

Lectures pour la Marquise et pour ses Amis

L'Univers et la lumière - Cosmologie classique et mirages gravitationnels - par Laurent Nottale ; collection "Nouvelle Bibliothèque scientifique", 288 p. ; éd Flammarion 1994 (140 F).

Sans avoir mené à son terme la lecture de ce livre, j'avais désiré dire tout le plaisir et le profit que j'avais puisés dans sa première partie "Relativité et Cosmologie". Son entrée en matière, "Fondements logiques de la cosmologie", m'avait aussitôt séduit. La poursuite de la lecture ne tarit pas mon enthousiasme malgré les difficultés rencontrées - mais celles-ci tiennent au sujet non au présentateur. Parvenu au bout du livre, je dois reconnaître que toute sa lecture fut jubilatoire, même aux pires moments pour le non-spécialiste que je suis.

J'avais interrompu ma lecture au chapitre 2 Cosmographie, comme si j'avais été retenu par le fumet nostalgique du mot. Le livre de Nottale est bien d'aujourd'hui et n'a donc rien à voir avec ce que, sous ce mot de cosmographie, on enseignait dans les lycées, il y a soixante ans (et je serai le dernier à décrier cet enseignement qui amorça, dans mon cas, ma curiosité astronomique). Ici, nous trouvons les données objectives de la cosmologie moderne. Je ne peux résumer, je retiens quelques traits frappants. Il y a eu des révisions déchirantes successives sur les mesures de distances, vers les très grandes jusqu'à 10^{27} m pendant que les questions relatives à la formation de la matière nous entraînent jusqu'à 10^{-18} m. Même grand écart dans les densités : *"Une galaxie possède dans 10 kpc une densité 10^8 fois supérieure à la densité moyenne de l'Univers, un amas riche mille fois plus dans 3Mpc alors qu'un superamas montrera une densité seulement dix fois supérieure."* Vide, où es-tu ?

Le chapitre III est évidemment le plus important, Modèles cosmologiques. Là je suis encore plus incapable de résumer, je relève des passages qui m'ont fait particulièrement réfléchir, vous en auriez relevés d'autres. Exemple : l'expansion de l'Univers ne peut se manifester que s'il existe des petites échelles où il n'y a pas d'expansion. Quand Einstein introduit dans ses équations la constante cosmologique Λ pour obtenir un univers statique, nous sommes en 1916 et l'Univers exploré paraît se limiter à la Galaxie et il n'y a pas d'expansion. On peut rêver, écrit Nottale, que Einstein ait annoncé dès ce moment, l'expansion ce qui aurait mis en évidence la situation hors Galaxie des autres "nébuleuses" à décalage vers le rouge découvertes en 1924-29 et on aurait fait l'économie du "grand débat". Autre exemple, bien distinguer l'effet Doppler pour les étoiles qui traduit un mouvement et le décalage spectral des galaxies qui traduit une dilatation de l'espace (*"chaque particule comobile est au repos. c'est l'espace dans son ensemble qui se dilate."*)

Il y aurait encore beaucoup à dire sur les paramètres cosmologiques - sur la mesure de la constante de Hubble, les méthodes indépendantes et précises de Lucette Bottinelli et Lucienne Gouguenheim sont sérieusement prises en compte (avec $70 < H_0 < 80$ km/s.Mpc) -, sur le tableau magnifiquement dressé et résumé des particules élémentaires (p150 à 154 à ne pas manquer) avec cette remarque sur les laboratoires des hautes énergies : *"le laboratoire ultime, c'est l'Univers lui-même."* Surtout, à partir de la page 187, Nottale nous communique sa passion pour les lentilles gravitationnelles, de toute évidence, une nouvelle voie d'exploration.

Comment ne pas sortir d'une telle lecture émerveillé jusqu'à l'étourdissement. Nous sommes partis de l'Univers assimilé à un fluide parfait de galaxies. L'isotropie du rayonnement fossile à 2,73K mesurée à 10^{-5} près paraissait confirmer cette hypothèse. Mais *"le rêve par trop simpliste d'un Univers transparent réductible à quelques paramètres et lois universelles, s'éloigne de plus en plus."* Perturbations du champ des vitesses, fluctuations de luminosités, nouvelle optique gravitationnelle surtout, on peut avoir l'impression d'un chaos. Sans oublier que 90% de la matière de l'Univers échapperait encore à nos observations.

Le livre de Nottale est donc à lire sans attendre, vous jubilerez, croyez-moi. Dans cinq ans, vous le relirez et vous corrigerez les pages où déjà des corrections seront indispensables. Ainsi, même si vous n'êtes qu'un spectateur de découvertes, vous participerez un tout petit peu à l'aventure merveilleuse de la science.

G.W.

Forme et Croissance – par D'Arcy Thompson ; traduit de l'anglais par Dominique Teyssié ; édition établie et présentée par John Tyler Bonner ; préface de Stephen Jay Gould ; avant-propos d'Alain Prochiantz ; collection "Sources du savoir", 334 p.; édition Seuil-CNRS 1994(310F)

Ce livre veut faire connaître, ou redécouvrir, le précieux *On Growth and Form* publié par D'Arcy Thompson en 1917. Oeuvre de ce zoologiste de culture multiforme, l'ouvrage, qui s'étendait sur 800 pages, puis sur 1100 à la deuxième édition (1942), restait hors de portée des intellectuels non biologistes. Même chez les biologistes, d'ailleurs, si nul n'en contestait la valeur, on ne fit pas grand chose pour en chanter les louanges ni pour l'ériger en référence dans les cycles universitaires.

On en connaît les raisons en lisant la version proposée cette année par le Seuil et le CNRS, condensée de l'original par John Tyler Bonner, de Princeton (1961), et récemment traduite de l'anglais par Dominique Teyssié, de l'Université de Cergy-Pontoise. Ce qui a été retranché de l'ouvrage initial était généralement obsolète, parfois inutilement difficile d'accès, et s'opposait donc à une approche satisfaisante pour les non-initiés.

Pour ces derniers, on a pris et multiplié les précautions en faisant précéder la matière d'une préface de S.J.Gould, d'un avant propos d'Alain Prochiantz, du CNRS, et d'une présentation de J.T.Bonner. Il le fallait et ces textes sont tout aussi riches que le corps même de l'ouvrage. Tous ces textes sont dotés de larges marges dans lesquelles abondent les notes, les références et les commentaires...

D'Arcy Thompson (1860-1948) est considéré comme un "esprit universel". Biologiste, en effet, il approfondit les mathématiques et les langues classiques au point d'utiliser les premières pour révéler sa conception des formes du vivant, et les secondes pour traduire *l'Historia animalia* d'Aristote. Mais son oeuvre est celle d'un zoologiste. Même si on a pu dire que des mathématiciens comme René Thom s'y sont intéressés, il y a loin entre le point de vue de D'Arcy et les modèles mathématiques de la morphogenèse proposés par Thom. Et il faut, en tout état de cause, souligner que les techniques mathématiques utilisées par D'Arcy ne sont jamais de haut niveau et n'ont aucune raison de l'être. On a pu dire qu'il s'agissait d'un traité de calcul des variations appliqué à la biologie ; c'est vrai si on parle des sources du calcul des variations (Fermat, Bernoulli, Maupertuis, Hamilton, problème de Plateau...), mais très incongru si on pense à ce qu'est devenu ce domaine, du vivant même de D'Arcy et *a fortiori* aujourd'hui.

On pourra être surpris, par ailleurs, sachant que D'Arcy perfectionna son oeuvre sa vie durant, de n'y trouver aucune trace des grandes révolutions biologiques dont il fut cependant le témoin : lois de l'hérédité, découverte des chromosomes, biochimie, etc... Il les admira et les enseigna, mais maintint avec constance le cap sur son idée directrice première, et la richesse de ses remarques donne à cet ouvrage unique la valeur d'une référence épistémologique de premier ordre.

L'honnête homme de notre temps doit donc le lire, qu'il soit biologiste ou mathématicien fût-ce à l'état de trace... en essayant de concevoir la biologie hors des chemins prestigieux de la science moderne, mais simplement, avec les yeux d'Henri Fabre, par exemple, dont D'Arcy Thompson fut d'ailleurs un admirateur vibrant.

Dès son introduction, il fixe clairement son intention : "*Mon seul objectif est de mettre en corrélation avec des énoncés mathématiques et des lois physiques certains des phénomènes extérieurs les plus simples de la croissance des organismes, de leur structure*

et de leur forme." Mais il est tout à fait conscient que cette approche ne saurait être que partielle. *"Ce n'est pas au terme d'une vie entière consacrée à l'étude du vivant, que l'on se met à croire à la toute puissance de la physique et de la chimie dans l'explication de ce monde."*

L'ouvrage développe alors huit points d'observation et de discussion :

1 – La taille et les autres grandeurs : il commente le principe de similitude, subordonne à la taille la vitesse de déplacement, la chaleur du corps, le saut, la marche, le vol ... et aboutit, après examen des contraintes gravitationnelles sur certains organismes, à examiner ceux qui n'y sont pas soumis (bacilles, par exemple), mais qui subissent d'autres actions telles que la viscosité du milieu, le mouvement brownien ...

2 – La forme des cellules : surface de révolution d'aire minimale, problème de Plateau...

3 – Les formes des tissus : là, le fait que les cellules sont grégaires crée d'autres problèmes. Les ailes des libellules, les alvéoles du rucher des abeilles (travaux de Mac Laurin, Koenig, Réaumur, Swammerdam...), pavage de l'espace par les polyèdres...

4 – Spicules et squelettes des radiolaires : Haeckel est évidemment présent partout, avec ses milliers de minutieux dessins de diatomées, foraminifères, éponges,... fleurs de givre et cristaux de neige.

5 – La spirale équiangle ; mais aussi celle d'Archimède. L'étude est mathématique (un peu...) et passe aux spirales chez les plantes, les coquilles de mollusques, etc.

6 – Formes des cornes et des défenses : où l'on passe des spirales (planes) aux hélices (gauches) pour observer, outre les cornes, les becs, les griffes, les dents ... donc les défenses.

7 – Forme et efficacité mécanique : se déclarant incompetent pour étudier *"la forme d'un poisson, d'un insecte ou d'un oiseau"*, D'Arcy se consacre à la forme des os à partir de considérations de résistance des matériaux, mettant en parallèle la structure du squelette et celle des ponts.

8 – Théorie des transformations, comparaison des formes apparentées : là, l'appareil mathématique est une déformation des systèmes de coordonnées permettant à l'auteur de passer, par anamorphose, du crâne du chimpanzé à celui de l'homme et à celui du chien... Allusion est faite à la dimension trois, mais l'auteur ne s'y attarde pas.

Impression globale ? Celle de D'Arcy lui-même, qui écrit dans son épilogue : *"Toute l'harmonie du monde transparaît dans la forme et le nombre."* La traduction de Dominique Teyssié donne au texte un rythme satisfaisant pour des francophones (on lui aura gré d'avoir également traduit toutes les citations grecques ou latines dont D'Arcy a parsemé son texte). Il est seulement dommage que les correcteurs aient laissé passer certaines bévues : "Dieu a créée chaque plante.;"(p.31) ou encore "Une approche auquel les morphologistes" (p.319). Quant au mot alvéole, il est mis systématiquement au féminin (p.129 et ss). Tout cela n'est pas grave, mais ce livre est beau, il est cher, il méritait donc la perfection.

Maurice Carmagnole

Philosophie de la science contemporaine – par Roland Omnès ; 248 p. Folio-Essais n°256 ; éd Callimard 1994.

Un des agréments du métier d'enseignant, c'est qu'il a deux axes de préoccupation, l'un vers la discipline enseignée qui mérite toujours d'être approfondie pour elle-même ou pour sa didactique, l'autre sur la conscience qu'on voudrait avoir de toute la connaissance, du savoir humain dans son ensemble. Les exigences du métier favorisent le premier axe. D'où le prix

d'un livre comme celui de Roland Omnès qui nous invite à "voir large" ou comme le disait pathétiquement Lamennais (il est vrai qu'au temps du romantisme on ne fuyait pas l'expression de la grande émotion) : "*Fils de l'homme ! monte sur les hauteurs et annonce ce que tu vois !*"

Roland Omnès est un physicien théoricien. On sait aussi qu'il a pris, après le décès de Lagarrigue, la présidence de la commission ministérielle qui a lancé la rénovation de l'enseignement des sciences physiques au collège et au lycée. Le plan du livre est limpide. La première partie, L'héritage, dresse le tableau de la science classique jusqu'aux grands changements du 19^{ème} siècle (logique, mathématiques, physique). Deuxième partie, La rupture, avec le développement des mathématiques formelles et de la physique formelle amorcée par Maxwell. Sachons gré à Omnès d'avoir évité le piège du mot "moderne" ; en insistant sur l'aspect formel des développements, il ouvre une compréhension nouvelles de la science contemporaine comme nous le constatons en lisant les deux parties suivantes, 3- Retour du formel au visuel, le cas quantique, et 4- Etat des lieux et perspectives. Là réside, à mon avis, l'intérêt particulier de ce petit livre, petit par le format, riche d'idées .

On n'échappe pas facilement à l'imprégnation des concepts acquis au cours de sa formation ; de là à considérer ces concepts comme bases définitives de la connaissance, il n'y a qu'un mauvais pas à franchir. Formés au lycée puis à l'université aux mathématiques classiques, certains enseignants ont été surpris par l'air un peu vif des espaces vectoriels. Le choc est encore plus violent avec la physique quantique, même si le très éloquent Richard Feynman était capable de nous faire partager son "émerveillement" devant les raisonnements de l'électrodynamique quantique.

Omnès reconnaît que la rupture, du classique au formel a donc eu lieu aussi bien en physique que pour les mathématiques et la logique. Cette logique – qui nous guide dans le domaine du sens commun (donc de la physique classique) a pris sa source dans l'expérience des lois de la nature à l'échelle humaine. Quand on passe à l'échelle de cette "merveilleuse électrodynamique quantique", le changement d'échelle entraîne un changement des lois de la nature fondatrice de la logique du développement à venir. D'où le principe "permettant de penser le monde et non plus seulement de le calculer : Toute description d'un système physique doit reposer sur des propositions appartenant à une logique quantique cohérente unique. Tout raisonnement affirmé à son sujet doit reposer sur des implications logiques démontrables." (p.280)

Nous voilà rassurés, les physiciens ne divaguent pas quand ils développent les conséquences de la théorie quantique pourtant si surprenantes qu'elles émerveillaient Feynman et nous déconcertent si souvent. L'accès à la compréhension du quantique reste difficile. Omnès nous propose une voie originale, aller en quelque sorte à rebours. c'est à dire du formel au sens commun. "*Le sens commun est conforme à la nature quantique des lois du monde matériel, tout au moins dans les conditions normales qui nous entourent et pour les objets à notre échelle (souvent même fort au-dessous de cette échelle), tout cela étant vrai à de rarissimes exceptions près. Il est évidemment impossible au sens commun de déterminer par lui-même quelles sont les exceptions qui le limitent, et c'est pourquoi la découverte de la mécanique quantique a pu le perturber profondément.*" (p.295)

Omnès semble persuadé que cette perturbation ne durera pas ; toute avancée de la science n'a-t-elle pas provoquée de semblables troubles ? Clairaut et Maupertuis devaient se battre pour faire comprendre Newton à leurs vieux confrères de l'Académie des Sciences. En 1994, Omnès nous fait guider par un ange supposé avoir une conscience quantique complète et qui veut avec le lecteur retrouver le sens commun. Dans vingt ou cinquante ans cet ange ne sera peut-être plus qu'une curiosité didactique. Aujourd'hui, pour les traînants de mon genre, cet ange me donne une fraîche et utile leçon de philosophie.

G.W.

REMARQUE : dans son livre, Roland Omnès fait souvent référence au livre de Niels Bohr Atomphysics and human knowledge, publié par Bohr, simultanément en anglais et en allemand

en 1958 et qu'il avait traduit en français avec Edmond Bauer en 1961 (éd Gauthier-Villars, épuisée depuis longtemps). Cette traduction a été reprise par Catherine Chevalley qui y a ajouté une longue introduction, *le dessin et la couleur* (125 p.) et de précieuses annexes,

1) Biographie de Niels Bohr, 2) la formation de la théorie quantique (avec en particulier une chronologie 1900-1928, 3) glossaire, 4) bibliographie et index des noms de personnes. Ce qui donne un livre fort précieux, n°157 de Folio-Essais, édition Gallimard 1991

La résolution des paradoxes de Zénon – par William Mc Laughlin , dans la revue *Pour la Science* n°207, janvier 1995

L'article, fort intéressant, remémore les paradoxes de Zénon et en propose une nouvelle réfutation, fondée sur la théorie mathématique de l'Analyse Non Standard (généralement abrégée en ANS) due à Abraham Robinson en 1961. On pourrait d'abord être déconcerté par les "nombres non standards" mais en remarquant qu'ils peuvent être définis en partant des inverses des "nombres transfinis" de la théorie de Zermelo, le recours à l'Encyclopaedia Universalis (nouvelle édition 1990) conduit de Zermelo à l'ANS, article rédigé par Robert Lutz et Michel Goze, de l'Université de Haute-Alsace. Se reporter à leur texte qui donne un exposé rigoureux de la théorie.

Le premier nombre transfini, ω , défini dans la théorie de Zermelo-Fraenkel , comme le premier nombre supérieur à tous les ordinaux (qui sont des entiers), ne pouvait pas exister logiquement selon Henri Poincaré, invoquant à juste titre l'axiome d'Archimède : tout réel peut être dépassé en additionnant une quantité suffisante de nombres réels égaux à r (fini). Ainsi la théorie des ensembles ZF ne pouvait justifier celle des "infinitésimaux" de Leibniz, définissables comme inverses des transfinis.

On définit maintenant ω , nombre réel transfini (infiniment grand) supérieur à tout nombre entier **particulier**; où le terme "particulier" est une notion **floue** qui englobe tous les nombres susceptibles d'être **effectivement** utilisés par une machine (ordinateur), et qu'on appelle nombres "concrets" ou standards. On peut alors construire, (en admettant l'axiome du choix) l'analyse non standard telle que l'expose l'article de R.Lutz et M.Goze, et justifier l'existence d'un ensemble F, fini et contenant néanmoins tous les nombres rationnels. L'ordinateur peut traiter, en effet, n'importe quel nombre entier ou fractionnaire, défini par un nombre fini de chiffres, de sorte que F contient tous les rationnels, quoique, dans un temps fini, il ne puisse en être traité qu'une quantité finie. Cela pourrait faire penser à un ensemble flou, mais F n'en est pas un : les ensembles flous – fondés sur une logique à trois termes, vrai, faux, indécidable – comportent des éléments pour une partie desquels l'appartenance à l'ensemble présente des taux divers d'incertitude.

Comme il est d'usage, l'analyse non standard ne fut pas admise, lors de sa création, tant que ses fondations axiomatiques ne furent pas établies. Il est légitime d'être alerté par des apparences contradictoires dans ses développements et d'être curieux de vérifier sa cohérence.

Roger Gouguenheim

Les objets fragiles – par Pierre-Gilles de Gennes et Jacques Badoz ; 272 p. ; éd Pion 1994 (120 F)

Un prix Nobel de physique rencontre des lycéens. Il leur parle de la "matière molle" et de quelques innovations. Il répond à leurs questions sur la recherche scientifique et le travail des chercheurs. Il en tire quelques conclusions sur l'enseignement et ses faiblesses.

Trop rares sont les occasions où des savants en activité de recherche prennent le temps de rencontrer des lycéens et de communiquer avec la jeunesse pour ne pas saluer et apprécier l'ouvrage actuel. D'autant qu'il en résulte ce livre, écrit avec l'aide technique de Jacques Badoz, grâce auquel le dialogue s'étend à un plus vaste public, pas seulement jeune mais

également curieux de mieux comprendre le mode de la recherche. La science ne doit pas rester le domaine réservé de quelques *happy few*, il faut que les scientifiques eux-mêmes se préoccupent de communication au sens le plus large. Ce livre est un bon signe d'un mouvement dans ce sens.

Dans cette entreprise Pierre-Gilles de Gennes a beaucoup d'atouts, la gloire du prix Nobel de Physique 1991 bien sûr, mais aussi un incontestable talent de communication, le charme d'une présence qui fait penser à ses auditeurs qu'ils sont capables de comprendre beaucoup plus de choses qu'ils ne croyaient pouvoir, seuls, en appréhender.

Dans la première partie du livre, il est beaucoup question de "matière molle". Dans ses entretiens avec les lycées, de Gennes tient une bonne recette : partir d'une découverte importante, si possible fortuite et ancienne et de son exploitation plus ou moins récente mais toujours ingénieuse. Par exemple, la botte de l'Amérindien directement faite du jus de l'hévéa et la transformation réalisée par un certain Goodyear qui n'était pas indien et qui dut mourir milliardaire. Ou bien, autre exemple, l'Egyptien astucieux qui introduit de la gomme arabique dans son encre au noir de fumée et invente ainsi ce qu'on appelle - à contre propos - l'encre de Chine. Dans tous les exemples développés, on retrouve ce que de Gennes appelle *l'esprit Benjamin Franklin* (EBF) fondé sur l'observation critique assortie du sens des applications pratiques. Cela convient à merveille au domaine de la matière molle sans laquelle, de Gennes nous demande de ne pas l'oublier, il n'y aurait pas de vie.

Sur la recherche, notre Auteur est évidemment de ceux qui souhaitent équilibrer recherche théorique et recherche appliquée. Là encore EBF s'oppose à la tendance que de Gennes qualifierait peut-être de polytechnicienne qui survalorise la théorie. En passant, il vante les mérites - incontestables, nous en sommes bien persuadés - de l'école de Physique et Chimie de Paris qu'il dirige et qu'il appelle, non sans malice, une "petite grande école" : petite pour échapper aux justes critiques que méritent les grandes écoles en général et spécialement les grandes-grandes, mais quand même grande école pour valoir mieux que ce qu'il appelle l'enseignement "mou" des universités. On ne peut pas ne pas regretter que de Gennes ait quitté les universités pour une petite grande école et ne puisse donc plus raffermir cet enseignement jugé trop mou.

De page en page, on s'écarte des bonnes histoires sur le siphon sans tube ou la soupe aux nouilles pour déboucher sur les questions d'enseignement et de société. L'Auteur n'échappe pas à certains poncifs, en particulier sur les "mathématiques modernes" dans l'enseignement ou sur la didactique dans les IUFM, poncifs qui servent un peu d'assurance de confort dans les profonds fauteuils de l'Académie des Sciences. On est très déçu que, dans ce domaine, EBF n'ait visiblement pas fonctionné.

Heureusement, le livre, pour conclure, recommande à la jeunesse deux axes d'activité susceptibles de provoquer un élan de société, l'un fondé sur *l'éthique de la connaissance* (dans l'esprit de Jacques Monod), l'autre sur *la solidarité planétaire*. Un magnifique programme que nous devrions tous reprendre et développer, sans hésiter sur toutes ses implications, alors qu'ici, sur le problème démographique de Gennes reste au bord des questions qu'il faut poser. Mais ne regrettons rien et retenons ces deux axes de réflexion, il y aura beaucoup à en tirer et la lecture de ce livre aura été finalement très stimulante, merci EBF.

G.W

La Terre mandarine - par André Balland - Journal d'un voyage au Nord pour déterminer la figure de la Terre par M.l'abbé Réginald Outhier. Préface de Jean-Pierre Luminet ; 288 p.; éd Seuil 1994 (120 F)

L'ouvrage comporte une introduction, *Avant le départ*, et une conclusion, *Au retour*, qui sont l'oeuvre d'André Balland entre lesquelles le *Journal d'un voyage au Nord* est la reproduction du texte de l'abbé Outhier qui fut en 1744 un succès de librairie. Une carte précise l'itinéraire de ce fameux voyage en Laponie, de Paris à Tornea, via Dunkerque et Stockholm.

Le mérite d'André Balland est de rappeler au lecteur quel était le problème justifiant une mission aussi lointaine : par la mesure de la longueur d'un arc de méridien sous haute latitude, vérifier ou infirmer la thèse de Newton sur l'aplatissement relatif du géoïde aux pôles. Balland fait jouer à Maupertuis, chef de mission, le rôle principal, si bien que Clairaut n'apparaît guère que comme un compagnon de voyage. De même, dans sa conclusion, il insiste sur les discussions de Maupertuis avec Voltaire si bien que la collaboration scientifiquement fructueuse de Maupertuis et Clairaut dans leur travail commun sur la figure de la Terre y est presque oubliée.

Quant au récit de Outhier, il est plus pittoresque que vraiment instructif, c'est un journal de bord qui nous fait revivre les péripéties d'un voyage certainement aventureux, à cette époque, dans des contrées aussi lointaines. Ne boudons pas notre plaisir à suivre le voyage et l'hivernage des jeunes savants qui firent du bon travail, sans oublier les relevés thermométriques réalisés par Celsius, le seul Suédois de l'équipe.

Quant au titre du livre, l'image de la mandarine fut en effet employée à l'époque mais nous savons que l'aplatissement polaire du géoïde est loin de celui du fruit.

K.Mizar

DANS LES REVUES

Ciel et Espace – Février 1995 : L'Univers est-il trop jeune ? par Lucette Bottinelli et Lucienne Couguenheim.

Pour la Science – Décembre 1994 : La vie dans l'Univers (numéro spécial)
Janvier 1995 : L'univers inflatoire autoreproducteur par Andrei Linde.

La recherche – Décembre 1994 : Les molécules des comètes par D.Bockelée-Morvan et E.Karsenti
Février 1995 : Age de l'Univers, la cosmologie au pied du mur par Fabienne Casoli

L'Astronomie – Décembre 1994 : La vie et l'oeuvre d'Antoniadi par Richard McKim
Janvier 1995 : Les grandes structures de l'Univers par Dominique Proust

DANS LES LIBRAIRIES

- Sous l'atome, les particules par Etienne Klein ; 128 p. ; collection Dominos n°13, Flammarion
- La physique et l'infini, par J-P.Luminet de M.Lachièze-Rey ; 128 p? Coll Dominos 43
- Surprenante impesanteur par Jean-Pierre Penot, 48 p. ; BT n°1062
- Sources et évolution de la physique quantique textes fondateurs par José Leite Lopes et Bruno Escoubes, collection "Histoire des sciences", 328 p.; éd Masson 1994
- Introduction à la relativité générale par Jean-Claude Radix, 334 p. ; éd TED & DOC 1994
- Camille Flammarion par Ph de La Cotardière et P.Fuentes ; 376 p.; éd Flammarion 1994

1995 année ordinaire ?

$$\pi/2 = \arctg 1995 + \arctg 1/1995$$

$$1995 \equiv 0 \pmod{19}$$

$$1995 \equiv 0 \pmod{95}$$

En 1874, W.Shanks avait calculé 707 décimales de π dont les 527 premières furent bonnes. Si on calcule aujourd'hui les 707 bonnes décimales, on trouve au 704 ème rang 1, au 705 ème 9, au 706 ème 9 et au 707 ème 5, soit 1995 du 704 ème au 707 ème rang. Circonstance qui ne se reproduira qu'au 16 091 ème rang...