

L'ENSEIGNEMENT DE L'ASTRONOMIE

Hélène Merle
Yves Girault

un état des lieux de
la recherche en
didactique de
l'astronomie

La première partie de ce numéro d'*Aster* regroupe des contributions de recherche en didactique de l'astronomie, dont l'enseignement a trouvé sa place de l'école élémentaire au lycée, puis à l'université. Il nous a semblé intéressant d'y associer l'analyse de partenariats qui peuvent s'exercer avec des planétariums et/ou des structures scientifiques. Malheureusement, si de nombreux partenaires (institutionnels, animateurs et enseignants) soulignent une grande capacité d'innovation de ces structures, ils regrettent "*des liens relativement aléatoires avec le milieu de la recherche pédagogique qui constituent un frein à la dynamique de recherche pédagogique*" (1). C'est la raison pour laquelle il existe trop peu de réels travaux d'évaluation sur l'impact de ces activités à destination des milieux scolaires, et trop d'écrits restent descriptifs (2). On constate enfin une absence de réflexion générale sur "*le positionnement de ces acteurs de la culture scientifique et technique, ce qui permettrait à chacun de mieux se situer dans un contexte plus large*" (3).

associé à une
rubrique "actions"
qui reflète les
innovations en
cours

Compte tenu de ces carences en terme de recherche d'une part, et d'autre part de la richesse des actions de terrain innovantes prônées par des structures qui travaillent de façon privilégiée avec le public scolaire, le comité de rédaction de la revue ASTER a souhaité créer, à titre exceptionnel pour ce numéro thématique, une rubrique "actions". Celle-ci regroupe des articles qui, sans répondre aux critères habituels d'une revue de recherche, ont le mérite de refléter les innovations en cours.

L'astronomie tient une place particulière dans l'histoire des sciences : reconnue comme une des sciences les plus anciennes, elle a subi une rupture épistémologique fondamentale avec la "révolution copernicienne" qui enleva à la Terre sa place centrale dans l'univers, et elle connaît actuellement, grâce à la spectroscopie et aux recherches spatiales, des développements considérables dans le domaine de l'astrophysique.

-
- (1) Extrait du compte rendu du Congrès des quarante ans de l'ANSTJ : "2010, le futur de nos projets", synthèse du troisième atelier.
 - (2) Comme le montre l'étude suivante, toujours d'actualité : Girault Y., Sirard P.-A., Bigeault M., Amélie Rivest A., Monsché E. La science en spectacle au Planétarium : pertinence et limites. In A. Giordan, J.-L. Martinand, D. Raichvarg. *Sciences et techniques en spectacles. Actes JIES, 15*, 363-370, 1993.
 - (3) Extrait du compte rendu du Congrès des quarante ans de l'ANSTJ : "2010, le futur de nos projets", synthèse du premier atelier.

l'astronomie,
science de
l'observation et de
la modélisation par
excellence...

Ces deux facettes de l'astronomie, l'astronomie de position qui a connu son apogée avec Newton et l'astrophysique actuelle, semblent si éloignées l'une de l'autre que l'on peut se demander ce qui légitime une dénomination commune. Certes l'objet d'étude est le même, comme le souligne la définition du Petit Larousse : "*science qui étudie la position, les mouvements, la structure et l'évolution des corps célestes*" (4). Mais surtout, dans l'étude des cieux, l'unique message que nous envoient les astres est un faible faisceau de lumière, que les hommes n'ont eu de cesse de déchiffrer : lumière visible tout d'abord, exploitée à l'œil nu puis à travers lunettes et télescopes, puis spectres, d'abord dans le domaine visible puis dans tous les domaines de longueur d'onde, exploitables en particulier grâce au développement des techniques spatiales qui permettent d'échapper au filtre de l'atmosphère terrestre.

Sous un apparent éclatement, le message essentiel de l'information en provenance des astres est donc le même, et fait de l'astronomie la science de l'observation par excellence : toute action sur les phénomènes étudiés étant exclue, les astronomes comme les astrophysiciens se contentent presque exclusivement "*d'observer, d'échafauder des modèles, d'en déduire des effets observables et de retourner les chercher dans le ciel*" (5) On constate ainsi une réelle convergence de tous les volets de l'astronomie à la fois sur l'objet d'étude et la méthodologie employée. Cette méthodologie basée sur l'observation et la modélisation se retrouve, comme nous le verrons, tant au niveau de l'enseignement que dans des démarches de vulgarisation.

... qui suscite la
motivation de tous
les publics

L'intérêt manifesté par les élèves de tous âges pour l'astronomie n'est sans doute pas étranger au choix de ce thème pour un numéro d'Aster. Plus que toute autre, l'astronomie est une science qui offre à l'imagination les domaines les plus vastes dans le temps et l'espace, tout en proposant des spectacles d'une grande beauté. L'intérêt des jeunes comme du public adulte se porte naturellement sur les découvertes récentes relatives à l'univers et il s'accompagne souvent de questions métaphysiques. La place de l'homme dans l'univers, son origine et son devenir sont naturellement questionnés dès qu'on aborde un thème d'astronomie et l'engouement des jeunes pour ce domaine s'explique sans doute autant par cet aspect que par les découvertes scientifiques proprement dites. Cet intérêt se manifeste par ailleurs, chez les enfants comme chez les adultes, par un questionnement centré sur quelques "éléments-phare" souvent difficiles à vulgariser comme les trous noirs, les super-nova ou le big-bang.

(4) Petit Larousse Illustré

(5) Jean-Pierre Verdet. *Une histoire de l'astronomie*. Seuil, collection Points Sciences.

un enchevêtrement de connaissances et de conceptions erronées...

...nécessite une grande rigueur dans l'élaboration et la conduite d'actions de formation

un caractère interdisciplinaire affirmé

Il est étonnant de constater en même temps une très grande ignorance et des confusions concernant des phénomènes beaucoup plus accessibles : confusion entre étoile du Berger (Vénus) et étoile polaire, entre les phases de la Lune et les éclipses, identification entre étoiles filantes et étoiles, confusion étoile-planète... À côté de cela, quelques connaissances émergent fréquemment, comme par exemple l'idée fort répandue selon laquelle nous observons des étoiles qui, du fait de leur distance, n'existent peut-être plus. Plus que dans tout autre domaine, cet enchevêtrement de connaissances et de conceptions erronées nécessite de la part du formateur comme du vulgarisateur une grande rigueur dans l'élaboration et la conduite d'actions de formation.

De plus la particularité de l'astronomie tient à son caractère interdisciplinaire très affirmé : la mécanique classique puis relativiste, l'optique géométrique et la spectroscopie, les phénomènes électromagnétiques, la physique quantique et la physique nucléaire, la chimie, les mathématiques, pour ne citer que ces domaines, sont fortement sollicités en astronomie. Ainsi l'astronomie est un domaine qui permet d'engager les élèves dans des projets pluridisciplinaires comme le préconisent de nombreux textes ministériels.

Enfin les programmes scolaires français actuels, dans lesquels ont été introduits depuis une période récente des thèmes d'astronomie, justifient la thématique choisie. Il y a seulement vingt-cinq ans, les programmes scolaires ne comportaient aucun enseignement d'astronomie, après la suppression des éléments de cosmologie qui existaient dans les programmes de mathématiques élémentaires en terminale, dans les années soixante.

Voyons donc comment l'astronomie est apparue peu à peu dans les programmes (6).

C'est le collège qui est le premier concerné, avec les programmes de 1979 pour la classe de Quatrième où, dans la rubrique "optique" :

"...se développe une composante astronomique où l'univers appelle une première description, où le monde déborde les limites du système solaire et où quelques rudiments d'optique indiquent comment on peut parvenir à toutes ces connaissances : la lumière est véhicule d'informations ; elle renseigne sur sa source comme sur les objets qu'elle rencontre sur son trajet" (7).

(6) La classe de Quatrième en France est la troisième année de collège (élèves de 13 ans). Le cycle 3 de l'école primaire correspond aux trois dernières années de la scolarité primaire (élèves de 8 à 10 ans) : Cours élémentaire 2 (CE2), Cours Moyen 1 (CM1) et Cours Moyen 2 (CM2).

(7) Goery Delacôte. Préface du Livre du professeur de 4^e de la collection Libre Parcours, Hachette. 1979.

Suivent ceux de l'école élémentaire, plus exactement du cours moyen en 1985 :

des programmes
scolaires qui
intègrent peu à
peu l'astronomie

Éléments d'astronomie : Le repérage dans l'espace. La mesure du temps

La Terre et les astres : La rotation de la Terre sur elle-même et autour du Soleil.

La succession des jours et des nuits, et des saisons. Les fuseaux horaires.

Les phases de la Lune et son mouvement autour de la Terre ; les marées.

Les planètes du Soleil.

Au lycée à cette période, l'astronomie n'apparaît pas en tant que telle et on se limite à l'étude des planètes et des satellites en mécanique dans le cadre de l'étude des actions à distance. C'est seulement dans le cadre des 10 % d'activités libres, puis dans les projets d'action éducatives que l'astronomie est alors abordée.

Dans la vingtaine d'années qui a suivi, les programmes d'astronomie de l'école élémentaire ont évolué : suppression de l'étude des marées en 1995, de l'explication des saisons en 2002, mais les nouveaux programmes dépassent maintenant les limites du système solaire en incluant une approche de l'Univers. Malgré ces modifications, la partie astronomie reste à ce jour clairement identifiée au cycle 3 sous la rubrique "Le ciel et la Terre".

Au collège, c'est actuellement toujours en classe de Quatrième, dans la rubrique "lumière", qu'apparaissent quelques éléments d'astronomie (8):

Structure du système solaire. Phases de la Lune. Éclipses.

Vitesse de la lumière dans l'espace (ordres de grandeurs des distances dans l'univers ou des durées de propagation de la lumière qui lui correspondent).

Au lycée enfin, les programmes applicables depuis la rentrée 2000 comportent une partie intitulée : "Exploration de l'espace", qui présente l'Univers qui nous entoure, de l'atome aux galaxies.

"On apprend à s'y repérer par la mesure de distances, de l'échelle atomique à l'échelle astronomique, et à utiliser la lumière pour obtenir des renseignements sur les astres et la matière contenue dans l'espace" (9).

Cette partie du programme est totalement nouvelle et soulève chez les enseignants un certain nombre de questions qui justifieraient une recherche didactique.

(8) Programmes de la classe de Quatrième de 1992.

(9) Programmes de la classe de Seconde de 2000.

mais peu de recherches hormis pour l'école primaire ou dans le cadre des TPE au lycée

Par rapport à ces programmes, on peut constater que les articles de ce numéro relatifs à l'enseignement dans le cadre scolaire concernent essentiellement l'école primaire ou une situation de formation des maîtres de l'école élémentaire, très peu le collège ; quant au lycée il n'est concerné qu'à travers deux articles portant sur les travaux personnels encadrés (TPE). Hormis l'école primaire, on peut donc regretter un vide didactique au collège et au lycée, alors même que les élèves manifestent leur intérêt pour l'astronomie à travers les TPE, comme le soulignent divers auteurs dans ce numéro. Ce thème semble ne pas avoir encore acquis, auprès des didacticiens, une place qui semblerait justifiée par l'ensemble des problèmes posés. L'apparition de ce thème dans les programmes de lycée est récente, c'est sans doute un élément d'explication de cet état de fait.

deux premiers articles qui soulignent l'importance accordée à la résolution de problèmes par les élèves de primaire

Les méthodes d'investigation de l'astronomie constituent un objet privilégié de recherche didactique : observation, modélisation, schématisation et recherche documentaire. Deux d'entre elles sont abordées dans les articles relatifs à l'école élémentaire : la recherche documentaire dans l'article de Norbert Froger et l'observation dans l'article d'Hélène Merle et Valérie Munier. Si ces deux articles ciblent des objets différents, on peut constater dans chacun d'eux l'importance accordée à la résolution de problèmes par les élèves, conformément aux démarches préconisées dans les Instructions Officielles de l'école élémentaire de 2002.

Dans son article, Norbert Froger aborde donc le problème de la recherche documentaire qui constitue, à l'école primaire, la seule ressource disponible lorsqu'on aborde le système solaire ou l'univers. Son questionnement est intéressant car, comme il le souligne à juste titre, l'approche documentaire ne va pas de soi et l'auteur s'interroge sur la possibilité d'articuler une recherche documentaire avec les activités d'investigation préconisées au cycle 3, activités qui amènent les élèves à sélectionner des questions, à poser un problème et à le résoudre. La séquence didactique analysée ici porte sur les caractéristiques des planètes et concerne une classe de cours moyen engagée dans un projet pluridisciplinaire visant à construire un hypermédia sur les planètes.

engager les élèves dans un processus de problématisation dans le cadre d'une recherche documentaire

Souhaitant éviter une approche factuelle qui résulte d'une utilisation exclusive de données déjà traitées sous forme de tableaux, l'auteur considère qu'il est nécessaire de confronter les élèves à des ressources documentaires multiples. Cette confrontation permet d'engager les élèves dans un processus de problématisation, qui consiste à identifier et confronter les caractéristiques des planètes, permettant ainsi d'établir une classification en planètes telluriques et planètes géantes ou gazeuses.

L'auteur analyse trois situations et montre comment les élèves, malgré des difficultés conceptuelles, didactiques et

méthodologiques, parviennent à s'engager dans un processus de construction de problèmes par petits groupes, pour déboucher collectivement sur une problématique commune qui permet ensuite une sélection des informations pertinentes et l'élaboration d'une solution argumentée. L'auteur considère comme une nécessité la construction d'un problème qui donne sens à la solution, et permet ainsi aux élèves d'élaborer une réelle connaissance scientifique tout en développant des compétences transférables à d'autres situations. Mais il souligne la difficulté à identifier le problème le mieux adapté en fonction de la notion scientifique visée et l'intérêt de développer de telles recherches.

aider les élèves à concevoir la hauteur du Soleil en tant qu'angle, en particulier grâce à la conception d'un instrument d'observation

L'article d'Hélène Merle et Valérie Munier s'intéresse, quant à lui, à l'observation du mouvement apparent du Soleil au cours d'une journée, et plus particulièrement à la détermination de sa hauteur. Cette hauteur est l'angle formé par la direction des rayons solaires avec l'horizontale, mais elle est souvent assimilée à une longueur : si cette difficulté a été souvent évoquée, aucune recherche n'avait mis en œuvre et analysé des séquences didactiques ayant pour but d'aider les élèves à concevoir la hauteur du Soleil en tant qu'angle.

Cette recherche, qui s'intègre dans un travail plus large sur la construction du concept d'angle à partir de situations physiques, se propose d'analyser les capacités des élèves à identifier la hauteur du Soleil à un angle, alors même que le concept d'angle est difficile pour de jeunes élèves.

Les auteurs présentent une étude comparant la mise en œuvre de deux méthodes. Dans la première la détermination de la hauteur du Soleil s'appuie sur des relevés d'ombre, dans la seconde les élèves sont amenés à élaborer puis utiliser un instrument de visée directe. L'analyse des réactions et des productions d'élèves ainsi que le suivi de l'évolution conceptuelle des élèves permet aux auteurs de proposer quelques éléments de conclusion et, en particulier, de souligner l'importance de la conception et de la manipulation de l'instrument de mesure de la hauteur du Soleil dans le processus de conceptualisation.

une formation basée sur l'élaboration conjointe d'un concept scientifique et d'un concept didactique

C'est l'analyse d'une situation de formation intégrée que nous propose Catherine Lecoq. Cette approche consiste à concevoir des dispositifs de formation pilotés par l'appropriation conjointe de deux, voire trois types de savoirs : les savoirs disciplinaires, didactiques et pédagogiques. De plus les situations de formation permettent aux formés de vivre et d'analyser des situations semblables à celles qu'ils pourront faire connaître à leurs élèves. Dans la situation qui est proposée et qui a été expérimentée en formation initiale et continue, le concept visé en astronomie est celui de "constellation", alors que dans le domaine de la didactique, c'est le concept de "niveau de formulation" qui doit être élaboré par les stagiaires.

L'originalité de ce travail consiste donc dans cette élaboration conjointe d'un concept scientifique et d'un concept didactique. Catherine Lecoq montre que les premières activités vécues par les stagiaires leur permettent d'aboutir à un premier niveau de formulation du concept de "constellation", lui-même accessible aux élèves de cycle 3 comme le montre l'analyse d'une pratique de classe. Des activités de modélisation conduisent les stagiaires à d'autres niveaux de formulation de ce même concept et des analyses réflexives leur permettent alors de construire le concept didactique de "niveau de formulation". Ce concept didactique deviendra opérationnel pour eux quand ils débattront du niveau de formulation exigible pour les élèves de l'école primaire. Ces imbrications fortes entre construction d'un concept scientifique et d'un concept didactique sont analysées ainsi que leurs articulations.

qui se conclut par une ouverture sur les problèmes de maîtrise de l'espace

L'article se conclut par une ouverture sur les problèmes de maîtrise de l'espace (micro, méso et macro-espace décrits par Galvez puis Berthelot et Salin) et rejoint les conclusions d'Hélène Merle et Valérie Munier qui s'interrogent également sur la représentation de l'espace céleste et plus particulièrement la représentation du mouvement apparent du Soleil. Ces problèmes, liés à la didactique de la géométrie, restent donc posés et ouvrent le champ à de nouvelles recherches susceptibles d'enrichir la réflexion sur l'enseignement de l'astronomie.

cerner certaines conditions d'une structuration des connaissances en TPE

Le seul article de recherche relatif au lycée concerne l'analyse du travail d'un groupe d'élèves engagés dans un TPE (Travail Personnel Encadré) relatif à l'astronomie. Ce travail s'inscrit dans une recherche pilotée par l'Institut National de Recherche Pédagogique sur "la structuration des connaissances et les nouveaux dispositifs d'enseignement" et les auteurs, Bernard Andrieu, Isabelle Bourgeois, Éric Gaspard et Yvette Renaud, se proposent, à partir d'un exemple pris dans l'ensemble des travaux d'élèves analysés, de faire le point sur les résultats d'une première année de recherche et de montrer comment la problématique s'est précisée progressivement. Les conditions d'une structuration des connaissances dans ce contexte sont caractérisées par rapport à trois dimensions : la variété des sources de savoir sollicitées ; le mode de traitement des informations, en lien avec une action finalisée par une problématique ; la diversité des postures d'encadrement.

L'objet de recherche se précise : l'acquisition des connaissances se faisant hors de la présence du tuteur, les entretiens tuteur-élèves sont à la fois le lieu et le moyen de la structuration de ces connaissances. La mise au point d'une méthodologie adaptée à cet objet (enregistrement systématique des entretiens et construction d'un outil d'analyse) devra permettre à l'équipe d'identifier les différents registres de structuration des connaissances, l'influence des jeux de postures entre élèves et tuteur et les différents types de connaissances mis en jeu.

dégager
l'évolution des
messages
scientifiques

et l'incidence du
développement
des supports
muséologiques

par l'analyse
comparative de
deux expositions

des actions
innovantes de la
part des acteurs de
la culture
scientifique et
technique

Ces auteurs soulignent que les sources de savoir dans les Travaux Personnels Encadrés se doivent d'être multiples, or les élèves comme le grand public disposent à ce jour, en dehors des ressources documentaires, d'un grand nombre de structures destinées à vulgariser la connaissance scientifique. Parmi elles, le Muséum national d'Histoire naturelle qui a consacré, à trente ans d'intervalle, deux expositions temporaires aux météorites. Jean-Guy Michard et Florence Raulin-Cerceau présentent une analyse comparative de ces deux expositions, en dégagant l'évolution des messages scientifiques et l'incidence du développement des supports muséologiques. Les auteurs montrent que certains thèmes de l'exposition de 1968 se retrouvent, traités de façon très voisine, dans l'exposition de 1996. D'autres au contraire font ressortir de notables différences, dues à l'actualité scientifique du moment (l'exploration de la Lune pendant les années soixante et celle du système solaire actuellement) et aux acquis scientifiques des trente années écoulées. L'autre différence réside dans des efforts de mise en scène qui permettent, dans la seconde exposition, de mieux exploiter la collection de météorites du musée ainsi que dans une interactivité rendue possible par les récents progrès technologiques.

Si depuis quelques années, en France, les programmes scolaires intègrent l'enseignement de l'astronomie, ce n'était pas le cas, comme nous l'avons spécifié plus haut, il y a seulement vingt-cinq ans. Cet enseignement était alors exclusivement dispensé par des organismes qui font la promotion de l'astronomie en dehors du réseau scolaire. Ainsi, certaines structures comme les planétariums, musées, CCSTI (Centres de Culture Scientifique, Technique et Industrielle), associations d'éducation populaire comme l'ANSTJ (Association Nationale Sciences et Technique Jeunesse), sensibilisent le public à l'astronomie, d'autres comme le CNES (Centre National d'Études Spatiales) sont davantage axés sur la formation du public amateur à la compréhension des phénomènes astronomiques. Face aux difficultés des enseignants dans le domaine de l'astronomie, un maillage relativement étroit s'est tissé entre l'école et ces organismes. Le Comité de Liaison Enseignants Astronomes (CLEA), créé en 1976, s'est ainsi donné pour but la formation des enseignants et la réalisation de matériel pédagogique.

Trois objectifs de nature différente semblent initier la formation en astronomie. Il s'agit tout d'abord de mettre l'accent sur le mouvement des astres (création des planétariums). Dans un deuxième temps, il s'agit de développer la pratique d'activités scientifiques expérimentales (exemple : création de l'ANSTJ en 1962). Enfin, certains (10) s'attachent à répondre à un réel intérêt que portent les élèves dès leur plus jeune âge à l'astronomie (exemple : création du CLEA en 1976). Nous regroupons donc, comme nous l'avons spécifié plus haut, dans la partie "Actions" quelques articles relatant des expériences originales innovantes.

Ainsi, Gérard Azouley (Centre National d'Études Spatiales) et Agnès Acker (Association des Planétariums de Langue Française) décrivent un projet tout à fait original qu'ils ont monté en partenariat : un spectacle de planétarium qui présente les différentes représentations de la Terre observée depuis l'espace.

une pluralité d'images qui doivent être rendues compréhensibles par le non-spécialiste

Ils sont partis d'un premier constat : la pluralité des images dont nous disposons à ce jour a permis aux spécialistes de se construire une représentation d'un univers en évolution constante, or ces images ne sont pas toujours aisément compréhensibles par le non-spécialiste. Les auteurs ont souhaité analyser l'utilisation de ces différentes représentations par les médiateurs, en se focalisant particulièrement sur l'image de la Terre. En effet, l'accès à l'orbite terrestre a permis un renversement de perspective et la seconde finalité de cette opération avait pour objet de présenter au plus grand nombre ce changement de perspective puisque la Terre est de nos jours considérée comme un objet d'astronomie à part entière.

"La planète aux mille regards", un projet axé sur le caractère évolutif et dynamique de l'environnement terrestre

Sur un mode narratif, ce spectacle a donc pour objet de mettre en évidence le caractère évolutif et dynamique de l'environnement terrestre. Il se situe de fait en totale rupture avec les visions fixistes des cartographes du début du xx^e siècle. La question légitime que se posent alors les auteurs est de savoir si, et comment, un tel dispositif de médiation peut permettre aux visiteurs d'appréhender cette importante rupture épistémologique. Cette question devient encore plus cruciale quand il s'agit des médiateurs eux-mêmes. Les réponses qu'ils nous proposent sont issues d'une enquête qualitative menée auprès des médiateurs et des publics de ces Planétariums.

le CLEA, une association qui réunit astronomes et enseignants dans le but de promouvoir l'enseignement de l'astronomie...

La formation initiale et continue des enseignants en astronomie n'est pas un problème récent comme le rappelle Lucienne Gouguenheim. Ainsi, dans les années soixante-dix, l'astronomie étant alors totalement absente des programmes, de nombreux enseignants ont souhaité exploiter la mise en place d'activités libres (10 %) pour enseigner l'astronomie. Ils se sont alors tout naturellement tournés vers des astronomes professionnels, qui ont ainsi pris conscience du problème et de l'enjeu de l'enseignement de leur discipline à plus grande échelle.

C'est dans ce contexte qu'a été créé, en 1976, le CLEA, association qui réunit des enseignants et des astronomes professionnels qui veulent ensemble promouvoir l'enseignement

(10) Françoise Héritier-Augé (1991). *Les musées de l'Éducation Nationale. Mission d'étude et de réflexion. Rapport au Ministre d'État, Ministre de l'Éducation Nationale*. La documentation française, Paris. Jeanine Geysant (mai 1999) *Rapport d'étape au Ministre d'État, Ministre de l'Éducation Nationale de la Recherche et de la Technologie sur la collaboration entre les établissements d'enseignement et les institutions muséales scientifiques*.

...par des écoles
d'été, des
productions de
ressources
pédagogiques

de l'astronomie à tous les niveaux de l'enseignement. Cette association qui se refuse à diffuser des "Travaux Pratiques clés en main" a fait évoluer ses activités au cours du temps, en fonction des objectifs à atteindre. Dans une première phase, c'était essentiellement la mise en œuvre par les enseignants d'activités libres, adaptées aux classes transplantées, aux activités de clubs, aux Projets d'action éducative (PAE) qui était visée. Il s'agissait donc de donner à la fois des éléments solides de formation en termes de connaissances et en même temps d'élaborer des activités pratiques. Une attention très particulière était portée à la réalisation d'instruments d'observation ou de grandes maquettes utilisables avec un groupe d'élèves. Par la suite, quand des thèmes d'astronomie sont entrés dans les programmes scolaires, les membres du CLEA ont plus spécifiquement réfléchi aux types de travaux pratiques qu'il était possible de proposer compte tenu des contraintes de temps et de lieu différentes de celles des activités de type PAE. Dans tous les cas deux idées fortes guident les responsables de cette association : toujours maintenir une place prépondérante pour les observations, quitte à utiliser un document de substitution (photo, diapo...), et surtout inciter l'enseignant à construire sa propre progression.

un projet
international :
Mesurer la Terre

C'est une posture tout à fait opposée qui est retenue au sein du projet international : Mesurer la Terre avec un bâton, "Sur les pas d'Ératosthène" réalisé dans le cadre de l'opération "La main à la pâte". Comme le relatent Emmanuel Di Folco et David Jasmin, le cadre est ici très clairement défini, le projet est proposé clef en main pour l'enseignant. Les enfants, issus de centaines de classes de cycle 3 et de collège doivent mesurer l'ombre, à midi au soleil, d'un bâton vertical. En échangeant sur Internet leur(s) résultat(s) avec un partenaire situé à une latitude différente mais à une distance connue, ils obtiennent par un calcul simple la circonférence de la Terre.

Selon les auteurs, le succès auprès des élèves est assuré par un projet ambitieux et enthousiasmant qui repose sur la coopération entre les classes et l'utilisation des nouvelles technologies pour l'échange des données. Les enfants y découvrent de manière ludique les principes d'une démarche scientifique d'investigation. La diversité des pays engagés facilite l'obtention de résultats précis en mettant à disposition des élèves des mesures effectuées par des partenaires très éloignés en latitude. Il n'en reste pas moins vrai pour les auteurs que ce projet de longue haleine exige un investissement important de l'enseignant, et qu'il est parfois difficile à insérer dans le cadre strict des horaires alloués à l'enseignement des sciences, ce qui les contraint à une certaine souplesse dans la gestion de la classe. L'équilibre dans la gestion du temps semble donc difficile à trouver.

Si, dans le projet du Centre National d'Études Spatiales, le spectacle semblait trop éphémère pour permettre d'ancrer les

où le cadre est ici très clairement défini, le projet est proposé clef en main pour l'enseignant

apprentissages, ici a contrario la durée du projet semble induire d'éventuelles difficultés de mémorisation des acquis à long terme. Les auteurs constatent que la grande majorité des élèves qui vont au bout du projet acquièrent avant tout, par l'observation et l'expérimentation, les bases d'un raisonnement rationnel et d'une démarche scientifique d'investigation.

C'est principalement l'acquisition d'une démarche d'investigation qui fait l'originalité de la mise en place du nouveau dispositif pédagogique des "Travaux Personnels Encadrés" des élèves de lycée (TPE). Michèle Sagot et Daniel Fossaert livrent, dans leur article, l'analyse qu'ils ont effectuée de "fiches de synthèse" rédigées par vingt élèves de terminale S et par quatre élèves de première S, en vue de l'évaluation de leur travail personnel, sur des TPE en Astronomie.

certaines notions difficiles de physique peuvent-elles s'acquérir par un TPE ?

Il est tout d'abord intéressant de noter les raisons qui ont conduit ces lycéens à choisir le thème de l'astronomie. Les élèves parlent tous d'intérêt, de passion, ou d'attrance et de curiosité, mais en même temps ils évoquent leur ignorance, d'où leur désir d'en savoir plus et de ne pas en rester à un niveau superficiel. C'est ce dernier point qui va les conduire, avec l'aide de leurs enseignants, à mieux cibler leur sujet, à le restreindre pour *in fine* commencer à "approfondir" leurs connaissances, comme ils le souhaitaient au départ.

Cependant, à partir des productions écrites des élèves et de leur présentation orale, les enseignants ont été convaincus que certaines notions difficiles de physique ne pouvaient s'acquérir ainsi : elles nécessitent selon eux un enseignement construit, comme il se donne actuellement dans la classe de Terminale S. Il s'est par contre avéré avec des élèves de terminale que des notions non acquises, mais néanmoins utilisées au cours du travail personnel, qui ont été reprises ultérieurement par un enseignement rigoureux ont pu être plus facilement acquises car les élèves avaient déjà à leur disposition des exemples concrets pour leur donner du sens.

l'autonomie dans la recherche appréciée par les élèves

Enfin et ce n'est pas le moins intéressant, les auteurs précisent que les élèves n'ont finalement pas privilégié, contrairement à leur motivation de départ, l'acquisition d'un nouveau savoir, mais qu'ils ont particulièrement apprécié dans leur TPE : la découverte de l'autonomie, du travail en groupe, de l'organisation collective, du sens de la recherche et de l'esprit critique.

des champs de recherche à explorer

Ce tour d'horizon de ce numéro montre que trop peu de recherches didactiques portent sur les présentations muséologiques liées à l'Astronomie. Les visites dans les centres de culture scientifique sont encore trop souvent considérées comme une simple illustration de points du programme et ne sont pas suffisamment intégrées à la construction des savoirs scientifiques. Un champ de recherche devrait donc se développer, qui concerne les imbrications possibles et souhaitables entre l'enseignement en milieu scolaire et les visites de lieux de culture scientifique et technique.

Dans le domaine de l'enseignement secondaire, on peut regretter que l'intérêt pour l'astronomie ne concerne que les TPE. L'apparition de thèmes astronomiques au sein d'un enseignement obligatoire, dans le programme de seconde, ouvre également un champ de recherche à explorer.

En dehors de l'école élémentaire, la recherche en didactique de l'astronomie reste donc pour l'instant cantonnée à la marge puisque après les activités "libres", les PAE, ce sont maintenant les Itinéraires de découverte (IDD) et les TPE qui sont concernés. Sans partager forcément les craintes que Lucienne Gougenheim formule dans la conclusion de son article, on doit s'interroger sur le rapport que les enseignants et didacticiens entretiennent avec cette discipline et les raisons de cette "mise à la marge".

Hélène MERLE
IUFM de Montpellier, LIRDEF
Yves GIRAULT
Muséum national d'Histoire naturelle,
Équipe de recherche sur la médiation muséale