

La main, l'outil et le cerveau

Gérard Kuntz(*)

Un site informatique de qualité est un extraordinaire instrument de communication à l'échelle mondiale. Celui de « *La main à la pâte* » est, de ce point de vue, emblématique⁽¹⁾. Il a permis, depuis sa création en 1998, de promouvoir avec une rare efficacité la philosophie et les méthodes de ce mouvement, importé par Georges Charpak des quartiers défavorisés de Chicago en 1995. Aujourd'hui, « la main à la pâte » inspire largement les programmes⁽²⁾ et les méthodes de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école élémentaire en France. Elle a essaimé dans de nombreux pays qui ont créé leur propre site : Sénégal, Maroc, Égypte, Colombie, Brésil, Vietnam, Chine, Afghanistan. Un tel développement aurait été impensable avant Internet, malgré la renommée du prix Nobel qui a donné au mouvement de nombreux soutiens prestigieux (et des moyens importants) dès le départ. Ils s'affichent au bas de la page d'accueil.

Enseigner les sciences à l'école maternelle et élémentaire



Un site destiné aux professeurs des écoles

Les professeurs des écoles trouvent sur ce site tout ce dont ils ont besoin pour créer des activités scientifiques et technologiques destinées à leurs élèves. L'espace INFORMATION présente l'association, ses principes et ses activités. Dans l'espace RESSOURCES, d'innombrables idées pour la classe les attendent, avec une

(*) IREM de Strasbourg.

(1) <http://www.inrp.fr/lamap/>

(2) Il s'agit des programmes de 2000.

excellente documentation scientifique et pédagogique (tous les documents du site ont un format et une présentation identiques). S'ils rencontrent une difficulté ou s'ils cherchent une précision, l'espace ÉCHANGE leur propose un lieu virtuel où poser des questions. Une base de données de « questions-réponses » s'enrichit ainsi au fil du temps, au bénéfice des utilisateurs. Un réseau d'entraide se met en place par départements (l'idée est de sortir du virtuel) et permet des rencontres avec des collègues et des experts déjà engagés dans l'entreprise. Enfin, des UTILITAIRES, dont un excellent moteur de recherche et des aides efficaces pour se mouvoir dans le site sont à la disposition du visiteur.

Le site n'est pas destiné aux enfants eux-mêmes. On n'y trouve pas d'activités qu'ils pourraient pratiquer directement. La médiation de l'enseignant est indispensable. C'est à lui d'utiliser et d'adapter les documents à sa propre classe. Cela demande un travail personnel non négligeable : le site a soigneusement évité les activités « clés en main » !

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.*

On peut noter l'importance et la diversité du réseau de compétences qui s'offre aux enseignants. La part des élèves est soulignée, encouragée et valorisée (idéalisée ?). La continuité des activités et des méthodes est affirmée. L'insuffisance d'une activité purement manuelle est reconnue. Le caractère collaboratif de la démarche apparaît clairement.

Curieusement l'enseignant n'entre en scène qu'au troisième principe. Les deux premiers semblent laisser entièrement l'initiative aux enfants. Or, le choix d'objets ou de phénomènes *significatifs* est un moment essentiel de la démarche scientifique, que seul le maître peut opérer. Il est également probable que son intervention est indispensable pour comprendre et interpréter certains phénomènes observés, pour suggérer des expériences et en tirer des conclusions pertinentes, pour aider à « construire les connaissances ». Laisser croire que tout cela est à la portée de jeunes enfants livrés à eux-mêmes est absurde. Un petit brin de démagogie bien dans l'air du temps !

Cependant, ces principes mis en œuvre avec intelligence et modération peuvent avoir des effets miraculeux sur certains élèves en perdition. Le cas de Soumia est particulièrement émouvant et convaincant.

(cf. http://www.inrp.fr/lamap/echanges/temoignages/raccrochage_scolaire.htm)

Des mathématiques en nombre et en qualité

À la requête « mathématique », le moteur de recherche fournit 106 documents principaux (sur 143 au total), dont certains ont un volume et un contenu considérables (des « insights », traduits de l'américain, et plusieurs mémoires d'IUFM par exemple).

L'astronomie y tient une place importante. La mesure du rayon de la terre selon la méthode d'Ératosthène⁽³⁾ semble avoir marqué les esprits : « *Guidée par l'Érastosthène de La main à la pâte, la classe a parcouru toutes les étapes, jusqu'à la détermination du rayon terrestre, en passant par le parallélisme de rayons solaires, analysé de façon expérimentale. Les documents de classe fournis sont nombreux (ils sont disponibles sur Internet), les liens avec les mathématiques (mesures, angles, coordonnées, fractions, ...) très bien explicités. Un bel exemple de démarche interdisciplinaire.* »

L'observation d'une bicyclette est elle aussi pleine d'enseignements. Voici ce que dit l'auteur de ce document à propos des mathématiques :

« Les relations des activités d'éveil scientifique avec les disciplines instrumentales et les mathématiques en particulier, ne sont plus à démontrer. Bien conduites et dans la mesure où elles ne sont pas artificielles, elles permettent aux élèves d'utiliser tout leur acquis et même de dégager des notions nouvelles.

Des exemples :

- *rassemblement des résultats sous forme d'un tableau (cf. les mesures effectuées pour étudier le développement de la bicyclette),*
- *élaboration d'un graphique, son utilisation,*
- *les grandeurs physiques ; leurs mesures. Ces dernières ne sont pas gratuites mais indispensables pour comparer, comprendre, établir des relations (relation entre le nombre de tours du pédalier et le nombre de tours de roue). En confrontant les résultats, les enfants découvrent les exigences des mesures ; souvent ils en viennent, d'eux-mêmes, à les recommencer en y apportant plus de soins et de précision,*

(3) Pour ce problème, voir l'article de Claudine Robert et Jacques Treinert dans ce numéro.

• *découverte de notions mathématiques : l'étude de la roue conduit à une approche expérimentale de pi* ».

D'intéressantes (et difficiles) mathématiques se retrouvent dans de nombreux documents : la pascaline (machine à calculer de Pascal), l'équilibre d'une grue, la prévision météorologique en sont grands consommateurs. Malheureusement, ces mathématiques sont, dans certains cas, hors de portée des enfants et ne peuvent qu'être évoquées...

À de nombreuses reprises, les documents affirment que les activités permettent de réinvestir les acquis de nombreuses disciplines, dont le français et les mathématiques. Mais ces affirmations, à l'allure un peu rituelle, mériteraient d'être étayées⁽⁴⁾.

Des mathématiques mal perçues et un peu marginales

Si la part des mathématiques dans les documents mis en ligne est conséquente, le faible nombre de questions qu'elles engendrent n'en est que plus frappant : quatre seulement ont été posées aux consultants concernant les mathématiques (contre 23 en électricité). En voici une qui paraît excellente et propre à stimuler la sagacité de la Copirelem et de l'APMEP. Elle suggère de faire des sciences et de la technologie un point de départ pour apprendre des mathématiques. Beau renversement de tendance !

« Je suis professeur d'école stagiaire en deuxième année à l'IUFM de Clermont-Ferrand, antenne du Puy-en-Velay et je voudrais présenter un mémoire sur la problématique suivante : en quoi les sciences et la technologie peuvent-elles servir de support à des apprentissages mathématiques au cycle 3 ? Je dispose de nombreux exemples d'application pédagogique en classe (mesures, géométrie, proportionnalité, représentations graphiques, ...), mais je suis un peu démunie quant à la partie théorique de mon mémoire et je ne trouve pas vraiment d'ouvrage qui traite de l'interdisciplinarité des sciences et des mathématiques. Voudriez-vous m'aider en m'indiquant éventuellement quelques références bibliographiques ? »

Des groupes de recherche pourraient se constituer sur ce thème. Des activités mathématiques issues des sciences et de la technologie enrichiraient fort utilement le site (ou un site APMEP ou IREM).

Autre question bien intéressante...

« Je suis professeur de mathématiques en lycée et je fais actuellement des recherches pour mettre en œuvre des activités mathématiques en classe de Seconde avec la démarche la main à la pâte.

Tout d'abord est-ce envisageable dans le domaine mathématique ? De plus mon hypothèse est que les élèves seront plus intéressés et qu'ils apprendront mieux les notions qu'ils auront construites eux-mêmes. Mais comment le vérifier ? »

... qui reçut la réponse que voici :

(4) Pierre Léna annonce « un texte fort » à ce sujet.

« Ancien ingénieur, je suis accompagnateur scientifique en primaire.

La main à la pâte est inséparable de l'expérimentation.

J'ai vu plusieurs fois une expérimentation en physique déboucher sur des notions mathématiques qui ne semblaient alors pas poser de problème aux élèves : notion d'angle et d'égalité d'angle sur une manip en optique (miroirs), notions de proportionnalité et approche de l'homothétie avec des balances romaines, ... le tout au CM2.

Peut-on et comment imaginer des manip débouchant sur des notions de math de Seconde ?

La main à la pâte insiste sur l'initiative des élèves : leur dire de faire telle manip, c'est déjà trop. Il faut partir d'une question, du genre « que fait un miroir ? », ce qui débouche souvent sur des séances très animées mais n'aboutit pas à tous coups sur la loi de réflexion et son expression mathématique !

Comment revoir les “ dix principes ” de La Main à la Pâte pour atteindre directement les mathématiques et non comme sous produit de la physique. Par la géométrie peut-être ? »

Cette réponse est révélatrice de la perception un peu limitée des mathématiques au sein de « la main à la pâte » que l'on perçoit en parcourant assidûment son site. À l'enseignant qui demande comment faire des mathématiques à la façon « main à la pâte », on répond « initiative des élèves et expérimentation ». Comme si ces éléments étaient absents de l'enseignement des mathématiques ! L'ingénieur un peu « ancien » ignore sans doute les logiciels de géométrie dynamique ou de calcul formel ! Sait-il que, grâce aux outils informatiques, la démarche mathématique est devenue largement expérimentale et que l'initiative des élèves est vivement sollicitée ? L'ouvrage de Luc Trouche « Expérimenter et prouver. Faire des mathématiques au lycée avec des calculatrices symboliques »⁽⁵⁾, décrit des situations qui n'ont rien à envier aux principes et aux méthodes de la main à la pâte. Mais adaptées au lycée, à un stade où la main est peu à peu relayée par l'esprit et où la construction de modèles devient essentielle.

Autre « perle » trouvée sur le site à propos des mathématiques :

Faire des sciences, c'est se poser des questions, expérimenter, en clair se mettre dans la peau d'un chercheur. À la différence des mathématiques, l'activité scientifique ne se réduit pas à résoudre des problèmes, elle consiste d'abord à les poser. Le problème qui pourra faire l'objet d'une expérimentation doit être construit avec la classe, au cours de l'activité.

Décidément, il faudra bien un jour expliquer à nos amis de la main à la pâte ce qu'est une démarche mathématique dans l'école d'aujourd'hui !

Les limites de l'expérimentation et de l'initiative des élèves dans le cadre de l'école élémentaire apparaissent au grand jour au travers de la question suivante : « comment pourrait-on étudier mathématiquement l'arc-en-ciel ? »

(5) Mai 1998, Irem de Montpellier. ISBN 2-909916-286.

D'abord la réponse donne une explication scientifique (très) rapide du phénomène (le professeur d'école sans formation scientifique aura de la peine à s'y retrouver) :

« La théorie de l'arc-en-ciel ne date pas d'hier, mais de Newton. Elle est un peu compliquée, mais il est simple de comprendre la géométrie du phénomène. L'arc-en-ciel est le résultat de l'interaction d'un faisceau de lumière parallèle (ou presque, le soleil n'étant pas parfaitement ponctuel) avec des gouttes d'eau de forme sphérique. Imaginons pour simplifier que l'indice de réfraction de l'eau soit le même pour toutes les longueurs d'onde, l'arc-en-ciel serait alors blanc, plus fin et plus brillant. Les lois de la réfraction montrent que la lumière entrée dans chaque goutte sphérique ressort dans une direction préférentielle qui fait un angle déterminé avec la direction des rayons incidents. De chaque goutte émerge donc un cône de lumière dont l'axe est la direction du soleil. Un observateur verra la lumière réfléchi par les gouttes dont le cône l'atteint. Ces gouttes se trouvent sur un cône dont le sommet est l'observateur et dont l'angle au sommet est le même que celui du cône de lumière réfléchi par chaque goutte. L'observateur voit donc un arc de cercle. »

Suit une réflexion au sujet des mathématiques en cause :

En relevant les mots de ce texte qui sont du domaine de la géométrie, cela donne une idée de ce que pourrait être une étude mathématique de l'arc-en-ciel : parallèle, sphérique, angle, cône.

Cela semble assez réduit mais il faut noter qu'il s'agit de géométrie dans l'espace et que, lorsqu'en physique on parle de réfraction ou de réflexion, il y a des égalités d'angles (incident et réfléchi). Je doute que vos élèves maîtrisent suffisamment ces notions pour comprendre le pourquoi de la forme d'arc, sans compter qu'il conviendrait aussi d'expliquer le pourquoi des différentes couleurs. Mais peut-être ai-je une mauvaise appréciation de leur savoir.

Quelle initiative des élèves peuvent-ils prendre pour comprendre ce phénomène connu de tous ? Qu'expérimenteront-ils, livrés à eux-mêmes (« leur dire de faire telle manip, c'est déjà trop ») ? La réponse énumère la somme de connaissances abstraites que nécessite une explication convaincante. En mathématique et en physique. Elle en passe une sous silence : chaque gouttelette joue le rôle de prisme, par l'intermédiaire de deux plans tangents !

Pour comprendre l'arc-en-ciel, il ne suffit pas de mettre la « main à la pâte ». Il faut mobiliser de nombreuses connaissances théoriques, marier mathématique et physique, faire preuve de beaucoup d'imagination créatrice. Les limites de l'expérimentation et de l'initiative sont vite atteintes, dès qu'on aborde des phénomènes un peu complexes, même s'ils sont connus de tous.

On peut comprendre l'insistance sur l'observation, l'expérimentation, la libre parole pour ouvrir le monde de la science et de la technique aux enfants. Un dogmatisme précoce tue l'intérêt. En cela, la « main à la pâte » correspond à un vrai besoin et fait œuvre utile dans l'école élémentaire.

Mais faire croire que ces principes sont, tels quels, généralisables au Collège, au Lycée et à l'Université, c'est se moquer du monde. Il arrive un moment (il arrive très vite) où la physique ne peut se passer des mathématiques et d'une construction abstraite. C'est de leur heureux mariage que naissent les progrès scientifiques. Le site en donne de nombreux exemples : la découverte de Neptune (1846) grâce aux calculs des perturbations d'Uranus par Le Verrier, puis celle de Pluton (1930) par la même méthode théorique ; les prévisions météorologiques et leurs limites (phénomènes de chaos). Mais aussi des contre-exemples. En voici un, particulièrement significatif, des limites de l'intuition : « *Mais Faraday, peu à l'aise en mathématiques, ne parvint pas à formaliser de façon rigoureuse son intuition. Cette tâche fut accomplie par William Thomson (le futur Lord Kelvin) et surtout James Clerk Maxwell.* » Que serait l'électromagnétisme sans les équations de Maxwell ?

Une attitude plus équilibrée s'impose : pas de mathématisation trop précoce, émoussant l'intérêt des jeunes élèves, mais une découverte progressive de leur indispensable apport à la compréhension et à la modélisation des sciences et de la technologie.

Une influence importante mais ambiguë, dans l'école élémentaire

Deux rapports de l'Inspection Générale (groupe de l'enseignement primaire) disponibles sur le site livrent de précieuses informations sur la pénétration des méthodes et des démarches de la main à la pâte dans l'école élémentaire. Voici la conclusion du rapport de 2002 :

« Cette étude a permis de mettre en évidence le décalage existant entre le pilotage de la rénovation, globalement satisfaisant, et ses retombées dans les classes, plutôt décevantes.

Les sciences et la technologie sont enseignées dans toutes les classes, mais seuls 15 % des maîtres pratiquent une pédagogie conforme aux spécifications du plan de rénovation : la généralisation est donc loin d'être acquise. Ce constat mérite toutefois d'être nuancé. Les réalisations de qualité sont nombreuses, surtout dans les sites antérieurement engagés dans l'opération " La main à la pâte ", ce qui indique, à l'évidence, que la durée et la constance représentent des données capitales.

La principale question, désormais, consiste à savoir comment les acquis repérés à tous les niveaux pourront irriguer l'ensemble du tissu scolaire. Cette diffusion est l'affaire des enseignants, qu'il convient de soustraire au sentiment de devoir s'adapter sans cesse à des modes passagères mais de responsabiliser davantage sur des objectifs essentiels et pérennes. Elle concerne aussi, bien sûr, l'encadrement administratif et pédagogique auquel nous proposons quelques recommandations. »

Les effets positifs de la rénovation sont signalés. Ils concernent le comportement social et moral des élèves, leurs capacités d'expression, la formation de l'esprit logique et l'acquisition de connaissances techniques et scientifiques.

Deux dérives inquiétantes sont signalées :

« Dans une proportion significative des classes, on constate que l'acquisition de connaissances est un objectif mineur, voire inexistant. Cette observation vaut même

dans des départements fortement impliqués. »

« Dans certaines zones, on observe une activité exclusivement technologique, le plus souvent réductrice, qui consiste à réaliser un objet, sans autre problématique ».

Une attitude « relativiste » très préoccupante se fait jour chez certains enseignants. Elle est liée à la formation et à la culture scientifiques gravement insuffisantes d'une minorité d'entre eux :

« Une phase particulièrement délicate à gérer semble celle où, selon les termes des rédacteurs de l'opération, il convient de “ faire énoncer des conclusions valides et de les confronter au savoir scientifique ”.

Ce moment est bien évidemment délicat dans la mesure où il sollicite tout particulièrement les connaissances de l'enseignant et sa réflexion.

Par exemple, au cours d'une séance relative à des mélanges (solide-liquide), le maître a donné des consignes sur la quantité de solide mais pas sur celle de liquide. Utilisant des quantités libres insuffisantes d'eau, les enfants arrivent à la conclusion “ le sel ne se mélange pas avec l'eau ”. Celle-ci est enregistrée sans autre commentaire. Un entretien avec le maître indique que ce dernier n'a pas réfléchi à cette difficulté et qu'il n'envisage pas d'expériences ultérieures.

Dans d'autres cas, l'enseignant ne voit même pas l'intérêt de la confrontation avec le “ savoir constitué ”. Des déclarations notées à plusieurs reprises témoignent d'un relativisme résolu, par exemple : “ on sait de nos jours qu'il n'y a pas de certitudes scientifiques ”, “ l'opinion des enfants n'est pas moins valable qu'une autre ”.

Les constatations ci-dessus, relatives à un nombre de classes significatif mais minoritaire, ne remettent pas en cause le bien fondé des principes de l'opération. Elles font ressortir en revanche fortement deux nécessités :

- un pilotage plus ferme,
- la réalisation d'outils d'aide aux enseignants. »

On le voit, il y a un décalage certain entre la qualité du site et du projet de rénovation et leur transposition sur le terrain. Ce décalage est souligné dans un article⁽⁶⁾ (« La main à la pâte : oui, mais... ») de Solange Beauchesne, Maître de conférence en physique à l'IUFM des Pays de la Loire et Didier Moreau, professeur agrégé de philosophie au même IUFM. De nombreux enseignants d'IUFM expriment les mêmes réticences et les mêmes critiques. Si elles étaient prises en compte, elles pourraient aider les responsables de l'association à mieux penser la transition entre le site et le terrain.

Une source d'inspiration pour l'enseignement secondaire ?

La « main à la pâte » a réussi en peu de temps à convaincre les responsables de l'école élémentaire qu'un profond changement de programmes et surtout de méthodes étaient indispensables pour intéresser les enfants à la science et à la technologie. Quand on connaît les prudences du Ministère, on apprécie la performance...

(6) On le trouve sur le site de la revue d'astronomie « Ciel et espace ».

Il est vrai que le contexte de l'école élémentaire facilitait l'entreprise : l'interdisciplinarité y est structurelle ; l'appel à l'initiative et à l'expérimentation correspond à un réel besoin des enfants qui peinent à fixer l'attention sur des savoirs délivrés par l'enseignant ; la fuite des jeunes, au terme du lycée, devant les études scientifiques, exige dès le plus jeune âge un profond bouleversement de leur formation scientifique pour la rendre attrayante et efficace.

Le message porté par un prix Nobel et relayé par un puissant site Internet a été reçu. Il y a certes un long chemin à parcourir pour que les intentions et les promesses du site parviennent dans les classes, mais la rénovation est en marche au sein de l'école élémentaire. Les obstacles sont connus. Ils ne sont pas minces. Ils sont humains et financiers. La dynamique engagée peut, à terme, en triompher.

Faut-il poursuivre cette rénovation au Collège et au Lycée ? Les avis sont partagés et un débat s'impose. Les propositions qui suivent (et qui n'engagent que leur auteur) ne manqueront pas de le lancer ! Le bulletin de l'APMEP s'en fera volontiers l'écho. À vos stylos, à vos claviers !

Faut-il accueillir au Collège et au Lycée certaines démarches qui font le succès de la main à la pâte ? Sans doute, mais avec prudence et sans dogmatisme. Il serait dommage (et sans doute impossible) de remettre dans un cadre strictement disciplinaire des élèves qui ont pris l'habitude d'une pensée plus globale à l'école élémentaire. Ne pas profiter de leurs nouvelles aptitudes à réfléchir librement (quitte à se tromper souvent), à débattre, à expérimenter, à s'enthousiasmer serait stupide et conduirait à l'ennui, puis au refus. Car la retombée la plus précieuse du projet initié par « la main à la pâte », c'est le nouvel intérêt (provisoire et fragile) des enfants pour les sciences. C'est l'indispensable point de départ pour apprendre et se former. C'est sans doute l'ingrédient qui manque le plus au Collège et au Lycée.

Les obstacles à une rénovation du Secondaire en continuité avec le Primaire sont nombreux et redoutables. La logique des programmes se heurte à celle de la diffusion de la connaissance en « tache d'huile » préconisée par la « main à la pâte » (ce problème se pose aussi à l'école élémentaire). De nombreux enseignants du Secondaire avouent manquer de formation et de goût interdisciplinaires. Ils restent convaincus que seule la logique disciplinaire (dans laquelle ils ont été formés) est pertinente et efficace⁽⁷⁾. Les IDD et les TPE, imposés sans précaution et sans réflexion sérieuse préalable, rencontrent dès lors les résistances que l'on sait.

Pour profiter des nouveaux acquis des élèves et pour les renforcer, il serait intéressant de tenter, dès le début du Collège une greffe « interdisciplinaire » sur le tronc des enseignements disciplinaires. Proposer, aussi souvent que possible des thèmes croisés, mettant en évidence l'importance des outils que chaque discipline forge pour résoudre des problèmes. Laisser libre cours au débat, à l'incertitude, à l'erreur (pour l'identifier et en sortir), ... Le traitement de ces problèmes révèle le besoin d'outils

(7) Comment en serait-il autrement ? L'Institution donne aux enseignants une formation disciplinaire, puis leur demande de promouvoir et d'encadrer des activités interdisciplinaires que beaucoup reconnaissent mal maîtriser.

mathématiques de plus en plus élaborés *et en justifie la construction*. Montrer aux élèves l'utilité de leurs connaissances mathématiques *actuelles* pour traiter des questions (même très élémentaires) de physique, de biologie, de technologie *rend plus facilement acceptable l'effort pour en élaborer d'autres*, qui serviront elles aussi à l'avenir...

Cela suppose aussi une importante évolution des conceptions de base de « la main à la pâte ». Peu à peu, au cours du Collège et plus encore du Lycée, l'expérimentation directe sur des objets et des systèmes laisse place à l'élaboration de *modèles* dont l'étude nécessite des outils mathématiques et informatiques. On le voit bien dans les statistiques en Seconde. Les enquêtes, le recueil des données sont rarement faits par la classe. Les données, fournies sur CDROM, sont analysées et traitées par ordinateur. C'est ce traitement qui tient lieu d'expérimentation. L'interprétation des résultats donne évidemment lieu à débat. L'initiative des élèves est importante dans l'ensemble de la démarche.

L'étude de situations fondamentales⁽⁸⁾ telles que les décrit Marc Legrand entre parfaitement dans ce cadre. Le célèbre problème du cycliste dans le col du Coq et celui du jean n'ont rien à envier à ceux que vante « la main à la pâte ». Le premier met en évidence la complexité de la notion de vitesse moyenne. Le second insiste sur la spécificité du raisonnement vectoriel. Encore faudrait-il en classe un espace et le temps nécessaire pour en débattre et les traiter.

Un site pour convaincre et diffuser des idées et des exemples

La création d'un site dédié à recenser à chaque niveau les problèmes et les situations où les mathématiques rencontrent « naturellement » les autres disciplines enseignées serait un grand pas pour accompagner l'évolution des esprits. Quelle est la géométrie requise dans certains objets techniques ? Comment faire parler les statistiques en histoire, en géographie ou en biologie ? Quelles mathématiques peut-on trouver dans un jardin ? Comment expliquer un arc-en-ciel ? La liste est longue, elle demande à être élaborée et précisée dans le détail. Des questions évoquées sur le site de la « main à la pâte » peuvent trouver d'excellents prolongements en Collège et en Lycée.

Ce serait l'occasion de faire sortir de l'ombre (et de les regrouper sur le site à créer) les IDD et les TPE qui ont traité avec succès des problèmes transversaux. Il y en a bien plus qu'on ne pense, mais ils sont dispersés sur divers sites ou simplement restés dans les dossiers en fin d'année⁽⁹⁾.

De nombreux groupes d'Irem ont entrepris, depuis de longues années, des activités interdisciplinaires : maths-Français, maths-physique, maths-économie, maths-philo, etc. Certains d'entre eux ont écrit des articles relatant leurs recherches et leurs propositions. On en trouve dans Repères et dans le Bulletin de l'APMEP. Ces articles auraient naturellement leur place sur ce site.

(8) « Mathématiques, mythe ou réalité », Repères Irem n° 21.

(9) Merci de signaler ceux dont vous avez connaissance (g.kuntz@libertysurf.fr).

Des collègues du Secondaire et du Supérieur pourraient y être invités à présenter leur discipline, les mathématiques dont ils se servent et leur façon de s'en servir. Cela permettrait aux enseignants de mathématiques de mieux comprendre ce que les utilisateurs font des mathématiques et ce qu'ils attendent d'eux.

Il convient de compléter ces quelques idées, de les enrichir et d'en débattre. Il ne manque pas de personnalités scientifiques reconnues pour porter ce projet auprès des autorités et en obtenir les indispensables moyens humains et financiers. Sans doute est-ce aujourd'hui le passage obligé vers une meilleure formation scientifique en France et vers le maintien d'un enseignement des mathématiques de bonne qualité, formateur par lui-même et utile à toutes les disciplines.
