

**Apprendre
la science
et la technologie
à l'école**

Apprendre la science et la technologie à l'école

Présentation

La formation scientifique des futurs citoyens commence dès l'école primaire. Elle est un enjeu fondamental pour leur avenir, comme pour celui de la société française.

Prenant appui sur les premières conclusions de l'expérimentation *La main à la pâte*, impulsée par l'Académie des sciences, le ministère de l'Éducation nationale a mis en œuvre, entre 2000 et 2003, un plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école (PRESTE). Ce plan, aujourd'hui inscrit dans les programmes, privilégie une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique.

Observation, questionnement, expérimentation et argumentation doivent être mis en œuvre dans toutes les classes des écoles maternelles et élémentaires. Il s'agit de faire acquérir aux élèves des connaissances précises sur le vivant, la matière et les objets, adaptées à leur âge, tout en leur permettant de construire des compétences et des attitudes propres à une démarche scientifique de notre temps.

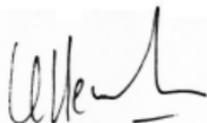
Par les expériences conduites en classe, les recherches pratiquées, les conclusions formulées dans une langue soignée et s'appuyant sur les mathématiques, les élèves apprennent la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances, d'autre part. Comme la maîtrise de la langue, la maîtrise d'une culture scientifique fait partie des exigences du socle commun de connaissances et de compétences.

Les séquences de classe présentées ici, ainsi que les interventions de chercheurs, répondent à la curiosité des jeunes enfants pour le monde qui les entoure ; elles mettent en œuvre une pensée rigoureuse et montrent la nécessaire attitude d'humilité face à la connaissance.

Ce DVD est un outil de formation pour les maîtres, souvent inquiets devant cet enseignement scientifique. Qu'il soit utilisé par chaque maître pour sa formation personnelle ou en situation de formation professionnelle collective, il montre qu'une démarche d'investigation est possible et même aisée, il ouvre à des questions qui trouveront réponse dans le cadre d'une réflexion collective au sein des équipes pédagogiques.

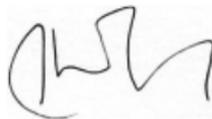
Nous souhaitons que ce nouveau document contribue à renforcer et élargir la place d'une science vivante à l'école, instrument intellectuel fondamental de la construction de la pensée des élèves.

Le Directeur général
de l'Enseignement scolaire

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jean-Louis Nembrini', written over a light grey rectangular background.

Jean-Louis NEMBRINI

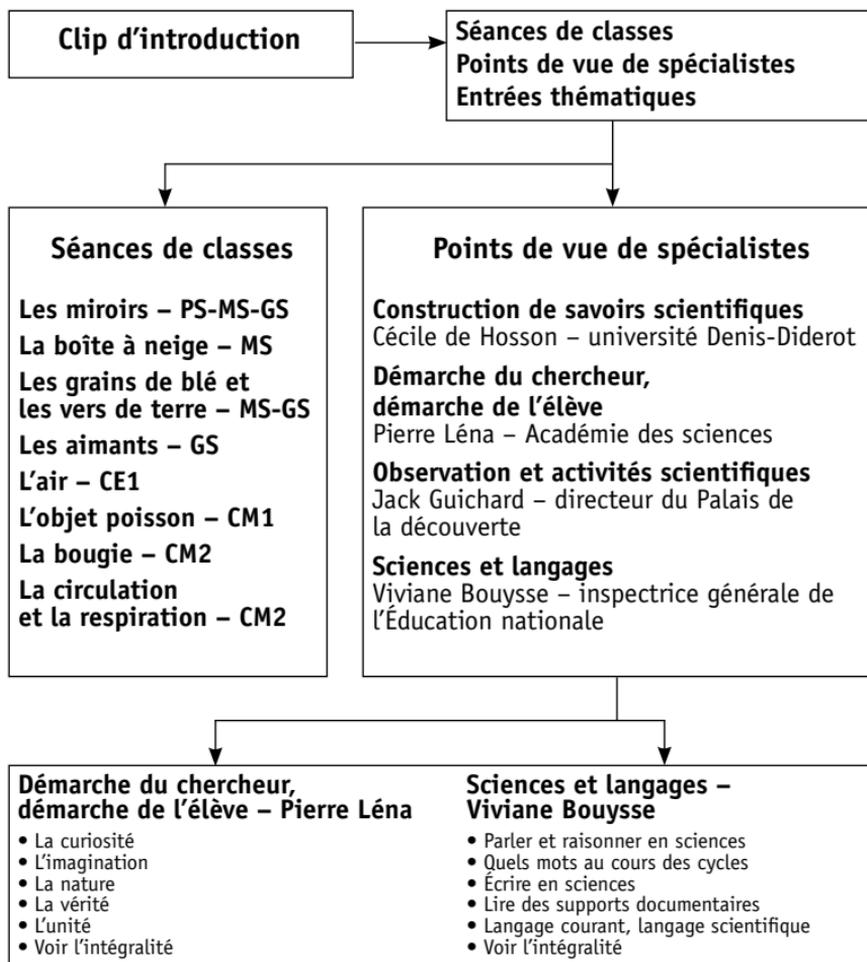
Le Président
de l'Académie des sciences

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jules Hoffmann', written over a light grey rectangular background.

Jules HOFFMANN

Arborescence

Apprendre la science et la technologie à l'école



Entrées thématiques

Questionnements, hypothèses, prévisions

Activités d'investigation

Apprendre à raisonner

Rôle du maître

Organisation de la classe

Utilisation du carnet d'expériences et d'observations

Sciences et mathématiques

Questionnements, hypothèses, prévisions

- La boîte à neige – MS
- Les grains de blé et les vers de terre – MS-GS
- L'air – CE1
- La circulation et la respiration – CM2
- Construction de savoirs scientifiques
Cécile de Hosson – université Denis-Diderot
- Démarche du chercheur, démarche de l'élève
Pierre Léna – Académie des sciences
- Observation et activités scientifiques
Jack Guichard – directeur du Palais de la découverte

Activités d'investigation

- Les grains de blé et les vers de terre – MS-GS
- L'air – CE1
- L'objet poisson – CM1
- La bougie – CM2
- Construction de savoirs scientifiques
Cécile de Hosson – université Denis-Diderot
- Démarche du chercheur, démarche de l'élève
Pierre Léna – Académie des sciences
- Observation et activités scientifiques
Jack Guichard – directeur du Palais de la découverte

Apprendre à raisonner

- Les grains de blé et les vers de terre – MS-GS
- L'air – CE1
- La bougie – CM2
- La circulation et la respiration – CM2
- Construction de savoirs scientifiques
Cécile de Hosson – université Denis-Diderot
- Démarche du chercheur, démarche de l'élève
Pierre Léna – Académie des sciences
- Parler et raisonner en sciences
Viviane Bouysse – inspectrice générale de l'Éducation nationale

Rôle du maître

- Les miroirs – PS-MS-GS
- L'air – CE1
- La circulation et la respiration – CM2
- Quels mots au cours des cycles
Viviane Bouysse – inspectrice générale de l'Éducation nationale

Organisation de la classe

- Les miroirs – PS-MS-GS
- La boîte à neige – MS
- L'objet poisson – CM1

Utilisation du carnet d'expériences et d'observations

- Les grains de blé et les vers de terre – MS-GS
- Les aimants – GS
- La circulation et la respiration – CM2
- Écrire en sciences
Viviane Bouysse – inspectrice générale de l'Éducation nationale

Sciences et mathématiques

- Les grains de blé et les vers de terre – MS-GS
- La bougie – CM2
- Observation et activités scientifiques
Jack Guichard – directeur du Palais de la découverte

Les spécialistes

Viviane Bouysse

Viviane Bouysse est inspectrice générale de l'Éducation nationale, groupe de l'enseignement primaire. Après avoir été conseillère technique au cabinet du ministre délégué à l'Enseignement scolaire, elle a dirigé le Bureau des écoles à la Direction (générale) de l'Enseignement scolaire.

Viviane Bouysse a également été en charge de la formation des inspecteurs de l'Éducation nationale à l'École supérieure de l'Éducation nationale.

Jack Guichard

Jack Guichard, directeur du Palais de la découverte de Paris, est professeur des universités. Spécialiste en didactique des sciences, il a beaucoup travaillé sur l'observation en sciences et a publié de nombreux ouvrages pédagogiques.

Biologiste de formation, il s'intéresse aujourd'hui plus particulièrement à la question de l'introduction du virtuel dans l'éducation scientifique.

Il a créé la Cité des enfants et l'Espace pour les jeunes de la Cité des sciences.

Il poursuit ses recherches sur les démarches de vulgarisation scientifique, dans le but de faire aimer les sciences aux enfants et d'intéresser un large public aux découvertes scientifiques.

Cécile de Hosson

Cécile de Hosson est maître de conférences à l'UFR de physique de l'université Denis-Diderot (Paris 7) et chercheur au laboratoire de didactique de sciences physiques. Titulaire d'un doctorat de didactique de la physique, elle est responsable du master professionnel de didactique des sciences physiques. Ses travaux, centrés sur les modes de raisonnement et la construction des savoirs scientifiques, concernent le rôle que l'histoire des sciences peut jouer dans l'enseignement et l'apprentissage de la physique.

Coresponsable du comité parisien pour l'Année mondiale de la physique en 2005, elle s'est investie dans la création d'ateliers scientifiques pour les élèves de primaire et de collège, inspirés des leçons de physique élémentaire proposée par Marie Curie au début du siècle dernier. Cécile de Hosson est membre

associé de l'équipe *La main à la pâte*. À ce titre, elle anime de nombreuses formations en France et à l'étranger (Chili, Iran, Mexique, Serbie) dont l'objectif est la création de dispositifs locaux inspirés de *La main à la pâte*.

Pierre Léna

Pierre Léna, astrophysicien, est professeur émérite de l'université Denis-Diderot (Paris 7). Membre de l'Académie des sciences, il en est le délégué à l'éducation et à la formation depuis 2006. Cofondateur, avec Georges Charpak et Yves Quéré, de l'action de rénovation de l'enseignement scientifique *La main à pâte*, il en a animé les multiples développements depuis 1996, tant en France qu'en Europe et dans le reste du monde. Astronome, spécialiste du rayonnement infrarouge et de l'imagerie astronomique, actif dans la conception et la réalisation du Very Large Telescope européen au Chili, il a côtoyé de multiples aspects de la science et de la technologie, ainsi que leur transmission au grand public comme aux étudiants. Plus récemment, les questions d'éthique scientifique l'ont mobilisé à la présidence du comité d'éthique du CNRS.

Les séances de classes

Les vidéos proposées sur ce DVD sont des extraits de séances de classes et non des séances entières.

Les extraits ne présentent donc pas l'intégralité d'une démarche pédagogique mais éclairent sur quelques aspects spécifiques à l'enseignement des sciences et des technologies à l'école.

Les miroirs

Cette séance se déroule dans une classe maternelle à trois niveaux.

Après avoir manipulé tous ensemble différents objets dont des miroirs, la classe est séparée en trois groupes :

- un groupe de PS qui doit identifier des objets qui peuvent faire office de miroirs ;
- un groupe de MS qui doit identifier un objet comme étant un « vrai » miroir ou un miroir secondaire, à l'aide de propriétés qui seront explicitées au cours de la séance ;
- un groupe de GS qui met en relation la concavité et la convexité d'un miroir et le sens de l'image.

Remarque : l'enseignante utilise un codage qui permet aux élèves de GS de faire des tris adaptés à leur âge et en lien avec les propriétés des miroirs.

CIRCONSCRIPTION DE MÂCON-SUD - ÉCOLE MATERNELLE DE BERZÉ-LA-VILLE
BERZÉ-LA-VILLE, DÉPARTEMENT DE SAÔNE-ET-LOIRE (71)
MADAME CHANTAL CLOIX
PS-MS-GS

La boîte à neige

Cette séance vient après des activités qui ont permis aux élèves de manipuler différents produits, constituant ainsi un capital d'expériences. Au cours de cette séance, une boîte à neige est présentée aux enfants qui doivent imaginer ce qu'il y a dedans. Ils proposent des matières et des matériaux qu'ils vont tester. Puis chacun construira sa « boîte à neige ». Remarques : les hypothèses demandées aux élèves portent sur des choix d'objets et non une tentative d'explication, ce qui ne serait pas adapté à l'âge des enfants. Une hypothèse n'est pas une devinette car elle est encadrée par des critères précis qui la rendent ou non acceptable.

CIRCONSCRIPTION DE BONNEVILLE - ÉCOLE MATERNELLE DU BOIS-JOLIVET
BONNEVILLE, DÉPARTEMENT DE HAUTE-SAVOIE (74)
MADAME VALÉRIE GAVORY
MS

Les grains de blé et les vers de terre

Après avoir planté des grains de blé dans le jardin de l'école, les élèves avaient constaté qu'ils n'avaient pas tous germé. Certains élèves avaient alors fait l'hypothèse que les vers de terre les avaient mangés.

Afin de vérifier ou d'infirmer cette hypothèse, ils ont mis dans une barquette 10 vers de terre et 10 grains de blé. La séance enregistrée correspond au moment où les élèves observent le résultat de cette expérience.

Remarque : afin que les enfants s'approprient la démarche d'investigation, la maîtresse utilise un codage que l'on trouve dans les cahiers individuels et sur les affiches.

CIRCONSCRIPTION DE TROYES - ÉCOLE MATERNELLE BERNIOLLE
SAINTE-SAVINE, DÉPARTEMENT DE L'AUBE (10)
MADAME ISABELLE VASSEUR
MS-GS

Les aimants

Dans cette classe de MS-GS est montré comment il est possible d'amener les élèves à identifier les différentes étapes d'une démarche d'investigation à travers la réalisation d'un cahier d'expériences. Les manipulations et expérimentations menées auparavant par les élèves n'ont pas été filmées.

Pour aider les élèves à visualiser ces étapes, des affiches sont fabriquées collectivement au fur et à mesure de la progression de la séquence.

 on se demande :	 on pense :	 on essaie :	 on sait :
--	---	--	--

Le contenu de chaque affiche est rédigé à partir de dictées à l'adulte. La séance montre l'élaboration d'une affiche puis la réalisation par chaque enfant de son carnet d'expériences. Il doit, à partir de copies d'affiches qu'il peut découper, les remettre dans l'ordre en justifiant sa production. Cette procédure est un moyen de vérifier ce que chacun a compris et retenu.

CIRCONSCRIPTION DE MÂCON-SUD - ÉCOLE PRIMAIRE DE PIERRECLOS
PIERRECLOS, DÉPARTEMENT DE SAÔNE-ET-LOIRE (71)
MADAME SYLVIE MOURIER
GS

L'air

Les deux séances filmées viennent après plusieurs séances sur l'air. Elles ont toutes pour objectif de faire prendre conscience aux élèves que l'air, bien qu'il soit invisible, est de la matière et, dans les séances filmées, que cet air « occupe de la place ».

Systématiquement, la maîtresse demande, individuellement puis aux groupes, de justifier leurs prévisions avant de réaliser l'expérience, ce qui permet de verbaliser les conceptions initiales et raisonnements des élèves, comme par exemple « il n'y a pas d'air dans la bouteille ».

Ces séances permettent de voir comment la maîtresse gère ces explications, en permettant à chaque élève d'explicitier sa pensée et en proposant, si elle le trouve nécessaire, des expériences qui les aideront à modifier leurs conceptions initiales.

Remarque : à la lecture de cette séance, il est possible de voir les difficultés rencontrées par un élève pour construire un savoir et la façon dont la maîtresse les gère.

CIRCONSCRIPTION D'ALBI - ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE COLONEL-TEYSSIER
ALBI, DÉPARTEMENT DU TARN (81)
MADAME LILIANE SABATIER
CE1

L'objet poisson

Lors de l'étude de poissons exotiques dans la classe, les élèves se sont demandé comment un poisson pouvait se déplacer verticalement dans l'aquarium. La dissection d'un maquereau leur a permis de découvrir un organe particulier : la vessie natatoire.

Les élèves ont maintenant à fabriquer un objet stable qui puisse flotter, couler et se maintenir entre deux eaux (en soufflant dans une paille ou un petit tuyau). Au cours de la séance, les élèves par groupes (appelés « îlots ») commencent par concevoir un prototype. Au bout d'un quart d'heure de réalisation, ils testent leur prototype. Ces derniers sont présentés en fin de séance à toute la classe. Remarque : lors d'une prochaine séance, les élèves auront à améliorer leur prototype pour mieux répondre aux cahiers des charges fixés par le maître. Cette activité établit un lien entre biologie et technologie.

CIRCONSCRIPTION DE VILLENEUVE-LA-GARENNE
ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE PIERRE-DE-COUBERTIN A
VILLENEUVE-LA-GARENNE, DÉPARTEMENT DES HAUTS-DE-SEINE (92)
MONSIEUR PHILIPPE NICOLAS
CM1

La bougie

L'objectif de la séance est d'observer s'il existe un lien entre la contenance d'un récipient utilisé et la durée mise par la bougie pour s'éteindre.

Cela entraîne des mesures de temps avec un chronomètre et de contenances à l'aide de récipients gradués. Une courbe est ensuite tracée et exploitée.

Remarques : le maître attire l'attention des élèves sur l'importance des mesures, ayant demandé à au moins deux élèves de chronométrer. Un temps non négligeable est consacré à la mise en mots de la conclusion.

CIRCONSCRIPTION LES ANDELYS - ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE JEAN-MOULIN
GISORS, DÉPARTEMENT DE L'EURE (27)

MONSIEUR DENIS LAMBERT

CM2

La circulation et la respiration

Cette séance est un exemple de démarche d'investigation sans manipulation.

Elle est la dernière d'une série qui aboutit à la compréhension du lien entre circulation sanguine et respiration. Les activités précédentes sont rappelées.

Au cours de la séance filmée, les élèves doivent, tout d'abord individuellement, puis en groupes, puis en classe entière, représenter sur une silhouette dessinée sur une feuille de papier comprenant les poumons et le cœur, le chemin suivi par l'oxygène (dioxygène) lorsque l'on inspire, et celui suivi par le gaz carbonique (dioxyde de carbone) que l'on rejette.

Des pastilles de couleurs différencient les types d'écrits produits (individuels, collectifs).

CIRCONSCRIPTION DE MEAUX-SUD - ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE COMPAYRÉ 2
MEAUX, DÉPARTEMENT DE SEINE-ET-MARNE (77)

MADAME MYRIAM BOURIDAH

CM2

Les entrées thématiques

	Les miroirs	La boîte à neige	Les grains de blé et les vers de terre	Les aimants
Questionnements, hypothèses, prévisions		X	X	
Activités d'investigation			X	
Apprendre à raisonner			X	
Rôle du maître	X			
Organisation de la classe	X	X		
Utilisation du carnet d'expériences et d'observations			X	X
Sciences et mathématiques			X	

	L'air	L'objet poisson	La bougie	La circulation et la respiration
Questionnements, hypothèses, prévisions	X			X
Activités d'investigation	X	X	X	
Apprendre à raisonner	X		X	X
Rôle du maître	X			X
Organisation de la classe		X		
Utilisation du carnet d'expériences et d'observations				X
Sciences et mathématiques			X	

Documents de référence

– Socle commun de connaissances et de compétences, *Bulletin officiel*, n° 29 du 20 juillet 2006, www.education.gouv.fr/bo/2006/29/MENE0601554D.htm

- Pilier 3 - Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique

[...] Les sciences expérimentales et les technologies ont pour objectif de comprendre et de décrire le monde réel, celui de la nature, celui construit par l'homme ainsi que les changements induits par l'activité humaine. [...] Les élèves doivent comprendre que les sciences et les techniques contribuent au progrès et au bien-être des sociétés. [...]

- Pilier 6 - Les compétences sociales et civiques

[...] Les connaissances nécessaires relèvent notamment de l'enseignement scientifique et des humanités. [...] Pour exercer sa liberté, le citoyen doit être éclairé. La maîtrise de la langue française, la culture humaniste et la culture scientifique préparent à une vie civique responsable.

- Pilier 7 - L'autonomie et l'initiative

[...] L'autonomie de la personne humaine est le complément indispensable des droits de l'homme : le socle commun établit la possibilité d'échanger, d'agir et de choisir en connaissance de cause, en développant la capacité de juger par soi-même. [...] Les principales capacités attendues d'un élève autonome sont les suivantes : s'appuyer sur des méthodes de travail [...] être capable de raisonner avec logique et rigueur [...]

– Programmes d'enseignement de l'école primaire, *Bulletin officiel*, hors série n° 3 du 19 juin 2008, www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/default.htm

Sites Internet à consulter

– EduSCOL : <http://eduscol.education.fr>, École, Sciences et technologie

– CNDP : www.cndp.fr/ecole/sciences/accueil.htm

– La main à la pâte : www.inrp.fr/lamap/

Fiche de présentation de l'opération

La main à la pâte

	<p><i>La main à la pâte</i> vise à rénover et développer l'enseignement de science et de technologie à l'école primaire. Elle préconise la mise en œuvre par les enseignants d'une pédagogie d'investigation associant exploration du monde, apprentissages scientifiques, expérimentation et raisonnement, maîtrise de la langue et argumentation. Chaque enfant est ainsi guidé pour approfondir sa compréhension des objets et des phénomènes qui l'entourent, et développe sa curiosité spontanée, sa créativité et son esprit critique.</p>
--	--

Les dix principes de *La main à la pâte* :

1. Les enfants observent un objet ou un phénomène du monde réel, proche et sensible et expérimentent sur lui.
2. Au cours de leurs investigations, les enfants argumentent et raisonnent, mettent en commun et discutent leurs idées et leurs résultats, construisent leurs connaissances, une activité purement manuelle ne suffisant pas.
3. Les activités proposées aux élèves par le maître sont organisées en séquences en vue d'une progression des apprentissages. Elles relèvent des programmes et laissent une large part à l'autonomie des élèves.
4. Un volume minimum de deux heures par semaine est consacré à un même thème pendant plusieurs semaines. Une continuité des activités et des méthodes pédagogiques est assurée sur l'ensemble de la scolarité.
5. Les enfants tiennent chacun un cahier d'expériences avec leurs mots à eux.
6. L'objectif majeur est une appropriation progressive, par les élèves, de concepts scientifiques et de techniques opératoires, accompagnée d'une consolidation de l'expression écrite et orale.
7. Les familles et/ou le quartier sont sollicités pour le travail réalisé en classe.
8. Localement, des partenaires scientifiques (universités, grandes écoles) accompagnent le travail de la classe en mettant leurs compétences à disposition.
9. Localement, les IUFM mettent leur expérience pédagogique et didactique au service de l'enseignant.
10. L'enseignant peut obtenir auprès du site Internet des modules à mettre en œuvre, des idées d'activités, des réponses à ses questions. Il peut aussi participer à un travail coopératif en dialoguant avec des collègues, des formateurs et des scientifiques.

La main à la pâte, lancée en 1996 par Georges Charpak, prix Nobel de physique, Pierre Léna et Yves Quéré, avec le soutien constant de l'Académie des sciences de l'Institut de France et celui du ministère de l'Éducation nationale, s'est amplifiée en partenariat avec l'Institut national de recherche pédagogique et l'École normale supérieure (Paris).

Après avoir contribué au *Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école*, l'opération, toujours conduite par l'Académie des sciences, demeure un pôle innovant de l'enseignement des sciences à l'école, pôle qui prend appui sur un dispositif institutionnel et des partenaires sensibles aux enjeux de la rénovation de cet enseignement, notamment dans certaines universités au sein de leur IUFM.

***La main à la pâte* a mis en place :**

- des modalités variées de diffusion et de valorisation de l'enseignement de la science et de la technologie (publications, colloques, séminaires, prix *La main à la pâte*...);
- une réflexion continue sur la formation et l'accompagnement des enseignants, les stratégies de généralisation, l'évaluation, la nature du matériel scientifique utilisé en classe... ;
- une mise en réseau des acteurs et des praticiens de l'enseignement de la science et de la technologie ;
- un réseau de centres pilotes, répartis sur le territoire national, et comprenant plus de 2 000 classes ;
- l'implication de la communauté scientifique, notamment par l'accompagnement des enseignants ;
- l'élaboration et la diffusion de nombreuses ressources pédagogiques et scientifiques notamment par le site **www.inrp.fr/lamap**.

Ayant mis au point, testé, amendé et validé de multiples protocoles pédagogiques en France, *La main à la pâte* a été sollicitée par plus de trente pays étrangers pour des coopérations aux multiples facettes, qui met souvent en lien écoles françaises et étrangères. Elle a pris l'initiative d'une coopération européenne de grande ampleur, rassemblant depuis 2006 douze pays de l'Union dans le projet *Pollen*, où Saint-Etienne est la « ville pépinière » française.

Remerciements et crédits

Aux élèves des différentes classes ainsi qu'à leurs maîtresses et maîtres

Aux spécialistes pour leur coopération

Aux personnes ressources dans les circonscriptions :

Madame Joëlle Fourcade, conseillère pédagogique

Monsieur Michel Lafont, maître formateur

Monsieur Jean-Mary Le Chanony, conseiller pédagogique

Madame Élisabeth Plé, professeur d'IUFM

Monsieur Jean-Michel Rolando, professeur d'IUFM

Madame Évelyne Villard, conseillère pédagogique

Aux inspectrices et aux inspecteurs de l'Éducation nationale :

Monsieur Bernard Apfeldorfer, circonscription d'Albi

Monsieur Olivier Burger, circonscription Les Andelys

Madame Évelyne Chaumery, circonscription de Mâcon-Sud

Monsieur Jean-François Denizot, IEN adjoint, circonscription de Troyes

Monsieur Bernard Durand, circonscription de Bonneville

Madame Brigitte Fauque, circonscription de Villeneuve-la-Garenne

Madame Dominique Henaff, circonscription d'Antony

Monsieur Hervé Tromeur, circonscription de Meaux-Sud

Au coordinateur pédagogique du DVD : Olivier Burger,
inspecteur de l'Éducation nationale

À l'équipe du CNDP (SNPAV) et des CRDP de Lyon, de Toulouse

Remerciements particuliers à Madame Édith Saltiel,
maître de conférences honoraire, *La main à la pâte*,
pour son écoute attentive et ses conseils avisés,
ainsi qu'à Monsieur Georges Combes (CNDP)