

Lectures pour la Marquise et pour ses Amis

ENSEIGNEMENT ET HISTOIRE DES SCIENCES

Vous savez de quelle manière désinvolté a été et est encore traitée l'histoire des sciences dans l'enseignement. J'ai sous la main un vieux manuel, – périmé je vous l'accorde –, qui présentait "le principe de l'action et de la réaction" en juxtaposant à ce titre, entre parenthèses, le nom de Newton*. L'appel de note envoyant à la seule précision (1642–1727), les élèves étant assez intelligents pour comprendre que ce n'était pas le numéro de téléphone du grand savant. En tout cas, rien sur le personnage et la portée de son oeuvre, ce qui d'ailleurs n'était pas au programme de mécanique de la classe de Terminale pour laquelle ce manuel était écrit. Les cours de mathématiques se bornaient (et se bornent encore souvent, je le crains) à mentionner quelques noms propres établissant une curieuse hiérarchie dans la popularité, Roberval grâce à sa balance, Eratosthène grâce à son crible l'emportant largement sur Clairaut avec son équation située hors des limites du programme.

Je crois qu'il y a un commencement de changement à ce sujet dans l'enseignement des sciences et l'astronomie n'y est pas pour rien. S'il y a une science enracinée dans son histoire, c'est bien elle, et de la meilleure façon. Pensez à l'évolution de la conception générale de l'Univers au cours des siècles. N'importe quel traité d'astronomie est un ouvrage marqué par sa date d'impression et dans une large mesure il est rapidement périmé. Ouvrez l'**Astronomie** de Lalande (1751) et comparez avec l'**Astronomie populaire** d'Arago ; entre les deux il y a eu les découvertes de Herschell, de Le Verrier, les travaux de Laplace, la mesure de la première distance stellaire, etc On comprend l'enthousiasme avec lequel Arago présentait ces conquêtes. Mais il n'y a pas, dans l'histoire des sciences que cette exaltante constatation de l'enrichissement des connaissances. Je dirai même que ce n'est que son aspect le plus superficiel. Ce qu'elle porte en elle de plus instructif se situe en profondeur dans l'analyse des méthodes et, plus que la glorification des succès, dans la compréhension des échecs.

Là se situe, je crois, la place spécifique de l'histoire des sciences dans l'enseignement des sciences. Depuis longtemps, l'Histoire générale occupait une place importante dans l'enseignement de la littérature, on n'imaginait pas pouvoir comprendre Montaigne en ignorant les guerres de religion du seizième siècle et le climat aquitain. Dans l'enseignement des sciences, l'histoire doit jouer un autre rôle, apporter une autre dimension à l'apprentissage des connaissances, ne plus se limiter à l'explication des grandes théories et à la bonne formulation des théorèmes ou des grandes lois physiques, mais faire pénétrer les élèves ou les étudiants dans la vie même de la science. Telle qu'elle est aujourd'hui, telle qu'elle était hier à ses successives étapes. Peu à peu faire comprendre la genèse des découvertes ou des inventions. Non seulement l'enseignement y gagne en profondeur mais plus encore en attrait : faire percevoir à l'élève ce qu'il y a de travail persévérant et de joies dans la recherche scientifique. Lors d'une récente émission télévisée, à l'occasion du transfert au Panthéon des cendres de Pierre et Marie Curie, Georges Charpak a très bien dit le prix de ces peines et la valeur de ces joies du chercheur.

Tout ce discours – qu'on me le pardonne – pour signaler une floraison d'ouvrages sur l'histoire des sciences. Chacun y trouvera à glaner, sans se limiter à l'astronomie car l'histoire nous invite plus souvent à transgresser les limites disciplinaires qu'à les respecter.

En tête de la liste de ce trimestre, le livre de Jacques ROGER, **Pour une histoire des sciences à part entière** (texte établi et présenté par Claude Blanckaert, postface de Jean Cayon ; 476 p. ; Bibliothèque Albin Michel–Idées 1995 ; 160 F). L'Auteur était un agrégé de lettres classiques qui avait soutenu une thèse sur "les sciences de la vie dans la pensée française du XVIII^{ème} siècle". L'heureuse conjonction de la curiosité et de la rigueur historique conduisit ce littéraire passionné par les problèmes de la biologie à consacrer toute sa carrière, qui fut longue et féconde, à de nombreuses publications dans ce domaine. Et comme Jacques Roger eut toujours en tête de donner à ses recherches un impact dans l'enseignement, nous pouvons profiter de son expérience. Il la résume dans le premier chapitre du volume, sous le titre "*Pour une histoire historique des sciences*". Il entendait réagir contre une conception superficielle de l'histoire des sciences (du genre anecdote sur la pomme de Newton ou récit hagiographique de la vie des savants). Même quand on s'oriente vers l'histoire des grands problèmes, il

faut se garder de ne mentionner que les réussites, il y a des grandes leçons à tirer des échecs.

Autres textes dans ce riche volume, par exemple "La théorie de la Terre au XVII^{ème} siècle", "Buffon et le transformisme", "Diderot et Buffon en 1749", etc.

Le centenaire de la mort de Pasteur est l'occasion de la publication de nombreux ouvrages parmi lesquels, faute d'être complet, je retiens trois titres. René DUBOS, dans son **Louis Pasteur, franc-tireur de la science** (Préface de Bruno Latour, traduction de l'anglais-USA par Elisabeth Dussauze ; 456 p.; éd La Découverte 1995 ; 150 F – Réédition complétée d'un livre paru en 1955 aux PUF) s'intéresse à un Pasteur qui "*personnifie la position prise par la science en 1850 : la technologie expérimentale y avait remplacé la philosophie de la nature.*" Rappelons d'ailleurs ce qu'en disait Pasteur lui-même : "*Cette merveilleuse méthode expérimentale dont on peut dire avec vérité, non qu'elle suffit à tout, mais qu'elle trompe rarement, et ceux-là seulement qui s'en servent mal*". Ainsi le chimiste expérimentateur expert va-t-il découvrir la dissymétrie moléculaire (dont Jean JACQUES nous a conté la passionnante histoire dans son livre **La molécule et son double**) ce qui enflamme son imagination : "*L'Univers est un ensemble dissymétrique, et je suis persuadé que la vie, telle qu'elle se manifeste à nous, est fonction de la dissymétrie de l'Univers ou des conséquences qu'elle entraîne... Le magnétisme terrestre... les deux électricités positive et négative ne sont probablement que les résultantes d'actions et de mouvements dissymétriques*". Je donne ces citations en souhaitant qu'elles donnent une petite idée de l'intérêt du livre de Dubos, un monument à la gloire de l'expérimentation scientifique ; jointe à l'imagination du chercheur, elle explique la fécondité de l'oeuvre de Pasteur.

Qui est encore illustrée par le livre que publie Françoise BALIBAR et Marie-Louise PREVOST **Pasteur, cahiers d'un savant** (258 p. grand format ; éd CNRS 1995 ; 265 F). L'ouvrage reproduit des pages significatives des cahiers d'expérience écrits de la main de Pasteur, écrits sur le vif, au laboratoire, dans la fièvre de la recherche. Le document photographique fait face à sa transposition imprimée et rendue parfaitement lisible. Rien qu'à feuilleter ces pages, on sent ce qu'il y eut de réflexion, d'inquiétude, d'angoisse même parfois, de joies aussi dans ce reflet authentique des longues journées de laboratoire. Des textes de présentation ont été rédigés par des spécialistes divers dont Françoise Balibar, Jean Jacques, etc. La réussite remarquable de cette édition fait souhaiter qu'elle soit imitée, on pense à ce que seraient des pages manuscrites de Marie Curie, de Jacques Monod, ...

Le troisième Pasteur que je vous recommande est celui de Daniel RAICHVARG, **Louis Pasteur, l'empire des microbes** (collection Découvertes-Gallimard n° 235 ; 144 p. ; 1995). Les deux volumes précédents ayant retenu toute notre attention sur les questions de méthode, pensons un peu aussi à la vie des savants. Or celle de Pasteur fut riche en événements passionnants, de la polémique sur la génération spontanée à la vaccination contre la rage. Raichvarg qui est un habile vulgarisateur, a su choisir et nous présenter de nombreux documents illustrant à merveille l'oeuvre et la vie du grand savant.

Il y a aussi des événements concernant l'histoire des sciences elle-même, comme la réédition du tome II de l'**Histoire Générale des Sciences** dirigée par René TATON qui était depuis longtemps épuisé. Le voici aujourd'hui, sous le titre **La science moderne de 1450 à 1800** (dans la collection Quadrige des Presses Universitaires de France ; 870 p.; 1995 ; 129 F). Le format est un peu plus petit que celui de l'édition originale qui date de 1958. L'ensemble de l'Histoire générale se trouve ainsi disponible, et c'est un ouvrage de référence, en quatre volumes et pour un prix plus abordable.

Après ou avant les livres, l'enseignement de l'histoire des sciences tire aussi profit des musées ou des expositions. Par exemple, celle de l'Observatoire de Paris sur **La longueur du mètre (1795-1995)**. Une très riche documentation y a été réunie par N.DALIES et S.DEBARBAT, allant de la mesure du méridien de Sourdon à Malvoisine par Picard (1670), aux mètre révolutionnaire, aux mesures de La Caille, Delambre et Méchain jusqu'au schéma de la fontaine à césium en fonctionnement à l'Observatoire de Paris depuis 1993, espace et temps étant désormais inséparables. La brochure-catalogue de l'exposition apporte à ceux qui n'ont pu visiter l'exposition une compensation appréciable. Une autre exposition, de très courte durée malheureusement, a eu lieu sur le thème **Le Globe et son image** à la Bibliothèque Nationale de France (galerie Colbert), en mai.

C.W.

CIEL DE NUIT par Robin Kerrod, traduit de l'anglais par Jean Aboudarkhan ; 160p.; éd Nathan 1994.

Ce livre nous rappelle que l'Astronomie reste une science d'OBSERVATION et son but semble atteint : une présentation soignée, des repérages faciles, une présentation progressive des objets célestes et une qualité de photos et de dessins irréprochable. De l'hémisphère Nord à l'hémisphère Sud, nous pouvons découvrir un tour complet de l'Univers. Les nombreuses cartes célestes nous renvoient, grâce à des icônes expressives, vers de pages détaillées sur le Soleil, la Lune, les comètes, les astéroïdes... Ces pages sont riches d'histoire de l'astronomie, riches des dernières explorations spatiales, riches des dernières découvertes. Mais l'observation seule ne saurait suffire : des retours aux mythes gréco-romains et de brefs rappels historiques replacent l'astronomie dans la construction des sciences. Les figures mythologiques qui n'ont aucune réalité physique, le mouvement de la Terre autour du Soleil (et non l'inverse)..., autant de vérités actuelles, *mais suffit-il de le dire ?*

En bref, un livre d'astronomie pratique pour reconnaître et connaître ; il se lit comme un roman et s'utilise comme une encyclopédie (l'outil "carte mobile" est simple, efficace et bien conçu). A n'en pas douter, un livre qui plaira aux adolescents passionnés par les mystères du ciel.

Michel Royer

L'AIR DE NOTRE TEMPS, le climat, les hommes et les molécules par Gérard LAMBERT ; collection "Science ouverte", 252P.; éd Seuil 1995 (130 F)

Dans un court prologue, Pierre-Gilles de Gennes nous invite à prendre au sérieux les mesures effectuées par Gérard Lambert grâce auxquelles *"il construit le passé et le présent de nos climats sur des bases solides"*. Car mieux vaut en effet une bonne information sur la science de l'atmosphère et des océans que la plongée à l'aveugle dans le brouillard des catastrophes annoncées par la presse à sensation.

LE SOLEIL, LE GRAND HORLOGER DE LA TERRE dossier réalisé par Lucienne GOUGUENHEIM et Jacqueline LAVAUD - Collection Textes et Documents pour la Classe n°691, mars 1995 ; 38 p. (20 F).

L'étude astrophysique de notre étoile conduit à tous les grands problèmes de l'astrophysique qui sont illustrés par des documents en couleur. Les données sont évidemment actualisées, comme par exemple sur la couronne solaire. Le sous-titre est un clin d'oeil à une expression du temps des lumières mais elle prend, dans la science d'aujourd'hui tout son sens. On sait démontrer le fonctionnement interne de l'horloger et maintenant la sonde Ulysse, après un périple un peu compliqué (avec un tel pilote !), vient le surveiller sur ses pôles. Ce TDC contient évidemment une bibliographie bien adaptée avec mention des publications CLEA.

LE GUIDE DU CIEL 1995-1996 par Guillaume CANNAT ; 240 p. ; éd Nathan 1995.

Ce guide donne le programme complet des spectacles célestes d'avril 1995 à juin 1996 ainsi que des conseils pratiques aux observateurs, débutants ou non, en particulier pour le bon usage des instruments d'observation. Premier conseil pour la photographie astronomique.

ATLAS DE L'ASTRONOMIE par Joachim HERRMANN, traduit de l'allemand par Yvonne SERIES ; version française revue par Martine Meslè-Gribenski et Michèle Sénéchal-Couvercelle. Collection "Encyclopédies d'aujourd'hui" ; 288 p.; Le livre de poche "La Pochothèque" (75 F)

Toute l'astronomie dans un très petit volume. Une typographie de caractères très petits mais très lisibles ; les schémas en couleur sont très clairs. On doit souligner le prodige de faire tenir tant d'information sous un aussi petit volume.

PHASES ET ECLIPSES de la Lune aux étoiles. Document vidéo (durée 21 minutes), collection Bâtisciences, référence 340DC903 (100 F) - CRDP Languedoc-Roussillon - CNED.

Un document pédagogique pour expliquer les phénomènes des phases et des occultations pour le couple Terre-Lune et pour les planètes. Application ensuite aux étoiles variables dites "à éclipses".

EPPUR SI MUOVE les mouvements de la Terre et leurs conséquences. Document vidéo (durée 15 minutes). Collection Bâtisciences référence 340DC830 (100 F) – CRDP Languedoc-Roussillon – CNED

On se propose d'expliquer ce qu'on observe puis comment ces apparences s'interprètent par les mouvements de la Terre.

LA LUMIERE DES NEUTRINOS

par Michel CRIBIER Michel SPIRO et Daniel VIGNAUD ; collection "Science ouverte", 320 p.; éd Seuil 1995 (160 F)

Quel beau sujet ! En traitant de "*la plus petite particule de matière jamais imaginée*", on passe en revue tous les problèmes actuels de l'astrophysique, de la cosmologie et de la physique des particules en revivant les grands événements scientifiques du dernier quart de siècle. Car les chercheurs sont très actifs dans ces domaines et depuis 1970 il ne se passe pas d'année sans grand changement. On comprend que les trois auteurs de ce livre, physiciens des particules et astrophysiciens, aient eu plaisir à se réunir pour en discuter. On imagine des débats souvent animés, toujours passionnants et la rédaction qui en porte le reflet est d'autant plus vivante.

Pour nous, au CLEA, ce sujet n'est pas neuf. Il y a douze ans, – c'était le 22 janvier 1983 – Evry Schatzman nous avait révélé toutes les questions soulevées par les neutrinos solaires (Cf **Cahiers Clairaut** n°21 été 1983 et 22 automne 1983). Notre Président d'honneur concluait son brillant exposé en nous promettant de vastes prolongements grâce aux futurs détecteurs de neutrinos alors en projet. En douze années, il y a eu en effet de fantastiques avancées et le livre actuel en prend un singulier relief.

Les Auteurs, en bonne connaissance de l'étendue du sujet et des questions difficiles à aborder, ont voulu éviter l'aridité d'un exposé trop théorique ou austèrement encyclopédique. Ils ont choisi d'en structurer les grands thèmes autour d'événements comme la supernova du Grand Nuage de Magellan (23 février 1987) ou des problèmes théoriques, Big Bang et matière invisible. Le lecteur est ainsi entraîné de progrès en découvertes et au bout des 300 pages il se trouve un peu ahuri mais satisfait, ayant acquis plus de familiarité avec le modèle standard de constitution de la matière et persuadé, comme les Auteurs, que "*le modèle des quarks est trop beau pour être faux*".

J'ouvre une parenthèse sur le style de nos excellents vulgarisateurs. Au départ, j'étais un peu réticent devant certaines imprudences de rédaction. A propos de la dernière phase d'évolution d'une supernova, écrire "*La mort est brutale et l'âme de l'étoile se disperse à jamais dans l'Univers*", cette "dispersion d'âme" me paraissait pour le moins incongrue. Mais, finalement, je dois reconnaître que certaines audaces sont souvent ici plus plaisantes et favorables à la compréhension que contraires à la rigueur généralement exigée d'un texte scientifique. Au total, ce livre de haute vulgarisation s'adresse à un public de lecteurs qui doit savoir faire le tri et retenir l'essentiel, ici une information très sûre.

Passons donc en revue – forcément trop rapide – les douze chapitres qui, dans une large mesure, pourraient être lus indépendamment les uns des autres. Je ne sais attribuer à l'un des auteurs plutôt qu'à tel autre tel chapitre. Il y a uniformité de style, ce qui s'explique par des relectures collectives. Malgré cela, en cherchant bien, on trouverait dans le chapitre n ce qu'on croit avoir déjà lu dans le chapitre n-x (avec $x > 0$) ; est-ce une redite ? On s'aperçoit souvent que la remarque présentée au rang n-x prend plus de sens au rang n.

"*L'invitation au voyage*" part donc, le 23 février 1987, par le repérage visuel tout à fait imprévu de la supernova du Grand Nuage de Magellan. Événement considérable pour les astrophysiciens car le phénomène s'est produit dans la "banlieue" de notre Galaxie, à 150 000 années de lumière seulement donc beaucoup plus proche que les supernovae observées dans les galaxies lointaines. Mieux encore, on a vérifié qu'avant même l'observation visuelle et photographique de l'éclat de l'explosion stellaire, la détection d'une brève mais intense bouffée de neutrinos émis en quelques secondes a été observée, enregistrée, dans les récepteurs conçus à cet effet et installés, l'un au Japon, l'autre aux Etats-Unis. Grâce à cette bouffée de neutrinos, prévue par la théorie mais encore jamais observée auparavant, nous avons pu en quelque sorte vivre l'explosion de l'étoile massive (le phénomène

supernova) en direct avec, pour seul retard, le "décalage horaire" des 150 000 années de lumière qui nous séparent du Grand Nuage de Magellan.

Les neutrinos sont des particules presque insaisissables. Conçues ou si l'on veut inventées par Pauli en 1930, dans l'indifférence générale, elles sont adoptées par Fermi en 1933 qui leur donne leur nom définitif mais elles ne seront effectivement découvertes qu'en 1956 par Reines et Cowan. Pourquoi cette naissance aventureuse ? Principale raison, ces particules ne réagissent avec presque rien ; pensez, alors que les photons produits au centre du Soleil mettent peut-être un million d'années pour en sortir, les neutrinos produits en même temps que ces photons sortent du Soleil et quelques secondes. Et comment les saisir ? Certains traversent toute la Terre sans être en rien troublés, un flot de neutrinos nous traverse à tout moment sans réaction de notre organisme. Et pourtant leur existence a paru nécessaire à Pauli pour équilibrer le bilan énergétique de la radioactivité β (pensez que pour résoudre la même difficulté Niels Bohr proposait tout simplement d'abandonner le principe de la conservation de l'énergie, c'est à dire remettre en cause toute la physique). Si les neutrinos ont une masse, elle sera certainement très petite et on ne sait répondre à ce sujet ni par oui ni par non, mais si cette masse existe, aussi minime soit elle, par leur nombre les neutrinos peuvent équilibrer le bilan massique de l'Univers, la masse de l'ensemble des neutrinos serait la fameuse "masse cachée".

En nous faisant suivre l'aventure des neutrinos depuis les années 1970, nos Auteurs nous promènent dans les grandes questions scientifiques d'actualité, le modèle standard dit du "Big Bang", les phases de la nucléosynthèse c'est à dire de la formation des "corps simples" de notre chimie. L'évolution des étoiles, celle de notre Soleil en particulier, sont aussi des domaines où interviennent les neutrinos. Ceux-ci sont présents dans notre corps, ne serait-ce que par les traces infimes de potassium-40 que nous contenons; sa radioactivité naturelle nous fait émettre en toute innocence 4000 neutrinos par seconde. Question : le fait que le neutrino soit lévogyre a-t-il joué un rôle dans la synthèse de la vie qui est marquée par la chiralité de ses molécules ?

Excusez, lecteur, et la longueur de cette note et son désordre ; je voudrais être complet et j'ai l'impression d'escamoter l'essentiel. Vérifiez, allez au livre.

J'ai encore à dire. Après avoir raconté l'histoire du neutrino (chap.9), épisode passionnant de l'histoire de la physique des particules, le chapitre 10 portrait de famille avec neutrinos mérite une attention particulière. En ce qui me concerne, au lendemain de la découverte effective du sixième quark, le top t , le moment me paraît bien venu d'acquiescer une certaine familiarité avec ce petit monde merveilleux des particules élémentaires (et qui resteront élémentaires tant qu'on n'aura pas trouvé moyen de les dissocier en morceaux plus élémentaires encore). Ce tableau de famille est un précieux document à conserver, à admirer, à bien connaître.

Il couronne beaucoup de coûteux efforts. Il a fallu construire le LEP (collisionneur électro-positron) au CERN de Genève pour avoir l'assurance qu'existent trois catégories de neutrinos associés aux trois leptons que sont l'électron, le muon et le tau, et trois seulement. Ces énormes machines sont indispensables pour nous aider à comprendre enfin ce que signifient les deux concepts de matière et d'énergie que, depuis Einstein, nous avons appris à lier. Le livre se termine par un chapitre sur la grande unification, le rêve peut-être inaccessible des physiciens. Les neutrinos, particules de matière peut-être sans masse seront-elles des clefs qui nous manquaient pour comprendre cette étrange machine qu'est l'Univers ?

G.W.

REEDITIONS

Astronomie, méthodes et calculs, exercices corrigés par Agnès ACKER et Carlos JASCHEK ; collection "De Caelo", 304 p. ; 3^{ème} édition Masson 1995 (179 F) – la première édition ne comptait que 212 pages.

Les Constantes universelles par Gilles COHEN-TANNOUDJI ; collection "Questions de science", 144 p. ; éd Hachette 1995 (59 F). Cette collection qui fut un temps coéditée par la Cité des Sciences et de l'Industrie, prend un nouveau format livre de poche et à cette occasion réédite ce livre vraiment remarquable sur les constantes de la physique.