

## Lectures pour la Marquise et pour ses Amis

LE CHAOS par Ivar Ekeland ; collection Dominos (N°73), 124 p. ; éd Flammarion 1996 (39 F)

L'Auteur est mathématicien au Centre de recherches de mathématiques de la décision (Université de Paris-Dauphine), ce qui aurait pu éloigner son attention des problèmes de l'astronomie. Mais il a lu et compris l'oeuvre de Henri Poincaré, en particulier son mémoire de 1889 "*Sur le problème des trois corps et les équations de la dynamique*" ainsi que les volumes des **Méthodes nouvelles de la mécanique céleste** publiés par Poincaré de 1892 à 1899 : un centenaire digne en effet de commémoration.

Tout le sujet de ce beau petit livre est donc là, dans la conclusion du mémoire de 1889 : il n'est pas possible d'exprimer les positions et les vitesses des trois corps pour toutes les valeurs du temps en recourant aux seules fonctions usuelles, il faut recourir à des séries qui, à terme, deviennent divergentes. Vous me direz que Laplace avait pu établir des éphémérides du système solaire en bon accord avec les positions observées de 240 av J-C à 1715, soit pendant près de deux mille ans. Que cela confirmait les travaux des Clairaut, d'Alembert et autres Lagrange qui concluaient à la stabilité du système solaire. Et en se fiant à ces résultats, et aux mêmes méthodes et grâce aux calculs de Bouvard, Adams et Le Verrier avaient pu, un demi-siècle plus tard, et chacun de son côté sans copier sur le voisin, découvrir Neptune "au bout de leur plume". On célèbre, à juste raison, ces triomphes de la science. Mais il est encore plus remarquable que les travaux de Poincaré perfectionnent ce triomphe en relativisant cette stabilité. A court terme, c'est à dire pour des intervalles de quelques centaines de siècles, la stabilité peut être considérée comme réelle, mais à l'échelle de cent millions d'années, le système solaire est chaotique.

Ekeland a eu la bonne idée de ne pas commencer son livre sur le chaos par l'exemple du système solaire sur lequel je viens de m'attarder. Il prend l'exemple plus simple d'un jouet instructif, "la roue et le pantin", qui tourne dans un sens ou dans l'autre après les pirouettes du pantin, non pas alternativement mais comme au hasard : après deux tours dans un sens, trois dans le sens inverse puis un seul dans le premier sens puis deux dans l'autre, etc ; impossible au spectateur de prévoir la suite des pirouettes directes ou inverses. Le jouet est conçu de telle façon que son temps caractéristique T soit très court. Ce temps caractéristique T est défini comme celui au bout duquel une petite perturbation initiale est multipliée par 10. Au bout de dix T, quelles que soient les données, aucune prévision n'est plus possible. On pourrait énoncer cela sous forme d'une "moralité" : petites perturbations deviennent grandes pourvu que le temps leur soit laissé de grandir.

Ne pas penser, cependant, qu'un système dépendant d'un grand nombre de paramètres (par exemple, un modèle de l'atmosphère terrestre qui serait bien utile aux météorologistes) soit forcément chaotique. Le modèle de Lorenz ne nécessite que trois variables explicatives qui permettent de visualiser dans un espace à trois dimensions l'état d'un système chaotique. L'ordinateur dessine alors l'étrange figure d'un attracteur décrit de façon très imprévisible par le point-image des états du système.

L'avenir de la prévision n'est pas fermé, mais limité. Pour des durées inférieures au temps caractéristique T, on peut suivre un système chaotique par le calcul, pas pour des durées supérieures à dix T. Conclusion à grande portée d'un petit livre qui fait beaucoup réfléchir : "*Entre le modèle mathématique et la réalité physique, un espace intermédiaire a été découvert, qui est celui du calcul.*" Nous ne sommes plus aux temps de Kepler, de Newton ou d'Einstein, non plus à celui de Poincaré, mais au temps des ordinateurs.

C.W.

LES SCIENCES DU CIEL – Bilan et perspectives – Concepts et vocabulaire – sous la direction de Pierre Léna ; 688 p. ; éd Flammarion 1996 (199 F)

Voici un ouvrage de référence qui rendra grand service aux enseignants. Dans la première partie de l'ouvrage, des spécialistes dressent le bilan des activités dans leur domaine. La formule adoptée veut que la synthèse ainsi présentée soit brève sans entrer dans le détail des théories ou des calculs éventuels de justification. La réussite est assurée si l'auteur domine bien sa spécialité. La lecture des notices *Le temps et l'espace* et *Les origines* par Laurent Nottale sont, à ce point de vue, des modèles. Et comme tous les aspects de la recherche astronomique sont traités, l'ouvrage sera consulté comme un dictionnaire et aiguillera les lecteurs vers les meilleures sources d'information. Y compris sur la vie et

l'organisation administrative de l'astronomie. Le chapitre de l'enseignement général de l'astronomie ne pouvait être mieux traité que par notre Présidente.

La deuxième partie, *Concepts et vocabulaire* contient plus de 700 entrées rangées par ordre alphabétique depuis *aberration chromatique* jusqu'à *zodiaque* mais en passant par des concepts moins familiers comme *globule de Bok* ou *lobe de Roche*. Par hasard, car je n'ai pas tout lu, j'ai un peu tiqué sur la définition de l'année tropique : "*L'année tropique est la durée d'une révolution de la Terre autour du Soleil entre deux équinoxes de printemps*" (j'aurais préféré la durée moyenne d'une révolution...)

En fin de volume, on trouve aussi une très précieuse information, constantes physiques, satellites naturels dans le système solaire, les principales missions spatiales depuis 1975, les catalogues et les bases de données en astronomie, de très utiles repères bibliographiques.

Dans une République consciente de ses devoirs, un tel ouvrage devrait figurer dans toutes les bibliothèques des lycées et des collèges à portée de main de tous ceux, enseignants et élèves, qui s'intéressent à l'astronomie.

G.W

**CONTES ET LEGENDES DES ETOILES** par Hervé Burillier ; 20 diapositives + 1 p. de notice ; éd Burillier, place Lucien Laroche, 56000 Vannes (200 F + 30 F de port).

Il s'agit d'une série de diapositives reproduisant des pages de différentes cartes du ciel anciennes. En ce sens, il s'agit d'une excellente initiative qu'il convient de saluer. Mais, les diapositives ne sont malheureusement pas titrées et la notice se borne à rappeler les légendes qui s'attachent aux constellations en omettant de mentionner la source de la reproduction. C'est grand dommage car l'éditeur a manqué là une excellente occasion de rappeler l'histoire de la cartographie céleste. Selon lui, il s'agit là d'un tirage d'essai et une seconde édition devrait voir le jour dans quelque temps. Nous resterons donc provisoirement sur notre faim tout en encourageant l'éditeur à produire un tirage plus complet accompagné de remarques sur les cartes célestes.

J.Vialle

**LES APPRENTIS SORCIERS**, Fritz Haber, Wernher von Braun, Edward Teller par Michel Rival ; collection "Science ouverte", 240 P. ; éd Seuil 1996 (130 F)

Dans un livre antérieur, qui traitait dans toute son ampleur de la vie et de l'oeuvre de Robert Oppenheimer, Michel Rival avait déjà abordé le problème de la responsabilité du savant face au danger des applications de ses découvertes pour l'avenir de l'humanité. Se trouvait aussi posée l'interrogation sur les relations du savant avec la société dans laquelle il travaille et toutes les questions politiques, économiques sociales et morales qui en découlent. Dans le cas d'Oppenheimer, la personnalité du savant autant que l'importance de la bombe d'Hiroshima donnaient au drame qu'a vécu l'homme une particulière résonance.

Pour les trois savants que Michel Rival nous présente dans son nouveau livre, le fameux problème de la science homicide se pose dans des conditions historiques différentes : en 1915, il s'agit de la fabrication et de l'utilisation dans les tranchées de la première guerre mondiale des gaz asphyxiants, en 1942 de la fabrication des fusées capables de traverser Manche et Mer du Nord à partir des pistes continentales et, en 1946, la deuxième guerre mondiale en principe achevée, la mise au point de la bombe H, instrument non plus seulement de destruction massive mais qui pourrait, si on l'utilisait pour de vrai, devenir l'arme d'anéantissement total.

La comparaison des quatre "inventions" quant à leurs rendements homicides ne nous concerne pas et je ne sais s'il y aura des lecteurs intéressés par la question. Dans tous les cas, comprendre les motivations des inventeurs et la façon dont ils ont assumé leurs responsabilités est autrement instructif et là est toute la différence. Oppenheimer a vécu son drame de façon si profonde et si bouleversante, avec ses phases d'hésitations et de scrupules qu'il nous a transmis un véritable message, grâce à quoi, la bombe d'Hiroshima, nous nous en sentons aussi responsables que lui-même. Rien de tel avec les trois "apprentis sorciers" du livre actuel.

L'acharnement qu'ils ont montré à poursuivre leur entreprise exigeait, dans chaque cas, une sorte de hautain aveuglement. Bien sûr, Haber prétend que ses gaz mortels pourront abréger les massacres de la boucherie mondiale n°1 mais, par ailleurs, il ne semble pas avoir été le moins du monde ébranlé par le suicide de son épouse qui avait été bouleversée d'apprendre les buts poursuivis par son époux. De même, en 1946, c'est par anticommunisme viscéral et irrationnel que Teller pousse aux essais de bombe H. De son côté, von Braun veut ses bombes volantes tout en sachant que leur réalisation passe

par la monstrueuse exploitation des déportés du camp de Dora qui par milliers périront... Comment oublierions-nous ces martyrs et ces victimes de Londres quand nous admirons aujourd'hui les découvertes merveilleuses des sondes de la NASA.

Le livre de Michel Rival est donc utile pour nous rappeler que maints outils et découvertes dont nous profitons ont été forgés, dans les pires conditions souvent, dans les plus sombres laboratoires secrets de la boucherie mondiale n°2. Ce livre m'a également donné la bonne idée de relire un texte ancien que l'historien Jules Isaac écrivit en 1922, à son retour des tranchées : **Paradoxe sur la science homicide et autres hérésies** (édition Rieder, 1936) dont je détache cette citation : "*Constatons présentement que la malignité humaine existe et qu'elle aussi s'entend à utiliser le progrès scientifique, car, dans la lutte qui se poursuit indéfiniment sur terre entre le Bien et le Mal – voilà le grand mot lâché – la Science est neutre. Cette neutralité, je n'hésite pas à le dire, est un crime. Et je crois avoir démontré qu'elle met la civilisation en péril de mort.*"

Paroles de 1922, mais sont-elles inactuelles ? Gargantua disait déjà : "*Selon le sage Salomon, sagesse n'entre point en âme malivole, et science sans conscience n'est que ruine de l'âme*"

G.W

**LA PHYSIQUE QUANTIQUE** par Etienne Klein ; collection Dominos (n°99), 124 p. ; éd Flammarion 1996 (39 F)

La physique quantique n'a pas fini de poser des problèmes probablement insolubles aux vulgarisateurs, aussi savants soient-ils tant du côté de la physique que de l'art de la vulgarisation. Ce qui est le cas d'Etienne Klein dont on apprécie l'art d'écrire dans ses billets mensuels de **La Recherche** ou dans son précédent "domino" sur le temps (n°52). Ici, dès l'abord, il cherche abri sous la citation de ce grand physicien (n'est-ce pas Richard Feynman ?) qui disait à ses étudiants "Si vous m'avez compris, c'est que je n'ai pas été clair".

La lumière, se propage-t-elle comme une onde ou comme un flux de particules ? En sortant de ma première visite au Palais de la Découverte, le 30 septembre 1937, je me plongeais avec ravissement dans le livre de Louis de Broglie **La physique nouvelle et les quanta**. Je crus l'avoir bien compris et l'exposé m'avait paru clair. Cela ne devait pas être tout à fait vrai car le petit livre de Klein m'ouvre, je crois, de nouvelles portes....

A partir de l'expérience classique des deux fentes, ces leçons : une particule n'est pas un corpuscule, ses propriétés dépendent du dispositif qui la révèle ; les propriétés de la particule ne sont pas détachables des conditions de sa manifestation ; la nature des appareillages détermine le type de phénomènes observés. Bref, les particules ne sont ni ondes ni corpuscules mais se manifestent tantôt sous des aspects corpusculaires, tantôt sous des aspects ondulatoires. Les particules quantiques ne possèdent pas les deux attributs (position et vitesse) simultanément. Le principe d'incertitude de Heisenberg équivaut à cette limitation de la représentation corpusculaire des particules.

Mais écrire cela en sortant de la lecture de ce bon petit livre, n'est-ce pas montrer que je continue à pénétrer dans la physique quantique comme un voyageur égaré dans une forêt envahie par le brouillard ?

G.W.

**LES SCIENCES AU LYCEE un siècle de réformes des mathématiques et de la physique en France et à l'étranger**, sous la direction de Bruno Belhoste, Hélène Gispert et Nicole Hulin ; 330 pages ; édition INRP et Vuibert 1996.

La science est vivante, elle l'était en 1900, elle l'était en 1960 et elle l'est en 1996. Adapter l'enseignement scientifique scolaire aux exigences de la science est donc une nécessité qui doit entraîner un renouvellement des pratiques pédagogiques. Henri Poincaré, Emile Borel, Paul Langevin le pensaient en 1902, leurs successeurs, Gustave Choquet, André Lichnerovicz, André Lagarrigue en 1960 le pensaient et surent animer des mouvements de réforme. L'étude collective que le présent ouvrage nous présente est donc un livre d'actualité. Il a le premier mérite de mettre à notre disposition une documentation sérieuse et de l'étendre à quelques aspects de certaines réformes en Allemagne, en Grande Bretagne, en Italie, en Belgique et aux USA ainsi qu'en URSS.

Réformer l'enseignement des mathématiques au lycée entraînait évidemment la nécessité de réformer la formation des enseignants et d'envisager enfin leur formation continue. Rares furent les réformateurs du secondaire à penser que les élèves du lycée sortent de l'école primaire et ce domaine sort du champ du présent ouvrage. Pourtant, il serait temps de considérer que la formation de l'esprit scientifique doit commencer dès l'éveil.

Il faudrait aussi considérer la publication et la diffusion d'ouvrages comme celui-ci n'est pas un acte de révérence à l'égard d'initiatives passées mais d'information nécessaire en vue des actions à mener maintenant.  
G.W.

LE SOLEIL ET SES PLANETES  
LES GRANDS ASTRONOMES, XVème XVIIIème siècle  
L'ESPACE

Trois volumes de la collection BT Espace dus à Jean-Pierre Penot et édités par les Presses de l'Ecole Moderne Française et le CNES.

Ces ouvrages sont à recommander pour le niveau de l'école élémentaire, en particulier pour la sûreté de leur documentation et le souci pédagogique de la présentation. Dans chaque ouvrage, un glossaire explicatif.

Le troisième de ces ouvrages fait partie d'une collection intitulée "30 mots clés pour comprendre". Ici, pour comprendre toutes les activités liées à l'exploration de l'espace.

LE CONTEUR D'ETOILES par Robert Carde ; vol 1 Les constellations du zodiaque ; vol 2 Les constellations du ciel d'été ; chaque 98 F ; édition Eveil (10 rue Goulebenèze, 16710 ST YRIEX)

DANS LES REVUES

La Recherche – Septembre 1996 – Un dossier sur les nouvelles planètes : la formation des planètes (Roger Ferlet) ; la surprenante diversité des planètes géantes (Tristan Guillot et Gilles Chabrier) ;  $\beta$  Pictoris, une étoile pas comme les autres (Roger Ferlet) ; stratégies de recherche et perspectives (Jean Schneider).

– Octobre 1996 – Histoire des sciences : la radioactivité, le Soleil, la Terre et la mort de Kelvin (Pascal Richet).

– Novembre 1996 – Interférométrie optique, ombres et lumières sur l'Univers (Sacha Loiseau et Guy Perrin).

Pour la Science – Septembre 1996 – La nature de l'espace et du temps (Stephen Hawking et Roger Penrose)

L'Astronomie – Juillet-août 1996 – Les observations de Jupiter par la sonde Galileo (Pierre Drossart) – Jupiter, dis-moi comment tu oscilles, je te dirai qui tu es (Benoît Mosser).

– Septembre 1996 – Ganymède, les premières images reçues de Galileo (Olivier de Coursac)

ERRANCES Sur la demande des responsables du CRDP de Caen, j'avais écrit deux mots de préface à une brochure qui s'intitule 50 titres – Découvrir l'astronomie en BCD. Je ne regrette pas d'avoir très modestement contribué à l'édition de cette documentation dont l'utilité est évidente. Je décline cependant toute responsabilité dans les appréciations formulées sur les ouvrages cités. En particulier, je dois signaler de grandes réserves sur le livre L'astronomie au cycle des approfondissements par Jean Defor et Véronique Thierry (éd Armand Colin 1994). Les intentions des auteurs sont bonnes mais leur ouvrage est malheureusement entaché de très, nombreuses erreurs, fautes et coquilles qu'une plus attentive relecture aurait sans doute permis d'éviter. Quelques exemples parmi beaucoup d'autres : figure fautive des levers et couchers du Soleil selon les saisons (p.23), définition fautive du mot *jour* (p.27), solstice d'hiver s'étalant du 17 au 25 décembre (p.36), 1 ua = distance Terre-Lune (p.86), l'unité de distance "kilo par sec" (p.106).

Je sais bien que personne n'est à l'abri des fautes. Même dans la sympathique revue Ciel et Espace qui fait beaucoup pour la popularisation de l'astronomie, son numéro de juillet-août annonçait bravement : "la Terre passe au plus près du Soleil le 5 juillet" ; ce 5 juillet les Ephémérides donnaient pour la distance ST = 1,017 ua. Mais c'est l'accumulation de fautes dans le livre cité plus haut qui m'a paru devoir être signalée, inexcusable dans un manuel scolaire.  
G.W.

**Errare humanum est... mais quand même !**

Dans l'article "Voir les étoiles en plein jour..." (CAHIERS CLAIRAUT 75, 42), il est écrit que "... Hooke mesura à Oxford la distance zénithale de la brillante du Dragon". L'auteur, qui devait être ce jour-là dans la Lune, tient à préciser que Hooke opérait à Gresham College, situé à Londres et non à Oxford.

J.V.