

COMMENT PROMOUVOIR LES MATHÉMATIQUES À L'ÉCOLE À TRAVERS DES SITUATIONS EXPÉRIMENTALES ?

Julie Massin

DEA de Didactique des Mathématiques - Paris 7

Catherine Taveau

IUFM de Créteil - IREM de Paris 7

Résumé :

Le dispositif « la Main à la Pâte » a permis de déclencher une médiatisation et une popularisation d'une culture scientifique jusqu'alors peu présente. Il a relancé, dans les écoles, un enseignement basé sur une approche expérimentale des événements scientifiques.

Peut-on envisager un dispositif analogue pour populariser la culture mathématique et par là même remotiver des générations d'élèves à s'engager dans des études scientifiques ? Telle est la problématique posée aux participants de l'atelier.

INTRODUCTION

Une demande internationale, relayée en France par l'Académie des Sciences, souhaiterait la mise en place d'un dispositif type « la Main à la Pâte » pour la popularisation des mathématiques. La COPIRELEM, en lien avec l'INRP, pourrait être un interlocuteur privilégié pour mener ce projet.

Mais comment définir ce projet ? A quels objectifs spécifiques répondraient la mise en place d'un dispositif analogue ?

Nos interrogations s'articulent autour des questions suivantes :

« **Comment réussir à diffuser nationalement les mathématiques ?** ». Il ne s'agit pas de diffuser l'enseignement des mathématiques mais tout simplement une culture mathématique.

« **Comment faire pour que notre discipline devienne plus attractive, moins rébarbative, moins connotée de schémas élitistes ?** ».

« **Comment faire exister les mathématiques en elles-mêmes sans être un outil au service des autres disciplines ? Peut-on construire un dispositif sur le long terme ?** ».

Le ministère a choisi de privilégier un certain type de diffusion, avec une vision élitiste : les Olympiades Mathématiques, le concours Kangourou. Alors qu'en parallèle, les IREM développent les défis ou rallyes mathématiques qui misent plus sur l'activité collective d'une classe et qui ont pour objectifs de modifier les pratiques enseignantes dans leur rapport aux activités de résolution de problèmes. Il s'agit de mettre l'élève dans une véritable situation de chercheur.

Voici une partie des questions que la COPIRELEM se pose et cet atelier est l'occasion de pouvoir avancer sur l'élaboration de réponses possibles.

Ainsi l'objectif de l'atelier est d'essayer de construire un cahier des charges concernant un dispositif de ce type: quelles mathématiques, quels modèles, quelles problématiques et quelles présentations sont envisageables et souhaitables pour une diffusion des mathématiques.

La première partie de l'atelier est une présentation de ce qui se fait dans le cadre de la « Main à la Pâte » sur une expérimentation qui nécessite beaucoup de mathématiques, et qui est le sujet de mémoire de DEA de didactique des disciplines option mathématiques de Julie Massin.

La deuxième partie correspond au travail plus spécifique de l'atelier où les participants ont été sollicités à réfléchir sur la pertinence de dispositif permettant la popularisation de la culture mathématique.

LE PROJET ERATOSTHÈNE

Cette partie correspond à un extrait du travail de DEA de Julie Massin (Paris 7)

A - Les dix principes de la Main à la Pâte

Début en 1996 – Georges Charpak

La Main à la Pâte est une dynamique visant à promouvoir l'enseignement des sciences à l'école primaire. Depuis ses débuts expérimentaux en 1996 sur l'initiative de quinze pédagogues et scientifiques réunis autour de Georges Charpak (prix Nobel de physique 1992), jusqu'au Plan de rénovation, mis en place par le ministère de l'Éducation nationale, qui l'étend à tout le territoire en 2002, elle privilégie une démarche de construction des connaissances par l'exploration, l'expérimentation et la discussion.

Par ailleurs, la Main à la Pâte est une marque déposée de l'Académie des sciences.

Construction des connaissances par : l'exploration, l'expérimentation, la discussion.

Pour faire comprendre l'"esprit main à la pâte", voici la citation d'un extrait de l'introduction, rédigée par Georges Charpak¹ lui-même : «*Je ne sais pas s'il existe encore des écoles dans lesquelles on dit aux élèves: «l'eau bout à 100°, na!» Mais combien plus intéressante est une classe dans laquelle un instituteur, conscient que l'apprentissage de ce bout de vérité contribue à former l'esprit de ses élèves, prend le temps de faire bouillir une casserole d'eau et – lorsque ceux-ci reportent sur un graphique la variation de température et croient constater qu'à 100°, le thermomètre est bloqué – leur fait prendre conscience qu'ils assistent à un changement d'état. C'est le début d'une belle leçon de choses qui les conduit à une réflexion profonde.*»

Mais pour être plus précis, voilà les 10 principes de la Main à la Pâte qui sont disponibles sur la page d'accueil du site.

(www.inrp.fr/lamap/main/principes/dix_principes.htm).

¹« La Main à la Pâte » édité chez Flammarion

La démarche pédagogique

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.

Le partenariat

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.

B - Présentation du projet Ératosthène

Le principe

Une expérience historique.

En 205 avant J.C., Ératosthène alors Directeur de la Grande Bibliothèque d'Alexandrie en Égypte, propose une méthode purement géométrique pour mesurer la longueur du méridien terrestre. Ce savant grec "universel" (mathématicien, astronome, philologue, poète, géographe et historien), part de l'observation d'ombres portées faites en deux lieux, Alexandrie et Syène (aujourd'hui Assouan), éloignés d'environ 800 km (distance estimée d'après le temps mis par les caravanes de chameaux pour relier ces deux villes!), au moment du solstice d'été et à l'heure du midi solaire local.

Cette méthode est en fait reproductible tous les jours de l'année partout dans le monde, en utilisant deux simples bâtons verticaux fixés sur un sol plan et horizontal en au moins deux lieux de latitudes différentes.

Comment promouvoir les mathématiques à l'école à travers des situations expérimentales ?

Le projet Ératosthène de la Main à la Pâte développe alors cette méthode afin de partager une expérience scientifique historique avec des enfants.

Une équipe complémentaire.

A l'origine de ce projet se trouve une équipe complémentaire formée de: Mireille Hartmann, enseignante et auteur d'ouvrages pédagogiques sur l'astronomie; Emmanuel di Folco, astrophysicien à l'ESO; David Jasmin, chercheur à l'INRP et créateur du site Internet de la Main à la Pâte assisté de Marc Jamous qui a créé le cédérom; Huguette Farges, enseignante en Zone d'Éducation Prioritaire; André Laugier, formateur à l'IUFM de Bordeaux qui a suivi et filmé une classe de CM1; et Denis Guedj, romancier et mathématicien.

Le dispositif

Un public varié

Tout d'abord, il s'adresse à un public varié. Les enfants participant au projet peuvent avoir entre neuf et treize ans (même un peu moins pour certaines parties, même un peu plus ce qui facilite la compréhension des étapes grâce à la connaissance d'outils mathématiques supplémentaires). Ils peuvent être encadrés par des enseignants (c'est la forme pensée au départ), des animateurs de clubs scientifiques ou de colonies de vacances, ou des parents tout simplement.

Un support riche et structuré: des fiches pédagogiques « main à la pâte ».

Le support est riche d'une documentation en quantité et en qualité incroyables. Le site Internet détaille en précision toutes les étapes nécessaires dans des fiches-standard de la Main à la Pâte (avec la liste du matériel recommandé, les notions pré-requises, la durée approximative, le lieu le plus adapté, ...). Il permet un dialogue entre les enseignants en fournissant les adresses électroniques des participants et des icônes «Réagir». Par ailleurs des scientifiques peuvent répondre aux questions sur le sujet comme dans n'importe quelle autre partie du site de la Main à la Pâte. Un livre a été édité (Mesurer la Terre est un jeu d'enfant aux éditions Le Pommier), accompagné d'un CD-ROM. Ceux-ci reprennent l'essentiel de ce qui se trouve sur le site Internet, avec en plus des illustrations nombreuses (entre autres, des vidéos de séances filmées dans une classe ayant participé au projet les années précédentes).

Un suivi des classes participantes.

A partir de ces documents, chacun peut choisir d'en tirer ce qu'il veut: une expérimentation, des séances étalées sur un mois, ou bien des activités pour une année scolaire entière. La forme officielle du projet Ératosthène étant: l'inscription en début d'année d'une classe de fin d'école primaire ou de début de collège, le suivi de ses activités par une inscription régulière, la mise sur le net de cartes postales et des mesures réalisées.

Le guide du maître.

C'est un résumé de l'expérience historique, du projet et des séquences proposées pour que les professeurs aient une vision générale du projet.

Les élèves sont guidés par une suite d'étapes fixées à l'avance. Il est difficile d'imaginer que les enfants puissent deviner l'étape $n+1$ avant d'avoir réalisé l'étape n .

C - Pré-test et post-test

Le pré-test est la séquence préliminaire proposée dans le cadre du projet Ératosthène. Il permet à l'enseignant d'avoir une idée des notions connues par les élèves.

Comment promouvoir les mathématiques à l'école à travers des situations expérimentales ?

Il est d'abord précédé par la lecture d'un texte court introduisant la découverte par Ératosthène d'un papyrus signalant qu'à Syène, un piquet vertical ne projette aucune ombre à midi le 21 juin alors qu'à Alexandrie, Ératosthène observe qu'il y a une ombre.

Le questionnaire est alors présenté comme un « jeu-test », non noté.

Les questions faisant explicitement appel aux mathématiques sont les questions 3, 4 et 5 et sont les suivantes :

PROJET : “ SUR LES PAS D'ÉRATOSTHÈNE ”

13 questions pour faire le point sur tes connaissances dans certains domaines.

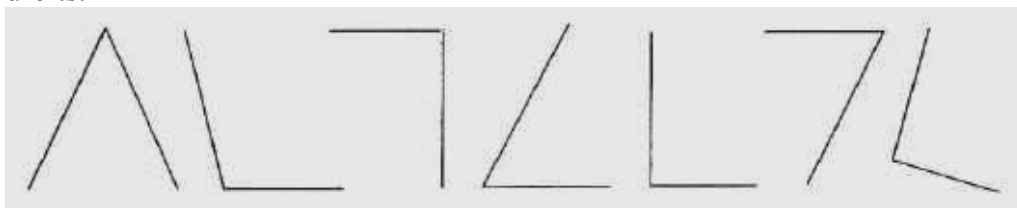
Avant de répondre à une question, commence par la lire jusqu'au bout.

*Lorsque tu dois choisir une réponse proposée, **entoure** la réponse choisie au crayon noir.*

*Lorsque tu dois répondre par un **dessin**, fais celui-ci sur une feuille à part en écrivant d'abord le **numéro** de la question sur cette feuille.*

3 – A l'angle de ma rue

Peut-être sais-tu déjà ce qu'est un angle, et peut-être aussi, un angle droit ? Parmi les angles ci-dessous, entoure ceux que tu reconnais être des angles droits.



Sais-tu comment s'appelle un angle "moins ouvert " que l'angle droit ?

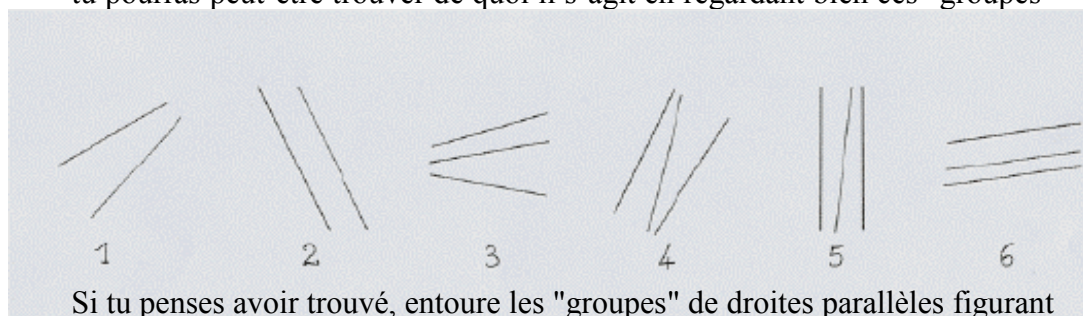
On dit que c'est un angle _____

Connais-tu l'instrument qui sert à mesurer “ l'ouverture ” d'un angle ?

On l'appelle un _____

4 – Prenons une rue parallèle à la tienne...

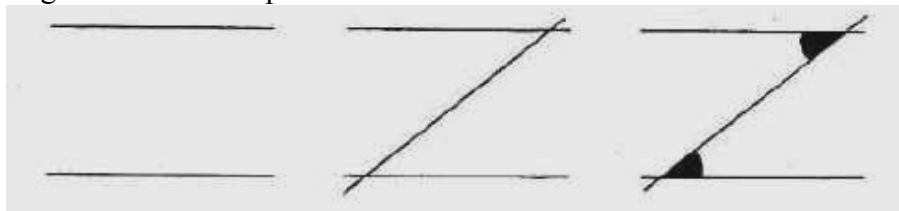
As-tu entendu parler de “ droites parallèles ” ? Même si ça n'est pas le cas, tu pourras peut-être trouver de quoi il s'agit en regardant bien ces "groupes"



Si tu penses avoir trouvé, entoure les "groupes" de droites parallèles figurant sur le dessin.

5 – Z comme Zorro (cette question est réservée aux élèves de collège)

Regarde les trois étapes de la construction de ce drôle de “ Z ” :



Les deux angles coloriés en noir ont une particularité : laquelle ?

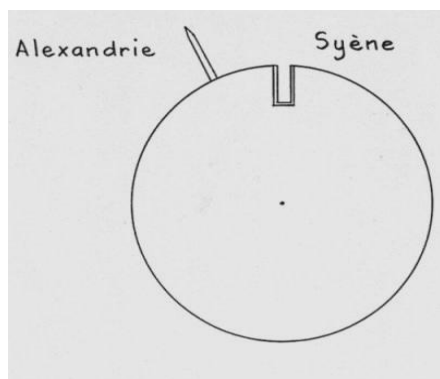
On pourrait la vérifier, comment ?

Le post-test est la dernière séquence proposée dans le cadre du projet Ératosthène.
(www.inrp.fr/lamap/activites/projet/eratos03/post_test.htm)

Il permet de faire un bilan des acquis des élèves. Pour cela, il comprend tout d'abord les questions du pré-test, et trois questions en plus, dont les deux suivantes qui nécessitent d'avoir compris les mathématiques en jeu dans le projet Ératosthène:

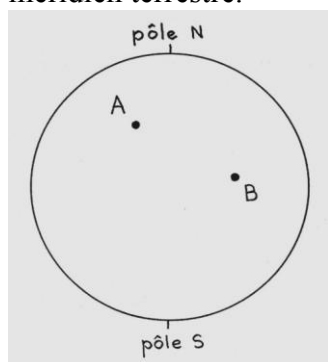
16 - L'idée géniale d'Ératosthène

Sauras-tu compléter la célèbre figure d'Ératosthène ? Commence par ajouter à ce schéma deux rayons solaires : l'un arrivant au fond du puits, l'autre sur l'obélisque, jusqu'au sol (et même un peu au-delà par quelques pointillés). Prolonge ensuite, jusqu'au centre de la Terre, la verticale de Syène et celle d'Alexandrie. Pour terminer, colorie les deux angles égaux (du " Z de Zorro ") qui ont permis à Ératosthène de mesurer le méridien terrestre.



17 - Méridiens et parallèles

Voici un autre schéma du globe terrestre avec deux villes A et B. Trace le méridien puis le parallèle passant tous deux par la ville A. Fais de même pour la ville B. Montre, à l'aide de pointillés, la distance qui doit être prise en compte - dans l'opération Ératosthène - dans le calcul de la longueur du méridien terrestre.



L'impression générale sur ce questionnaire est la suivante: il est assez long pour des élèves d'école primaire; il aborde plusieurs thèmes différents qui recouvrent une grande partie des points-clés du projet Ératosthène; les questions sont variées dans la forme de

réponse attendue (un mot, une phrase, un dessin, QCM); le titre des questions (souvent un jeu de mot) ramène à une notion de la vie courante qui peut prêter à confusion.

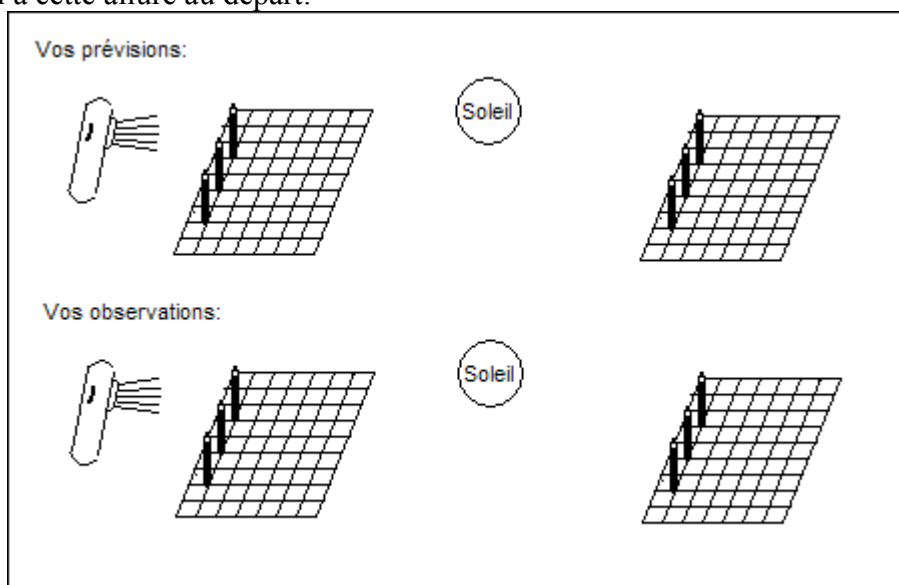
D - Les ombres des crayons en classe: première série de vidéos

La séquence optionnelle n°1

Elle est disponible sur le site Internet (à l'adresse suivante: http://www.inrp.fr/lamap/activites/projet/eratos03/seq1_option.htm) et présente ce qui est prévu pour que les élèves prennent conscience du parallélisme des ombres de crayons verticaux sur un plan horizontal quand ils sont éclairés par le Soleil, alors que ce n'est pas le cas si on les éclaire avec une lampe de poche assez rapprochée. (La propagation rectiligne des rayons lumineux a été traitée auparavant).

Les vidéos

Les vidéos sont disponibles sur le cédérom accompagnant le livre du projet Ératosthène: Mesurer la Terre est un jeu d'enfant. Dans celles qui concernent les ombres de crayons en classe, la maîtresse propose de prévoir la formation des ombres de trois crayons verticaux sur la table horizontale, selon qu'ils sont éclairés par le Soleil ou par la lampe de poche. Les élèves font ensuite l'expérience et confrontent leurs prévisions avec la réalité observée. Ils notent au fur et à mesure toutes leurs remarques sur une feuille qui a cette allure au départ:



Problème spatial

Ce n'est pas un problème de géométrie proprement dit. Il s'agit d'un problème spatial (selon la classification de R. Berthelot et M.H. Salin) de communication où les élèves doivent constater le fait que les ombres sont parallèles ou non.

Géométrie/Optique

Les mathématiques interviennent comme outil au service de la modélisation en optique. En effet, la vérification du parallélisme des droites se fait à l'aide de techniques de géométrie (improvisées ou non, mais institutionnalisées), mais le registre reste celui de l'optique ("rayon convergeant ou non"). Cet appel à deux disciplines en même temps est mal coordonné, puisque cela provoque des confusions même dans le discours de la maîtresse pendant la synthèse collective: *«Elles s'écartent. Oui. Tout à fait. Et, qu'est-ce qu'elles font au contraire quand elles se rejoignent vers un même point? Vous savez?*

[...] Est-ce que vous connaissez ce mot en géométrie? [...] On dit qu'elles convergent vers un même point. [...] Bon. Et bien quand elles font le contraire, les ombres, quand elles ne vont pas vers un même point, quand elles se dispersent, on dit qu'elles divergent».

Des petits malins

Une autre difficulté caractéristique du projet est qu'on veut faire découvrir des propriétés choisies aux élèves. Alors que le problème est présenté comme ouvert, la maîtresse ignore les remarques des élèves sur des caractéristiques décidées comme inintéressantes du point de vue du résultat à obtenir (la longueur des ombres, la mobilité des ombres obtenues avec la lampe qui «bouge», ...). D'après la chronologie de la vidéo, on peut penser que ces interventions de la maîtresse arrivent avant la rédaction des observations sur le cahier d'expérience, et donc que l'élève n'a pas entièrement la charge de sélectionner parmi tous ses constats ce qu'il faut retenir. On remarque aussi souvent dans le document servant de base aux séances: « *un petit malin fera remarquer que...* », « *des petits malins ajouteront certainement...* ». L'apprentissage repose donc sur l'intervention d'éventuels « petits malins », interventions dont les résultats serviront pour toute la classe.

E - La hauteur du Soleil: deuxième série de vidéos

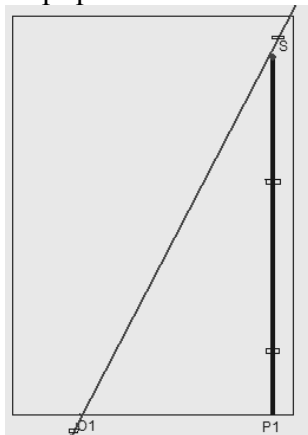
La séquence n°4

Elle est disponible sur le site Internet à l'adresse suivante: <http://www.inrp.fr/lamap/activites/projet/eratos03/sequence4.htm>. Il s'agit pour les élèves de remarquer que les rayons du Soleil à un moment donné forment toujours le même angle avec l'horizontale, quelque soit la longueur du piquet vertical qui a permis de les matérialiser. Le détail des étapes à suivre n'est pas le même que dans la vidéo disponible sur le cédérom.

Le scénario des vidéos

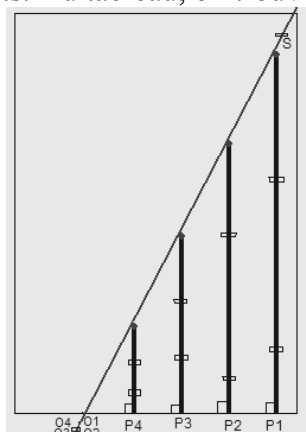
Les élèves ont au préalable fait des relevés de longueurs d'ombres de piquets verticaux de différentes tailles sur un support horizontal au moment du midi solaire. Ils savent de nombreuses choses sur leurs gnomons: l'ombre est dirigée vers le Nord, elle est la plus courte de la journée au moment du midi solaire, La maîtresse veut modéliser la situation au tableau afin de repérer l'angle appelé hauteur du Soleil.

Dans les deux premières vidéos, la maîtresse donne les consignes et les élèves proposent différentes façons de positionner le piquet de un mètre au tableau (en le scotchant). Il faut ensuite placer l'ombre et matérialiser (par un ruban rouge) le rayon solaire passant par les extrémités du piquet et de l'ombre. Finalement, on obtient ceci:



Comment promouvoir les mathématiques à l'école à travers des situations expérimentales ?

Les élèves, guidés par la maîtresse, placent ensuite les trois autres piquets de longueurs 25, 50 et 75 centimètres sur le tableau de façon à avoir une même «figure», «sans tout recommencer». Ils vérifient de façon expérimentale (par la mesure) que le placement des piquets supplémentaires perpendiculairement à la ligne du sol et touchant le rayon solaire déjà matérialisé est justifié puisque l'extrémité de l'ombre arrive bien au même endroit pour tous les piquets. Au tableau, on trouve alors ceci:



Les deux dernières vidéos correspondent alors à la lecture de la "figure", i.e. le repérage des sous-figures: triangles, angles de ces triangles, et finalement la découverte de l'angle appelé "hauteur du Soleil". *C'est un exercice de modélisation (avec changement de matériel).*

Il y a ici plusieurs notions mathématiques en jeu, notamment l'angle droit, la mesure d'une longueur, d'un angle... Il y a aussi une mise en évidence de la modélisation de la situation avec en particulier un changement caractéristique du matériel:

Thomas [E] est au tableau et place le piquet verticalement, contre le carton, le pied du piquet au niveau du bord inférieur du carton.

- [M] Et pourquoi tu l'alignes sur le carton.
- [E] C'est pour qu'il, pour qu'il soit droit.
- [M] Et pourquoi?
- [M] Par rapport à quoi, il faut qu'il soit droit?
- [E] Par rapport au sol.
- [M] Par rapport au sol. Et comment on fait dans la cour pour vérifier qu'il est bien droit?
- [E] On le fait avec le fil à plomb
- [M] Voilà. Et ici, on va vérifier avec quoi?
- [E] L'équerre.
- [M] Avec l'équerre. (La maîtresse prend la grande équerre pour le tableau.) Allez, tu l'aides, Maïa? Tu vérifies qu'il a bien son angle droit?

Sélectionner un plan dans l'espace.

Une des difficultés principales de cet épisode est de sélectionner dans l'espace en trois dimensions de l'expérience, le plan vertical qui contiendra les éléments importants pour la suite du projet (le piquet, son ombre et le rayon solaire associé).

Les conventions pour le dessin sur une feuille de papier sont les suivantes: sauf précision contraire, on imagine que la feuille de papier sur laquelle on dessine est tenue verticalement, comme si elle était plaquée sur le tableau. Alors le bord gauche et le bord droit de la feuille sont verticaux; on dit que tout segment dessiné sur la feuille parallèlement à ces bords est vertical (même si la feuille est placée sur une table horizontale). Les segments perpendiculaires aux premiers sont dits horizontaux. On

remarque que cette convention est aussi utilisée en dehors des mathématiques: on parle du bord supérieur et du bord inférieur de la feuille, on dit: "voir plus bas dans le texte" ou "écrivez votre nom en haut de la feuille". De nombreux travaux ont été réalisés pour que les élèves intègrent progressivement cette convention en utilisant des tables inclinées (de moins en moins, jusqu'à être horizontales) pour transposer le contenu du tableau vertical sur une feuille horizontale..

Dans cette séance, le problème ne se pose pas de cette façon puisque les directions verticale et horizontale de l'expérience restent verticales et horizontales sur la modélisation au tableau. Cependant, les élèves ont visiblement du mal à sélectionner dans l'espace réel en trois dimensions le plan qui sera porteur de toutes les informations pertinentes. A cela s'ajoute sûrement le fait que les élèves ont déjà beaucoup travaillé sur les relevés d'ombres en insistant sur le plan horizontal sur lequel est fixé le gnomon: au moment de la vérification de son horizontalité par des niveaux à bulle, puis au moment de l'exploitation des relevés (feuilles posées sur le plan horizontal pendant toute la journée). Ainsi, en appliquant naturellement les conventions habituelles, le premier élève transpose le plan horizontal du relevé d'ombre sur le tableau vertical en pointant le piquet en haut du carton, perpendiculairement à celui-ci. Je suppose donc que c'est un obstacle didactique qui s'ajoute à la difficulté incontournable de sélectionner un plan pertinent dans un espace à trois dimensions.

Analyse de quelques séquences vidéos

Dans le cadre du DEA, Julie Massin effectue une analyse détaillée des tâches mathématiques du projet Ératosthène à partir de quelques fiches pédagogiques. Elle privilégie les séquences sur lesquelles le plus de documents sont disponibles, c'est-à-dire en particulier, celles qui faisaient l'objet des vidéos du cédérom accompagnant le livre du projet. Cela revient à sélectionner trois notions géométriques (angle droit, droites parallèles et angle) puis de faire une étude des pré- et post-tests.

Consigne de la vidéo: contrat didactique transformé

Après avoir modélisé l'expérience de la mesure des ombres au tableau grâce à des piquets placés correctement et du ruban, la maîtresse demande d'observer la figure qui apparaît (voir ci-dessus). Voici l'extrait de la transcription qui correspond à cette situation:

La maîtresse est au tableau, elle regarde ce qui a été obtenu auparavant.

- [M] Faudrait peut-être regarder cette figure de plus près. Qu'est-ce que vous voyez? Regardez bien ça...
- [E] En géométrie?...
- [M] Oui, oui, on est en géométrie... Juste regarder... Juste regarder... (léger bruit de commentaires dans la classe)

La maîtresse ajoute une consigne en décidant que la séance s'intitule "géométrie": il ne s'agit pas de regarder le tableau n'importe comment, il s'agit de regarder la «figure» du point de vue de la «géométrie», c'est-à-dire qu'il faut reconnaître des formes géométriques parmi les sous-figures. L'effet de contrat est flagrant.

Confirmation de ce qu'on voit dans les vidéos

A partir de quelques questionnaires diffusés auprès d'enseignants investis dans la démarche de la Main à la Pâte, voici des réponses obtenues. De façon générale, les horaires dédiés au projet Ératosthène sont spécifiques et assez conséquents. Les notions mathématiques sont vues avant en classe, puis reprises et révisées dans le projet Ératosthène.

Les enseignantes françaises ont l'air d'être assez proches des activités proposées dans les fiches pédagogiques disponibles sur le site Internet. Ce qui est plus surprenant, ce sont les questions posées dans un contexte strictement mathématique qui amènent des réponses en physique. L'exemple le plus marquant est la définition ad hoc de l'angle droit comme angle entre l'horizontale et la verticale.

Les Italiens sont plus sensibles pour distinguer les mathématiques des sciences physiques et parlent de mathématiques appliquées, ils prennent aussi plus de distance avec le projet Ératosthène.

LE DÉBAT PENDANT L'ATELIER

Tout d'abord, il s'agit d'éviter la polémique avec la Main à la Pâte.

Ce dispositif a permis de redynamiser un enseignement des sciences, qui était souvent délaissé dans les écoles. L'enseignement des mathématiques ne souffrent pas d'un enseignement qui serait devenu « facultatif ». Tous les élèves de France font des mathématiques et tous les jours.

Mais nous pouvons présenter quelques éléments de notre analyse sur l'approche de l'enseignement des sciences perçue à travers ce dispositif. A propos de l'expérience d'Eratosthène, le projet la « main à la pâte » procède par étapes explicatives en se servant d'expériences dans des micro-espaces qui sont, en elles-mêmes, pour l'enseignant des mini-modèles locaux (pas pour l'élève qui voit dans chaque expérience un défi motivant). Lorsqu'il s'agit d'aller jusqu'à la compréhension de l'expérience elle-même, il s'agit de mettre bout à bout les résultats issus de ces mini-modèles expérimentaux ajoutés à une modélisation plus globale : (recours à des figures pour modéliser la terre, à des droites pour modéliser l'ombre, etc.). Par ailleurs, cette modélisation est montrée aux élèves comme si cela allait de soi, ce qui est naïf du point de vue approche didactique.

En mathématiques l'approche des notions ne s'effectue pas de la même manière. Un professeur de mathématiques préférera par exemple éviter la mesure de l'angle avec un rapporteur au cycle 3, quitte à simplifier l'expérience physique, pour se concentrer plus sur la notion d'angle.

En revanche, il est intéressant de tirer parti des observations faites concernant le dispositif « la Main à la Pâte » pour préciser ce qui pourrait exister et ce qui se transpose au contraire mal aux mathématiques. Il faut reprendre des démarches existantes dans l'approche de certaines notions mathématiques et créer à partir de cela quelque chose de nouveau.

Le but à atteindre est de populariser les mathématiques. Il faut donner envie de faire des mathématiques à un plus grand nombre. Le point de départ de la Main à la Pâte, c'est de se poser une question dans la vie de tous les jours, a priori, en dehors de tout enseignement, et ensuite de guider les élèves dans une démarche scientifique et expérimentale afin d'y répondre au mieux. La question de départ est identifiée immédiatement et il n'y a pas de problème de dévolution. De façon similaire, il faudrait que les mathématiques apparaissent comme un moyen de lire le monde intelligemment, de le comprendre.

Malheureusement, en général, les enfants (comme les adultes) n'ont pas le sentiment de vivre dans un monde dans lequel les mathématiques sont souvent présentes et indispensables. L'argument d'autorité entendu parfois : « *il y a des mathématiques dans*

Comment promouvoir les mathématiques à l'école à travers des situations expérimentales ?

les cédéroms et les cartes bancaires » ne suffit pas toujours pour convaincre et développer la curiosité des interlocuteurs. Il faudrait donc répandre l'idée, qu'il y a véritablement des mathématiques autour de nous en promouvant de vrais exercices de mathématiques ancrés dans la vie courante. Un exemple est le problème, qui concerne de nombreuses familles, du nombre moyen de paquets de céréales à acheter pour compléter sa collection des cinq autocollants offerts dans les boîtes. Il faudrait convaincre le public qu'il est impossible, en tant que citoyen, de vivre dans notre monde en faisant l'économie d'une certaine culture mathématique, et par ailleurs donner les moyens de l'articulation entre les connaissances enseignées et les problèmes de la vie courante qui peuvent être résolus grâce à elles.

De même, l'intérêt n'est pas de former un pot-pourri de connaissances variées et disponibles sans ordre particulier. Cela existe déjà dans certaines revues et les enfants y ont accès assez aisément dans des clubs scientifiques. Au contraire, il faut proposer un corpus de connaissances aux objectifs et contenus fixés qu'on peut inscrire ensuite dans des curriculums pensés.

Il s'agit de construire des dispositifs, des situations, des expériences pour valider un modèle. Le but étant de populariser les mathématiques, il faut choisir des situations mobilisatrices afin de construire des savoirs (alors que dans les rallyes mathématiques, ce sont plus la démarche, le défi et la persévérance qui sont en jeu, et moins la construction de savoir). Ces situations doivent faire partie de domaines permettant l'élaboration d'expériences rattachées à ou validant certains modèles et permettant aux élèves de construire des mathématiques. Une fois le modèle choisi, il faudra construire une situation qui permette à l'élève de le découvrir et le connaître.

L'objectif serait de former des équipes à qui on distribuerait des sujets et un cahier des charges pour réaliser le travail, le moyen de diffusion idéal étant un dispositif médiatisé.

La tâche réservée pour la fin de cet atelier est plus modeste et consiste à proposer une liste de domaines (notions, thèmes) possibles :

- la combinatoire qui permet des situations motivantes et des résolutions à l'aide d'arbres et de graphes par exemple, ou des dénombrements de collections (le travail à l'école primaire n'allant pas jusqu'au modèle comme on pourrait le faire au lycée);
- les probabilités (approche déjà effectuée par Guy Brousseau, voir la revue Tangente, des simulations étant faciles à mettre en œuvre);
- la géométrie (par exemple des mesures d'aire en pesant des formes géométriques découpées en carton, voir les travaux de Berthelot-Salin);
- les propriétés des nombres (triangle de Pascal, suite de Fibonacci, nombres parfaits, numération en base 10 ...).

La séance s'est terminée sur la question suivante qui est fondamentale et dont la réponse influence forcément le travail à faire: ***pourquoi faire des mathématiques et pourquoi vouloir les populariser?***