

ENSEIGNER L'ASTRONOMIE : L'EXPÉRIENCE DE 25 ANS D'ACTIVITÉ DU COMITÉ DE LIAISON ENSEIGNANTS ET ASTRONOMES (CLEA)

Lucienne Gougenheim

Le CLEA est une association qui réunit des enseignants et des astronomes professionnels qui veulent ensemble promouvoir l'enseignement de l'astronomie à tous les niveaux de l'enseignement. Ils focalisent leur action sur la formation des enseignants et la réalisation de matériel pédagogique.

1. LA CRÉATION DU CLEA

promouvoir
l'astronomie dans
les classes

Le CLEA a été créé pour répondre à une requête formulée, lors de l'Assemblée Générale de l'Union Astronomique Internationale (UAI) qui s'était tenue à Grenoble en 1976, par la Commission "Enseignement de l'Astronomie" de l'UAI, qui nous avait chargés d'organiser une rencontre et des débats sur l'enseignement de l'astronomie dans les écoles françaises. Notre perplexité fut grande car, à cette époque, l'astronomie était totalement absente des programmes de notre pays. Cependant, en nous adressant aux associations professionnelles d'enseignants, dont l'UdP et l'APMEP (1), nous n'eûmes pas de peine à réunir plus de cent participants, enthousiastes, qui témoignèrent de leurs expériences de clubs d'astronomie ; à l'issue de la rencontre, ils adoptèrent des résolutions pour promouvoir l'astronomie dans les classes : *"Les chercheurs et les universitaires doivent répondre à la demande qui se dégage chez les enseignants : favoriser la réalisation et la diffusion au niveau de tous les établissements de documents audiovisuels, mettre au point des ouvrages de base destinés aux enseignants, organiser des écoles d'été, dont le principe est retenu."*

une aventure
commencée en
1976

La grande aventure a commencé ce 2 septembre 1976 avec la promesse, rapidement suivie d'effet, des astronomes de répondre à la demande exprimée par les participants. Nul n'imaginait alors où cette aventure devait nous conduire. La première École d'Été (elle allait être reconduite régulièrement chaque année jusqu'en 1998), eut lieu en été 1977 à Lanslebourg-Mont-Cenis ; le premier numéro de notre revue "Les Cahiers Clairaut" parut au printemps 1978 et fut suivi régulièrement depuis, à raison de quatre numéros chaque année :

(1) UdP : Union des Physiciens (UdPPC : union des professeurs de physique et de chimie depuis le 14 juin 2003)
APMEP : Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public

Les Cahiers Clairaut

Printemps 2003 n° 101

EDITORIAL

Le numéro 100 et ses belles photos en couleur n'était pas le bouquet final d'un feu d'artifice.

Le présent numéro démarre fièrement une nouvelle centaine en réaffirmant l'esprit CLEA. Il propose de nombreuses activités à faire en classe depuis la maternelle jusqu'au lycée, nous incite à observer le transit de Mercure, nous replonge dans l'histoire et inaugure une série de reportages sur les horloges astronomiques.

Ce numéro vous présente aussi le compte rendu de l'A.G. du CLEA, moment important de la vie de notre association, d'autant plus qu'il nous a permis de rendre hommage à Lucienne, qui par son activité sans relâche a permis au CLEA d'être ce qu'il est, et d'accueillir Georges comme nouveau président. Georges qui nous offre la suite de son article sur le pendule de Foucault.

En feuilletant ce numéro vous penserez à Martine qui avec un grand courage et sa rigueur coutumière en a assuré la rédaction... Merci Martine...

La Rédaction



Avec nos élèves

La lumière et les ombres

Niveau primaire
Dominique Glatz et
Jacques Montoya

p. 2

Un clown pour expliquer le fonctionnement d'un cadran sphérique

Niveau collège
Daniel Toussaint

p. 7

Evaluation de la distance d'un objet photographié

Niveau seconde
Gilles Guillemin

p. 10

Détermination de la distance à M100 à l'aide des étoiles variables Céphéides

Niveau lycée

p. 12



Article de fond

Le pendule de Foucault : la physique du phénomène en images

Georges Paturel

p. 17

Reportages



L'horloge astronomique de Stendal

Paul Gagnaire et
Charles-Henri Eyrault

p. 22

Histoire



Peiresc

Jean Ripert

p. 25

L'astronomie dans l'enseignement secondaire aux 18^{es} et 19^{es}

Colette Le Lay

p. 28

Observations



Observer le passage de Mercure devant le Soleil

Daniel Bardin et
Roger Marical

p. 31

Vie associative



Compte-rendu de l'AG 2002

Jean Ripert

Les Cahiers Clairaut, lieu d'expression

Georges Paturel

Ecoles d'été

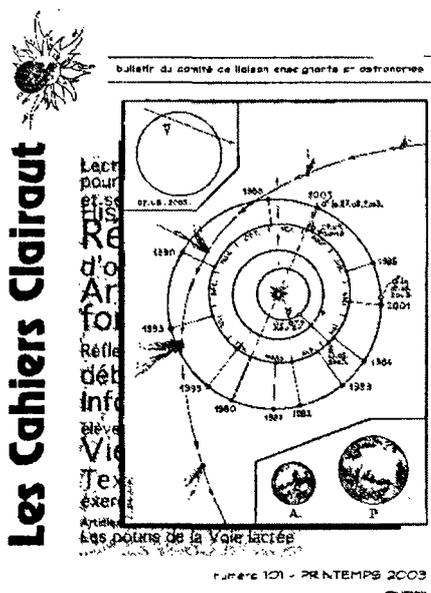
Jean Ripert et Josée Sert

p. 33

Martine Bobin

p. 40

le numéro 101 est paru au printemps 2003. Le sommaire (ci-contre) permet de constater la variété des articles : chaque numéro contient un article de fond de bon niveau scientifique, des propositions d'activités pour les élèves de tous niveaux scolaires, des articles d'histoire...



2. POURQUOI ENSEIGNER L'ASTRONOMIE ?

Le choix d'enseigner l'astronomie de l'école élémentaire au premier cycle universitaire ne relève pas de la défense d'une discipline, aussi riche et passionnante soit-elle, mais de l'intérêt extrascolaire que lui portent les élèves et de ses finalités éducatives qui sont de montrer la place de l'Homme dans l'Univers, l'universalité des phénomènes et des lois qui les expliquent et de fournir enfin une belle illustration de la démarche scientifique.

L'astronomie est sans nul doute aujourd'hui l'une des sciences pour lesquelles le public manifeste le plus d'intérêt ; on peut dire qu'elle a fortement influencé la perception que l'homme a de lui-même et de son environnement, et cela depuis des millénaires, et qu'elle constitue un excellent exemple de l'interaction entre la science, la culture et la technologie, dans tous ses aspects historiques et contemporains.

Elle peut donner une idée de l'unité de la science. Son enseignement peut contribuer à la compréhension des lois physiques, aussi bien à l'échelle humaine qu'à celle du cosmos, et

l'Astronomie : une des sciences pour laquelle le public manifeste le plus d'intérêt

découvrir la
démarche
scientifique...

donner une vision structurée et scientifique de notre monde en appréciant le caractère unique que revêt la Terre pour l'espèce humaine, localisant dans l'espace et dans le temps la niche que nous occupons. C'est ainsi que l'astrophysicien Evry Schatzman rappelait dans les Cahiers Clairaut (numéro 39-40, 1987) le caractère universel des lois physiques qui rendent compte du monde, l'interaction entre progrès scientifiques et progrès techniques, et discutait le caractère particulier de l'astronomie : *"Ce qui est à la fois un avantage et un inconvénient de l'astronomie est son lien millénaire à la vie humaine, avec tout le symbolisme qui a été vu dans le mouvement des astres, véritable projection de l'âme humaine sur le ciel. Reconnaître la réalité physique des astres et de leurs propriétés, c'est un peu aussi chasser les dieux du ciel et se retrouver face à face avec une autre réalité : la réalité des sociétés humaines. C'est renvoyer l'homme à la nécessité de se prendre en charge"*.

...à travers une
approche
pluridisciplinaire...

Elle offre une multitude d'exemples exploitables, sur le plan pédagogique, de ce qu'est une démarche scientifique. L'astronomie constitue aussi une science en soi, avec ses méthodes (observation à distance, utilisation d'autres domaines scientifiques comme outils...) et ses problématiques (problèmes d'évolution, d'origine...). Elle mérite donc mieux que d'être utilisée comme seul champ d'applications pour illustrer des lois physiques.

Elle peut enfin servir de tremplin pour accéder à de nombreux autres domaines de la connaissance et des activités humaines. Son caractère pluridisciplinaire constitue un double intérêt : donner l'occasion de montrer aux élèves que la connaissance n'est pas aussi morcelée que ce qu'elle apparaît au sein des programmes et montrer que les avancées de la connaissance se font justement par des approches de nature pluridisciplinaire ; c'est aussi un handicap, dans la mesure où les enseignants sont très spécialisés et où le travail en équipes pédagogiques reste difficile.

3. LES MÉTHODES DU CLEA

...en partenariat
avec des
scientifiques

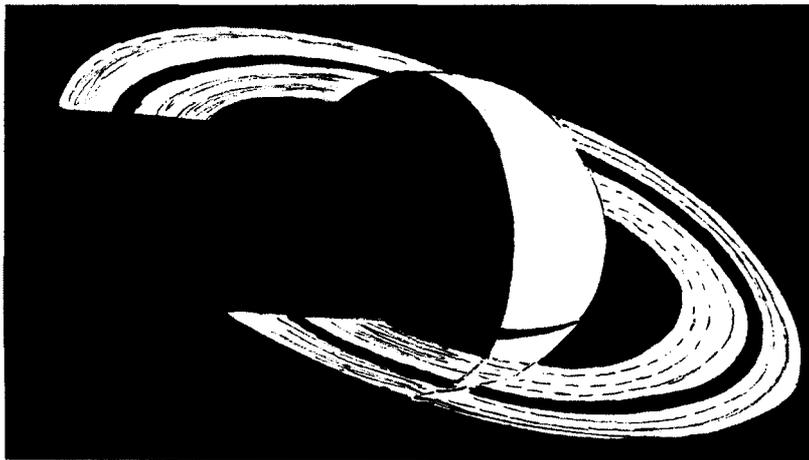
Le CLEA s'est créé à partir de la rencontre d'une part d'un petit nombre d'enseignants motivés (de tous niveaux et de disciplines variées) qui savaient exprimer leurs besoins et, d'autre part, d'astronomes qui ne concevaient pas cette tâche de formation comme une simple vulgarisation de leur propre recherche. Ils ont beaucoup dialogué, confronté des expériences, des savoir-faire... S'est ainsi formé un noyau d'"animateurs", astronomes ou enseignants, qui fonctionne en tant que groupe, par échanges et feed-back. Ce noyau a formé des animateurs locaux, a essaimé, en gardant constant le principe de production basée sur les échanges au sein d'un groupe de réflexion.

des outils que les enseignants peuvent utiliser pour construire eux-mêmes leur propre démarche

Le CLEA, qui est structuré avec des correspondants dans presque toutes les académies, a ainsi pour objectif essentiel de fournir aux enseignants des outils (intellectuels et pratiques) leur permettant de construire eux-mêmes leur propre démarche. Il se refuse donc à diffuser des "Travaux Pratiques clés en main".

Par ailleurs c'est toujours sur la base d'observations que sont envisagées les séances, même quand des documents de substitution sont proposés (par exemple, l'observation des taches solaires qui permet de déterminer la vitesse de rotation du Soleil ; les phases de la Lune ; le mouvement de rétrogradation des planètes ; l'interprétation d'un spectre solaire ou stellaire, ou encore Saturne et ses anneaux, comme dans le document 1).

Document 1. Dessin tiré d'une photographie de Saturne prise de la sonde spatiale Voyager 1



Une sonde spatiale appelée Voyager 1 est passée près de la planète SATURNE, l'a photographiée et envoyé la photo à la TERRE au moyen d'ondes radio.

Le dessin ci-dessus représente cette photo.

Comme la TERRE, SATURNE a la forme d'une boule, mais elle est beaucoup plus grosse que la TERRE et elle est située très loin du SOLEIL ; de plus, elle est entourée de nombreux ANNEAUX.

Ces anneaux sont séparés les uns des autres et forment un disque plat et mince qui tourne autour de la planète.

SATURNE et ses ANNEAUX sont éclairés par le SOLEIL.

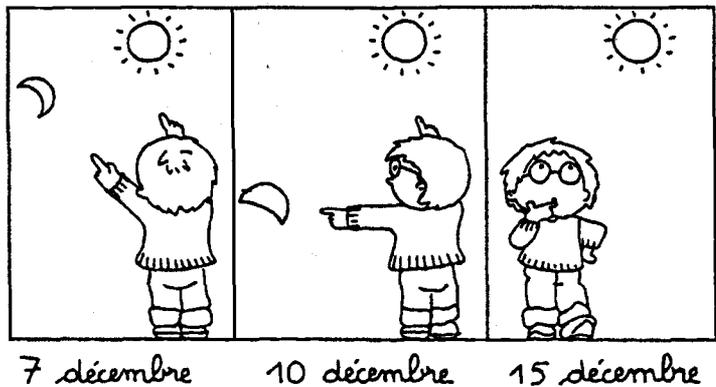
Observe bien ce dessin :

- Pourquoi ne voit-on que la partie droite de SATURNE ?
- Pourquoi y a-t-il une large bande noire à gauche sur tous les anneaux ?
- Pourquoi y a-t-il une ligne noire à droite sur SATURNE ?

écoles d'été pour
les enseignants

Les méthodes de travail se sont élaborées au travers de nos rencontres en valorisant le dialogue entre enseignants de diverses disciplines exerçant à divers niveaux d'enseignement. Les écoles d'été ont largement favorisé un climat de coopération non hiérarchisé.

Nous avons reconnu et pris en compte l'importance de l'observation, à la fois source de questionnement et de recherche d'informations, comme support des activités proposées.



observations dans
le cadre scolaire

Nous avons appris comment l'on peut extraire l'information essentielle d'une observation en limitant l'utilisation de l'outil mathématique, toujours difficile pour l'élève. Pour cela soulignons l'intérêt de construire des instruments simples et performants. Nous avons également développé le rôle des maquettes qui facilitent la vision dans l'espace et la modélisation des situations.

confrontation
avec d'autres
expériences
européennes

On ne dira jamais assez le rôle déterminant de Gilbert Waluński, ancien président de l'APMEP, qui a enrichi les approches de points de vue historiques, en liant notamment les principes de fonctionnement du CLEA aux propos tenus par Clairaut, nom retenu pour les Cahiers Clairaut, organe de diffusion des productions du CLEA : *"Dans la préface de ses Eléments de Géométrie (1741), il écrivait : 'J'ai pensé que cette Science, comme toutes les autres, devait s'être formée par degré ; que c'était vraisemblablement quelque besoin qui avait fait faire les premiers pas et que ces premiers pas ne pouvaient pas être hors de la portée des Commençans, puisque c'étaient les Commençans qui les avaient faits'"* (numéro 1, 1978).

Nous avons aussi bénéficié de rencontres avec des groupes de réflexion d'autres pays, par exemple Darrel Hoff, du projet *"Science Teaching through its Astronomical Roots"* (STAR) aux États-Unis, Roland Szostak à l'Université de Münster, Nicoletta Lanciano à Rome ou l'équipe de Rosa Maria Ros en

Catalogue. Le CLEA a contribué à la création de l'*Association européenne pour l'éducation en Astronomie* (EAAE), en 1995, et participe régulièrement aux Écoles d'été européennes qui ont lieu chaque année dans un pays européen différent et qui permettent le dialogue et la confrontation d'expériences d'enseignants de divers pays. Ainsi, dans le numéro 101, Jean Ripert et Josée Sert annoncent les Écoles d'été du CLEA et de l'EAAE pour 2003.

des pratiques
donnant lieu à
publication...

Les activités pratiques élaborées par le CLEA ont fait l'objet d'une lente maturation : réalisées en petits groupes, relatées par le groupe dans un compte rendu diffusé à l'ensemble des participants, puis testées avec des élèves au cours de l'année, elles donnent lieu une fois bien mises au point, à des publications diffusées par le CLEA. Si les activités elles-mêmes résultent d'une expérimentation approfondie, les documents qui les décrivent sont également toujours largement expérimentés avant d'être diffusés.

Le CLEA attache beaucoup d'importance à ce que ces documents soient largement accessibles, donc de prix réduit. Il travaille dans le même état d'esprit que le Centre de Documentation Pédagogique (CNDP) avec lequel il a eu l'occasion de collaborer (réalisation de vidéos et de numéros de "Textes et Documents pour la Classe").

4. LES ÉTAPES DE L'ACTIVITÉ DU CLEA

...et diffusion à
destination des
enseignants

Dans les années 70, l'astronomie étant alors totalement absente des programmes, une demande importante de travailler sur l'astronomie est apparue dans les écoles dans le cadre de la mise en place des 10 % d'activités libres. De nombreux enseignants ont alors fait appel à des astronomes professionnels, qui ont ainsi pris conscience du problème et de l'enjeu de l'enseignement de leur discipline à plus grande échelle. Il leur est apparu que la contribution locale d'astronomes ne pouvait être suffisante, et que cet enseignement devait forcément être relayé par les enseignants, qui ne peuvent enseigner que s'ils ont eux-même une connaissance suffisante.

C'est dans ce contexte que le CLEA s'est constitué et a développé ses activités de formation et d'élaboration de documents. Il s'en est suivi une évolution continue et corrélée d'une part du nombre d'enseignants formés et d'autre part de l'importance des thèmes d'astronomie présents dans les programmes. À partir des années 1980, le potentiel d'enseignants intéressés et formés a rendu l'introduction de l'astronomie dans les programmes scolaires non seulement possible, mais bien acceptée.

Les activités proposées ont évolué au cours du temps, en fonction des objectifs à atteindre.

les activités
proposées ont
évolué au cours du
temps :

de l'école
d'été...

...à la réalisation
de fiches
pédagogiques

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. Beaucoup d'attention a été portée à la réalisation d'instruments d'observation ou de grandes maquettes utilisables avec un groupe d'élèves. Nous installions de véritables ateliers de menuiserie, des labos photos. Au cours de ces Écoles d'été se sont construits un grand nombre de lunettes astronomiques (avec de grands pieds bien stables !), de montures équatoriales permettant des poses photographiques allant jusqu'au quart d'heure, des sphères célestes en plexiglas, des sphères armillaires en carton... Nous avons pendant plusieurs années publié systématiquement les comptes-rendus *in extenso* des Écoles d'été. Les exposés étaient rédigés par les astronomes et les activités pratiques étaient présentées par un groupe de stagiaires, d'abord sur place, dans une sorte de stand avec affichage, puis dans le compte rendu écrit. Ces volumes ont été assez largement diffusés et utilisés. D'une année sur l'autre, on revenait sur la conception et l'utilisation d'un instrument. Forts de l'expérience acquise avec leurs élèves, certains anciens stagiaires nous ont permis de mieux cadrer l'approche pédagogique, parfois même, ils sont devenus animateurs du CLEA et ils ont été conduits à présenter le fruit de leur réflexion au sein des Cahiers Clairaut.

À partir du moment où des thèmes d'astronomie sont entrés dans les programmes, nous avons 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. Nous avons été guidés par deux idées fortes : toujours maintenir une place prépondérante aux observations, quitte à utiliser un document de substitution (photo, diapo...), et inciter l'enseignant à construire sa propre progression.

Nous avons ainsi publié des séries de "Fiches pédagogiques". Ces fiches s'adressent à l'enseignant. Elles proposent des activités sur un thème avec l'ensemble des documents nécessaires pour la mise en œuvre en classe. Chacune d'entre elles suggère un développement possible. Il arrive que plusieurs fiches traitent du même thème par des approches différentes, laissant ainsi le choix à l'enseignant.

Ces "Fiches pédagogiques" proposent une démarche pédagogique qui privilégie certains objectifs, en particulier :

- proposer aux élèves des activités motivantes permettant une découverte, une réalisation,
- fonder ces activités sur l'observation astronomique, en montrant que celle-ci n'est pas réservée à la nuit et reste possible même en ville,

favoriser le respect
des trois étapes :
observation,
mesures,
interprétation

- réaliser des constructions techniques utilisables par l'élève,
- partir de l'observation ou de la manipulation, en passant ensuite à son interprétation, sans être tributaire de l'outil mathématique,
- utiliser un matériel simple et peu coûteux,
- apprendre aux élèves à mener une recherche bibliographique et à utiliser une banque de données,
- s'adresser à tout élève, de formation scientifique ou non.

On insiste particulièrement sur l'importance des différentes étapes : observations, mesures, interprétation.

Principales publications du CLEA

Fiches pédagogiques

- HS1. L'astronomie à l'école élémentaire
- HS2. La Lune ; niveau collège
- HS3. Le temps, les constellations ; niveau lycée
- HS4. Astronomie en quatrième
- HS5. Gravitation et lumière ; niveau Terminale
- HS6. L'âge de la Nébuleuse du Crabe ; niveau lycée
- HS7. Étude du spectre du Soleil ; 1^{re} S
- HS8. Étoiles variables

Séries de diapositives

- D1. Phénomènes lumineux
- D2. Les phases de la Lune
- D3. Les astres se lèvent aussi
- D4. Initiation aux constellations
- D5. Rétrogradation de Mars
- D6. Une expérience pour illustrer les saisons
- D7. Taches solaires et rotation du Soleil
- D8. Comètes

Transparents animés pour le rétroprojecteur

- T1. Le TranSoLuTe (phases de la Lune et éclipses)
- T2. Les fuseaux horaires

des documents
adaptés à chaque
activité

Différentes séries de fiches ont été élaborées en fonction des programmes de l'école élémentaire, du collège, du lycée. Chaque fois que le travail à réaliser s'appuie sur un document astronomique un peu délicat à reproduire par une simple photocopie, nous avons tenu à fournir un nombre d'exemplaires suffisant pour le travail d'une classe. C'est le cas par exemple du spectre du Soleil destiné à identifier des éléments chimiques.

Aux fiches pédagogiques se sont ajoutées des séries de diapositives, dont le but est de permettre des observations faisant l'objet d'un travail d'interprétation, et des transparents

animés utilisables avec le rétroprojecteur. Nous avons aussi diffusé des instruments en kit à construire : un "cinéciel", sorte de sphère armillaire en carton, et de quoi réaliser une expérience de calorimétrie permettant de mesurer la constante solaire.

des propositions en phase avec l'esprit des programmes

Ce type de matériel a été particulièrement bien adapté à l'option de sciences expérimentales en 1^{re} S et à la conception des Travaux Pratiques que l'on a appelés TP-top, qui proposaient aux élèves un "problème" à résoudre sans fournir une liste de consignes.

Les nouvelles techniques de l'information et de la communication sont maintenant mises au service des objectifs de formation qui sont les nôtres. Un cédérom (CLEA 2000) portant sur le programme de physique de seconde et le site Web (<http://www.ac-nice.fr/clea/>) prennent le relais des Cahiers Clairaut et de leurs numéros hors-série consacrés aux fiches pédagogiques.

5. LA SITUATION AUJOURD'HUI

Paradoxalement, alors que le contexte semble favorable à nos objectifs, puisqu'il y a maintenant des thèmes d'astronomie dans les programmes, beaucoup d'interrogations et de craintes se font jour.

La nouveauté la plus importante des programmes nous semble être l'apparition de thèmes astronomiques au sein d'un enseignement obligatoire, en particulier en physique dans la classe de seconde. Le CLEA se reconnaît totalement dans les objectifs de cet enseignement, tels qu'ils sont affichés ; rendu obligatoire il implique aussi une extension du public des enseignants concernés, dépassant les seuls motivés, et donc une plus large diffusion de l'astronomie.

des interrogations et des craintes pour l'avenir

Mais le traitement de ces thèmes risque d'aller dans le sens d'une dérive que nous déplorons : s'en tenir à un niveau trop superficiel, expérimenter pour expérimenter sans mettre en évidence la problématique et le cheminement d'une démarche construite, naviguer sur Internet en y collectant de belles images et des textes disparates que les élèves sont tentés de coller bout à bout, sans s'intéresser suffisamment à leur compréhension. Bref, la crainte que nous éprouvons est que l'on s'en tienne à l'aspect motivant de l'astronomie, alors que notre ambition est de partir de cette motivation pour faire acquérir une méthodologie et un mode de raisonnement en même temps que les connaissances sur lesquelles ils s'appuient. Cette crainte est motivée par un certain faisceau d'indices dont on peut donner deux exemples : la réduction sévère des possibilités de formation continue des enseignants, qu'il s'agisse des Universités d'été ou des stages organisés par les IUFM, alors qu'elle est plus que jamais

nécessaire ; les interrogations sur l'organisation des Itinéraires de Découverte où la double nécessité de faire intervenir plusieurs matières et de coller aux programmes limite beaucoup plus les possibilités que ne le faisaient les Parcours de Découverte dont ils sont issus.

Lucienne GOUGUENHEIM
Ancienne présidente du CLEA

BIBLIOGRAPHIE

- RIPERT, J. & SERT, J. (2003). Annonces d'écoles d'été 2003. *Les Cahiers Clairaut*, 101.
- SCHATZMAN, E. (1987). À propos de deux cultures. *Les Cahiers Clairault*, 39, 40.
- WALUSINSKI, G. (1978). Les "Cahiers Clairaut" : pourquoi ce titre ? *Les Cahiers Clairault*, 1.