxième fiche qui leur a été présentée (« prises de courant ») a fait l'unanimité chez les cinq enseignants ; ils ont apprécié qu'elle traite d'une situation de la vie quotidienne : « c'est concret, c'est des choses qu'ils peuvent avoir vues chez eux » (P4).

On voit l'importance accordée à la « vie quotidienne », que ce soit par l'ancrage des problèmes traités (barbecue, surcharges électriques, etc.) ou simplement par les objets matériels utilisés comme supports de questionnement (sel et poivre). On constate par ailleurs que la contextualisation des problèmes procède dans de nombreux cas de « mises en récit », présentées sous forme textuelle, iconographique ou vidéo. Celles-ci s'inscrivent dans le registre de la fiction et présentent souvent un caractère enfantin. Elles mettent en scène des situations ou des personnages imaginaires (extra-terrestres, héros de bandes dessinées, etc.). Certains des enseignants interrogés voient dans cette contextualisation une source de motivation. L'aspect ludique faciliterait l'investissement des élèves dans la démarche, la construction ou l'appropriation de nouvelles connaissances :

P2 : « le truc le plus important je trouve que c'est trouver une situation déclenchante qui les amuse. Donc que ce soit une expérience, un objet, une vidéo, mais un truc qui les accroche, parce qu'à partir du moment où ça les accroche, ils vont s'investir et puis ça fait boule de neige. Le maillon clé, c'est vraiment trouver au départ la situation qui leur plaît. À partir de là, ça marche. [...] Tu pourras leur donner la leçon, le

vocabulaire et tout, ils verront la nécessité parce que ça leur a plu, parce que ça les a amusés. »

Conceptions des élèves :

On trouve des références plus ou moins claires aux conceptions des élèves dans quatre fiches. Trois (F1.5, F2.3, F4.1) présentent ces informations au début de la fiche, au même niveau que les indications sur les objectifs de connaissances, le rappel des pré-requis des élèves, etc. Nous pouvons donc considérer qu'il s'agit d'un résumé du travail préalable qui a permis à l'auteur de construire la séquence qu'il expose par la suite. En particulier, un des auteurs s'appuie explicitement sur les conceptions des élèves, à la fois dans la présentation des contenus visés en introduction de fiche, mais aussi en consacrant une page en annexe aux travaux de didacticiens sur la lumière et la vision.

F2.3

Contenus :

- Rôle de l'œil dans la vision
- Non-visibilité de la lumière de profil

[...]

« ANNEXE 3 : CONCEPTIONS : OPTIQUE

Dans leur livre, éléments de didactique des sciences physiques (PUF, 1997), Guy Robardet et Jean-Claude Guillaud font la synthèse des travaux de Wanda Kaminski : [...]

[Les élèves] ne font intervenir aucun médiateur entre l'œil et l'objet, quel qu'en puisse être le sens ; tous reconnaissent la lumière comme un facteur nécessaire à la vision, mais elle intervient que pour éclairer l'objet ou pour constituer un bain général (le jour) entourant l'objet et l'observateur. »

Pour la quatrième (F1.2), l'auteur attire ponctuellement l'attention sur des difficultés que les élèves peuvent rencontrer au cours d'une étape particulière de la démarche, du fait d'une possible idée fausse.

F1.2

« Points sensibles et interventions à prévoir :

[...]

Le groupe pense que hydraté égale mouillé, et donc que la poudre bleue, étant sèche, ne peut contenir de l'eau. Leur parler du pain frais, donc non sec, qui pourtant ne mouille pas les doigts. »

Six fiches (F1.4, F2.1, F2.2, F2.4, F2.5, F3.1) prennent en compte implicitement les conceptions des élèves, en s'appuyant sur des indications du programme, essentiellement en optique.

F2.5

« Quel est le trajet de la lumière lorsque ton œil voit un objet ? »

Les autres situations (16 fiches sur 26) ne visent évidemment pas la déstabilisation de conceptions.

Dans les entretiens individuels, aucune question n'a directement été posée aux enseignants concernant les conceptions des élèves. Cependant, deux enseignantes se sont spontanément exprimées à ce sujet, notamment pour des activités en électrocinétique :

P2 : « Ils voient que la lampe brille pas et à partir de là, ils émettent des hypothèses. Et alors là, c'est marrant, ils te disent qu'elle mange du courant par exemple, bon le truc classique, quoi. »

P4 : « y en a qui peuvent avoir cette représentation, si y a plein d'appareils à nourrir, entre guillemets, ben au niveau de la prise, ça va s'essouffler, enfin... c'est toujours des mots comme ça qu'ils ont, ça va le fatiguer... »

Synthèse des résultats concernant la construction de la situation de départ

Les types de problèmes proposés aux élèves sont divers, à caractère plutôt « technique » (identification d'une substance chimique, mise au point d'un dispositif permettant d'obtenir un effet souhaité), ou à caractère d'emblée plus « théorique » (interprétation d'un phénomène, établissement d'une relation entre deux concepts). Nous n'avons recueilli aucune réflexion des enseignants interviewés à ce sujet, ni à propos des séquences qu'ils ont eux-mêmes mises en place, ni à propos des fiches qu'il leur était demandé de commenter en fin d'entretien.

Nous avons noté l'importance donnée à la contextualisation des problèmes. Dans une très grande part (21/26), les fiches présentent des situations de départ sortant du cadre scolaire classique. Cela se traduit par des références à la vie quotidienne (8/26), et par l'utilisation de personnages ou de situations imaginaires (13/26).

Enfin, nous nous sommes penchées sur la façon dont les enseignants prenaient en compte les conceptions des élèves. Il ressort que celles-ci interviennent de manière inégale dans la construction des situations de départ. Seules certaines fiches portant sur le thème de la lumière et de la vision les explicitent. Par ailleurs, deux des enseignants interrogés ont montré leurs connaissances des conceptions des élèves en électricité. On peut voir là un effet de l'intégration des travaux de didactique concernant les conceptions des élèves dans les programmes, et dans la formation des enseignants, depuis quelques années.

4.2 Type de démarche

Cette rubrique est à rapprocher des étapes du canevas « Formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles » et « L'investigation ou la résolution du problème par les élèves ». Le scénario proposé comporte dans la plupart des cas une phase de préparation / anticipation de l'activité expérimentale, qui peut inclure une demande de formulation d'hypothèses ou de prévisions. Ensuite, les fiches invitent les élèves à élaborer des protocoles, puis à réaliser les expériences. À travers ces quatre sous-rubriques, il s'agit de caractériser les types de tâches proposées par les auteurs des fiches.

Formulation de prévisions / d'hypothèses :

La présentation de la démarche d'investigation dans les programmes donne une part importante à la formulation et à la validation expérimentale d'hypothèses.

Onze des fiches analysées demandent aux élèves de formuler des hypothèses (F2.1, F3.1, F3.2, F3.4, F 4.1, F4.3, F6.1, F6.2, F6.3, F6.4, F6.5), deux demandent de tester des hypothèses proposées dans la fiche (F5.1, F5.3) ; six demandent plutôt des prévisions (F1.5, F2.1, F2.2, F2.3, F2.4, F3.3).

La lecture des fiches montre que le terme d'hypothèse est utilisé en des sens variés : il peut être utilisé pour désigner une proposition de dispositif, de protocole expérimental, permettant d'obtenir un effet souhaité (F1.2, F1.3, F1.4, F2.3, F2.5). Il peut s'agir également d'une simple prévision, la situation expérimentale ayant été préalablement décrite (F2.1, F2.2, F2.4).

Au cours des entretiens, une seule enseignante a évoqué des séquences dans lesquelles elle a demandé aux élèves de formuler des hypothèses ou des prévisions. Notons une certaine confusion dans ses propos entre hypothèse et prévision :

P4 : « Je leur ai dit : "Je vais éclairer le plafond avec le laser, qu'est-ce qu'on va observer ? " Je leur avais proposé une petite feuille sur laquelle la première ligne c'était hypothèses [...] je m'attendais à "on va voir un point rouge au plafon" d ou bien on "va voir le rayon lase"r ».

Les quatre autres enseignants n'ont mis en place aucune activité demandant aux élèves de formuler des prévisions ou hypothèses.

Deux enseignantes font cependant référence à la phase de formulation d'hypothèses et à son importance dans l'apprentissage des sciences en classe, et plus généralement dans l'activité scientifique. »

P2 : « les enfants, à partir du moment où ils émettent leurs hypothèses, faut qu'ils soient en confiance avec le prof, qu'ils savent qu'ils peuvent dire des choses fausses, et à partir de là, c'est bien, ils s'investissent

P2 : « je leur dis toujours "c'est comme ça que la science avance, donc si vous vous trompez, c'est pas grave" ».

P3: « pour moi, la démarche d'investigation, c'est [...] voir si les hypothèses qu'on a supposées sont bonnes [...] et puis si l'hypothèse est fausse, ben... en faire une autre, éventuellement. [...] C'est [apprendre] aux élèves qu'on peut se tromper et que le fait de se tromper fait progresser les choses. »

Notons que dans les séquences qu'ils ont évoquées, ces enseignants n'ont pas demandé aux élèves de formuler des hypothèses ; ils semblent utiliser ce terme comme équivalent d'une proposition conditionnelle, de « droit à l'erreur », que ce soit dans le domaine théorique ou pratique.

La fiche concernant les prises a posé problème à trois enseignants. En effet, l'auteur prévoit que chaque petit groupe d'élèves formule son hypothèse et puisse la tester avec une expérience dont il aura élaboré le protocole. Trois enseignants y voient des difficultés de gestion de la classe.

Pour l'un d'entre eux, cette phase semble difficile à gérer du point de vue de l'organisation du travail en groupes :

P1 : (il lit la fiche) « dès qu'un groupe a sélectionné une question, les élèves émettent des hypothèses [...] alors il fait pas travailler tout le monde sur le même... ouh la ! C'est encore plus compliqué que ce que je pensais ! [...] Mais moi, je vois ça avec des bonnes classes quand même ou alors il faut faire des groupes avec un bon élève, faut bien faire les groupes là. »

Une autre se pose quant à elle la question des liens entre les hypothèses formulées par les élèves, dont certaines portent sur la tension, et la conclusion de la séquence qui ne porte que sur l'intensité : P4 : « Je vois pas tellement le rapport entre ce qu'aura fait le groupe sur la tension et la conclusion sur l'intensité. Et je... pour moi, une DI, il faut que l'élève se soit posé des questions sur la structuration qui va être faite à la fin de l'heure. »

Le troisième envisage des difficultés matérielles à traiter toutes les hypothèses des élèves :

P3 : « je pense que certaines hypothèses (ne) vont pas être faciles à vérifier sauf si on a du matériel. »

Élaboration de protocoles et réalisation d'expériences

Notons d'abord que toutes les fiches donnent une place importante à la réalisation d'expériences ; toutes comportent la réalisation d'une ou plusieurs expériences (31 expériences réparties sur les 26 fiches). Parmi ces 31 expériences, 26 sont réalisées par les élèves, 5 sont réalisées par l'enseignant (4 correspondent à des manipulations de lasers, qui sont réalisées par les enseignants pour des questions de sécurité).

La répartition des rôles entre l'enseignant et les élèves s'avère très différente d'une fiche à l'autre.

Six protocoles ont été entièrement élaborés par l'enseignant ; les élèves se retrouvent alors en position d'exécutants.

Neuf fiches laissent les élèves (par petits groupes) en charge de l'élaboration de protocoles. Nous entendons par là que l'auteur n'indique aucune intervention de l'enseignant lors de la discussion du groupe, le choix du matériel, et qu'il est prévu que celui-ci leur donne la possibilité de tester leurs propositions.

Les seize autres protocoles sont présentés comme étant à la charge des élèves, avec des interventions plus ou moins marquées de l'enseignant. Celui-ci peut, par exemple, imposer le matériel aux élèves. Dans certaines fiches, il est prévu que les élèves travaillent en autonomie sur la recherche d'un protocole, qui fera l'objet d'une vérification / correction par l'enseignant, avant la réalisation des expériences. Ou encore, l'auteur de la fiche prévoit une étape de mise en commun des propositions des différents groupes. L'enseignant est alors chargé d'animer une discussion et de faire tendre les propositions vers un protocole commun à tous les groupes.

Les entretiens des cinq enseignants confirment l'importance accordée à cette phase d'élaboration de protocoles expérimentaux.

Trois d'entre eux (P1, P2, P5) nous ont spontanément fait part de leurs réflexions à ce sujet lors de l'évocation d'une séquence, en se positionnant clairement par rapport à une démarche qui se limiterait à un tâtonnement manipulateur :

— P5 : « C'est vrai que moi, j'ai tendance à hésiter à leur donner le matériel tout de suite, tu vois, c'est ce que je te disais : pourquoi je leur ai fait rédiger l'expérience, schématiser etc., tout à l'écrit avant de leur donner le matériel, je voulais vraiment savoir où est-ce qu'ils allaient avant de leur laisser le matériel. »

Un enseignant exprime les réticences de ses élèves à propos de cette phase :

— P1 : « Y en a qui passaient du schéma au montage, y en a d'autres qui voulaient faire le montage avant le schéma mais c'est un autre genre de TP ! »

Trois (P3, P4, P5) donnent la possibilité aux élèves d'élaborer librement leurs protocoles :

— P5 : « je leur ai demandé à ce qu'ils rédigent [...] un protocole expérimental, avec schéma, [...] liste du matériel, et puis des explications sur les expériences, de faire en sorte, qu'ils nous présentent finalement l'expérience par groupe de quatre au bureau, faire comme si c'était mon travail à moi finalement, exposer tout leur travail et faire en sorte que leurs camarades comprennent. »

Notons que deux enseignantes ayant laissé les élèves réaliser les expériences qu'ils avaient préalablement proposées, ont choisi de clore cette étape en présentant la « bonne » expérience qu'elles avaient elles-mêmes élaborée à l'avance :

— P3 : « Ils ont fait des choses [...] très originales parfois, mais vraiment, j'avais pas le montage de récupération. J'ai un montage pour récupérer un gaz, par déplacement d'eau etc. donc je leur ai fait le montage après, qu'on fait habituellement pour récupérer le gaz. »

— P5 : « Et puis après, on a fait l'expérience carrément que je voulais moi, au départ, tu vois ? En donnant le matériel approprié etc. »

Sont évoquées diverses modalités de gestion pédagogique de cette phase, laissant une plus ou moins grande responsabilité aux élèves.

Un enseignant a choisi de mettre en place avec ses classes un système de notation, pour inciter ses élèves à être plus autonomes dans leur démarche : chaque fois qu'un petit groupe d'élèves fait appel à l'enseignant, ce dernier retire un point au barème attribué à chaque tâche (schéma du montage, réalisation du montage, tableau récapitulatif des résultats...). Chacune de ses interventions avait pour but de faire prendre conscience aux petits groupes d'élèves de leurs erreurs ou de les aider à avancer, sans pour autant leur donner la solution :

— P1 : « Y en a certains qui mettent des fils de courts-circuits, on l'a vu mais rien à faire ! Je leur dis mais si tu mets un fil là, qu'est-ce qui se passe ? »

Une enseignante explique comment elle a appris à contrôler ses réactions à des propositions inattendues des élèves :

— P4 : « Donc [...] je me suis dit pff ! Là il m'embête un peu ! [...] non ! Mais tais-toi surtout ! Puis voilà, il fallait que je réagisse [...]. Et

puis bon, j'avais une semaine pour me dire mais qu'est-ce que je vais lui répondre ? Parce que de toute façon, on n'observera pas d'ombre sur le mur. Comment je vais faire ? »

Après avoir mis en place plusieurs démarches d'investigation avec ses élèves, elle raconte la façon dont elle gère aujourd'hui ce type de propositions :

— P4 : « Aujourd'hui, je me rends compte que quand un élève me propose une idée à laquelle je m'attendais pas, comme je suis plus dans l'esprit de la démarche d'investigation, ben je suis contente en fait. Là, je me dis "ah ! Enfin !". Voilà. Donc on apprend à gérer l'imprévu. On apprend à dire aux élèves "ben c'est une bonne idée, il va falloir exploiter ce que t'as." »

Synthèse des résultats concernant les éléments de démarche scientifique :

Le canevas de la démarche d'investigation présenté dans les programmes comporte une étape de formulation d'hypothèses. Parmi les 26 fiches du corpus, nous avons noté que onze seulement comportaient réellement une demande de formulation d'hypothèses. Dans les autres cas, le terme « hypothèse » est utilisé pour désigner une prévision ou encore une proposition de protocole. Il apparaît également que deux des enseignants interrogés (P2, P3) donnent à ce terme une signification plus générale, de l'ordre du « droit à l'erreur ». Un enseignant souligne les problèmes de gestions pédagogique et matérielle qu'il voit à laisser les élèves formuler et tester leurs propres hypothèses.

Dans les fiches et dans les propos des enseignants interrogés, l'expérience occupe une place centrale. En effet, sur les 26 fiches du corpus, on dénombre un total de 31 expériences. Cependant, peu d'autonomie est laissée aux élèves dans l'élaboration de protocoles expérimentaux puisque seuls 9 protocoles sur 31 sont entièrement à la charge des élèves. La phase de réalisation de l'expérience est, quant à elle, largement laissée aux élèves (26 / 31). L'expérimentation paraît alors limitée à une simple phase de manipulation, puisque la plupart des protocoles proposés par les élèves ont été soit corrigés par l'enseignant, soit discutés dans la classe avec l'enseignant pour tendre vers une expérience commune. Deux enseignantes interrogées qui avaient donné la possibilité aux élèves de mettre en place leurs protocoles, ont tout de même choisi de réaliser l'expérience qu'elles attendaient, alors que celle-ci n'avait pas été proposée par les élèves.

5 DISCUSSION

La démarche d'investigation, telle qu'elle apparaît dans les programmes de 5^e et de 4^e s'organise autour de la notion de situation - problème, notion qui commande l'élaboration d'un scénario d'enseignement en fonction, notamment, des conceptions des élèves pouvant faire obstacle à l'apprentissage. Dans cette perspective, le problème à résoudre naîtrait d'une contrariété de l'élève, anticipée et organisée par l'enseignant. Un élève s'attend par exemple à observer telle manifestation de ce qu'il pense dans la nature, son attente est déçue (l'observation n'est pas conforme à son attente), et c'est alors que le problème émerge. Derrière cette approche se dessinent en filigrane les traits d'une épistémologie qui place l'idée de problème scientifique dans le champ des anomalies, conservant ainsi la connotation négative héritée du langage courant : le problème apparaît comme une anomalie au regard de ce qui est attendu (Meyer, 2002, p. 58). Cette vision du problème comme anomalie est particulièrement marquée dans la notion bachelardienne « d'obstacle épistémologique » (Bachelard, 1938).

Dans les fiches étudiées, certaines situations de départ semblent bien relever d'une telle approche. Les démarches sous-jacentes visent plus ou moins explicitement la déstabilisation des conceptions des élèves. Le problème « penses-tu que tous les liquides contiennent de l'eau ? » (F1.5) est posé en référence à la croyance selon laquelle tous les liquides contiendraient de l'eau (cette idée est présentée en tant que « conception » par l'auteur de la fiche). Dans un registre identique, le fait que la lumière produite par un laser soit invisible (F2.2) s'oppose à l'idée de lumière visible. De même, une ombre n'ayant pas la même forme que le personnage lui-même (F3.1) apparaît comme un fait « anormal » au regard du sens commun.

Cette approche, qui associe problème et anomalie, peut être jugée restrictive. Le philosophe Larry Laudan offre une vision plus large des buts de l'activité scientifique et pose la recherche d'explication comme constitutive de celle-ci. Les problèmes demeurent chez Laudan des moteurs du progrès dans le savoir : « La science a pour but la solution de problèmes » (Laudan, 1977, p. 31). Mais le terme problème est à considérer au sens large de « tout ce qui nécessite une explication » (Laudan, 1977, p. 66). Ainsi, expliquer pourquoi les objets tombent sur Terre, expliquer les variations de la vitesse au cours d'une chute, sont deux problèmes qui n'émergent pas de situations inattendues mais qui relèvent de l'activité scientifique (Laudan, 1977, p. 34).

Certains problèmes proposés par les auteurs des fiches étudiées s'inscrivent dans cette perspective. Les questions « quelle théorie proposes-tu pour expliquer la vision d'un objet » (F2.5) ou encore « pourquoi les eaux

des océans monteraient-elles en cas de réchauffement ? » (F6.1) invitent les élèves à rechercher une explication, et ne sont pas construites sur la base d'un probable conflit cognitif.

Ian Hacking pose sur l'activité scientifique en général, et sur les problèmes scientifiques en particulier, un regard plus ouvert encore. Selon lui, la construction des connaissances scientifiques ne vise pas seulement à expliquer des phénomènes découverts dans la nature, mais aussi à créer de nouveaux phénomènes : « Traditionnellement, les scientifiques ont la réputation d'expliquer les phénomènes qu'ils découvrent dans la nature. Je pense, quant à moi, qu'ils créent des phénomènes qui deviennent alors les clés de voûte de la théorie » (Hacking, 1989, p. 355). L'activité scientifique aurait en ce sens deux orientations distinctes : la représentation (nous en avons parlé précédemment), et l'intervention (Hacking, 1989, p. 242). La première renvoie à l'idée de science comme « cadre formel nécessaire au regroupement des phénomènes dans un ordre cohérent » (Hacking, 1989, p. 356). Il s'agit d'activités visant l'élaboration d'une théorie et/ou d'une loi, l'interprétation d'un phénomène. La seconde renvoie davantage à l'expérimentation, au savoir « comme outil de transformation du monde » (Hacking, 1989, p. 245). Ces deux perspectives ne sont bien sûr pas exclusives, mais complémentaires ; certains moments de l'activité scientifique mettent l'accent sur l'un ou l'autre de ces aspects.

Il apparaît possible de caractériser la plupart des problèmes proposés dans les fiches au regard de ces deux orientations : représentation / intervention (voir tableau ci-dessous).

Repère épistémologique	Problèmes proposés dans les fiches
Représentation	
Élaboration d'une loi	Établir une relation entre intensité et tension (F5.1, F5.2 et F5.3)
Interprétation d'un phénomène	Interpréter la formation de taches lumineuses (F2.1 et F2.2) Interpréter la vision d'un objet (F2.5) Expliquer pourquoi on ne peut pas réutiliser toujours le même charbon (F4.1) Interpréter une combustion comme une réaction chimique (F4.2 et F4.3) Expliquer pourquoi le niveau des océans monterait en cas de réchauffement (F6.1) Expliquer pourquoi des récipients rigides contenant de l'eau se cassent, à des températures inférieures à 0°C (F6.2, F6.3, F6.4, F6.5)
Étude d'un phénomène	Étudier les conditions de visibilité d'un objet (F2.3 et F2.4) Caractériser ce qui fait varier la taille d'une ombre (F3.3)

Repère épistémologique	Problèmes proposés dans les fiches
Intervention	
Mettre en œuvre un test	Déterminer si un aliment contient de l'eau (F1.1 et F1.5) Retrouver le sulfate de cuivre parmi cinq poudres, sachant qu'il permet de détecter l'eau (F1.3) Identifier des liquides incolores (F1.4)
Mettre au point un dispositif en vue de produire un fait	Tracer un cercle sans compas (F3.4) Placer la maison de monsieur Martin de façon à ce qu'il ne reçoive pas de lumière (F3.5) Produire des ombres répondant à certains critères (forme, taille, couleur) (F3.1 et F3.2)

Toutes les fiches, à l'exception d'une seule (F1.2) ont pu être ainsi répertoriées. La position épistémologique défendue ici offre un spectre assez large des problèmes auxquels répond l'activité scientifique et il semble que les choix des enseignants concernés par notre étude puissent s'inscrire dans celui-ci. Ainsi, le tableau ci-dessus fait-il apparaître une grande diversité des problèmes et donc des démarches proposées aux élèves. Les intentions des enseignants auteurs de ces fiches dépassent ainsi celles des programmes.

En effet, comme nous l'avons vu, le schéma général proposé par les programmes pour le développement d'une démarche d'investigation met l'accent sur la formulation et le test d'hypothèses. Ce modèle « hypothético-déductif » peut se révéler bien adapté s'il s'agit d'étudier un phénomène, ses conditions d'apparition, les variables dont il dépend, ou d'en donner une interprétation, une explication... Certains objectifs du programme sont donc favorables au développement de telles « démarches d'investigation » (« Ombre propre, ombre portée et cône d'ombre », MEN, 2007, p. 121) ; d'autres s'y prêtent moins directement (« Réaliser le test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre : décrire ce test », MEN, 2007, p. 114). En revanche, le modèle présenté dans les directives officielles ne peut, à lui seul, rendre compte de la variété des démarches propres à l'activité scientifique. Se limiter à un tel modèle donnerait de la science telle qu'elle se fait, une image pour le moins restrictive.

Si la « formulation d'hypothèses » apparaît comme un élément essentiel de la trame présentée dans les programmes, le terme même d'hypothèse n'est jamais défini. Cette lacune pourrait expliquer les confusions que nous soulignons précédemment entre « hypothèse » et « prévision » (voir § 2.2).

Le sens actuel du mot hypothèse est resté assez proche de son origine étymologique : il désigne « moins » (préfixe hypo-) qu'une opinion

ou une affirmation (suffixe –thèse). Plus précisément, une hypothèse est une proposition provisoire que l'on se contente d'énoncer sans prendre position sur sa véracité (Barberousse *et al.*, 2000). Selon Poincaré, il existe plusieurs sortes d'hypothèses (Poincaré, cité par Szczeciniarz, 2003, p. 31). Certaines sont de nature à former le cadre commun d'une théorie donnée à une époque donnée. Poincaré les appelle également « conventions » et cite, à titre d'exemple, l'hypothèse de l'éther. D'autres portent sur des faits et permettent de prévoir et de généraliser. C'est à propos de ces dernières que Popper écrira qu'elles doivent être formulées dans la perspective d'être soumises à des tests chargés de les réfuter (Popper, 1983). En outre, dans sa nature même une hypothèse peut se présenter comme l'anticipation d'une relation entre :

– des concepts ; par exemple : la lumière (concept) se comporte comme une onde (concept) ; relation entre forces (concept) et caractéristiques du mouvement (concepts).

– un phénomène et un concept capable d'en rendre compte ; par exemple : la vision (phénomène) est provoquée par l'entrée de la lumière (concept) provenant des objets, dans l'œil de l'observateur.

Dans cette perspective, une hypothèse se distingue clairement d'une prévision. Une prévision est de nature empirique, elle porte sur des observables et sur des faits isolés. Elle n'a pas vocation à être généralisée, et ne peut pas servir de cadre à l'élaboration d'une théorie, ce que l'hypothèse, elle, permet (Méheut *et al.*, 2006). La différence entre hypothèse et prévision se joue donc dans le rapport à l'élaboration des théories scientifiques.

Douze fiches présentent une étape de formulation d'hypothèse (au sens que nous venons de préciser). Parmi elles, trois renvoient à l'idée d'hypothèse en tant qu'anticipation d'une relation entre deux concepts « la taille d'un ombre dépend de la distance de l'objet à la source, de la taille de l'objet, etc. » (F3.1 ; F3.2 ; F3.4), neuf à l'idée d'hypothèse en tant qu'anticipation d'une relation entre phénomène et un concept capable d'en rendre compte (F2.1, F2.2, F4.1, F4.3, F6.1, F6.2, F6.3, F6.4, F6.5). On peut signaler que l'hypothèse $U = RI$ (relation entre deux concepts) est donnée dans l'énoncé de deux des trois fiches « loi d'Ohm » (F5.1 et F5.3).

CONCLUSION

La démarche d'investigation dans les programmes de collège de 2005 nous a amenées à nous poser principalement deux questions.

La première était : en quoi la démarche d'investigation, telle qu'elle est décrite dans les programmes, constitue-t-elle une transposition des démarches scientifiques ? Quels éléments en sont privilégiés ? Quels décalages introduit-elle ?

La démarche d'investigation préconisée par les programmes de collège est une démarche hypothético-déductive, se déroulant à partir d'un conflit cognitif. Il s'agit donc d'une démarche bien particulière, non seulement d'un point de vue épistémologique, mais aussi dans une perspective pédagogique.

Elle peut s'avérer appropriée pour des types de problèmes particuliers : par exemple, lorsqu'il s'agit d'étudier un phénomène, ses conditions d'apparition, les variables dont il dépend, ou d'en donner une interprétation. Quant aux problèmes à caractère plus technique, tels que la mise au point d'un dispositif en vue de produire un fait, ils ne commandent pas directement la mise en place de ce type de démarche.

D'un point de vue pédagogique, la demande d'identification et de déstabilisation des conceptions des élèves s'inscrit dans une vision bachelardienne de l'apprentissage, où les objectifs de connaissance doivent être atteints par le franchissement des représentations erronées des élèves. Il s'agit là également d'une idée de l'apprentissage particulière, parmi d'autres courants didactiques.

Notre deuxième question de recherche concernait une autre étape de la transposition didactique, celle du passage des intentions des programmes officiels aux pratiques effectives des enseignants : quelles adaptations les enseignants apportent-ils à la démarche d'investigation ? Dans cette étude, nous nous sommes intéressées particulièrement à un aspect des pratiques des enseignants : le travail de préparation de séquences.

L'analyse de fiches, rédigées par des enseignants et mises à la disposition de leurs collègues à travers les sites académiques, apporte des éléments de réponse à cette question. Elle fait apparaître une grande diversité des « problèmes » proposés aux élèves. Il peut s'agir d'identifier une substance, de produire, modifier, étudier, interpréter un phénomène (vision, formation d'une ombre, combustion) ou encore d'établir une relation entre deux grandeurs (loi d'Ohm). Les problèmes proposés aux élèves sont donc diversifiés et correspondent à une vision des problèmes auxquels répond l'activité scientifique plus ouverte que ne le suggère la présentation de la démarche d'investigation dans les programmes.

Lors de notre recherche de fiches sur les sites académiques, il est apparu que chaque item du programme pouvait donner lieu à une déclinaison labellisée « démarche d'investigation ». De ce fait, on observe des décalages par rapport aux lignes d'attention suggérées par les textes

officiels pour la conception de telles démarches. Ainsi comme situations de départ trouve-t-on le plus souvent des petites anecdotes, faisant intervenir des personnages imaginaires, censées conférer un caractère ludique aux apprentissages de connaissances ou de savoir-faire visés. Ces situations de départ ne sont pas toujours favorables à l'émergence d'un problème scientifique. De plus, les conceptions interviennent peu dans la construction de ces situations, lorsque les programmes eux-mêmes n'en tiennent pas compte.

Du fait de la diversité des problèmes, les tâches proposées aux élèves sont très variées. Ils peuvent être amenés à formuler des questions à partir de l'observation d'un document, mais la plupart des questions formulées par les élèves sont mises de côté par l'enseignant, qui sélectionne celle qui correspond à l'item du programme traité. On peut également leur demander de formuler des prévisions, des hypothèses. Mais les hypothèses peuvent être imposées par le texte. Assez fréquemment, ils formulent des propositions de protocoles expérimentaux, mais ces propositions peuvent être fortement contraintes par une liste de matériel imposé, ou corrigées par l'enseignant. Enfin, dans la plupart des cas, ils réalisent eux-mêmes des manipulations.

Les apprentissages possibles des élèves apparaissent donc très divers. Des clarifications en termes de compétences visées, et donc de types de tâches, semblent souhaitables. Une certaine progressivité dans ces apprentissages pourrait être envisagée, en s'appuyant sur les résultats de recherches en didactique d'une part (Morge & Boilevin, 2007), en analysant plus finement les raisons qui guident les choix des enseignants et en s'interrogeant sur les moyens à mettre en œuvre pour leur permettre d'effectuer des choix mieux éclairés (mise à disposition de ressources et formation des enseignants) et moins contraints (moyens matériels, effectifs élèves).

BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI J.-P. (1993). *Placer les élèves en « situations-problèmes »*. Paris, INRP.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (1989). *Science for All Americans. Project 2061*. New York, Oxford University Press.
- BACHELARD G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*, réédition. 1999, Paris, Vrin.
- BARBEROUSSE A., KISTLER M. & LUDWIG P. (2000). *La philosophie des sciences au XX^e siècle*. Paris, Flammarion.
- CHEVALLARD Y. (1985). *La Transposition didactique*. Grenoble, La Pensée Sauvage.

- COUNCIL OF MINISTERS OF EDUCATION (1997). *Pan Canadian Science Project 1997. Common framework of science learning outcomes*. <http://www.cmec.ca/science/v0201en.htm> [lien vérifié le 11 avril 2008]
- COUCHOURON M., VIENNOT L. & COURDILLE J.-M. (1996). Les habitudes des enseignants et les intentions didactiques des nouveaux programmes d'électricité en classe de quatrième. *Didaskalia*, n° 8, p. 81-96.
- ELMORE R. F. (1996). Getting to scale with good educational practice. *Harvard Educational Review*, vol. 66, n° 1, p. 1-26.
- FABRE M. (1999). *Situations problèmes et savoir scolaire*. Paris, PUF.
- HACKING I. (1989). *Concevoir et expérimenter*. Paris, Bourgeois.
- HÖGSTRÖM & OTTANDER (2004). *Teachers' aim of laboratory work in secondary school in Sweden*. Paper presented in ESERA Conference, Barcelona, http://www.matnv.umu.se/personal/dokument/perh_ta1.pdf [lien vérifié le 11 avril 2008]
- HIRN C. (1995). Comment les enseignants de sciences physiques lisent-ils les intentions didactiques des nouveaux programme d'optique de classe de quatrième ? *Didaskalia*, n° 6, p. 39-54.
- JENKINS E.W. (1999). Practical work in school science. In J. Leach et A. Paulsen(éd.) *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies*. Dordrecht, Kluwer, p. 19-32.
- JOHSUA S. & DUPIN J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris, PUF.
- KOMOREK M., STAVROU D. & DUIT R. (2003). Non linear physics in upper physics classes: educational reconstruction as a frame for development and research in a study of teaching and learning basic ideas of nonlinearity. In D. PSILLOS, P. KARIOTOGLOU, V. TSELFES, E. HATZIKRANIOTIS, G. FASSOULOPOULOS & M. KALLERY(éd.) *Science Education Research in the Knowledge Based Society*. Dordrecht, Kluwer, p. 269-278.
- LAUDAN L. (1977). *La Dynamique de la science*. Bruxelles, P. Madraga.
- LEACH J. & PAULSEN A. (1999). Introduction. In J. LEACH ET A. PAULSEN (éd.) *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies*. Dordrecht, Kluwer, p. 17-18.
- MARTINAND J.L. (1983). Questions pour la recherche : la référence et le possible dans les activités scientifiques scolaires. *Recherche en didactique de la physique : les actes du premier atelier international*. Paris, CNRS, p. 227-250.
- MÉHEUT M. (2006). Science Education Research and the Training of Science Teachers. In *Science teaching in schools in europe , policies and research*. Bruxelles, Eurydice, p. 55-72.
- MÉHEUT M., DE HOSSON.C. & THAUVIN-ROY E. (2006). TP top, situation - problème, démarche d'investigation. Des modalités d'évolution pour l'enseignement des sciences physiques. *Bulletin de L'Union des Physiciens*, vol 100, p. 835-846.
- MEIRIEU P. (1988). *Apprendre, oui mais comment ?* Paris, ESF.
- MEYER M. (2002). Qu'est ce qu'un problème ? *Sciences et Avenir*, hors série n° 133, p. 56-61.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (1999). *Bulletin Officiel de L'Éducation Nationale*, hors série n° 6.Paris.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2000). *Bulletin Officiel de L'Éducation Nationale*, n° 23, Paris.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2005). *Bulletin Officiel de L'Éducation Nationale*, hors-série n° 5, Paris.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2007). *Bulletin Officiel de L'Éducation Nationale*, hors-série n°5, Paris.

- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2007). *Bulletin Officiel de L'Éducation Nationale*, hors-série n° 6, Paris.
- MINISTRY OF EDUCATION (1993) *Science in the New Zealand Curriculum*. Wellington, Learning Media.
- MORGE L. (2001). Caractérisation des phases de conclusion dans l'enseignement scientifique. *Didaskalia*, n° 18, p. 99-120.
- MORGE L. & BOILEVIN J.-M. (dir.) (2007). *Séquences d'investigation en physique-chimie, recueil et analyse de séquences issues de la recherche en didactique des sciences*. Clermont-Ferrand, SCEREN et CRDP d'Auvergne.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996). *National Science Education Standards*. Washington, National Academy Press.
- OCDE (2001). *Programme for International Student Assessment*. Paris, OCDE.
- POPPER K. (1983). *La Connaissance objective*. Paris, Aubier.
- RICHARD J.-F. (1998). *Les activités mentales*. Paris, Colin.
- ROBARDET G. (2001). Quelle démarche expérimentale en classe de physique ? Notion de situation-problème. *Bulletin de L'Union des Physiciens*, n° 836, p. 1173-1190.
- ROCARD M., CSEMERLY P, JORDE D., LENZEN D., WALBERG-HENRIKSSON H. & HEMMO V. (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Bruxelles, Commission Européenne
- SZCZECINIARZ J.-J. (2003). Qu'est ce qu'une hypothèse ? *Sciences et avenir*, hors-série n° 133, p. 26-31.
- STRAUSS A. L. & CORBIN J. (1990). *Basics of qualitative research. grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, Sage.
- TIBERGHIE A., VEILLARD L., LE MARÉCHAL J.-F., BUTY C. & MILLAR R. (2001). An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several european countries. *Science Education*, vol. 85, p. 483-508.
- WEIL-BARAIS A. & DUMAS CARRÉ A. (1998). Les interactions didactiques : tutelle et/ou médiation ? In A. Dumas Carré et A. Weil-Barais (éd.) *Tutelle et médiation dans l'enseignement scientifique*. Bern, Peter Lang, p. 1-18.
- WINDSCHITL M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, vol. 87 , n° 1, p. 112-143.
- WORTH K. & DELACÔTE G. (1996). *L'Enseignement scientifique dans les écoles américaines*. Boston, EDC.

ANNEXE 1

Code des fiches	Académies	Liens
F1.1	Besançon	http://missiontice.ac-besancon.fr/Sciences %5FPhysiques/physique_chimie/college/
F1.2	Lyon	www2.ac-lyon.fr/enseigne/physique/stage2005college.html (fiche n° 8)
F1.3	Versailles	Nouveau site... fiche supprimée
F1.4	Nice	www.ac-nice.fr/physique/articles.php ?lng=fr&pg=135 (document « Test de reconnaissance de l'eau »)
F1.5	Nice	http://www.ac-nice.fr/physique/articles.php ?lng=fr&pg=135 (document « Les liquides »)
F2.1	Versailles	Nouveau site... fiche supprimée
F2.2	Amiens	Nouveau site... fiche supprimée
F2.3	Clermont-Ferrand	www3.ac-clermont.fr/pedago/physique/investigation/spip.php ?article8
F2.4	Nantes	Nouveau site... fiche supprimée
F2.5	Nice	www.ac-nice.fr/physique/articles.php ?lng=fr&pg=135 (document « Le trajet emprunté par la lumière »)
F3.1	Dijon	http://sciences-physiques.ac-dijon.fr/documents/college/ombre_penombre/fichprof.htm
F3.2	Lyon	www2.ac-lyon.fr/enseigne/physique/stage2005college.html (Fiche n° 3bis)
F3.3	Versailles	Nouveau site... fiche supprimée
F3.4	Nantes	Nouveau site... fiche supprimée
F3.5	Nice	www.ac-nice.fr/physique/articles.php ?lng=fr&pg=135 (document « Dessiner un cercle grâce à une ombre »)
F4.1	Nantes	Nouveau site... fiche supprimée
F4.2	Dijon	http://sciences-physiques.ac-dijon.fr/documents/college/Chimie/Barbecue/fichprof.htm
F4.3	Dijon	http://sciences-physiques.ac-dijon.fr/documents/college/Combustion/Combustion.htm
F5.1	Besançon	http://missiontice.ac-besancon.fr/Sciences_Physiques/ressources/traitement.php
F5.2	Créteil	ww3.ac-creteil.fr/sciences-physiques/spip/article.php3 ?id_article=11
F5.3	Dijon	http://sciences-physiques.ac-dijon.fr/documents/college/Loi0hm2/fichprof.htm
F6.1	Dijon	http://sciences-physiques.ac-dijon.fr/documents/college/montee_eaux/fichprof.htm
F6.2	Dijon	http://sciences-physiques.ac-dijon.fr/documents/college/Bouteille/fichprof.htm
F6.3	Amiens	www.ac-amiens.fr/pedagogie/spc/phydoc/college/demarche_investigation/demarche.htm

Code des fiches	Académies	Liens
F6.4	Nantes	www.pedagogie.ac-nantes.fr/99044171/0/fiche_ressourcepedagogique/&RH=1161018235859
F6.5	Lyon	www2.ac-lyon.fr/enseigne/physique/phychi2/spip.php?article1&var_recherche=investigation (télécharger le 2e fichier)

ANNEXE 2

Protocole d'entretien

Enseignants de collège

La démarche d'investigation

Dans les programmes :

Avez-vous entendu parler de la démarche d'investigation dans les nouveaux programmes de collège ?

Quels sont les aspects essentiels qui caractérisent cette démarche, selon vous ?

Qu'est-ce qui vous semble intéressant / positif dans cette démarche ?

Voyez-vous des difficultés, des problèmes ? lesquels ?

En pratique :

Avez-vous pratiqué la démarche d'investigation avec vos élèves ?

Si oui :

L'avez-vous pratiquée souvent ? sur quelles parties du programme ?

Comment avez-vous préparé vos séquences ?

Avez-vous rencontré des difficultés dans la préparation des séquences ? au cours de la séance avec vos élèves ?

Quels aspects positifs avez-vous constaté ?

La pratiquiez-vous avant son introduction dans les nouveaux programmes ? avez-vous changé votre manière de procéder depuis les nouveaux programmes ? pourquoi ?

(s'il ne la pratique plus) Pourquoi avez-vous arrêté ?

Avez-vous l'intention de poursuivre l'utilisation de cette démarche ? pourquoi ?

Pouvez-vous me décrire le déroulement d'une de vos séances que vous avez basée sur la démarche d'investigation ? quels moments vous ont paru importants ? marquants ?

Si non :

Pour quelles raisons ?

Avez-vous l'intention de la mettre en place dans une prochaine séance ? si oui, comment comptez-vous procéder ?

Exemples de séquences basées sur la démarche d'investigation :

À cette étape de l'entretien, deux fiches de sont présentées à l'interviewé. Les questions qui suivent ont pour but de déterminer le niveau de précision avec lequel l'enseignant est capable de définir la démarche d'investigation, et par conséquent, l'aisance avec laquelle il peut opérer une comparaison entre les programmes et les fiches qui lui sont présentées. L'enseignant a alors à sa disposition le canevas de la démarche d'investigation.

Dans la perspective de l'analyse future, nous proposons deux niveaux de questions :

Le niveau 1 est une question très générale portant sur la comparaison de la fiche avec la description de la démarche d'investigation dans les programmes.

Si l'enseignant peine à étoffer et à structurer son discours, les questions de niveau 2 reprennent deux étapes importantes du canevas : la situation - problème, et la formulation d'hypothèses et l'élaboration d'expériences.

Niveau 1 :

Pouvez-vous me donner votre avis sur ces quelques fiches fondées sur la démarche d'investigation, trouvées sur deux sites académiques ? Retrouvez-vous dans ces fiches ce qui est écrit dans les programmes ?

Dans l'ordre :

F1.1 (« Test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre »)

« Les prises » :

<http://sciences-physiques.ac-dijon.fr/documents/college/Prises/fichprof.htm>

Niveau 2 :

Plus particulièrement, quel est votre avis sur la situation - problème ?

Retrouvez-vous une phase de formulation d'hypothèses et d'élaboration de protocoles ?

Souhaitez-vous revenir sur d'autres points ?

À la fin de chaque fiche : utiliseriez-vous cette fiche avec vos élèves ? Pourquoi ?

ANNEXE 3

Canevas d'une séquence d'investigation

Le choix d'une situation - problème par le professeur :

- analyser les savoirs visés et déterminer les objectifs à atteindre ;
- repérer les acquis initiaux des élèves ;
- identifier les conceptions ou les représentations des élèves, ainsi que les difficultés persistantes (analyse d'obstacles cognitifs et d'erreurs) ;
- élaborer un scénario d'enseignement en fonction de l'analyse de ces différents éléments.

L'appropriation du problème par les élèves :

- travail guidé par l'enseignant qui, éventuellement, aide à reformuler les questions pour s'assurer de leur sens, à les recentrer sur le problème à résoudre qui doit être compris par tous ;
- émergence d'éléments de solution proposés par les élèves qui permettent de travailler sur leurs conceptions initiales, notamment par confrontation de leurs éventuelles divergences pour favoriser l'appropriation par la classe du problème à résoudre. Le guidage par le professeur ne doit pas amener à occulter ces conceptions initiales mais au contraire à faire naître le questionnement.

La formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles :

- formulation orale ou écrite de conjectures ou d'hypothèses par les élèves (ou les groupes) ;
- élaboration éventuelle d'expériences, destinées à tester ces hypothèses ou conjectures ;
- communication à la classe des conjectures ou des hypothèses et des éventuels protocoles expérimentaux proposés.

L'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves :

- moments de débat interne au groupe d'élèves ;
- contrôle de l'isolement des paramètres et de leur variation, description et réalisation de l'expérience (schémas, description écrite) dans le cas des sciences expérimentales, réalisation en technologie ;
- description et exploitation des méthodes et des résultats ; recherche d'éléments de justification et de preuve, confrontation avec les conjectures et les hypothèses formulées précédemment.

L'échange argumenté autour des propositions élaborées :

- communication au sein de la classe des solutions élaborées, des réponses apportées, des résultats obtenus, des interrogations qui demeurent ;
- confrontation des propositions, débat autour de leur validité, recherche d'arguments ; en mathématiques, cet échange peut se terminer par le constat qu'il existe plusieurs voies pour parvenir au résultat attendu et par l'élaboration collective de preuves.

L'acquisition et la structuration des connaissances :

- mise en évidence, avec l'aide de l'enseignant, de nouveaux éléments de savoir (notion, technique, méthode) utilisés au cours de la résolution,
- confrontation avec le savoir établi (comme autre forme de recours à la recherche documentaire, recours au manuel), en respectant des niveaux de formulation accessibles aux élèves, donc inspirés des productions auxquelles les groupes sont parvenus ;

- recherche des causes d'un éventuel désaccord, analyse critique des expériences faites et proposition d'expériences complémentaires,
- reformulation écrite par les élèves, avec l'aide du professeur, des connaissances nouvelles acquises en fin de séquence.

L'opérationnalisation des connaissances :

- exercices permettant d'automatiser certaines procédures, de maîtriser les formes d'expression liées aux connaissances travaillées : formes langagières ou symboliques, représentations graphiques... (entraînement), liens ;
- nouveaux problèmes permettant la mise en œuvre des connaissances acquises dans de nouveaux contextes (réinvestissement) ;
- évaluation des connaissances et des compétences méthodologiques.