

ACTUALITE ET AVENIR DE L'ENSEIGNEMENT DE L'ASTRONOMIE

Pour les membres du CLEA et pour les lecteurs des Cahiers Clairaut, la promotion de l'enseignement de l'astronomie est leur raison d'être en tant que tels. Ils y pensent donc toujours et ils ont fait le meilleur accueil à l'appel suivant de leur Présidente :

Orsay, le 20-12-1988

Cher(e) Colleague,

Comme vous l'avez peut-être appris par la presse, le MEN vient de nommer des commissions chargées de réviser les programmes de l'enseignement primaire, secondaire et supérieur (premier cycle). L'Astronomie apparaît dans une rubrique nouvelle intitulée "Sciences de la Terre et de l'Univers". La commission correspondante, présidée par M. Blanchet et qui comporte deux astronomes, J. Audouze et A. Brahic, doit travailler très rapidement. Il est envisagé d'introduire de l'Astronomie **en tant que telle** dans les différents cycles d'enseignement. Une formation initiale et continue des enseignants est également prévue, incluant un CAPES et une Agrégation des Sciences de la Terre et de l'Univers.

Pour aider la commission dans son travail, il serait utile de rassembler de l'information sur les **expériences concrètes** qui ont été réalisées. Nous souhaitons donc recevoir **rapidement** de votre part des informations concernant les points suivants :

(1) Actions de **formation continue des Maîtres** auxquelles vous avez participé soit en tant que stagiaire soit en tant qu'animateur. Précisez la discipline dont vous relevez et le niveau d'enseignement (école élémentaire, collège, lycée, école normale, classe préparatoire, université). Dans le cas où vous avez encadré un tel stage, précisez-nous le public touché (disciplines, niveau d'enseignement, nombre). Commentez l'évaluation que vous faites de ces actions.

(2) Interventions au niveau du **DEUG** et dans les **écoles normales d'instituteurs**. Précisez le nombre d'heures, le programme, les étudiants concernés (nombre, formation antérieure) et votre évaluation de cet enseignement.

(3) **Expériences au niveau de l'école**, au sens large, incluant les activités de **PAE** et de **club**. Il est important en particulier de préciser la réceptivité et l'intérêt des enfants aux différents thèmes abordés en fonction de leur âge. Votre expérience en ce domaine est importante pour alimenter la réflexion sur les programmes.

(4) Vos **propositions concrètes** sur les **contenus** des programmes dans les différentes classes (de l'école élémentaire au DEUG en passant par les classes préparatoires aux grandes écoles...)

Nous nous proposons de rassembler et classer l'ensemble des informations recueillies et de les communiquer à J. Audouze et A. Brahic. Ceci doit être fait **impérativement pour la mi-janvier**. Le délai est court, ce que nous vous demandons implique du travail, pour vous et pour nous, mais l'enjeu nous semble suffisamment passionnant pour le justifier ! Merci à l'avance de votre collaboration.

Nous vous souhaitons de joyeuses fêtes et une heureuse nouvelle année.

Bien amicalement,

Pour le Bureau du CLEA

L. Gouguenheim

Nous avons reçu plus de deux cents réponses, des lettres passionnantes de même que les dossiers qui, souvent, les accompagnaient. A partir de

Des convergences remarquables

Nous avons été frappés par la convergence des avis exprimés, qu'ils proviennent d'enseignants du nord ou du midi exerçant aux niveaux de l'école, du collège, du lycée ou de l'école normale :

- 1. Intérêt enthousiaste et quasi unanime pour l'enseignement de l'astronomie; on insiste sur la pluridisciplinarité naturelle à l'astronomie et sur l'importance de l'aspect historique.
- 2. Crainte qu'une prise de décision trop hâtive n'aboutisse à un échec.
- 3. Nécessité de s'adresser, au démarrage, à des enseignants formés et motivés quelle que soit la discipline dont ils relèvent.
- 4. Danger qu'il y aurait à couper l'astronomie de ses liens avec la physique mais intérêt qu'elle présente pour enseigner "autrement".
- 5. Cet enseignement doit être essentiellement fondé sur l'expérimentation, l'observation et les manipulations ; le formalisme excessif doit être absolument évité, il y a sur ce point unanimité.
- 6. La surcharge actuelle des programmes ne permet pas d'introduire une matière nouvelle sans allègement des programmes par ailleurs.

° °

Dans le rapport pour la commission nous avons fait le point sur l'état actuel de l'enseignement de l'astronomie aux divers niveaux. Puis nous avons esquissé des propositions.

Pour l'école élémentaire

OBJECTIFS : structurer l'espace, nourrir la curiosité, ne pas apporter de réponses trop précises pour garder aux enfants leur envie de comprendre le monde, maîtriser le vocabulaire véhiculé par les media (TV), donner le goût et l'habitude de la démarche expérimentale.

METHODES : il faut insister sur une démarche expérimentale, et pas seulement descriptive, sur la nécessaire observation (diurne et nocturne) ; il faut ajouter des constructions et des manipulations. Les explications ne doivent jamais être introduites gratuitement, mais venir interpréter des phénomènes étudiés préalablement.

PROGRAMMES : il y aurait grand intérêt à étaler cet enseignement depuis le Cours Préparatoire (CP) ou le CE jusqu'au CM. Mais il semble important de varier les thèmes étudiés aux différents niveaux et d'en préciser les objectifs et les limites afin d'éviter le piège dans lequel était tombé, il y a quelques années, l'étude de la préhistoire (devant l'engouement des enfants, tous les maîtres abordaient cette période, cela entraînant recites et lassitude). Cependant, il faut aussi assurer une progression.

SUGGESTION DE PROGRAMME :

- aux CP et CE, observations et descriptions qualitatives en se plaçant exclusivement dans une perspective géocentrique. Observation du mouvement apparent du Soleil, ombre d'un piquet, jour et nuit, année ; observation de la Lune (phases et éclipses) ; histoire récente (conquête spatiale); au CE, on fera apparaître essentiellement la notion de cycle (jour, nuit, saisons).

- aux CM, conserver les instructions officielles actuelles, à l'exception de ce qui concerne les marées (réservées exclusivement aux classes de mer) Ajouter une description plus générale de l'Univers, concernant ce que les enfants peuvent observer (étoiles, constellations) et une explication des mots qu'ils connaissent sans leur signification scientifique ; ajouter aussi des éléments d'histoire des sciences (géocentrisme, héliocentrisme, calendrier, évolution des instruments).

Il doit apparaître clairement dans ces programmes que l'astronomie n'est pas une suite de propositions sur le mouvement des astres représentant la vérité, et coupées des observations possibles, ou une compilation de renseignements sur la physique des planètes, mais que ces connaissances doivent se construire à partir d'observations, d'expérimentations sur maquette, d'exploitation de documents.

FORMATION DES INSTITUTEURS : une bonne formation, tant initiale que continue est essentielle. Les possibilités existent, en particulier au sein des Ecoles Normales où l'astronomie a déjà été très souvent introduite. Insister sur les stages pluridisciplinaires (physique, mathématique, philosophie, arts plastiques, travaux manuels,...) avec des co-interventions. La co-intervention est importante, outre dans le cadre de la pluridisciplinarité caractéristique de l'astronomie, dans la double perspective de la connaissance scientifique et épistémologique. Les DEUG suivis par les futurs candidats à l'entrée en EN devraient inclure des unités optionnelles d'astronomie (seul le DEUG SSM, dont sont issus très peu d'instituteurs, en propose actuellement).

MATERIEL PEDAGOGIQUE : il est essentiel que l'instituteur dispose d'un matériel minimal et d'une bonne information sur la documentation existante. On insistera en particulier sur l'importance du planetarium surtout quand il est interactif : les planetariums de Strasbourg et de Hyères sont des modèles ainsi que les planetariums itinérants (style GOTO ou STARLAB ou celui construit par C.Mathieu, PEN à Charleville) qui circulent actuellement dans plusieurs académies et qui devraient être généralisés. Les nombreux clubs, associations, observatoires d'amateurs ou de professionnels doivent être sollicités.

Pour le collègue

Une expérience est acquise par ceux qui enseignent l'optique en Quatrième, par ceux qui animent des clubs d'astronomie, conduisent ou ont conduit des PAE d'astronomie. Le témoignage suivant nous a paru devoir être médité :

"J'ai constaté qu'au collège, les enfants peuvent être intéressés par les sciences tant que cela reste concret : manipulations par eux-mêmes ou expériences présentées par le professeur. Mais ils ne saisissent pas les notions théoriques introduites dans les programmes de la Cinquième à la Troisième : notions abstraites ou qui se situent dans l'infiniment petit et qui font appel à des raisonnements ou des concepts qui les dépassent car ils ne peuvent en avoir aucune expérience sensible. A la limite, les élèves les plus scolaires font un effort pour essayer de retenir mais sans bien comprendre et perdent sur ces leçons beaucoup d'énergie qu'ils pourraient utiliser pour d'autres apprentissages ou pour jouer, car ils ont encore besoin de jouer. Je propose de ne garder des programmes actuels de ces matières que ce qui est concret, attrayant et relève de l'expérience que peuvent faire des jeunes de onze à quinze ans dans leur vie quotidienne et dans leurs jeux."

Il nous paraît donc évident que, pour être efficace, tout programme doit proposer des activités pratiques avec du matériel simple. A tous les niveaux, chaque cours, chaque problème doit mettre en évidence le phénomène physique, les méthodes de connaissance et n'utiliser les mathématiques que comme un outil. Trop d'élèves, dominant mal l'outil, en oublient le reste et au fond n'ont rien compris, tout en sachant "faire le problème". L'enseignement doit attirer plus la curiosité et le goût de l'observation que les techniques de représentation ou les calculs, même si cela doit limiter l'étendue du programme.

Les OBJECTIFS et les METHODES seraient peut-être à préciser différemment selon les âges. En Sixième et Cinquième, il s'agira surtout

de développer des actions interdisciplinaires sur l'astronomie, dans le style des PAE, pour apprendre à faire une synthèse d'éléments de connaissance sur un même thème vu sous des angles différents ; c'est à ce niveau que les questions fondamentales sont posées. En Quatrième et Troisième, l'enfance est finie et l'adolescent prend plus de plaisir à comprendre et souhaite des explications.

La DEMARCHE doit partir de l'observation, puis de l'examen de documents pour passer ensuite à la maquette et enfin, s'il y a lieu, au modèle. Elle suivra souvent l'approche historique. On ne cherchera pas à expliquer les lois physiques sous-tendues par les observations, mais à les faire percevoir. Par exemple, on retrouvera les lois de Kepler à partir des observations, on constatera que la pesanteur est plus faible sur la Lune que sur la Terre sans référence à la loi de Newton ; on observera le spectre de raies de lampadaires et celui du Soleil sans nécessairement décrire la structure de l'atome.

Les OBJECTIFS proposés ci-dessous sont élaborés à partir de ceux qui apparaissent, avec une très remarquable convergence, dans les activités de clubs et de PAE qui ont été relatées. Tout élève, à la sortie du collège, devra :

- 1. S'être construit une vision cohérente de la place de la Terre dans l'Univers et une vision globale de l'ensemble de l'Univers et des objets qui le peuplent.
- 2. Avoir acquis l'échelle des distances et des dimensions dans le système solaire et dans l'univers des étoiles et des galaxies. (Dans une première étape (6ème-5ème), la hiérarchie des distances peut se construire à partir de l'observation de l'importance des mouvements apparents ; dans une seconde étape, on utilisera la démarche historique).
- 3. Avoir acquis la notion de relativité des mouvements et en particulier la vision géocentrique de phénomènes héliocentriques.
- 4. Avoir acquis la notion de système lié par la gravitation (un objet sur Terre, une planète et ses satellites, le système solaire, l'Univers en expansion) sans que pour autant la loi de la gravitation ait été formulée.
- 5. Avoir acquis la notion d'un spectre continu et d'un spectre de raies, couleur des étoiles et lien entre couleur et température des étoiles ; notion purement intuitive de ce qui existe de part et d'autre du spectre visible observé ; similitude des spectres de raies observés sur Terre et dans le Soleil et les astres.

Les programmes devraient faire apparaître des objectifs à atteindre et suggérer des thèmes et des activités possibles, en laissant à l'enseignant le choix de ceux qu'il veut aborder. Une certaine flexibilité est souhaitable : on devrait pouvoir revenir sur les choix de programmes après les avoir expérimentés pendant un an ou deux.

Le contrôle (brevet des collèges) pourrait s'effectuer sur un dossier (de type monographie) constitué par l'élève.

FORMATION DES MAITRES : ici encore, une bonne formation, aussi bien initiale que continuée, des professeurs chargés de cet enseignement est indispensable. Pour que l'expérience ait les meilleures chances de succès, il sera essentiel de faire appel pour commencer aux volontaires, en leur proposant des stages de formation préalables. Cette formation doit porter autant sur les méthodes que sur les connaissances.

MATERIEL PEDAGOGIQUE : un gros effort devra être consenti pour diffuser auprès des enseignants l'information sur le matériel qui existe et leur donner accès aux documents (par exemple, réalisation d'un site internet, utilisation de supports numériques). Il faudrait

tance du planetarium, fixe ou itinérant. Il faudrait encourager et développer la circulation du matériel pédagogique, et en particulier de planetariums itinérants au sein d'une académie, comme c'est actuellement le cas dans les académies de Rennes, Grenoble, Toulouse et Versailles.

Pour le lycée

Ici, l'expérience acquise résulte de l'enseignement optionnel dans le programme de physique de Première AB et dans le programme de mathématiques de Terminale A2. Autrement dit, cette expérience porte sur des élèves non-scientifiques. Elle apparaît largement positive. Les enseignants apprécient en particulier que ces programmes ne soient pas trop contraignants et permettent de s'adapter aux intérêts manifestés par les élèves. Et ces intérêts sont vifs et variés. Ils sont parfois à l'origine de la création de clubs d'astronomie au sein desquels des lycéens des sections scientifiques trouvent un aliment à leur curiosité alors que les programmes de leurs sections ignorent l'astronomie

Dans la perspective d'un baccalauréat modulaire où l'enseignement à partir de la Seconde comporterait un tronc commun et des options, il paraît nécessaire de considérer deux types d'options : celles qui apparaissent comme le renforcement des matières fondamentales du tronc commun (mathématiques, physique, chimie, biologie, français...) et celles qui, comme les sciences de l'Univers, ne sont pas présentes dans le tronc commun. Le statut de ces deux catégories d'options devrait être précisé, et en particulier la place qui est faite à chacune des deux catégories dans les différents "menus" possibles. En ce qui concerne l'option d'astronomie, elle devrait pouvoir être choisie aussi bien par des élèves scientifiques que non scientifiques. Il y aurait là l'occasion unique de lutter contre un "découpage en tranches" excessif du savoir, de traiter avec des approches différentes et complémentaires une discipline qui se trouve au carrefour de nombreuses autres et qui est fondamentale à la fois pour la formation scientifique et philosophique et de faire envisager par des élèves scientifiques une approche des problèmes qui ne commence pas par le formalisme.

On s'inspirerait de ce que les PAE ont d'efficace, parce que leur programme n'est pas contraignant et qu'ils permettent de réaliser des projets pluridisciplinaires, en faisant réaliser aux élèves un dossier, éventuellement par le travail au sein d'un groupe dont les objectifs seraient :

- 1. D'apprendre à effectuer une recherche bibliographique ;
- 2. de dégager la situation et les méthodes propres de l'astronomie qui utilise, dans un contexte unificateur, les grandes lois de la physique dont on peut apprécier la puissance, l'universalité, mais aussi les limites :
 - l'émission de lumière (au sens large de ce mot) est le "mode d'expression" des astres et l'outil d'investigation essentiel pour comprendre l'Univers est fondé sur l'analyse de cette lumière ;
 - les forces de gravitation gouvernent l'Univers ;
 - tous les astres et l'Univers lui-même évoluent, mais cette évolution se fait généralement sur des échelles de temps très longues, ce qui pose le problème de la perception que nous en avons.
- 3. De dégager comment se sont développées au cours de l'Histoire les conceptions du monde et le rôle de l'astronomie dans le développement des autres sciences.

Première conclusion (pour la commission ministérielle)

Le choix d'enseigner l'astronomie de l'école élémentaire au premier cycle universitaire est un choix positif et raisonné ; il n'est pas, et ne doit pas être, la défense d'une discipline, aussi riche et passionnante soit-elle. Il vient d'abord de l'intérêt extra scolaire que lui portent les élèves et de sa finalité qui est de montrer :

- 1) la place de l'Homme dans l'Univers ;
- 2) l'universalité des phénomènes et des lois qui les régissent ;

Il donnera l'occasion d'aborder une discipline scientifique en suivant une démarche différente de la démarche trop habituelle qui part tout de suite du modèle, en suivant le cheminement : observation - analyse et interprétation de document - maquette - modèle.

Si l'on ne veut pas courir à un nouvel échec, il convient de tenir compte des impératifs suivants :

- 1. Ne pas introduire une matière nouvelle sans procéder en même temps à des allègements : il est tout à fait remarquable que cette condition préalable est mise par la très grande majorité des enseignants qui ont répondu à notre questionnaire, et cela malgré l'intérêt qu'ils ont pour cet enseignement et le courage dont eux-mêmes font personnellement preuve pour compléter leur formation et acquérir de nouvelles connaissances.
- 2. Une bonne formation des enseignants est un préalable nécessaire ; il faut ne commencer l'expérience qu'avec des enseignants volontaires, quelle que soit leur discipline et favoriser la formation continue de tous ceux qui le souhaitent.
- 3. Pour éviter que se reproduise la situation actuelle, où la petite partie d'astronomie présente dans les programmes n'est très souvent pas enseignée, il convient de préciser les heures qui lui sont affectées et de l'inclure dans les contrôles, avec un coefficient significatif ; par contre, on évitera absolument que ce contrôle s'effectue par la résolution d'un problème privilégiant l'outil mathématique.
- 4. Les enseignants doivent disposer de matériel pédagogique : les moyens modernes devront être utilisés pour constituer et rendre accessible à tous des bases de données. La circulation de matériel pédagogique et en particulier de planétariums interactifs, qui existe actuellement dans plusieurs académies, devra être amplifiée ; le planetarium est un remarquable outil pédagogique dès lors qu'il propose des programmes spécifiques bien adaptés aux objectifs pédagogiques de l'enseignant. Les municipalités qui envisagent actuellement la construction d'un planetarium devraient être soutenues.

Deuxième conclusion (pour nous du CLEA et des Cahiers Clairaut)

Une réflexion est engagée, elle doit être poursuivie. Pour chacun de nous, le temps a manqué pour répondre à la lettre de notre Présidente nous aurions souhaité disposer de quelques semaines de réflexion et de concertation supplémentaires. Eh bien, profitons-en, ne considérons pas la consultation comme close. D'autres témoignages, d'autres remarques seront les bienvenus. La promotion de l'enseignement de l'astronomie est un travail de longue haleine pour lequel nous avons tous notre mot à dire.

Il nous a seulement paru utile que dans ce numéro 45 des Cahiers, il y ait cette trace de nos efforts : de larges extraits du rapport de synthèse de notre Présidente, ci-dessus, et, à la suite, sous la rubrique AAEA, quelques exemples des témoignages reçus.

Affaire à suivre ...

* * * * *

STAGES DE FORMATION CONTINUE

Les stages organisés à Orsay (Paris XI) en 1989-1990 et qui seront publiés au PAF de l'académie de Versailles porteront sur l'Histoire de l'Astronomie et sur l'initiation à l'astronomie. CONSULTEZ LE PAF et inscrivez-vous par MINITEL dans les délais