

Caractéristiques d'un enseignement des sciences fondé sur l'investigation et évaluation de dispositifs d'accompagnement des enseignants

MONIQUE DELCLAUX, EDITH SALTIEL

Fondation La main à la pâte
France

monique.delclaux@fondation-lamap.org
edith.saltiel@fondation-lamap.org

RÉSUMÉ

En France, afin de développer à l'école primaire un enseignement des sciences fondé sur l'investigation, le groupe La main à la pâte de l'Académie des Sciences a créé en 2000 un réseau de centres pilotes La main à la pâte qui rassemble des équipes qui, dans leur ville, leur circonscription ou leur département ont développé des dispositifs originaux et innovants pour accompagner cette rénovation. En 2007, le groupe La main à la pâte a cherché à mesurer l'impact, sur les pratiques en classe de sciences, des différents dispositifs d'accompagnement mis en place par chacun des centres. Dans ce but, des observations de séances en science ont été effectuées dans les différents centres pilotes sur des échantillons de classes ayant bénéficiés d'accompagnement différents. La grille d'observation utilisée sera présentée, ainsi que le regroupement d'items par grandes catégories, chaque catégorie correspondant à une composante de la démarche préconisée. Les résultats par catégories seront donnés pour l'ensemble des classes observées dans les centres pilotes, ce qui permet d'avoir des informations tant sur l'impact des dispositifs mis en place par ces centres que sur l'efficacité de différentes formes d'accompagnement.

MOTS CLÉS

Enseignement des sciences fondé sur l'investigation, école primaire, observation de classe, formation des enseignants, France.

ABSTRACT

In order to develop an investigation-based science education in the French primary schools, the La main à la pâte group of the French Academy of Science created - in 2000 - a network of «pilot-centres». Such centres are run by teams that - in their city, district or department - have developed original and innovative programs to support this renovation of the science teaching methods. In 2007, La main à la pâte got interested in assessing the impact of these various programs on the classroom science practices. For this purpose, observations of science sessions were conducted in classes related to the different pilot-centres, in other words classes receiving different kinds of support. The observation grid then used will be presented as well as its grouping of items into broad categories. Each category corresponds to a component of the recommended approach. Category results will be given for all classes observed in the pilot centres, which provides information both on the impact of each pilot centre program and on the efficiency of the different kinds of support.

KEYWORDS

Inquiry-based science education, primary science education, teacher support, class observation, France

INTRODUCTION

En France, un enseignement des sciences fondé sur l'investigation (ESFI) a commencé à se développer à partir de 1996, à l'initiative de trois académiciens des sciences : Georges Charpak (prix Nobel de physique 1992), Pierre Léna et Yves Quéré. Constatant, en 1995, qu'à peine 3% des classes de l'enseignement primaire avaient un enseignement des sciences, ils lancent le programme *La main à la pâte* pour impulser le développement et la rénovation de cet enseignement, en commençant par le niveau primaire. Ce programme eut très rapidement le soutien de l'Académie des sciences française et du ministère de l'éducation nationale qui reprit dans ses instructions officielles de 2002 pour le primaire la plupart des principes mis en avant par les fondateurs de *La main à la pâte* (Charpak, Léna & Quéré, 2005). D'autres partenaires vinrent se joindre au noyau initial : l'Institut national de recherche pédagogique (devenu IFE-École normale supérieure de Lyon) et l'École normale supérieure de Paris. Depuis 2011, *La main à la pâte* est une Fondation de coopération scientifique créée par l'Académie des sciences et les deux écoles normales. Son champ d'action s'est étendu, de manière expérimentale, aux deux premières années de collège.

Lors du lancement du programme, les besoins en formation des enseignants étaient très importants dans la mesure où, en France, les enseignants du primaire enseignent

l'ensemble des disciplines et qu'une grande majorité d'entre eux a une formation initiale littéraire. Or un enseignement des sciences fondé sur l'investigation suppose une connaissance minimum des contenus scientifiques et demande de pratiquer une pédagogie qui implique les élèves, ce qui suppose un changement de posture de la part de l'enseignant. Par ailleurs, en 1995 il existait peu de ressources pour la classe. Pour répondre à ces besoins, *La main à la pâte* mit en place un dispositif d'accompagnement et de soutien qui comprend actuellement : au niveau national, une équipe d'une trentaine de personnes et un réseau de personnes ressources (scientifiques, didacticiens, pédagogues) ; au niveau local, une vingtaine de centres pilotes et, depuis 2012, quatre Maisons régionales pour la science au service des professeurs. Ce dispositif a permis de produire des ressources disponibles gratuitement en ligne tant pour la formation que pour le travail en classe, de proposer des offres de formation et de développement professionnel pour les enseignants, tout en menant une réflexion continue sur la formation, l'accompagnement des enseignants, l'évaluation des dispositifs et les stratégies de généralisation.

Cet article rend compte des observations de séances de science conduites dans les écoles des centres pilotes depuis 2007 pour les aider à mesurer l'impact sur les pratiques de classe des dispositifs d'accompagnement des enseignants qu'ils ont mis en place.

DES DISPOSITIFS LOCAUX POUR LA MISE EN ŒUVRE DE L'ESFI EN FRANCE: LES CENTRES PILOTES

Le réseau de centres pilotes *La main à la pâte* a été créé, en 2000, avec le soutien du Comité interministériel des Villes. Ce réseau rassemble des équipes volontaires qui, dans leur ville, leur circonscription, voire leur département ont développé des dispositifs originaux et innovants pour aider les enseignants à mettre en œuvre l'ESFI. Il est coordonné par l'équipe nationale *La main à la pâte* qui veille à capitaliser les expériences, à mutualiser les ressources et à permettre les échanges pour un travail en commun. Actuellement le réseau comprend une vingtaine de centres.

Chaque centre définit ses objectifs pour trois ans. Une convention, signée entre la Fondation et les partenaires locaux (autorités locales de l'éducation nationale, universités et écoles d'ingénieurs, collectivités territoriales, entreprises), fixe les engagements des uns et des autres pour concourir à l'atteinte des objectifs.

Les dispositifs des centres pilotes reposent sur différentes modalités d'actions qui visent à engager un nombre croissant d'enseignants dans un enseignement des sciences fondé sur l'investigation.

Ces modalités d'actions sont principalement :

- la mise à disposition de ressources pour la classe, empruntables ou téléchargeables

(mallettes comprenant une séquence d'enseignement sur un thème et le matériel nécessaire pour une classe entière, documents sur les sciences et sur la pédagogie, vidéos de séance de sciences...),

- un accompagnement des enseignants dans la pratique de l'ESFI qui revêt différentes formes : il peut être individualisé et concerner l'enseignant et sa classe ou collectif sous forme de stage ou d'atelier, s'effectuer de manière continue sur une durée de 3 à 12 semaines ou discontinue par des interventions ponctuelles plusieurs fois dans l'année, être centré sur des contenus scientifiques ou pédagogiques, être assuré par des formateurs et/ou des pédagogues et/ou des étudiants en sciences et des élèves d'écoles d'ingénieurs, ces derniers pouvant aider les enseignants dans l'appropriation des contenus scientifiques.

En fonction des besoins des écoles de son environnement et de ses ressources et partenariats locaux, chaque centre construit son dispositif d'accompagnement en combinant plusieurs de ces modalités d'actions. (Delclaux, Marin-Micewicz & Pérez, 2012).

Après plusieurs années de fonctionnement des centres pilotes, il a semblé important de mesurer l'impact des différents dispositifs mis en place par les centres sur les pratiques en classe de sciences, afin d'aider à améliorer ces dispositifs. Dans ce but des observations de séances de sciences, réalisées 3 ans au moins après la mise en place du dispositif par le centre concerné, ont été conduites dans des classes de 10 centres pilotes, ce qui représente au total 303 classes. Ce travail a pour objectif de dégager les aspects de la démarche préconisée par *La main à la pâte* que l'on retrouve (ou ne retrouve pas) dans les classes ayant bénéficié de l'aide de ces centres et de mettre en évidence les stratégies d'accompagnement les plus efficaces pour assurer une mise en œuvre de l'ESFI dans les classes. Une grille d'observation a été élaborée par *La main à la pâte* en se fondant sur les grands principes définissant l'ESFI en France.

L'ESFI TEL QU'IL EST PRÉCONISÉ PAR LA MAIN À LA PÂTE

En France, *La main à la pâte* préconise une démarche visant à mettre en œuvre dans les classes une pédagogie d'investigation associant exploration du monde, apprentissages scientifiques, expérimentations et raisonnement, maîtrise de la langue et argumentation afin que chaque enfant approfondisse sa compréhension des objets et des phénomènes et développe curiosité, créativité et esprit critique, ce qui n'est nullement incompatible avec l'idée que tout enfant construit lui-même ses connaissances et sa compréhension du monde par une interaction active avec son environnement physique et social (Bachelard, 1938; Piaget, 1926; Vygotski, 1985).

L'objectif pédagogique majeur que se donne le programme français est de permettre

aux élèves « *une appropriation progressive de concepts scientifiques et de techniques opératoires, accompagnée d'une consolidation de l'expression écrite et orale* » (cf. Les dix principes de *La main à la pâte*, 2000). Plus précisément, il est recommandé que les élèves puissent :

- s'approprier le sujet d'étude en se posant ensemble des questions pour ensuite arriver à définir ce qu'il est important d'étudier et selon quel mode d'investigation (expérimentation, observation, recherche documentaire),
- réaliser eux-mêmes les investigations selon le mode choisi et, s'il est prévu des expériences, que chaque élève puissent les faire, individuellement ou en petits groupes, ce qui suppose du matériel en nombre suffisant et adapté à l'âge des élèves.
- discuter les résultats obtenus, tout d'abord à l'intérieur de chaque groupe, puis, en classe entière pour voir s'ils sont compatibles avec des résultats obtenus antérieurement et enfin compatibles avec le savoir établi.

Pour tout cela, le rôle du maître est extrêmement déterminant puisqu'il incite chaque élève à se poser des questions, à argumenter et à réfléchir.

La main à la pâte insiste également beaucoup sur les traces écrites (textes, dessins) qu'elles soient individuelles, de groupe (dans le but de communiquer aux autres) et collectives, ces dernières permettant d'exprimer une synthèse, voire une conclusion. Enfin, il est important dans ce programme que les enfants sachent à tout moment où ils en sont : d'où l'importance de structurer les séances avec des phases de rappel, de questionnement, d'investigation mais aussi de conclusion (Saltiel, 2006; Worth, Duque & Saltiel, 2009).

LA GRILLE D'OBSERVATION: UN INSTRUMENT POUR MESURER L'IMPACT DES DISPOSITIFS SUR LES PRATIQUES EN CLASSE DE SCIENCES

Dans le but de dégager les points forts et les points faibles des dispositifs mis en place dans les centres pilotes et donner des pistes pour les améliorer, une grille d'observation de séances de sciences a été élaborée au cours de l'année 2006 par un groupe de travail pluridisciplinaire, composé de chercheurs en éducation, de membres de l'équipe nationale de *La main à la pâte* et d'enseignants formateurs de deux centres pilotes.

L'instrument a été construit en se fondant sur un ensemble de documents traitant de la démarche d'investigation en sciences et sur une analyse d'une sélection de grilles existantes. Ont été retenus notamment les principes suivants pour l'élaboration de la grille :

- L'instrument est construit en fonction des spécificités du programme évalué : ses objectifs, sa vision de l'ESFI, les pratiques d'enseignement qu'il préconise (Garrison

& Amaral, 2006). Dans la mesure où l'instrument évalue des dispositifs qui mettent en place et des modalités de développement professionnel pour les enseignants, et la mise à disposition de ressources pédagogiques, l'instrument permet de caractériser non seulement les pratiques des enseignants en classe de sciences, mais également les conditions matérielles de déroulement des séances (Lawrenz, Huffman & Appeldorn, 2002).

- Les champs d'observation sont clairement définis dans la grille (Zubrowski, 2007). Afin de réduire la part de subjectivité des observateurs, des scénarios décrivant les différents niveaux d'appréciation de chaque item ont été développés. La grille vise donc à expliciter tous les critères de jugement pour les observateurs (Sanchez, Manrique & Duque, 2009).
- Une place non négligeable est accordée aux informations qualitatives, permettant aux observateurs de justifier leurs choix (Sawanda et al., 2002).
- L'instrument permet à son utilisateur une observation aisée : il comprend un nombre raisonnable d'items, en privilégiant uniquement les éléments fondamentaux à observer (Beerler & Bodzin, 2004).

La grille a été testée dans une vingtaine de classes de la région parisienne et de plusieurs centres pilotes pour éprouver sa fiabilité. Lors de ce test, comme l'ont fait Beerler et Bodzin (2004), deux observateurs ont observé la même séance afin d'affiner les indicateurs qui posaient problème. Suite à ce test, la grille a été remaniée et des documents d'accompagnement permettant de former les futurs observateurs ont été développés (Lawrenz et al., 2002 ; Horizon Research, 2003).

Structure de l'instrument d'observation de classes

La première section de l'instrument permet de recueillir des informations concernant l'école, la classe (niveau, nombre d'élèves) et le type d'accompagnement dont a bénéficié l'enseignant de la classe observée. Une brève description de la séance (module dans lequel s'inscrit la séance, durée de la séance, sujet de la séance) est également demandée à l'observateur.

La deuxième section de l'instrument est constituée par la grille d'observation proprement dite (Cf. en annexe les items de la grille).

Elle comprend 22 items.

- 7 items concernent le cadre de la séance (contenus et dispositions matérielles)
- 4 items concernent les traces écrites
- 7 items concernent l'activité de l'enseignant
- 4 items concernent l'activité des élèves

À chaque item correspond une échelle de 6 niveaux (C, B+, B, A+, A, N) qui permet

aux observateurs de rendre compte de leurs observations. Le niveau C signifie que la pratique observée est la plus conforme à ce qui est préconisé pour un ESFI. Inversement, le niveau A signifie que la pratique observée est la plus éloignée de la démarche préconisée. Le sixième niveau, N, permet à l'observateur d'indiquer qu'il n'a pas d'information suffisante pour donner une valeur à l'item en question (certaines séances ne comportent pas d'activités permettant d'observer tous les items). La grille comprend aussi des espaces permettant aux observateurs de commenter leurs appréciations.

La troisième section de l'instrument est réservée aux observateurs. Elle expose, pour chaque item et pour chaque niveau d'appréciation, les scénarios permettant aux observateurs d'effectuer leur évaluation de la séance de façon la plus objective possible.

À titre d'exemple, sont donnés, pour deux items, les différents scénarios proposés aux observateurs :

FIGURE 1

	Item 3-1	Item 4-3
	Les cahiers d'expérience des élèves comportent des traces écrites individuelles et collectives réalisées en groupe ou avec le maître.	Le maître encourage les élèves à raisonner : faire des liens avec ce qui a été fait précédemment, remettre en question les résultats, proposer éventuellement d'autres investigations.
C	Scénarios Dans les cahiers d'expériences des élèves, les traces écrites individuelles et collectives sont bien identifiables. Les écrits individuels montrent qu'ils ont été rédigés librement par chaque élève, avec ses propres mots. Ils rendent compte de ce que chaque élève a pensé, fait, observé, expérimenté. Les écrits collectifs rendent compte du travail réalisé en classe et leur rédaction montre qu'ils ont été élaborés avec le maître.	Scénarios Le maître invite les élèves à être critiques, à réfléchir sur leurs résultats, à les vérifier en faisant de nouvelles recherches qui peuvent valider ou infirmer leurs résultats, affirmations ou conclusions. Ceux-ci sont confrontés systématiquement au savoir établi.
B+	Dans les cahiers d'expériences des élèves, les traces écrites collectives (écrits de groupe ou rédigés avec le maître) sont plus nombreuses que les traces écrites individuelles	Le maître invite les élèves à réfléchir sur leurs résultats et à les confronter au savoir établi sans toutefois les inciter à faire de nouvelles expériences pour les infirmer ou les confirmer

Les 5 scénarios pour 2 items de la grille

FIGURE 1

B	Dans les cahiers d'expériences, il est difficile de distinguer entre traces écrites individuelles et traces écrites collectives	Le maître ne demande pas systématiquement aux élèves de confronter leurs résultats ou conclusions au savoir établi, ce qui peut conduire la classe à des conclusions approximatives
A+	Les cahiers de sciences des élèves montrent des traces écrites identiques rédigées sous la dictée. Elles sont principalement composées de résumés parfois illustrés de photos ou de schémas	Les résultats ou conclusions des activités réalisées ne sont pas remis en question. Le maître est détenteur du savoir établi et dicte les conclusions.
A	Les élèves n'utilisent pas un cahier ou un classeur spécifique pour les sciences. Les traces repérables dans les cahiers des élèves se présentent comme des résumés dictés par le maître	Le maître n'incite pas les élèves à réfléchir ou à se poser des questions.

Les 5 scénarios pour 2 items de la grille

Recueil et traitement des données

Les données ont été recueillies entre 2008 et 2012 dans 303 classes de 10 centres pilotes, par l'observation d'une séance de sciences. La plupart des items sont observables directement pendant la séance. D'autres doivent être renseignés avant ou après la séance en interrogeant l'enseignant et en prenant connaissance de cahiers d'élèves.

Pour rendre compte des résultats et éviter de fournir une note globale dépourvue de signification, six catégories ont été constituées : *Matériel*, *Notions/progression*, *Investigation*, *Pédagogie active*, *Traces écrites/communication*, *Structuration des connaissances*. Regroupant chacune plusieurs items, elles permettent de situer les classes observées par rapport aux différentes composantes de la démarche préconisée par *La main à la pâte*. Dans chaque catégorie, les items sont affectés d'un poids de 1 à 3, en fonction de leur importance par rapport à la catégorie. Catégories et poids donnés aux items ont été discutés et soumis à l'approbation d'un groupe de travail composé de praticiens (enseignants et formateurs) et d'experts (chercheurs en éducation).

- La catégorie *Matériel* comprend 3 items (1-5, 2-1, 2-2) avec un poids de 3 pour l'item 2-1 (*le matériel disponible est en quantité suffisante pour permettre la réalisation des activités scientifiques et le travail en petits groupe*) car il est plus important d'avoir du matériel pour chaque élève ou groupe d'élèves afin qu'ils puissent réaliser des expériences plutôt que d'avoir, par exemple, une salle aménagée spécialement pour les sciences. (item 2-2).
- La catégorie *Notion/progression* comprend 3 items (1-1, 1-2, 1-4) avec un poids de 3 pour les items 1-1 et 1-4 car il est important que la séance observée fasse partie d'un

module ou d'une séquence afin de pouvoir développer une démarche d'investigation qui soit adaptée aux élèves.

- La catégorie *Investigation* comprend 6 items (1-1, 1-3, 3-3, 4-1, 4-3, 4-4, 4-7, 5-1) avec un poids de 3 pour 4-1, 4-3, 4-4, 4-7, items qui concernent ce que fait le maître en lien avec l'investigation.
- La catégorie *Pédagogie active* comprend également 6 items (4-1, 4-2, 4-5, 4-6, 5-1, 5-4) avec un poids de 3 pour les items 4-2 et 4-5 qui se focalisent sur les interactions maître-élèves et élèves-élèves.
- La catégorie *Traces écrites/communication* comprend 4 items (3-1, 3-3, 3-4, 5-3) dont deux, 3-1 et 3-3, ont un poids de 3. *La main à la pâte* insiste beaucoup sur le cahier d'expériences dans lequel doivent se trouver aussi des écrits individuels des élèves.
- La catégorie *Structuration des connaissances* comprend 5 items (3-2, 4-3, 4-6, 5-2, 5-3) avec un poids de 3 pour les items 4-6, 5-2, 5-3.
- Soulignons enfin que, dans la mesure où certains items sont descriptifs de plusieurs catégories, ils peuvent être classés dans plusieurs catégories à la fois, soit avec le même poids soit avec des poids différents.

La valeur d'une catégorie est égale à $\sum ab/\sum a$, (a) étant le poids de l'item, (b) étant le résultat de l'observation (C=5, B+=4, B=3, A+=2, A=1, N=0). La valeur d'une catégorie est donc comprise entre 0 et 5.

Pour faciliter l'analyse, des intervalles sont proposés. Ils permettent de dire, pour telle ou telle catégorie, si la ou les classes observées sont *dans la démarche* (valeur obtenue entre 3.80 et 5), *près de la démarche* (entre 2 et 3.79), ou *loin de la démarche* (entre 0 et 1.99).

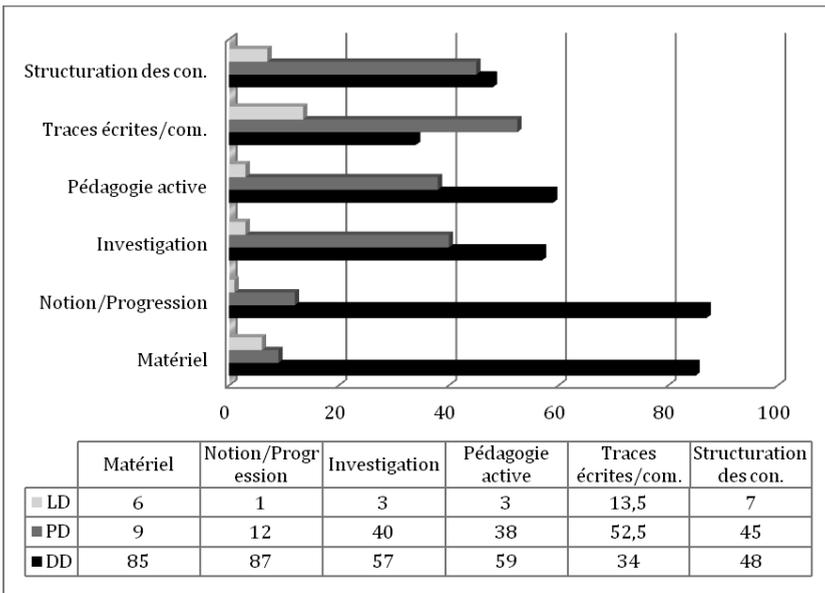
RÉSULTATS DE L'ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON AUX DIFFÉRENTES CATÉGORIES

La Figure 2 donne les résultats obtenus par les 303 classes aux différentes catégories et leur répartition *dans la démarche*, *près de la démarche*, *loin de la démarche*.

Les catégories *Matériel* et *Notions/Progression* obtiennent de très bons résultats (+ de 85% des classes sont *dans la démarche*), ce qui indique que les pratiques observées sont conformes ou très proches de celles qui sont préconisées. Ces résultats tendent à indiquer que les enseignants des classes observées utilisent massivement les documents et le matériel mis à leur disposition par les centres pilotes. Notons toutefois que l'item 2-2 qui concerne l'aménagement de la salle de classe pour permettre la réalisation des expériences et le travail de groupe est le seul pour lequel plus d'un tiers des classes ont des pratiques éloignées de celles préconisées (36% en B, A+, A).

Mais si disposer de matériel et de documents apparaît comme une condition

FIGURE 2



DD = dans la démarche, PD = Près de la démarche, LD = Loin de la démarche

Résultats aux différentes catégories pour l'ensemble des classes observées en %

nécessaire, elle ne semble pas suffisante pour mettre en place un ESFI, comme le montre les résultats obtenus aux autres catégories.

Les catégories *Investigation* et *Pédagogie active* dont les items qui les composent sont fondamentaux pour un ESFI, obtiennent des résultats moyens, respectivement 57% et 59% des classes *dans la démarche*. Parmi les items qui composent ces deux catégories, l'item 4-4 sur le guidage de l'enseignant pour que les élèves conçoivent, réalisent, exploitent par eux-mêmes les modalités d'investigation retenues ne rassemble que 56.76% des classes dans les scénarios C et B+, pratiques conformes ou très proches de celles préconisées. De même en est-il pour l'item 4-6 qui concerne la clôture de la séance pour identifier avec les élèves les objectifs atteints et le travail à poursuivre (58.74% des classes en C et B+). En revanche l'item 4-1 qui indique que l'enseignant sollicite les élèves pour favoriser un questionnement productif, l'item 4-2 sur la gestion de la parole dans la classe ou encore 4-5 sur l'alternance des modalités de travail des élèves au cours de la séance (travail individuel, en groupe ou en classe entière) regroupent plus de 70% des classes en C et B+ (respectivement 70.95%, 75.57%, 71.94%)

La catégorie *Structuration des connaissances* rassemble moins de la moitié des classes *dans la démarche* (48%). L'item 4-6 concernant la clôture de la séance est en partie responsable de ce score : 40% des classes sont dans les scénarios B, A+, A les plus

éloignés des pratiques préconisées L'identification, en fin de séance, des objectifs atteints et du travail à poursuivre sont souvent négligés dans les classes.

La catégorie *Traces écrites/Communication* regroupe seulement 34% des classes dans la démarche. Ce mauvais score est dû plus particulièrement aux résultats obtenus à l'item 3-3 (*Dans les cahiers d'expérience, les traces écrites reprennent les différentes étapes de la démarche d'investigation*) et à l'item 3-4 (*Dans la classe on trouve des traces écrites de grand format qui rendent compte du travail*). Ces deux items ne rassemblent que 20% des classes en C et 20% en B+, niveaux qui indiquent que les pratiques observées sont conformes ou proches de celles qui sont préconisées. Le cahier d'expériences, tout en étant présent dans la très grande majorité des classes, ne rend pas toujours compte des différentes étapes du travail ni du cheminement suivi par chaque élève. L'affichage dans la classe des différentes étapes du travail réalisé n'est pas systématique. Les écrits individuels se distinguent parfois difficilement des écrits collectifs.

La consolidation des connaissances s'appuie donc peu sur l'écrit alors que le fait de faire expliciter par écrit aux élèves leurs prévisions, garder des traces de ce qui a été pensé individuellement puis collectivement, du cheminement opéré pour arriver à des conclusions valides sont des éléments essentiels pour permettre aux élèves de comprendre ce qu'ils sont en train d'apprendre.

COMPARAISON DES RÉSULTATS SELON LES DIFFÉRENTES FORMES D'ACCOMPAGNEMENT

Les formes d'accompagnement mises en place par les centres pilotes sont variées, certaines apparaissent comme plus performantes que d'autres pour assurer le transfert des pratiques préconisées dans les classes.

Pour rendre compte des différentes formes d'accompagnement, les regroupements suivants ont été opérés

- 1) Accompagnement *individualisé* (en classe) et *continu*
 - a) à dominante *scientifique* (pour deux modules, soit de 8 à 12 semaines à raison d'au moins 1h30 par semaine) par des étudiants scientifiques ou des élèves d'écoles d'ingénieurs
 - b) à dominante *pédagogique* (pour au moins un module, soit environ 5 à 8 semaines, à raison d'au moins 1h30 par semaine) par les *enseignants formateurs* des centres pilotes.
- 2) Accompagnement *collectif* (stage) et *continu* (de 3 jours à 3 semaines) suivi d'un accompagnement *individualisé* et *discontinu* (sur plusieurs années, à raison de quelques séances et réunions espacées dans l'année) à dominante *pédagogique et/ou scientifique*.
- 3) Accompagnement *individualisé* (sur un ou deux ans) et *discontinu* (quelques séances

et réunions dans l'année) par *des enseignants expérimentés* qui sont à la disposition de leurs collègues et répondent à leurs demandes ou par *les enseignants formateurs* des centres pilotes dans le cadre de projets scientifiques.

- 4) Accompagnement *individualisé* ou *collectif, court* (une à 3 journées) et *discontinu* (quelques réunions de préparation et de bilan) par *les enseignants formateurs* des centres pilotes qui reçoivent les classes pour des ateliers ou par des enseignants formateurs dans le cadre d'animations pédagogiques.

La *Figure 3* reprend les résultats obtenus par les classes aux catégories *Investigation*, *Pédagogie active*, *Traces écrites et communication*, *Structuration des connaissances* en fonction de la forme d'accompagnement dont elles ont bénéficié. Les catégories *Matériel* et *Notions/progression* ne sont pas reprises ici du fait de leurs très bons résultats.

FIGURE 3

Catégories	Accompagnement individualisé et continu		Accompagnement collectif et continu, suivi ou non d'un accompagnement discontinu et individualisé N= 65	Accompagnement Individualisé et discontinu N= 32	Accompagnement Court Individualisé ou collectif N=55	TOTAL N= 303
	Scientifique N =62	Pédagogique N=89				
Investigation	59.6	64	57	53	43.5	57
Pédagogie active	66	61.8	63	62	38	59
Traces écrites	19.3	44.7	43	40	16	34
Structuration des connaissances	40.3	57.3	57	43	32.5	48

Résultats aux grandes catégories selon les différentes formes d'accompagnement en %

Pour les catégories *Investigation* et *Pédagogie active*, les formes d'accompagnement qui obtiennent les meilleurs résultats sont d'une part celles où l'accompagnement est individualisé, en classe, sur la durée d'au moins un module par des scientifiques ou des pédagogues, d'autre part celles où l'accompagnement s'est fait de manière collective, du type stage long. 57% et plus des classes qui ont bénéficié de ces formes d'accompagnement sont *dans la démarche* pour ces deux catégories, essentielles pour mettre en œuvre un ESFI.

Pour la catégorie *Structuration des connaissances*, les meilleurs résultats sont encore obtenus par l'accompagnement individualisé en classe mais seulement lorsque les accompagnateurs sont des pédagogues (57.3%), et par l'accompagnement collectif du type stage long (57%).

Enfin, concernant la catégorie *Traces écrites/Communication*, les accompagnements collectifs sous forme de stage qu'ils soient ou non suivi d'un accompagnement

individualisé et l'accompagnement individualisé en classe par des enseignants formateurs et l'accompagnement individualisé et discontinu par des enseignants expérimentés ont 40% et plus de leurs classes *dans la démarche*. Les autres formes d'accompagnement font de faibles scores.

SYNTHÈSE ET DISCUSSION

Plusieurs enseignements sont à retenir concernant tout d'abord ce qui est acquis ou au contraire à développer dans l'ensemble des classes observées, tous dispositifs d'accompagnement confondus, puis sur l'efficacité des formes d'accompagnement mises en œuvre et enfin sur la durée de l'accompagnement.

1) La diffusion par les centres de modules qui, sur un thème, donnent une progression des activités sur plusieurs séances, introduisent les notions scientifiques et les compétences à travailler, fournissent des conseils pour la réalisation des expériences, proposent des évaluations, donnent des bibliographies sur les contenus scientifiques et qui sont associés à la mise à disposition de matériel est, sans nul doute, une grande réussite pour les centres pilotes. Les enseignants qui ont bénéficié d'accompagnements, quelle qu'en soit la forme, semblent continuer à utiliser ces ressources une fois seuls.

Le point le plus critique et où le transfert reste imparfait, quelle que soit la forme de l'accompagnement, reste l'écrit au cours des séances de sciences. Même les centres les plus performants ne sont pas arrivés à ce que tous les enseignants accordent de l'importance à l'écrit et à la communication. Si le cahier d'expériences (ou de sciences) est le plus souvent présent dans les classes, il ne rend souvent qu'imparfaitement compte du travail en cours ou réalisé. Les centres ont à trouver des stratégies pour faire percevoir aux enseignants l'importance pour les élèves d'écrire, d'argumenter, de raisonner pour qu'ils arrivent à se construire des connaissances en sciences et acquérir des compétences. La maîtrise de la langue qui est un des fondamentaux dans les programmes du primaire en France ne semble pas encore considérée par les enseignants comme pouvant être transversale aux différentes disciplines.

2) Pour qu'il y ait une appropriation de la démarche et des contenus et pour qu'il y ait un transfert des pratiques préconisées dans la pratique des classes, deux facteurs semblent jouer un rôle fondamental : la formation des accompagnateurs et la durée de l'accompagnement. Dans notre échantillon, l'accompagnement individualisé en classe à dominante pédagogique, les stages de longue durée qu'ils soient ou non suivi d'un accompagnement individualisé qui permettent de tisser des liens étroits avec les enseignants apparaissent comme les plus efficaces pour un transfert des pratiques préconisées. De même en est-il de l'accompagnement à dominante scientifique, à condition que les accompagnateurs aient reçu une formation au préalable et soient encadrés par leurs enseignants et l'équipe du centre pilote.

Près des deux tiers des classes qui ont bénéficié de ces formes d'accompagnement sont *dans la démarche* pour les catégories *Investigation* et *Pédagogie active*. Ces formes d'accompagnement qui s'inscrivent dans la durée, qui, lorsqu'ils sont individualisés, font une large place à un travail en commun de l'accompagnateur et de l'enseignant, de l'ordre du « donner à voir en faisant avec », permettent sans doute d'avoir des temps d'échanges pour mener une réflexion approfondie sur la mise en œuvre des différentes étapes d'un enseignement des sciences fondé sur l'investigation, sur l'utilisation du matériel, sur les contenus scientifiques.

En revanche, le transfert des pratiques liées à la structuration des connaissances et à l'écrit en sciences est nettement plus fréquent quand les accompagnateurs sont des pédagogues que lorsqu'ils sont des scientifiques. L'accompagnement par des scientifiques, même formés aux méthodes préconisées, trouve là ses limites. La nécessité de ménager des temps, au cours des séances de sciences, pour « raisonner », identifier les objectifs atteints, envisager la poursuite du travail, pour consigner dans le cahier de sciences le questionnement, les protocoles et résultats d'expériences et les conclusions est souvent négligée. C'est ce que nous avons souvent constaté dans les séances qu'il nous a été donné d'observer. Les phases de questionnement, de réalisation des expériences prennent toujours beaucoup de temps au détriment des autres phases, et si ces dernières ne sont pas explicitement prévues lors de la préparation des séances, elles risquent de ne pouvoir se réaliser faute de temps.

L'accompagnement ponctuel, sous forme d'atelier ou dans le cadre d'un projet scientifique ou dans le cadre d'animations pédagogiques, parvient très imparfaitement à ce que s'opère le transfert dans les classes des pratiques préconisées. Les deux seuls points où ces formes d'accompagnement sont aussi performantes que les autres concernent les catégories *Matériel* et *Notion/Progression*. Dans les deux premiers cas, (atelier et suivi de projet scientifique) rappelons-le, le centre pilote fournit aux enseignants modules, documents pédagogiques et scientifiques sur les thèmes du programme et du matériel en nombre suffisant pour les classes. Dans le cadre d'animations pédagogiques, le centre fait généralement connaître ses ressources qui, comme on a pu le constater, sont sans doute utilisées par les enseignants de retour dans leurs classes. Ces résultats confortent dans l'idée que la mise à disposition de modules et de matériel est nécessaire et utile, mais si celle-ci ne s'accompagne pas d'un suivi prolongé permettant aux enseignants de mieux percevoir comment les utiliser, elle n'engendre pas systématiquement une modification des pratiques et la mise en œuvre d'un ESFI.

3) Concernant les formes d'accompagnement étudiées, celles qui permettent un véritable transfert dans les pratiques de classe de la démarche d'investigation préconisée associée à une pédagogie qui rend les élèves plus actifs dans la construction de leur savoir sont celles qui privilégient un accompagnement qui s'inscrit dans la durée et permet à l'enseignant de se familiariser progressivement à la démarche, à la pédagogie et aux contenus.

Les résultats obtenus font écho aux nombreuses études sur le développement professionnel des enseignants qui montrent que seules les formations soutenues dans la durée produisent des changements significatifs au niveau des pratiques d'enseignement (Supovitz & Turner, 2000; Harlen & Allende, 2009; Harlen, 2004; Delclaux & Saltiel, 2013). Ils vont également dans le sens des études de Appleton (2008) et de Koch & Appleton (2007), qui indiquent que pour fournir un accompagnement complet en classe, un accompagnateur doit avoir des connaissances concernant le curriculum, le contenu en sciences, la didactique des sciences, la pédagogie, et l'évaluation. Les enseignants expérimentés et les enseignants formateurs, qui assurent l'accompagnement à dominante pédagogique, sont en effet plus à même de posséder l'ensemble de ces connaissances que les étudiants en sciences, même en étant formés à la démarche d'ESFI préconisée.

RÉFÉRENCES

- Appleton, K. (2008). Developing Science Pedagogical Content Knowledge through mentoring elementary teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 19, 523-545.
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique* (Paris:Vrin).
- Beerer, K. & Bodzin, A. (2004). *Promoting inquiry-based science instruction: The validation of the Science Teacher Inquiry Rubric (STIR)*. Paper presented at the Annual Meeting of the Association for Science Teacher Education, Nashville, TN.
- Charpak, G., Léna, P. & Quéré, Y. (2005). *L'enfant et la science. L'aventure de La main à la pâte* (Paris: Odile Jacob).
- Delclaux, M. & Saltiel, E. (2013). An evaluation of local teacher support strategies for the implementation of inquiry-based science education in French primary schools. *Education 3-13*, 41(2), 138-159.
- Delclaux, M., Marin-Micewicz, C. & Pérez F. (2012). Aide à la création et au développement d'un centre pilote dédié à un ESFI à l'école et au collège, (<http://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/centres-pilotes/centre%20pilotes%20fr%20web.pdf>).
- Garrison, L. & Amaral, O. (2006). Designing and using program-specific evaluation instruments. *Electronic Journal of Science Education*, 11(1), (<http://ejse.southwestern.edu>).
- Harlen, W. & Allende, J. (eds). (2009). *Report of the Working Group on teacher professional development in Pre-Secondary School Inquiry-Based Science Education* (Santiago, Chile: IAP).
- Harlen, W. (2004). *Evaluating Inquiry-based Science Developments*. A paper commissioned by the National Research Council in preparation for a meeting on the status of evaluation of Inquiry-Based Science Education, 11 may 2004.
- Horizon Research. (2003). *2003-04 Core Evaluation Manual: Classroom Observation Protocol*, (<http://www.horizon-research.com/instruments/clas/cop.php>).
- Koch, J. & Appleton, K. (2007). The effect of a mentoring model for elementary Science professional development. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 209-231.
- Lawrenz, F., Huffman, D. & Appeldorn, K. (2002). *Evaluation of the collaboratives for excellence in teacher preparation* (Minneapolis: University of Minnesota).
- La main à la pâte (2000). *Les dix principes*, (http://www.lamap.fr/?Page_Id=59).
- Piaget, J. (1926). *La représentation du monde chez l'enfant* (Paris: PUF).

- Saltiel, E. (2006). *Methodological guide. Inquiry-Based Science Education : Applying it in the Classroom*. Pollen Project, (<http://www.pollen-europa.net/?page=%2Bag%2BXQhDnho%3D>).
- Sanchez, I., Manrique, A. & Duque, M. (2010). Design and implementation of a training program in IBSE for in-service Elementary School teachers, in a developing Latin American country. In M. F. Tasar & G. Çakmakci (eds), *Contemporary Science Education Research: Pre-Service and In-Service Teacher Education* (Ankara : Pegem Akademi), 211-221.
- Sawanda, D., Piburn, M., Judson, E., Turley J., Falconer, K., Benford, R. & Bloom, I. (2002). Measuring reform practices in Science and Mathematics classrooms: The reformed teaching observation protocol. *School Science and Mathematics*, 102(6), 245-253.
- Supovitz, J. A. & Turner, H. M. (2000). The effects of professional development on science teaching practices and classroom culture. *International Journal of Science Education*, 37(9), 963-980.
- Vygotski L. (1985). *Pensée et langage* (Paris: Éditions Sociales).
- Worth, K., Duque, M. & Saltiel, E. (2009). *Designing and implementing Inquiry-Based Science units*. Pollen Project, (<http://www.pollen-europa.net/?page=%2Bag%2BXQhDnho%3D>).
- Zubrowski, B. (2007). An observational and planning tool for professional development in Science Education. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 861-884.

ANNEXE: ITEMS DE LA GRILLE D'OBSERVATION

ANNEXE	
Caractéristiques à observer	
Cadre de la séance	<p>1.1 La séance observée fait partie d'un ensemble de séances qui aborde un sujet d'étude, avec une démarche d'investigation et une progression dans l'appropriation des notions scientifiques.</p> <p>1.2 Le sujet d'étude choisi fait partie des programmes du cycle concerné et tient compte du niveau des élèves</p> <p>1.3 La situation ou la question posée au début de la séance se prête à une démarche d'investigation et a du sens pour les élèves.</p> <p>1.4 Au cours de la séance, des notions scientifiques et des compétences ont été travaillées en tenant compte de la progression des élèves et de leurs acquis.</p> <p>1.5 Pour préparer la séance, le maître a utilisé des documents validés scientifiquement et pédagogiquement.</p> <p>2.1 Le matériel nécessaire est adapté à l'âge des élèves. Il est disponible en quantité suffisante pour le travail en groupes et celui de chaque élève.</p> <p>2.2 Au cours de la séance, la salle de classe a été aménagée pour permettre la réalisation des activités scientifiques et le travail en petits groupes.</p>
Traces écrites	<p>3.1 Les cahiers d'expérience des élèves comportent des traces écrites personnelles et collectives réalisées en groupe ou avec le maître.</p> <p>3.2 Dans les traces écrites, on trouve des conclusions collectives qui correspondent au savoir établi.</p> <p>3.3 Dans les cahiers d'expériences, les traces écrites reprennent les différentes étapes de la démarche d'investigation.</p> <p>3.4 Dans la classe, on trouve des traces collectives de grand format qui rendent compte du travail.</p>
Activités de l'enseignant	<p>4.1 Le maître sollicite les élèves pour favoriser un questionnement «productif» sur le sujet d'étude.</p> <p>4.2 Tout au long de la séance, le maître gère la circulation de la parole dans la classe pour aider les élèves à organiser leurs idées, à les confronter aux autres et à trouver collectivement les conclusions.</p> <p>4.3 Le maître encourage les élèves à raisonner : faire des liens avec ce qui a été fait précédemment, remettre en question les résultats, proposer éventuellement d'autres investigations.</p> <p>4.4 Le maître guide les élèves pour qu'ils conçoivent, réalisent, exploitent par eux-mêmes les modalités d'investigation retenues (observation, expérience, recherche documentaire...)</p> <p>4.5 Au cours de la séance, le maître alterne le travail individuel, en grands et/ou en petits groupes.</p> <p>4.6 Le maître clôt la séance en identifiant avec les élèves les objectifs atteints et le travail à poursuivre.</p> <p>4.7 La séance comporte des phases de rappel, de questionnement, d'investigation et de conclusion.</p>
Activités des élèves	<p>5.1 Les élèves sont impliqués tout au long de la séance.</p> <p>5.2 Dans leurs interventions, les élèves s'appuient sur leurs acquis.</p> <p>5.3 Les élèves communiquent et argumentent avec un langage scientifique adapté à leur niveau.</p> <p>5.4 Tout au long de la séance, les élèves coopèrent et partagent leurs idées en respectant les autres.</p>