

Quelques réflexions sur l'astronomie et son enseignement

Le CLEA et l'enseignement de l'astronomie (Lucienne Gouguenheim, CC n° 63, 1993)

L'astronomie est jusqu'ici très peu présente dans les programmes. Si l'on excepte les notions introduites au CM2 et la partie «optique» du programme de 4^e, on peut dire qu'elle fait essentiellement l'objet d'activités périscolaires, généralement au collège (clubs, PAE...), ou de disciplines scientifiques pour filières littéraires. Certains enseignants et / ou manuels de sciences physiques choisissent aussi d'illustrer des lois physiques du programme par des exemples astronomiques.

Le CLEA est né il y a une quinzaine d'années de la rencontre d'enseignants et d'astronomes de profession, à l'occasion de ce que l'on appelait alors «10% d'activités libres»; invités par des enseignants à venir les aider à répondre à l'intérêt que leurs élèves manifestaient pour la science de l'Univers, ces astronomes ont pris conscience de la très forte motivation des élèves et de la non moins forte demande d'information et de formation manifestée par les enseignants. Convaincus de la richesse du champ que couvre l'astronomie, de sa pluridisciplinarité et du rôle moteur que peut jouer la motivation d'un élève pour l'amener à consentir l'effort que nécessite tout apprentissage, ils ont investi leur énergie pour créer les premières écoles d'été et stages académiques de formation (les MAFPEN n'existaient pas encore; les Universités d'Été non plus...), et divers documents pédagogiques dont les Cahiers Clairaut qui se veulent, nos lecteurs le savent, un lieu d'échange.

Notre objectif essentiel me semble être de développer chez les jeunes le goût et la pratique de la démarche scientifique et de la démarche expérimentale. S'opposant à la tendance actuelle de notre société, amplifiée par les médias, à procéder par affirmation, à l'utilisation généralisée qui est faite de l'argument d'autorité (les «savants» savent..., et sont d'autant plus savants que leur discours est plus hermétique...), l'enseignement général scientifique me paraît avoir pour objectif premier, avant de former les futurs spécialistes d'une discipline, ou même de susciter les nécessaires vocations scientifiques, d'apprendre à tous la démarche scientifique, dans ce qu'elle a à la fois d'imaginatif et de rationnel, son va-et-vient entre l'observation (ou l'expérience) et la

théorisation, à apprécier le degré de certitude d'une connaissance, la nécessité d'utiliser un outil élaboré (qu'est le formalisme), sans pour autant que l'arbre-outil masque la forêt des phénomènes que l'on veut comprendre...

Enseignants et astronomes réunis dans les activités du CLEA, nous sommes enthousiastes. Nous avons, au long des années, imaginé, réalisé, adapté, modifié, transmis de nombreuses activités variées, dont les caractéristiques essentielles me semblent être de reposer sur la pratique, observation ou expérience, et de laisser le champ libre à l'imagination de chacun et à l'adaptation qu'il souhaite en faire; nous avons toujours œuvré dans un climat de liberté et de rencontre à la fois des disciplines et des ordres d'enseignement. Nous voudrions que passe dans la pratique enseignante ce même climat d'enthousiasme, de liberté et de collaboration entre disciplines.

Abordons-nous aujourd'hui un tournant dangereux, avec l'introduction d'éléments d'astronomie dans les nouveaux programmes - essentiellement du lycée ? Certains le pensent et nous l'ont dit ou écrit: actuellement «cerise sur le gâteau» ou encore «espace de liberté», l'astronomie va-t-elle perdre son attrait en entrant dans le carcan des programmes qui tendent à tout codifier ? Quels types de contrôle va-t-on imaginer (reproduire de mémoire le diagramme HR des étoiles, ou décrire une observation «théorique» sans l'avoir jamais faite ?). Certains regrettent que l'astronomie n'ait pas été introduite en tant que telle, comme une nouvelle discipline à part entière. D'autres au contraire craignent qu'elle ne morde sur des programmes de physique déjà trop réduits, empêchant des apprentissages fondamentaux plus essentiels, qu'elle ne soit qu'un «gadget» un peu futile... Trop obnubilé par la présence effective d'éléments d'astronomie dans les programmes, le CLEA a-t-il accepté sans clairvoyance les éléments d'une réforme qui réduit la part de l'enseignement de la Physique ou celle des exigences de formalisme ? Parce que des éléments d'astronomie apparaissent dans les programmes des Sciences de la Terre, faut-il s'émouvoir que l'on cherche à faire enseigner «de la physique» aux naturalistes, dépossédant par là même les physiciens ?

S'il n'est pas possible de réconcilier tous ces points de vue, peut-être convient-il de recentrer nos réflexions et notre action sur nos objectifs fondamentaux, tels qu'ils sont formulés plus haut. Prenant acte de ce qui est proposé dans les programmes, tels qu'ils sont actuellement connus, comment les utiliser au mieux pour promouvoir la démarche scientifique et expérimentale, situer l'exigence au niveau de la compréhension des phénomènes et pas uniquement de leur transcription dans un langage mathématique, mais en conduisant cependant les élèves jusqu'au bout de la démarche d'abstraction ?

Plutôt qu'une discipline, l'astronomie est un champ, qui utilise les acquis d'autres sciences (physique, chimie, géologie, biologie...) et qui a sa propre problématique. Les programmes l'abordent, modestement, de façons diverses et complémentaires. Celui des Sciences de la Terre, essentiellement, situe la Terre dans son environnement et en la comparant aux autres planètes du Système solaire : il traite du Soleil en tant que source d'énergie principale. Il donne au concept d'évolution une dimension différente de celle qu'en ont généralement les biologistes : l'évolution de la planète Terre entretient avec le monde du vivant des relations complexes, dont l'intérêt ne se limite pas à la compréhension de la vie en général et de celle de l'Homme en particulier ; l'évolution se fait aussi indépendamment du monde du vivant.

Il me semble que la partie la plus originale des programmes de première en filière scientifique est l'introduction de l'option de « sciences expérimentales ». Après bien des aléas, et en particulier la possibilité donnée un certain temps, et heureusement retirée, de reconstituer une filière d'excellence sélectionnée par les mathématiques, analogue à la filière C actuelle, grâce à l'introduction d'une option de mathématiques, elle paraît pouvoir donner cet « espace de liberté », où l'enseignant peut choisir sa façon de traiter les thèmes et laisser les élèves définir le protocole expérimental ou travailler en petits groupes. Où le contrôle des acquis doit pouvoir se faire autrement que par la seule résolution d'un problème formel et l'application de « recettes ». Parmi les thèmes de physique, U1 : « Observateurs et mouvements » et U3 : « Rayonnement et couleur » peuvent aisément s'illustrer par de jolis problèmes astronomiques. Le Groupe Technique de physique a suggéré des exemples et cité les documents du CLEA dans le Document d'Accompagnement qui circule actuellement dans une version provisoire. Le Groupe Technique STU a fait de même pour la partie « sciences de la Terre ».

Il nous appartient de valoriser au mieux les acquis du CLEA, d'une part en les diffusant sous la forme la plus facilement accessible, et d'autre part en démultipliant les actions de formation. C'est dans cette perspective que les équipes CLEA de Marseille, d'Orsay et de Strasbourg, ont organisé cet été 3 Universités d'Été, dans lesquelles elles ont cherché à répondre simultanément aux attentes des physiciens et des naturalistes, tout en se plaçant dans une perspective globale. Nous nous sommes efforcés ainsi de démultiplier le nombre de formateurs capables de développer à leur tour des actions de formation académiques.

Celle de ces Universités d'Été à laquelle j'ai participé, a fonctionné de façon un peu différente des années passées : nous avons limité le nombre d'activités et leur diversité à des thèmes directement exploitables avec les élèves, réservant du temps aux discussions pédagogiques. Il est tout à fait remarquable que les collègues qui ont participé à cette Université aient à maintes reprises attiré l'attention sur la nécessité de mener concrètement les observations. Nous courrions le danger, tous ceux d'entre nous qui ont déjà eu cette pratique centrée sur les observations, de ne plus retenir, dans le message que nous voulons diffuser largement, que l'interprétation, appuyée éventuellement sur un document de substitution. C'est bien, nous disaient-ils d'utiliser les relevés de taches solaires faits par d'autres pour en déduire que le Soleil tourne sur lui-même, et avec quelle période, mais il faudrait que tout élève à qui l'on proposera cet exercice ait effectivement l'occasion de former lui-même au moins une fois l'image du Soleil sur un écran et d'y identifier une tache. À cette condition-là, l'exercice échappera à devenir académique. La même remarque vaut pour la mesure de la constante solaire par échauffement d'un bloc de laiton : il est essentiel de s'appuyer sur une l'expérience réelle, même si elle doit comporter une certaine imprécision, ou faire appel à un facteur correctif à rechercher dans une table et dont on ne peut pas expliquer complètement l'origine (extinction atmosphérique).

Les deux exemples d'activité pratique que je viens de citer illustrent la possibilité de collaboration entre physiciens et naturalistes : le thème « Soleil » proposé en Sciences de la Terre pourrait en effet donner lieu à un enseignement de sciences expérimentales véritablement pluridisciplinaire. Quelques uns des stagiaires de Gap avaient le désir de tenter l'expérience...

[...]



À propos des deux cultures (Evry Schatzman, CC n° 39, 1987)

C.P. Snow, en 1959, posait le problème des deux cultures en notant à quel point la littérature anglaise avait pu ignorer dans tout le siècle qui venait de s'écouler l'explosion de savoir scientifique, l'envahissement de la technologie, sa domination et sa présence dans la vie quotidienne. Dans un monde où l'essentiel des décisions se rapportent en définitive à des questions de savoir scientifique et technologique, (par exemple : comment assurer le développement et la compétitivité de l'industrie française ?), ceux qui ont le pouvoir de décider témoignent d'une inculture et d'une ignorance stupéfiantes dans les domaines clés de la science et de la technique. Un dossier publié par la Recherche en décembre dernier sur l'entreprise et la recherche est accablant à ce sujet.

À défaut de pouvoir intervenir pour que les media diffusent un peu de culture et pas seulement de la distraction, on peut songer aux générations montantes, aux générations qui, dit-on, compteront six cent mille bacheliers par an en l'an 2000, et qui, au nombre de deux millions fréquenteront l'université. On peut espérer leur donner un peu de ce savoir qui fait tomber le voile de mystère qui entoure, en fait, presque tous les instants de la vie quotidienne¹.

Je tiens, quant à moi, à l'importance essentielle des notions suivantes :

1 - Il y a des lois de la nature ; l'énoncé d'une loi de la nature se rapporte au monde réel qui nous entoure, la loi décrit la façon dont se déroule toute une classe de phénomènes ou de processus. Exemple : la loi de la chute des corps.

2 - L'universalité des lois de la nature. Ce qui est vrai sur Terre est vrai sur la Lune, ce qui est vrai dans notre Galaxie est vrai dans Andromède. Exemple : la loi de la gravitation universelle.

3 - La connaissance des lois de la nature permet de concevoir des outils, des instruments nouveaux, de faire de nouvelles inventions. Exemple : la découverte des semi-conducteurs et de leurs propriétés a permis de construire des transistors, et, de façon générale de construire des circuits électroniques de très petite dimension.

Ces trois notions sont importantes et une fois assimilées structurent la pensée et la réflexion de façon rigoureuse. Elles écartent la croyance aux fausses sciences et au surnaturel ; elles relativisent les vérités humaines en affirmant la force des vérités de la nature et éveillent l'esprit critique, elles permettent de faire la distinction entre science et technique. Cette dernière différence est difficile à saisir, bien que la découverte scientifique et l'invention technique procèdent de deux modes de pensée entièrement

¹ Il suffit pour s'en apercevoir de s'interroger sur les bases technologiques des « instruments », « outils » et « produits » dont on se sert constamment, et sur le savoir scientifique qui a permis de les construire ou de les fabriquer.

différents : dans le premier, on découvre des choses qu'on ne savait pas ; dans le second, on invente en se servant des choses que l'on sait. L'apprentissage de cette différence par le plus grand nombre possible de gens me paraît nécessaire si l'on souhaite que le développement scientifique puisse continuer : c'est la seule façon de comprendre l'importance de la recherche scientifique.

L'astronomie et l'astrophysique me paraissent des domaines privilégiés pour illustrer les trois notions que je viens d'évoquer. Il ne s'agit en aucune manière de détruire cette partie de la culture dont les sources se trouvent en définitive dans les domaines des affects, des émotions, des sentiments ou même des croyances, mais de donner les moyens de faire face à l'oppression technique dont je parlais plus haut, de la dissocier du rôle du savoir scientifique (je noterai en passant : le savoir scientifique ne se vend pas ; la capacité de l'appliquer, au contraire, se vend très bien), de faire naître une catégorie de décideurs dont la gloire soit liée non aux petits succès immédiats, mais aux grands succès à terme.

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.

Je ne peux qu'évoquer en quelques lignes toute cette philosophie, et je ne proposerai pas ici de programme pour les établissements scolaires ou même pour les universités ! Rien n'est facile, et avant de faire des recommandations, il vaut mieux connaître les résultats des expériences sur le terrain. Mais j'espère que mon discours un peu provocant fera naître une discussion féconde !

■

Extrait d'un entretien de Gilbert Walusinski avec André Brahic (CC n° 80, 1997)

[...] G.W. Tu nous as certainement convaincus, l'astronomie est bien vivante. Mais cette vitalité, et l'importance de ces recherches sont-elles bien comprises par le public ?

A. B. : Il y aura toujours plus à faire dans ce domaine de la communication entre chercheurs et public. En fin de compte, c'est un problème d'orientation générale de l'éducation : ou bien celle-ci est dominée par la formation professionnelle – et il y a le très grand risque de former des techniciens pour des techniques qui deviennent rapidement obsolètes – ou bien on se préoccupe avant tout de former des esprits libres, donc capables de s'adapter aux techniques nouvelles, d'apprendre des sciences nouvelles. Conséquence, former les jeunes à bien comprendre les sciences, cela ne peut consister à leur faire mémoriser des résultats mais surtout leur faire saisir l'importance des principes, la valeur des méthodes, la mémorisation des lois viendra ensuite, par surcroît via les travaux pratiques.

De ce point de vue, l'astronomie est merveilleusement placée, une véritable science de culture bénéficiant des avancées et des réflexions de toutes les autres disciplines. C'est pourquoi il faut que l'astronomie soit enseignée à tous les niveaux, de la Maternelle à l'Université. Et pas par des professeurs spécialisés mais par des enseignants volontaires de toutes les disciplines, bien motivés et bien formés comme ceux qui suivent les stages du CLEA. Des professeurs spécialistes ne devraient intervenir qu'au niveau de la formation des enseignants et des chercheurs en astronomie.

L'effort fourni au niveau de l'enseignement général devra être très important et poursuivi avec continuité. C'est à ce prix qu'il aura son bon effet sur le public

et corrigera donc les dégâts ou méfaits dus aux excès de certains médias qui attachent trop de prix au sensationnel ou au spectaculaire sans analyser vraiment ce que signifient les recherches entreprises.

Au niveau de l'enseignement supérieur, là où la formation professionnelle des futurs chercheurs est évidemment la charge de spécialistes, il faudrait que le recrutement des jeunes chercheurs se fasse de façon régulière, qu'on évite ces à-coups qui raréfient une année les postes disponibles pour les libérer une année suivante. Il faudrait aussi empêcher que se développe un climat malsain de compétition à outrance là où devrait régner un sens naturel de la coopération. On juge trop souvent les qualités d'un postulant au nombre de ses publications ; ne vaudrait-il pas mieux prendre en considération le contenu plutôt que le nombre de pages ?

G.W. : En 1987, tu déplorais, cher André, que dans nos sociétés « la distraction superficielle prenne le pas sur la culture qui fait réfléchir ». Dix ans plus tard, estimes-tu qu'il y a un progrès, un frémissement de progrès ?

A.B. : Comme tout le monde, je répondrai oui un jour et non le lendemain. Oui comme le jour où j'ai appris que la démonstration du théorème de Fermat était trouvée et non le lendemain après lecture dans la grande presse de commentaires stupides sur le coût de la recherche scientifique. Mais les jours OUI comme les jours NON, je crois que nous devons continuer au CLEA notre travail avec confiance, le temps des jours OUI fréquents viendra.

■

Et voici, pour terminer, quelques dessins de Georges Paturol.

