

NEBULEUSES



Michel Cassé
“Du Verbe et de la Création”

L'envers et l'endroit de la Lune

Les voyages interstellaires sont-ils possibles ?

Un survol de Mars la Rouge

Avant - Propos

L' hommage d'un poète à un astre bien connu :

... Et Ruth se demandait,
Immobile, ouvrant l'oeil à moitié sous ses voiles,
Quel Dieu, quel moissonneur de l'éternel été
Avait, en s'en allant, négligemment jeté
Cette faucille d'or dans le champ des étoiles.

Extrait de *La Légende des siècles*
Victor Hugo (1802-1885)

La Grande Ourse

Nébuleuses est une revue de l'association:
Le Pulsar du Voile 18 rue Paul Bert 75011 Paris.

Directeur de la publication: Pascal HONVAULT
Rédacteur en chef: Ludovic LOREAU
Rédacteur en chef adjoint: Jean-Marc BONIFACE
Chef de rubriques: Michel RAMILLON
Assistante: Béatrice BUSSERY
Chargés de rubrique: J.M. Boniface, A. Hichem, P. Honvault,
L. Loreau, M. Ramillon.

Ont collaboré à ce numéro: Dominique Berthier, Ali Djebri,
Michel Cassé.

Abonnement et adhésion: voir page 18
Dépot légal: 2^{ème} trimestre 1994.
No ISSN: 1251-3415
Commission paritaire: 74 927

Les documents reçus ne sont pas rendus et leur envoi implique
l'accord de l'auteur pour leur libre publication. La reproduction
des textes ou des photos de *Nébuleuses* est strictement interdite
sans l'autorisation du directeur de la publication.

Imprimé en France chez IDG, 4 bis rue d'Oran 75018 Paris.
Photo de couverture: la *Nébuleuse Trifide (ou du trèfle)* dans la
constellation du *Sagittaire*, NASA.

Science et Art

Vous avez été nombreux à découvrir le premier numéro de la revue *Nébuleuses*, et nous vous remercions tous de l'avoir lu. La rédaction a apprécié les critiques bonnes ou mauvaises que vous nous avez adressées. Elles seront prises en compte afin d'améliorer la revue.

Peu à peu nous mettons en place notre concept, *l'interpénétration* de la Science (à travers l'astronomie) et de l'Art (à travers différentes expressions artistiques, la littérature et la philosophie). Notre but, réunir les lecteurs de ces deux mondes qui, encore aujourd'hui, sont une majorité à s'ignorer, voire à se mépriser, les uns les autres.

Cette union souhaitée prend forme notamment par des articles de fond écrits par des astrophysiciens, astronomes ou autres scientifiques, mais aussi par des écrivains, philosophes, dessinateurs.

Les colonnes de *Nébuleuses* ne sont pas réservées à ces professionnels, vous aussi, vous pouvez envoyer vos écrits (article, prose, poésie, récit, nouvelle, dessin) s'ils répondent à la ligne adoptée par *Nébuleuses*. Alors ouvrez vos tiroirs ou écrivez !

Au sommaire de ce numéro 2, l'astrophysicien *Michel Cassé* du Centre d'Etudes de Saclay, auteur de nombreux ouvrages de vulgarisation, présente les points de vue cosmologique et théologique sur les origines de l'Univers. Une nouvelle rubrique voit le jour, *Planète*. Pour l'inaugurer, *Mars la Rouge*. Cette planète qui a suscité et suscite encore les passions les plus folles, n'aura plus de secret pour vous.

Côté pratique, la Lune s'offre à vous dans toute sa splendeur. Sont présentés les principaux phénomènes lunaires observables à l'oeil nu ou aux jumelles.

D'autres choses vous attendent, à vous de les découvrir.

Assez de discours. Je vous souhaite une bonne lecture, joyeuse et enrichissante.

P. HONVAULT



Du Verbe et de la Création

Par Michel Cassé

Service d'Astrophysique
du CEA Saclay

La cosmologie scientifique est basée sur un jeu permanent entre philosophie et observation. Il est supposé implicitement qu' "un assez grand esprit, armé d'une vue perçante, pourrait voir ici ce qui est partout" pour reprendre la formule de Leibniz, ou en termes plus actuels, qu'il est possible de comprendre l'univers dans son ensemble en en étudiant exhaustivement une petite portion. Au gré du développement de la physique les visions et perceptions de ce que l'on nomme parfois abusivement l'Univers évoluent, spiralent ou régressent.

Ainsi, aujourd'hui les deux modes traditionnels de compréhension du monde: lire le monde dans un grain de sable (*physique des particules*) ou décrypter le langage subtil de la lumière (*astronomie*) se fondent l'un dans l'autre. Lorsque l'univers est semblable à un grain de sable, au tout début de son histoire, l'école du dedans rejoint en effet l'école du dehors.

Il n'en reste pas moins que vis à vis de l'Univers, des Lois et de Dieu, la prudence est avantageuse. Les options se partagent entre:
- ceux qui pensent que l'univers, les lois et Dieu, qu'on a parfois tendance à associer de manière abusive, n'existent pas, ou bien

n'existent que dans notre esprit (tradition idéaliste acosmique, exemple Schopenhauer et les théosophes indiens et allemands et Hegel lui-même),

- ceux qui proclament qu'il existe quelque Etre ou modèle idéal et immuable au delà de l'univers, donc en dehors de l'espace-temps (Platon et la théologie chrétienne).

Nous n'entrerons pas ici dans l'exposé des grandes thèses métaphysiques (c.f. Tresmontant C. "Les métaphysiques principales" éditions O.E.I.L.).

Disons pour quitter les sentiers battus, que l'Univers, aujourd'hui, ne peut être conçu sur le modèle de la chose mais qu'il est plutôt envisagé comme un ordre à retrouver. Et cet ordre est temporel, historique. L'espace est perdu, en effet tous les lieux se valent (*principe cosmologique*), mais le temps est retrouvé, nous vivons au beau milieu des étoiles, au temps béni où la matière parle.

Chaque point de vue particulier reste cependant fondé sur des à priori philosophiques concernant la nature de la cosmologie et sa relation avec la physique. C'est pourquoi il est important de clarifier autant que possible les positions métaphysiques des uns et des autres. Aucun point n'est plus

sensible que celui du commencement, ou plus techniquement des *conditions initiales*.

Séparons, comme à l'accoutumé, pour les besoins de la pédagogie, l'équation d'évolution de l'univers (voir encadré), et les conditions initiales.

L'expansion constatée de l'espace ne caractérise pas seulement l'accroissement de distance entre galaxies, mais aussi l'évolution la plus grandiose, celle de la géométrie de l'univers. Le temps est référé ainsi à l'espace. Quand la distance s'annule, le temps s'éteint: $R=R(t)$. Le "début du temps" est défini comme le moment où $R=0$. Il s'ensuit que pour peu que l'univers soit matériel et possède donc une masse, la *densité* au temps zéro est infinie.

L'histoire la plus globale se termine, ou plutôt débute par une singularité. Singulière histoire et singulière science qui admet comme point de départ l'infini !

L'équation d'évolution

$$2\ddot{R}/R + (\dot{R}/R)^2 = -kc^2/R^2 + \Lambda - 8\pi PG/c^2$$
$$(\dot{R}/R)^2 = -kc^2/R^2 + \Lambda/3 + 8\pi\rho G/3$$

avec:

$R=R(t)$ facteur d'échelle
 $\dot{R}/R=H$ constante de Hubble
 Λ = constante cosmologique
 P = pression
 ρ = densité

les autres quantités sont des constantes.



L'essor de la cosmologie physique

La conjonction historique du classicisme européen (Lemaître), de l'esprit révolutionnaire russe (Friedmann, Gamov) et du pragmatisme anglo-saxon (Hubble) a néanmoins permis d'élaborer un modèle d'univers véritablement physique. L'un des triomphes de ce modèle standard de la cosmologie, qui combine *relativité générale* et *thermodynamique*, est qu'on peut limiter le nombre de différents types de *neutrinos* à 3, sinon on obtiendrait une abondance erronée d'*hélium-4*. Ce résultat fut obtenu par les cosmologistes en premier, et seulement vérifié au CERN en analysant la décomposition des particules Z^0 . Cette prédiction réussie a conduit la communauté des physiciens dans son ensemble à prendre la cosmologie du *big-bang* très au sérieux.

Nul n'a besoin de pratiquer la relativité générale pour comprendre les grandes lignes du discours. L'évolution de l'univers à grande échelle est décrite comme une expansion contrariée par la gravitation. Qui l'emportera ? L'expansion ou de la gravitation ? La réponse est fonction de la densité moyenne de l'univers, toutes formes d'énergie confondues.

Si l'égalité stricte prévaut, la somme de l'*énergie cinétique* (positive) et de l'*énergie potentielle gravitationnelle* (négative) est nulle, auquel cas la densité est dite critique et vaut $3H^2/8\pi G$. (Observez, en passant, que si l'énergie totale de l'univers est nulle, son émergence n'en requiert aucune).

Jusqu'ici, l'*origine* était pourtant réputée inconnaissable par le simple homme de science, c'est à

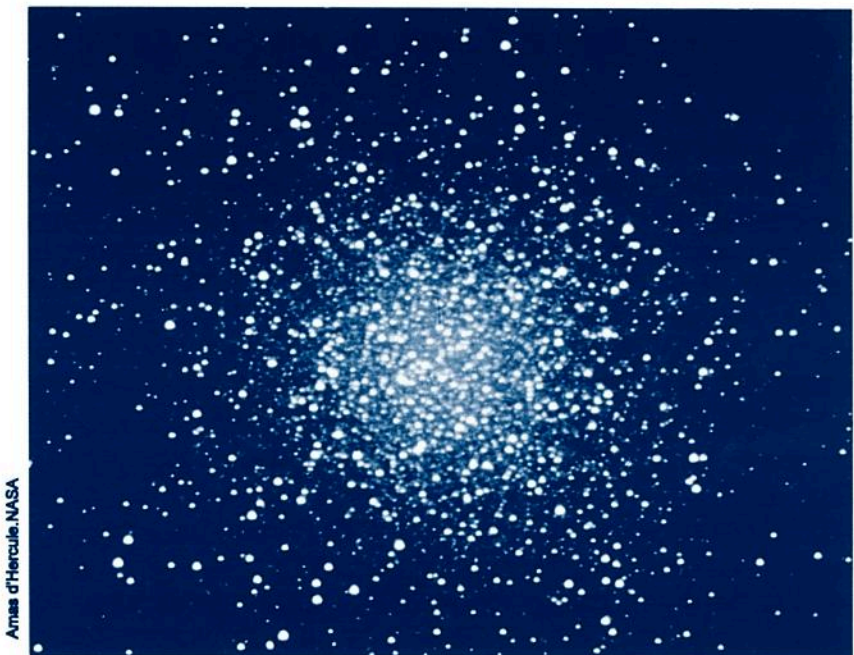
dire transcendante (on pourrait dire transcendantale par le fait qu'elle échappe à l'observation et à l'expérience) et voici que nous nous mettons à en parler, ne serait-ce que pour statuer sur l'impossibilité de dire quoi que ce soit !

Pour la théologie chrétienne, en effet, seul Dieu est créateur. Dieu

s'influencent mutuellement, eu égard à la vitesse de transmission des phénomènes physiques.

- son taux d'expansion et sa densité soient si extraordinairement ajustés que sa courbure soit imperceptible.

Ces deux problèmes -l'uniformité du cosmos et le caractère eucli-



Amas d'Hercule, NASA

Depuis des millénaires, l'immensité de l'Univers fascine les hommes. Aujourd'hui, la Science et Dieu s'affrontent à grands coups sur les origines de ce géant.

créé de la matière sans matière, selon Saint Thomas d'Aquin, le docteur angélique. Or les voies de Dieu sont impénétrables.

Le modèle standard de la cosmologie était, il est vrai, incapable de fournir quelque indication que ce soit sur les conditions initiales. Ceci était particulièrement préoccupant car certaines d'entre elles requéraient un réglage extrêmement précis. Pour le rationaliste, il était difficile d'admettre que

- l'univers primordial eût été parfaitement uniforme et qu'il le soit encore, alors que ses différentes régions n'ont pas eu le temps de

dien de l'espace- trouvent chacun une solution dans le cadre de la théorie de l'*inflation* cosmologique.

L'idée de base est que l'univers premier fut dominé par un champ de très haute densité d'énergie, champ paré des attributs du vide: indifférent à l'expansion de l'espace, il conservait une densité d'énergie constante et n'affectait pas le mouvement des particules qu'il contenait. Convenons de l'appeler "*le vide*", puisqu'il en possède l'apparence.

Pour le physicien, ce vide possède en propre différents états d'énergie, il peut donc être excité

ou sommeiller dans son état fondamental, comme le plus banal des atomes. A ce système quantique universel on attache une équation d'état, laquelle, en l'occurrence prend une forme peu usitée: *pression = moins densité d'énergie*. La pression négative engendre une répulsion gravitationnelle. De fait, si la gravitation freine l'expansion, l'antigravitation l'accélère, et ceci exponentiellement. Le facteur d'échelle de l'univers augmente brutalement d'un bon facteur e^{60} . A la fin de l'inflation, qui n'aura duré que 10^{-23} seconde, le vide cède l'entièreté de son énergie à la matière, ou peu s'en faut. Alors l'expansion prend son rythme de croisière et l'univers peut alors être décrit par le formalisme d'Einstein-Friedmann (voir plus haut).

Les conditions initiales de la cosmologie classique sont, de fait, précisément déterminées par l'inflation, mais cette dernière efface les traces des épisodes précédents.

Le vide quantique primordial, agent moteur de l'inflation et source de la matière est en quelque sorte plein, et c'est là que se cache l'étonnant secret grâce auquel on embrasse la nature des choses. Toutefois, le mécanisme qui engendre ce vide dense est complexe et mal compris, il nécessite l'introduction d'un champ spécial dit *scalaire* par opposition aux champs vectoriels qui véhiculent les différentes influences physiques ou forces. Ce champ scalaire, par ailleurs, a toutes les caractéristiques du *champ de Higgs* invoqué pour briser les symétries fondamentales et alourdir les *bosons* de l'interaction faible de sorte à en réduire la portée. Si bien qu'il est tentant de les assimiler. Mais nous entrons là dans des eaux tourmentées.

Si complexes, pourtant, que

soient les mécanismes de l'inflation, ses conséquences sont relativement simples: une cellule infime d'espace, homogène vu sa petitesse, est distendue au point de recouvrir l'univers dans son carquois, le vide est donc le substrat premier, le chaos indifférent

GLOSSAIRE

Bosons: particules qui peuvent apparaître et disparaître au fil des interactions élémentaires.

CERN: Centre Européen de Recherche Nucléaire situé près de Genève.

Densité d'énergie: quantité d'énergie contenue dans une unité de volume.

Gravitation: capacité universelle de tous les objets physiques de s'attirer les uns les autres.

Neutrino: particule électriquement neutre de masse quasi nulle, liée à l'interaction faible et à la gravité.

Principe anthropique: idée selon laquelle l'univers existe uniquement pour faire naître la vie et la conscience.

Principe cosmologique: hypothèse selon laquelle l'univers est le même en tout lieu et dans toutes les directions.

Relativité générale: théorie due à Albert Einstein qui exprime les effets de la gravitation en termes de courbure géométrique de l'espace-temps.

SSC: collisionneur de particules de plus de 80 km de circonférence. Projet abandonné au profit d'un autre collisionneur moins coûteux, le LHC.

Thermodynamique: partie de la physique qui étudie les lois qui président aux échanges d'énergie.

cié et torride d'où jaillit toute lumière et toute matière. Il est simplement et radicalement matière lui-même ou mieux, *préluimière*. Nous sommes venus trop tard dans un monde trop vieux pour goûter les joies de l'unification sous l'égide du vide dense et

chaud des "origines". Il nous reste, tout au moins le privilège de restituer par le calcul et le raisonnement cet état de quasi-perfection (quasi car non durable et donc subordonné au temps).

Les conditions initiales appartiennent-elles à la théologie ?

Selon le traditionnel partage des eaux entre théologie et cosmologie, les conditions initiales appartiennent à Dieu et les équations d'évolution à la physique. Vis à vis des conditions initiales, les attitudes sont diverses.

A. Les conditions initiales sont inaccessibles. Le temps zéro est une fiction.

Cette attitude agnostique est la mienne: "*Ce dont on ne peut pas parler il faut le taire*". Lorsque le nombre d'objets tend vers un, (avant que l'univers explose en multitude) le langage tend vers zéro. Je serais donc adepte de la cosmologie négative.

En deçà du *temps de Planck* le discours se désagrège comme le temps lui-même. Le flou quantique nimbe le mirage de l'origine. Tout ceci parce que quantique est synonyme de fluctuant.

Le principe d'incertitude de la physique quantique nous interdit de concevoir un pur instant d'épaisseur nulle, infiniment court ($\Delta t=0$), comme celui de l'origine. On ne peut parler d'origine absolue du temps, et "*ce dont on ne peut pas parler il faut le taire*".

L'attitude métaphysique classique, tout au contraire est de gloser de ce qu'on sait le moins: on n'en finirait pas de citer les textes des grands scolastiques, de Maïmonide, de Leibniz, de Newton et de bien d'autres.

B. Les conditions initiales sont précises et ajustées, et répondent à un Grand Dessein.

Ainsi vivrions-nous dans le meilleur des mondes possible. Leibniz partage cette illusion qui resurgit dans certaines versions du *principe anthropique*, évoqué jusqu'à l'excès. Prenez n'importe quel livre de théologie médiéval (finaliste) et remplacez le mot *Dieu* par *Univers* ou encore *Mathématique* vous verrez que le texte conserve un sens.

C. Les conditions initiales sont inexistantes.

L'attitude métaphysique contraire à la précédente relève tout aussi bien d'un pari. Le refus d'abandonner les conditions initiales à la théologie a conduit Hartle et Hawking à proposer l'hypothèse de l'absence de conditions limites pour l'univers (*no-boundary condition*) signifiant qu'en matière de conditions initiales, le mieux est de ne pas en avoir. Moyennant certaines hypothèses, très spéculatives, en effet, il n'apparaît pas plus raisonnable de se demander ce qu'il y avait avant le big-bang que ce qui est au Nord du pôle Nord. Ces hypothèses sont les suivantes:

1. Le temps est une dimension purement spatiale dans les conditions particulières qui président au big-bang, relevant de la gravitation quantique; si l'on s'en écarte, il reprend sa forme habituelle.
2. Le continuum quadridimensionnel qui remplace l'espace-temps classique de la cosmologie est fermé (sa topologie est celle d'une hypersphère).

D. Les conditions initiales sont quelconques.

Tous les univers sont possibles, armés de toutes les lois, constantes de la nature et conditions initiales,

mais le nôtre est l'un des plus probables. Il s'agit alors de démontrer que la densité de probabilité de présence d'un univers semblable au nôtre, dans ses grandes lignes (courbure et constante cosmologique nulles) passe par un maximum, auquel cas nous vivons dans le monde le plus probable. C'est tout le programme de la cosmologie quantique, encore inabouti.

D'. L'état présent de l'univers est quasi-indifférent aux conditions initiales, ce qui signifie qu'on ne les connaîtra jamais dans leur ensemble. Cette thèse dérive directement du paradigme de l'inflation. La perte de sensibilité aux conditions initiales offre au matérialiste athée le réconfort intellectuel d'édulcorer la Création qu'il exècre, et au croyant celui de l'échec de la connaissance rationnelle qui menace sa foi: le secret originel reste le secret originel. L'origine est obscure car Dieu crée sans témoin.

L'idée de l'inflation constitue peut-être la plus importante avancée de la cosmologie théorique depuis la suggestion de l'expansion de l'univers par Alexandre Friedmann (1922). L'expansion

est une grande et belle idée encore à la recherche d'une justification théorique.

E. La dichotomie entre équations d'évolution et conditions initiales n'a pas lieu d'exister.

La ligne de partage des eaux entre lois et conditions initiales est un héritage de la pensée classique. Peut-être faut-il promouvoir le concept de *lois des conditions initiales*. Dans cette veine s'inscrit la proposition de Hawking, car l'absence de contraintes sur les conditions initiales, peut déjà être considérée comme une loi. Cette pensée n'en est qu'à ses balbutiements. On en trouvera des linéaments dans le livre de John Barrow, *La grande Théorie*, à paraître chez Albin-Michel.

Conclusion

De l'école du détail à l'école du tout, de l'analyse à la synthèse, la pensée poursuit sa route scintillante et ce n'est pas une annulation de programme, fût-ce du SCC (Superconducting Super Collider) qui l'arrêtera.

Michel Cassé

Michel Cassé est spécialiste de nucléosynthèse et d'évolution stellaire, du rayonnement cosmique et du rayonnement gamma. Il a publié de nombreux articles dans les revues spécialisées. Nous présentons ci-dessous ses principaux livres qui sont destinés au grand public.

-*La vie des étoiles*, Nathan, 1986.

-*Nostalgie de la lumière*, préface d'Hubert Reeves, Belfond/Sciences, 1987.

-*Conversations sur l'invisible*, avec Jean Audouze et Jean-Claude Carrière, Belfond/Sciences, 1988.

-*Du vide et de la création*, préface d'Hubert Reeves, Odile Jacob, 1993.

Du côté du ciel

Ô merveilleuse Lune !

La Lune, notre lune, est l'astre le plus observé dans le monde entier par des gens de toute race, de tout âge. Elle a inspiré bien des passions à travers les siècles. Voici un aperçu des phénomènes lunaires observables à l'oeil nu. Que de beautés !

Créature céleste, tour à tour visible ou invisible, parfois voilée, allant jusqu'à dissimuler son visage, voire à s'éclipser, la Lune entretient le mystère. Eternel inconnu, devenu accessible, ce nouveau continent a suscité la convoitise des nations les plus puissantes qui se sont affrontées pour la conquérir.

Histoires de Lune

L'un de ses plus grands secrets demeure son origine. Trois hypothèses ont longtemps agité les imaginations.

La théorie de la *fission* qui aurait vu la Lune se séparer de la Terre, à jamais, emportée par une rotation trop rapide. On peut y opposer la théorie de la *capture* avec l'établissement d'une forte attraction entre ces deux objets au cours d'une rencontre spatiale. Et enfin la possibilité d'une liaison originelle, fruit d'une naissance simultanée, correspond au modèle des planètes doubles ou d'*accrétion binaire*.

Cependant ces différents scénarios semblent surpassés aujourd'hui par la théorie de la *collision*. Cette dernière répond mieux aux contraintes de modélisation du système Terre-Lune, en corrélation avec les données sur la composition de la structure lunaire apportées par les missions Apollo. Ce modèle consiste à concevoir la Lune comme le fruit de la collision entre une proto-Terre et une autre protoplanète.

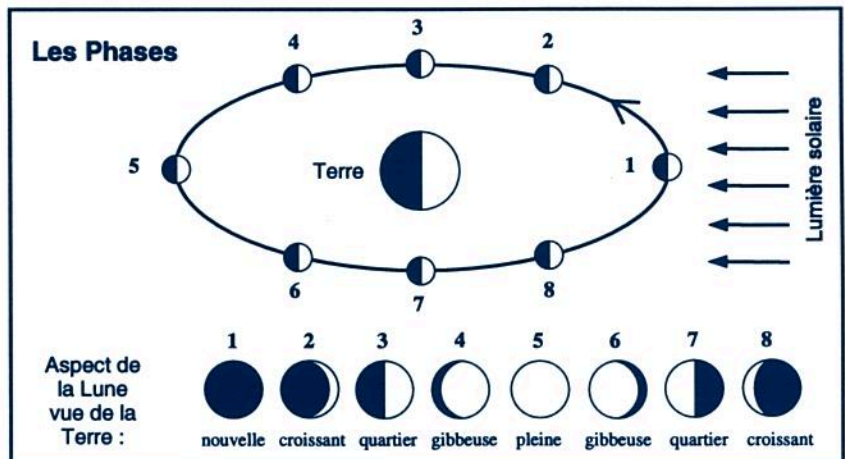
Variations de Lune

Intimement liée à la Terre, la Lune calque son propre mouvement sur celui de sa grande soeur. Elle tourne sur elle-même et autour de la Terre dans un même temps. C'est pourquoi on ne peut découvrir qu'une seule de ses faces et ainsi avoir l'impression qu'elle n'a pas de révolution propre. Cependant en raison de légers mouvements relatifs appelés *librations*, ce ne sont pas toujours les mêmes endroits qui sont visibles: 59% de la surface lunaire sont observables depuis notre planète, et non 50% comme on pourrait le croire.

Mais ce n'est pas tout, vous avez sans doute constaté que la Lune change de taille apparente. En effet ce satellite que la lumière rejoint en à peu près une seconde, s'éloigne et se rapproche régulièrement de nous en fonction de la variation de son orbite excentrique. De cette manière, au pé-

rigée (distance minimale à la Terre) son diamètre apparent est de 29,4' tandis qu'à l'*apogée* (distance maximale à la Terre) son diamètre apparent est de 33,5'. L'observateur devrait se satisfaire de ce grossissement spontané de la Lune, mais les nombreux facteurs favorisant les conditions d'observation prennent franchement le dessus sur ce rapprochement relatif.

Autre variation notable de cette boule lumineuse suspendue dans la sphère céleste: son *aspect*. Pourquoi la surface éclairée de la Lune varie-t-elle donc ? Tout simplement car la position de l'hémisphère éclairé de la Lune varie par rapport à l'axe Terre-Soleil. Par exemple quand la Lune est située entre la Terre et le Soleil, seule la partie non éclairée nous fait face: c'est la *nouvelle lune*. Au contraire, quand la Terre se trouve entre la Lune et le Soleil, l'hémisphère éclairé de la Lune est visible depuis la Terre, c'est la *pleine lune* (voir schéma).



Il apparaît ici évident que les plans des orbites Terre-Lune et Terre-Soleil ne sont pas les mêmes, car dans ce cas nous serions assez souvent en éclipse (voir prochain numéro).

Suivant la valeur de l'angle de phase, angle entre les deux axes Terre-Lune et Terre-Soleil, une fraction plus ou moins importante de l'hémisphère éclairé est visible de la Terre. Lorsque l'angle est de 90°, on aperçoit uniquement un quartier. Pour savoir de quel quartier il s'agit, il existe une méthode éminemment scientifique que certains d'entre vous connaissent déjà. Celle-ci consiste à ajouter un segment virtuel au quartier éclairé, si vous obtenez un *p* c'est le premier quartier, si c'est un *d* c'est le dernier quartier.

Tours de Lune

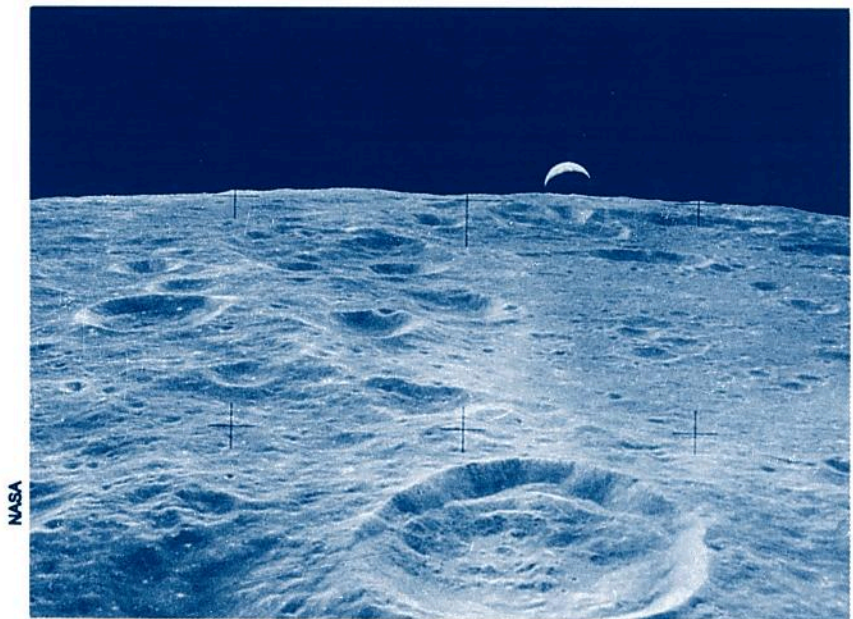
Outre les phases, on peut définir deux périodicités lunaires et ceci en raison des mouvements stellaires relatifs. Si on considère une étoile fixe pour situer le début du cycle, la Lune revient à cette même position en vingt sept jours un tiers (27,32), soit un mois sidéral. Mais le Soleil lui aussi se sera déplacé dans le ciel, ainsi la Lune ne sera pas exactement dans la même phase. Le mois lunaire ou *lunaison* exprime la période de temps au bout de laquelle la Lune reproduit exactement la même phase, soit en 29,53 jours.

L'astre des nuits en révolution perpétuelle et périodique autour de la Terre, a une trajectoire variable au dessus de l'horizon. Celle-ci peut être déduite grossièrement de la trajectoire solaire. En effet le Soleil et la Lune semblent se livrer à une éternelle partie de cache-cache afin d'éviter un rendez-vous compromettant. Cependant il n'est pas rare qu'ils se rencontrent au même moment dans le ciel visible. Le Soleil écrasant de sa puissante lumière le simple reflet de sa propre lumière sur la Lune, celle-ci se fera très discrète. Dans des conditions optimales, nous réussissons parfois à voir la Lune en plein jour.

La Lune tout comme notre étoile, se lève à l'est et se couche à l'ouest. Comme nous l'avons vu, lors d'un quartier, la Lune et le Soleil forment un angle de 90° par rapport à la Terre. Lors du premier quartier, cet angle est vers l'Est, la Lune se lève donc vers minuit. Lors du dernier, il est vers l'ouest, elle se lève alors vers midi. Tandis qu'à la pleine lune, le Soleil et la Lune étant alignés par rapport à la Terre, elle se lève quand il se couche.

contre quand les rayons sont pratiquement perpendiculaires à la surface (pleine lune), ils écrasent les nombreuses dénivellations.

On découvrira tous les types de formation topographique lunaire: *mers* (vastes zones asséchées bien sûr), *montagnes*, *cratères* ayant reçu une dénomination inspirée de Riccioli (1651). Les cratères ont ainsi reçu des noms de savants (Ptolémée, Platon, Descartes), les montagnes des noms de massifs terrestres (Alpes, Cau-



Magnifique clair de terre que peu d'hommes ont eu la chance d'observer. Laissons le rêve venir jusqu'à nous.

Observer la Lune

Les premières observations de la Lune à l'oeil nu consistent à se familiariser avec les phases lunaires, afin de bien appréhender les mouvements relatifs et les différentes conjonctions entre la Lune, la Terre et le Soleil.

Dans un deuxième temps, avec un instrument optique modeste, genre petite lunette astronomique, le premier quartier et ses conditions d'éclairage représentent un stade favorable à une bonne observation. A proximité du *terminateur*, frontière entre l'hémisphère éclairé et l'hémisphère sombre de la Lune, la lumière du Soleil y est rasante soulignant ainsi les reliefs par des ombres. Par

case...), et les mers des noms en rapport avec les conditions météorologiques. Les mers du premier quartier ont reçu des dénominations exprimant des conditions favorables (mer de la tranquillité, de la sérénité...) et celles du dernier quartier des dénominations de conditions défavorables (mer des pluies, mer des nuées...). Ceci en raison des croyances ancestrales qui rendaient la Lune responsable de l'évolution météorologique.

La découverte de la face visible de la Lune se fait à partir de la localisation des reliefs facilement repérables qui, une fois repérés, vous ouvriront les yeux sur d'autres formations et un monde nouveau.

(suite au prochain numéro) L. Loreau

Champs magnétiques

Enfer et Paradis

“Le feu de l’Enfer est un feu froid” constatait Octavio Paz, prix Nobel de littérature. Phrase absurde pensez-vous ? Attendez de lire les lignes ci-dessous, et vous verrez que l’écrivain mexicain n’avait pas tout à fait tort ...

Côté Paradis

On peut aisément évaluer la température du Paradis d’après les données dont on dispose, notamment celles de la Bible. Il est dit: *“En outre, la lumière de la Lune sera comme la lumière du Soleil et la lumière du Soleil sera sept fois la lumière de sept jours”*.

Ainsi le Paradis reçoit de la Lune un rayonnement équivalent à celui qui parvient sur la Terre et sept fois sept (49 fois) plus de rayonnement que la Terre n’en reçoit du Soleil, soit un rayonnement total égal à 50 fois celui que reçoit la Terre.

Ces données nous permettent d’évaluer la température du Paradis T_p . Sachant que la température du Paradis est telle que la chaleur perdue par rayonnement est égale à la chaleur reçue, le Paradis perd 50 fois plus de chaleur par rayonnement que la Terre.

En utilisant la loi du rayonnement de Stefan-Boltzman: $(T_p/T_T)^4 = 50$, où T_T est la température absolue de la Terre (environ 300 K), on trouve que T_p est égale à 798 K, soit 525 degrés Celsius.

Côté Enfer

La température exacte qui règne en Enfer est plus difficile à déterminer, mais elle est nécessairement inférieure à 444,6 degrés Celsius, température de vaporisation du soufre, car il est dit: *“... l’impie trouvera sa place dans un lac de feu et de soufre...”*.

S’il s’agit d’un lac de soufre en fusion, cela signifie que sa température est inférieure au point d’ébullition du soufre qui est de 444,6 degrés Celsius (température au-dessus de laquelle on n’aurait plus un lac, mais des vapeurs de soufre).

Conclusion

Au Paradis, la température est égale à 525 °C, tandis qu’aux Enfers, elle est inférieure à 445 °C. Il fait donc plus chaud au Paradis qu’en Enfer !

Extrait de *Applied Optics*, 1972.





Dialogue entre deux vies



— Dans une autre vie, peut-être, nous sommes nous rencontrés ?

— Que faisiez vous alors ?

— Je peignais les étoiles, et vous ?

— Je les décrochais pour mon amour.

— Voilà pourquoi elles disparaissaient si étrangement !

Et maintenant à quoi employez vous votre nouvelle vie ?

— A rien, je me repose de la précédente. Et vous ?

— J'indique le passage à tous ceux qui ont peur du tunnel sans retour.

— Ah ! Ils ne savent pas qu'il y a de la lumière de l'autre côté !

— Non ! Sinon, ils se précipiteraient tous dans le tunnel et qui construirait les tours, les routes, les villes...

— N'avons nous pas assez construit ?

— Oui ! Mais on détruit beaucoup aussi.

— C'est vrai ! On construit des machines qui détruisent.

— Comme cela, on est toujours occupé à reconstruire.

— Oui ! toujours recommencer...

— Pour ma nouvelle vie, j'aimerais changer de galaxie. Sur Boréa, à deux mille années-lumière, ils n'ont pas encore construit grand chose...

— Alors, vous allez devoir construire !

— Non ! je vais leur dire de ne pas faire comme nous.

— Vous écouteront-ils ?

— Je ne sais pas, souvent, on n'écoute pas.

Et vous, où aimeriez vous aller ?

— Sur la planète Eva, les femmes sont, paraît-il, très belles...

— Vous aimez beaucoup les femmes !

— Je voudrais surtout en aimer une passionnément.

— Et lui décrocher toutes les étoiles que j'ai peintes !

— Je lui en offrirais juste une, la plus brillante.

— Ah non ! C'est celle qui indique le chemin.

— Mais le chemin qui mène où ?

— Je ne sais pas. Nous ne savons pas grand chose finalement.

— C'est là, tout le mystère de l'univers.

Vous désirez un peu de nectar ? Il vient de la Rome Antique.

— Du nectar de quoi ?

— D'amour.

— Alors, je veux bien. Vous n'avez pas la recette ?

— Oh ! C'est simple,
de l'eau fraîche de la fontaine de Trèves
trois cuillères de miel d'api
une pincée d'écume des mers
un soupçon d'émotion
et beaucoup de folie

— Pourquoi, beaucoup de folie ?

— Aimer à la folie, n'est-ce pas la plus belle des déraisons ?

— Alors, buvons !

Dominique Berthier



Ecliptique

En route vers l'infini

Les voyages intersidéraux ont fait et font encore rêver les Hommes. Hier considéré du domaine de la science-fiction, un vol habité sur Mars est sérieusement envisagé par les scientifiques pour les années 2030-2040. Mais cela n'est rien face aux projets en cours pour atteindre les étoiles voisines.

Les distances entre les objets célestes n'ont rien de commun avec celles que nous connaissons sur Terre. A l'intérieur du *Système Solaire*, les astronomes mesurent en *unités astronomiques (ua)* l'intervalle entre deux planètes. L'*ua* correspond à la distance moyenne Soleil-Terre (149 600 000 km). Toutes nos planètes sont ainsi comprises dans un rayon de 40 *ua*. Au delà de *Pluton*, la plus éloignée, le vide interstellaire ... Plus rien avant *Alpha du Centaure*, étoile voisine située à 272 000 *ua* (aussi 4,3 *al*). L'*année-lumière* ou *al* prend alors le relais des mesures de distances. On peut compter quelque 100 milliards d'étoiles dans notre galaxie, s'étendant sur près de 100 000 *al*.

De quoi alimenter notre besoin de conquêtes et museler l'Ennui pendant un certain temps ! Ensuite, plus immense encore que le vide interstellaire, commence le vide intergalactique ...

De la Terre ...

Dans son roman *De la Terre à la Lune* (1865), Jules Verne imagine ce que pourrait être le premier voyage habité dans l'espace, avec une destination qui nous semble aujourd'hui bien modeste. Le moyen qu'il envisage pour vaincre la gravitation terrestre, un canon de 300 m de long projetant des passagers installés à l'intérieur d'un obus, serait assez inconfor-

table pour ses occupants. En fait, ceux-ci seraient pulvérisés à la surface du culot par une accélération équivalant à 20 000 fois la pesanteur terrestre, et cela avant même que l'obus ne soit sorti du canon. Ce roman futuriste a été dépassé, un siècle plus tard, par la réalité.

... aux étoiles

Aujourd'hui, un projet de voyage habité vers *Mars*, voire une autre planète du système solaire, sera davantage mis en cause par des considérations politiques et de coûts que par d'insurmontables difficultés techniques.

Notre désir d'explorer se tourne désormais vers les étoiles. Emboitant le pas à la Science-Fiction, la Science se met à envisager sérieusement comment l'Homme pourra franchir, d'ici quelques siècles, les gouffres qui nous séparent des étoiles voisines.

Le principe de la fusée

Sur terre, en mer, dans les airs, nos véhicules disposent pour se mouvoir d'un *milieu d'appui*. C'est le sol (solide) pour une voiture, l'eau (liquide) pour un bateau et l'air (gazeux) pour un avion. Chassant le milieu vers l'arrière, le véhicule se pousse vers l'avant. Mais dans le vide, il n'y a quasiment pas de matière.

Tout vaisseau spatial doit ainsi transporter avec lui un réservoir contenant une quantité de matière qui, jouant le rôle de milieu, éjectée vers l'arrière, le propulse. Plus on veut atteindre une grande vitesse, plus la *réserve de masse* doit être importante et plus celle-ci est grande, plus il est difficile d'accélérer. Car l'éjection de masse vers l'arrière met en mouvement non seulement la *charge utile* du vaisseau mais aussi tout le reste de la réserve de masse ! Heureusement, une fois la période d'accélération terminée et la vitesse de croisière atteinte, l'absence de matière dans l'espace dispense de faire le moindre effort pour maintenir cette vitesse: la fusée, insensible au frottement d'un quelconque milieu, poursuit sur sa lancée indéfiniment. En plus de la réserve de masse, l'astronef doit également transporter une *réserve d'énergie* destinée à mettre en mouvement la matière à éjecter.

$$E = mc^2$$

Réserves de masse et d'énergie assurent les deux principales fonctions propulsives. Constituer une réserve de masse ne pose pas de difficulté. Mais l'énergie, intangible par essence, se prête beaucoup moins au stockage.

En réalité, la réserve d'énergie ne peut être qu'une quantité de matière que l'on sait, le moment venu, plus ou moins efficacement transformer en énergie, selon la fameuse formule



d'Einstein $E = mc^2$. L'efficacité du moyen utilisé est jugée à la proportion de la masse initiale convertie en énergie.

La fusée chimique

Les véhicules spatiaux que nous possédons aujourd'hui fonctionnent tous d'une manière similaire: la mise en présence des deux composants du *propergol*, *combustible* et *comburant*, déclenche une réaction chimique qui fournit simultanément la source d'énergie et la masse à éjecter.

Le rapport de masse de la fusée Saturne V des missions Apollo était de 60, permettant de communiquer, avec une masse de départ de 3000 t, une vitesse de l'ordre de 10 km/s à une charge utile de 50 t. Dans une réaction chimique moins d'un millionième de la masse de propergol est transformé en énergie. Ce peut être suffisant pour aller visiter Mars, mais la vitesse imprimée à la fusée est insuffisante pour atteindre l'étoile la plus proche en un temps raisonnable. A titre d'exemple, avec une fusée Saturne V, il faudrait plus de 100 000 ans pour atteindre Alpha du Centaure !

La fusée nucléaire

Les réactions nucléaires, *fission* ou *fusion*, libèrent beaucoup plus d'énergie que les réactions chimiques. La fission est utilisée dans les bombes atomiques, centrales et sous-marins nucléaires. Elle est relativement bien maîtrisée, quoique responsable d'effets secondaires indésirables (radioactivité). Lors de la fission 0,1 % de la masse fissible est convertie en énergie. La fusion est plus efficace (0,5%) et plus propre. Le Soleil, qui nous éclaire et nous chauffe, tient d'elle son énergie. Mais, à l'heure actuelle, la seule utilisation que nous sachions en faire est la bombe à hydrogène.

Dans le moteur d'une fusée nucléaire, un fluide issu de la réserve de masse pourrait être porté à des températures très élevées puis expulsé à l'arrière du vaisseau par des tuyères.

Avec l'ambition honorable d'atteindre une vitesse égale à 10% de la vitesse de la lumière, soit 30 000 km/s, l'utilisation d'un réacteur à fission impose à la fusée un rapport de masse excessif supérieur à 10 000. Avec un réacteur à fusion, celui-ci tombe à 100. Alpha du Centaure pourrait alors être atteinte en 40 ans.

Un autre procédé de propulsion utilisant la fusion a été proposé par les ingénieurs de la *British Interplanetary Society*. Il s'agit du projet *Daedalus*: un vaisseau de 50 000 t pour une charge utile de 500 t serait accéléré dans l'espace par les explosions successives à l'arrière de petites bombes à hydrogène. Et cela au rythme de 250 par seconde, évitant ainsi une propulsion saccadée.

La destination de cet astronef est l'étoile de Barnard (5,9 al). Elle est plus éloignée de nous qu'Alpha du Centaure mais certains astronomes la jugent d'avantage susceptible d'avoir une ou plusieurs planètes. Ce premier voyage ne prévoit pas de passagers, tout sera automatisé. Au terme d'une traversée de 50 ans effectuée à 12% de la vitesse de la lumière, Daedalus traversera le système de Barnard en quelques heures, emporté par son énorme vitesse. S'il fallait le ralentir, le rapport de masse interviendrait une deuxième fois, passant de 100 à 10 000 (100²) ! Il ne s'agit donc que d'une sonde, destinée à collecter des informations. A la vitesse de la lumière, celles-ci ne mettront que 6 ans pour nous revenir. Il faudra peut-être lancer des sondes vers de nombreux systèmes stellaires voisins avant d'en trouver un qui mérite l'organisation, beaucoup plus conséquente, d'un voyage habité.

A l'horizon

Dans la série américaine *Star trek*, le vaisseau spatial *Enterprise* utilise le processus idéal d'annihilation *matière-antimatière* comme source d'énergie. Quoique ce véhi-

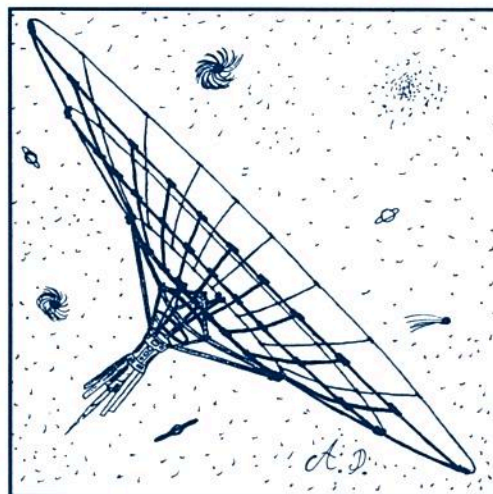
cule ait des performances outrancières et ne s'embarasse pas des préceptes contraignants de la *théorie de la Relativité*, l'antimatière existe.

Des *antiprotons* sont quotidiennement créés dans les accélérateurs qu'utilisent les physiciens des hautes énergies. On sait même les stocker dans une *bouteille magnétique*, récipient immatériel dont les parois sont un champ de force qui peut maintenir les particules chargées confinées. Lorsque un proton rencontre un antiproton, la masse totale des deux particules est transformée en énergie, assurant ainsi une efficacité théorique de 100%. Une réserve à parts égales matière-antimatière constitue dès lors le combustible idéal. Le physicien R. Forward a calculé que, avec *seulement* 100 kg d'antimatière associés à 20 t d'eau, une charge utile de 10 t pourrait atteindre 10% de la vitesse de la lumière. Mais, à l'heure actuelle, nous sommes encore loin de pouvoir en produire même un milligramme.

Plus futuriste encore est ce projet d'astronef collectant sur son chemin, devant lui, grâce à un immens "entonnoir", les rares atomes d'hydrogène dans l'espace (moins de 1 atome/cm³).

L'énergie résultant de la fusion contrôlée de ces atomes dans un réacteur servirait à expulser à l'arrière les atomes d'hélium produits. Un tel vaisseau ne serait contraint de transporter ni réserve de masse, ni réserve d'énergie...

M. Ramillon



Planète

MARS la Rouge

Les astronomes s'intéressent depuis longtemps à cette planète. Certains pensaient y trouver la vie comme sur Terre. Malheureusement les sondes américaines mirent fin à la légende des Martiens. Aujourd'hui les scientifiques sont confrontés à une géologie très complexe qui demeure mystérieuse par bien des points.

Mars la Rouge a depuis toujours suscité des passions et des excès. Dès l'Antiquité, les Grecs et les Romains s'intéressent à cette planète. Son nom provient du dieu de la Guerre, Arès (Grec) ou Mars (Romain), fils de Zeus (Jupiter) et d'Héra (Junon). Mars est la planète rouge, rouge comme le sang qui souille ce dieu terrifiant.

Au XVII^e siècle paraissent les premières cartes de la topographie martienne. Des observations au XIX^e siècle suggèrent que Mars est habitée. La légende des *Martiens* est née. Hélas les sondes *Viking* ont mis définitivement fin à

cette hypothèse, excluant toute vie macroscopique. L'étude vraiment sérieuse de Mars commence au XX^e siècle.

Mars est la quatrième planète en partant du Soleil, après Mercure, Vénus et la Terre. C'est une planète *tellurique* (comme les trois autres précitées), elle possède un noyau central, un manteau et une croûte. Son diamètre est plus petit de moitié environ que le diamètre terrestre. Elle est plus légère et sa masse est 10% de celle de la Terre. Les saisons sont plus différenciées que les nôtres, le climat change complètement au cours de l'année martienne qui

vaut 669 jours martiens soit 687 jours terrestres (voir table des caractéristiques).

Le relief

Sa richesse est dévoilée notamment grâce aux sondes américaines *Mariner 9* (1971) et *Viking 1 et 2* (1976): on y trouve, en vrac, plaines, failles, vallées, dunes, volcans, cratères, chenaux.

Les deux hémisphères présentent une géologie tout à fait contraire. L'hémisphère Nord se compose de grands volcans et de plaines qui, en fait, sont des cra-

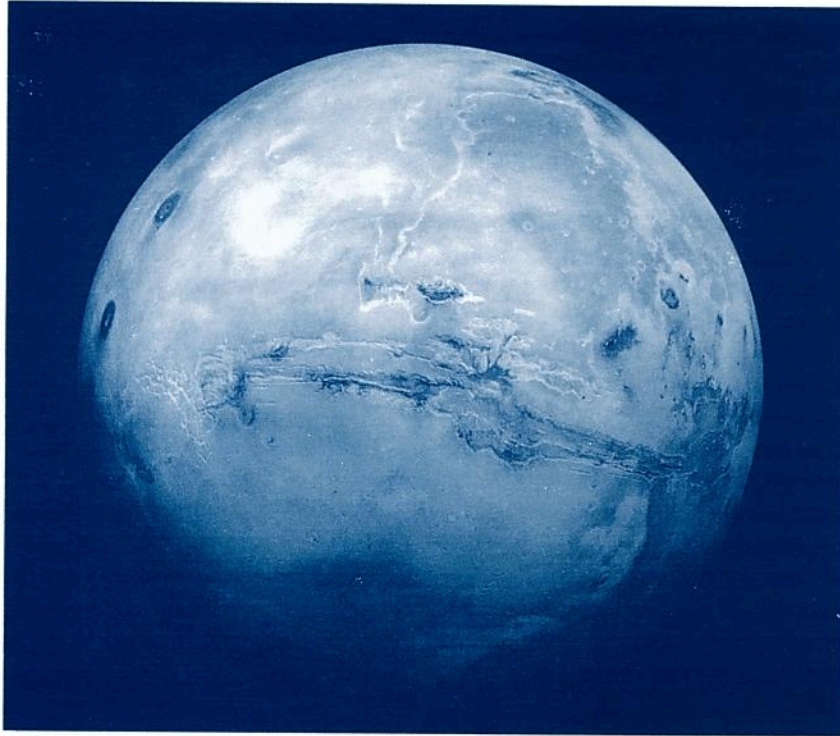
Caractéristiques physiques et orbitales de Mars et de la Terre

| CARACTERISTIQUES | MARS | TERRE |
|--|-----------------|-----------------|
| Diamètre équatorial (km) | 6794 | 12756 |
| Masse (10 ²⁴ kg) | 0,64 | 5,97 |
| Pesanteur (relative à la Terre) | 0,38 | 1 |
| Densité moyenne | 3,93 | 5,52 |
| Rotation sidérale (sur elle-même) | 24 h 37 mn 23 s | 23 h 56 mn 04 s |
| Inclinaison de l'équateur sur l'orbite | 23°59' | 23°26' |
| Inclinaison sur l'écliptique | 1°51' | 0° |
| Excentricité | 0,093 | 0,017 |
| Vitesse orbitale (km/s) | 24,13 | 29,80 |
| Distance moyenne au Soleil (km) | 227 940 000 | 149 600 000 |
| Distance maximale à la Terre (km) | 400 000 000 | — |
| Distance minimale à la Terre (km) | 56 000 000 | — |



tères recouverts de coulée de lave durcie. Le plus grand volcan du système solaire est l'*Olympus Mons*. C'est un monstre géolo-

ocre. Un minéral d'oxyde de fer, la *maghémite*, répandu sur toute la planète, donnerait cette teinte. La texture du sol ressemble au



Mars a soulevé des débats ardents sur la recherche de la vie à sa surface. Aujourd'hui, même si les passions sont retombées, Mars est au centre des projets spatiaux futurs.

gique: un diamètre à la base de 600 km et une hauteur de 26 km ! Heureusement cette énormité est éteinte et ne crache plus sa lave.

L'hémisphère Sud est beaucoup plus tourmenté avec ses nombreux cratères (impacts météoritiques), ses grands bassins (comme les *mers* de la Lune), et ses chenaux.

Mars a une activité tectonique, comme la Terre, et une érosion, surtout passée, par l'eau et le vent. Ces deux phénomènes contribuent à modeler le relief martien. Par contre, les séismes sont plutôt rares.

Le Sol

L'observation de Mars, même à l'oeil nu, révèle sa couleur caractéristique: rouge-jaune ou mieux

régolite du sol lunaire (sur lequel Neil Armstrong a laissé son empreinte en 1969). C'est un mélange de grains (10 à 100 millièmes de millimètre) et de sable (0,1 à 2 millimètres), meuble mais ferme. Des petites roches (10 cm à 1 m), d'origine volcanique pense-t-on, apparaissent à perte de vue. La composition du sol diffère de celle du sol terrestre surtout par une quantité de fer trois fois plus grande.

Les *calottes polaires* Nord et Sud, sortes de taches blanches, ont été remarquées dès le XVII^e siècle avec les premières lunettes astronomiques. Elles sont constituées de *glace* et de *neige* de *gaz carbonique* (CO₂). La sonde *Viking 2* a aussi observé la présence de *givre* (gaz carbonique gelé). Sur Mars le CO₂ remplace l'eau.

Le climat

Les saisons sont très distinctes les unes des autres à cause de la position de Mars par rapport au soleil qui diffère de celle de la Terre.

Une petite anecdote à ce sujet. Des astronomes du XIX^e siècle, après avoir observé des changements de couleur de certaines zones à la surface de Mars (passage du vert au gris), conclurent à tort que la végétation y existait (verte au printemps et grise en hiver !).

Il fait très froid sur la planète rouge: la température moyenne annuelle de surface est d'environ -60° C, avec des maxima à +20° C et des minima à -140° C. On est loin de l'Enfer, quoique (voir p.10 de ce numéro).

Des nuages se forment parfois, et même des tempêtes violentes peuvent surgir avec des vents à plus de 200 km/h, la poussière ocre monte alors dans l'atmosphère jusqu'à plus de 50 km d'altitude.

De la vie sur Mars ?

Un des objectifs principaux des Missions *Viking* était de répondre à cette satanée question. Les sondes *Viking 1* et *2* furent lancées respectivement le 20 août et 9 septembre 1975, pour arriver à destination le 20 juillet et 3 septembre 1976. Les Missions prirent fin officiellement en 1983. Chacune des sondes possède deux modules, l'*Orbiter* en orbite autour de Mars pour l'observer (plus de 50 000 images ont été prises !), et le *Lander* pour prélever des échantillons et les analyser *in-situ*.

Cette idée de vie sur Mars a culminé au XIX^e siècle. Des effets optiques (dus en fait à des flux de poussières dans l'atmosphère) ont fait croire aux astronomes que des algues existaient. Mars abritait la Vie ! Et de là à imaginer des êtres

intelligents, il n'y avait qu'un pas que beaucoup franchissaient allégrement ...

Les auteurs de *Science-Fiction* s'en donnèrent à cœur joie, voir par exemple H.G. Wells avec *La guerre des mondes* où les Martiens font figure de monstres, et plus récemment Ray Bradbury avec ses *Chroniques martiennes*.

Ce qui est sûr, c'est que la vie *macroscopique* est absente, mais la vie *microscopique* l'est-elle également se demandaient les chercheurs de la NASA. L'atmosphère ténue est constituée de 95% de gaz carbonique (grande différence avec la Terre), mais surtout elle contient de l'azote (2,7%) et des traces d'oxygène. En outre les astrophysiciens pensent que l'eau existe sur Mars, non pas sous forme liquide comme autrefois (ce que semblent indiquer les lits asséchés), mais sous forme de glace dans le sous-sol.

Les instruments des *Lander* devaient prouver l'existence ou l'inexistence de la vie sur Mars en se fondant sur deux caractéristiques de la vie terrestre, la *respiration* (monde animal) et la *photosynthèse* (monde végétal). Les expériences menées étaient complexes, et certaines donnèrent des résultats positifs, d'autres des résultats négatifs.

Bilan mitigé

Au final, rien ne dit que la vie sur Mars existe, mais rien ne dit qu'elle n'existe pas. Ce bilan pas très net est imputé à la complexité des expériences in-situ, au mauvais choix des sites...

Le mystère demeure, même si une grande majorité d'astrophysiciens, aujourd'hui, n'y croit plus, convaincue que les rayons ultraviolets traversant en grand nombre l'atmosphère empêchent le développement de toute vie à la surface de la planète.

Toutefois une minorité de scien-

tifiques affirme que les résultats contradictoires obtenus sont peut-être la manifestation d'un type de vie inexistant sur Terre...

De nos jours, la recherche de la vie met en vedette un satellite de Saturne, *Titan*. Toutefois les missions sur Mars sont encore au programme (voir encadré).

En effet la planète rouge demeure quasi-inconnue par bien des points: structure interne, composition chimique, interaction atmosphère-surface, l'eau est-elle oui ou non à l'état liquide dans le sol ? Comprendre la géologie martienne permettra de mieux connaître l'histoire des planètes

telluriques à commencer par celle de notre planète la Terre.

Mars la Rouge, planète mystérieuse, n'a pas fini de nous révéler ses innombrables secrets.

P. Honvault

Pour en savoir plus:

- *Astronomie*, P. de La Cotardière, Larousse.
- *La recherche en astrophysique*, points sciences, Le Seuil.
- *Le grand Atlas de l'Astronomie*, Encyclopaedia Universalis.

Les Missions Futures

21 août 1993: la sonde *Mars Observer*, alors en orbite autour de Mars, ne répond plus. Depuis aucune nouvelle. Après la coupure, les ingénieurs ne purent rétablir la liaison Sonde-Terre. Une petite fuite aurait pollué le carburant depuis le départ, déstabilisant alors la sonde. Adieu *Mars Observer*, adieu 1 milliard de dollars ! L'échec fut retentissant pour la NASA. C'est un drame pour les milliers de scientifiques qui avaient préparé de longue date cette mission, les résultats étaient très attendus par toute la communauté. Adieu les images d'une qualité jamais égalée de la planète sanguine.

Cependant les projets ne manquent pas. En effet *Mars Observer* devait fournir les données essentielles pour les missions à venir. Du coup, il faut tout recommencer. Faire un *Mars Observer 2* a été envisagé par les ingénieurs de la NASA, dans un premier temps seulement. La proposition fut rejetée pour cause de budget trop élevé. Est annoncée, à des coûts plus bas, la mission *Mars Surveyor* qui consiste à lancer une première sonde en 1996 et une seconde en 1998.

Pour cette année, un seul espoir, les Russes avec la sonde *Mars 94* qui doit être lancée en octobre 1994. Toutefois, vu la situation très instable qui règne en Russie, le lancement pourrait accuser un retard non négligeable. Aussi les Américains et les Européens se sont unis pour aider les Russes à lancer *Mars 94* à la date prévue. Les Russes annoncent aussi le lancement d'une deuxième sonde en octobre 1996, *Mars 96*. Voilà de quoi faire oublier l'échec de *Mars Observer*.

Toutes ces missions en attendant bien sûr, la plus spectaculaire, celle qui verra l'homme poser le pied sur Mars vers 2030-2040.

Plumes célestes

La rédaction vous propose ce trimestre une sélection des meilleurs livres, tout public, parus récemment. Vous pouvez vous les procurer dans les bonnes librairies et les grandes surfaces (Fnac...).

Sonate au clair de terre

Jean-Loup Chrétien, éd. Denoël, 230 pages, prix B.

Le premier spationaute français raconte dans ce bouquin son parcours hors du commun, de ses études à son dernier vol dans l'espace.

L'espace fascine la population. Dernièrement, les rondes des cosmonautes autour du télescope *Hubble*, retransmises par les chaînes du monde entier, ont séduit les téléspectateurs.

Ici pas d'images sensationnelles, ce n'est pas ce côté que l'auteur a voulu évoquer, mais les côtés cachés, méconnus de la vie d'un cosmonaute. Ce qui aurait pu être ennuyeux pour le lecteur se révèle en fait passionnant d'un bout à l'autre.

Jean-Loup Chrétien écrit dans une langue simple et vivante. Les anecdotes croustillantes fourmillent, notamment celles sur la station orbitale *MIR*. Les dialogues sont souvent présents. En bref, on a l'impression d'y être. Contempler avec lui la Terre vue de l'espace provoque des sensations inoubliables !

En outre Jean-Loup Chrétien rend hommage à ses collègues russes de la *Cité des Etoiles* avec lesquels il s'est entraîné de longs

mois. Ce sont eux qui lui ont appris l'espace, mais aussi la fraternité.

Les Rides du Temps

George Smoot et Key Davidson, éd. Flammarion, 375 pages, prix C.

Un monument ! Ce livre est indispensable à tous ceux qui souhaitent comprendre la cosmologie moderne. Les grands concepts de l'Univers sont exposés.

En particulier le clou final avec le satellite *COBE* vous fera découvrir une autre dimension de l'Univers, ce vieillard de 15 milliards d'années. Pour la première fois apparaît une image de l'Univers au tout début de son existence: 300 000 ans seulement après le *Big-Bang*.

En outre, le ton est très chaleureux et plaisant. George Smoot nous raconte de manière enjouée son itinéraire dans les méandres du milieu scientifique.

Pour couronner le tout, des schémas très clairs et des photos (dont celles des grands hommes qui *ont fait* la cosmologie) parsèment agréablement le livre.

George Smoot est un fou fabuleux, un aventurier, un bon vivant et un vulgarisateur hors pair. Alors précipitez-vous.

Trous noirs et bébés univers

Stephen Hawking, éd. Odile Jacob, 208 pages, prix C.

Ce professeur à l'université de Cambridge a bouleversé les théories sur l'Univers. A travers son vécu au quotidien, rendu difficile par sa maladie incurable (sclérose latérale amyotrophique), l'auteur évoque ses sujets de prédilection, l'origine de l'Univers et surtout les trous noirs qui, pour lui, *ne sont pas vraiment noirs* !

Si ce livre est intéressant, *Qui êtes-vous Mister Hawking* qui paraît en même temps, chez le même éditeur, nous semble inutile. En effet, c'est un récit de témoignages sur la vie de S. Hawking, qui s'avère bien ennuyeux.

Appréciations



A feuilleter.



Vaut le détour.



Foncez !

Prix

A : inférieur à 50 F

B : de 50 à 100 F

C : de 100 à 200 F

D : de 200 à 300 F

E : + de 300 F

Et pour finir, voici quelques livres où se côtoient les multiples beautés de notre Univers. A offrir pour des fêtes, anniversaires, ou simplement pour (se) faire plaisir.

↑ **Voyage dans le système solaire**

Serge Brunier, éd. Bordas, 222 pages, prix D.

Serge Brunier, reporter et photographe, homme de terrain, rédacteur en chef adjoint à *Ciel et Espace*, nous propose un livre superbe, grand format.

L'aspect le plus frappant est le nombre des photographies. Celles-ci proviennent surtout du télescope *Hubble*, des sondes américaines *Viking 1 et 2*, *Voyager 1 et 2*, *Magellan*, mais aussi de l'auteur lui-même qui est un expert en la matière, baroudeur des temps modernes.

A travers ces images, vous découvrirez les innombrables beautés du système solaire: Soleil, planètes, satellites, comètes... Ah les panaches de fumée des volcans d'Io, satellite de Jupiter !

En outre un texte explicatif, grand public, très complet, bien présenté, se joint aux illustrations. La mise en page est subtile et nette, le papier est épais et glacé, autant de détails qui, au final, font de cet ouvrage un cadeau idéal pour tous les membres de la famille.

↑ **Terre**

Payson Stevens et Kevin Kelly, préface de Pierre Léna, éd. Flammarion, 176 pages, prix D.

Les auteurs vous invitent à contempler la Terre, notre chère planète, depuis l'espace.

Toutes les photographies, somptueuses et variées, ont été prises par les satellites d'observation (SPOT...), et la navette spatiale. Bien sûr la Terre vue dans le domaine du rayonnement visible (celui que perçoit notre oeil) nous est familière, néanmoins les vues depuis l'espace permettent une approche globale, inconnue, de notre planète. Regardez attentivement, certains détails sont étonnants.

A ces photographies s'ajoutent celles prises dans les longueurs d'onde des rayonnements que ne peut pas percevoir notre oeil, les rayons X, infrarouge et gamma sont de ceux-là. Votre vision du monde sera alors complètement modifiée: les changements de température et de vent, les courants marins et bien d'autres caractéristiques terrestres sont révélés très clairement.

Cette contemplation met en évi-

dence la beauté unique (peut-être pas...) et la fragilité de notre vaisseau Terre. A lire à tout prix, pour ne plus être le même.

↪ **Clairs de Terre**

Kevin W. Kelley, préface de Patrick Baudry, J.L. Chrétien, éd. Bordas, 254 pages, prix D.

"Cet ouvrage est dédié à tous les enfants du monde". Le ton est donné. Ici la poésie est présente tout au long des pages.

Elle ressort tout d'abord des photographies: plus de 150 clichés aux couleurs vives et irréprochables puisés chez les américains et les (ex-) soviétiques.

Et surtout le texte d'accompagnement s'apparente à la prose poétique. Il est court, éparpillé parmi les photographies, donnant un rythme agréable.

L'auteur met aussi en valeur la Lune, et rend un hommage aux cosmonautes, hommes exceptionnels qui sont les seuls à avoir vu *en direct* la Terre depuis l'espace.

Cet ouvrage, coopération entre les Etats-Unis, la France et l'(ex) URSS, mérite toute votre attention.

✂

.....

Nébuleuses est une revue de l'association *le Pulsar du Voile*. Vous pouvez devenir l'un de ses adhérents en remplissant ou recopiant le bulletin ci-dessous à retourner au Pulsar du Voile 18 rue Paul Bert 75011 Paris, avec votre adresse et un chèque à l'ordre du *Pulsar du Voile*. Il est à noter que si vous êtes adhérent de l'association vous paierez 40F l'abonnement à la revue *Nébuleuses* pour un an (4 numéros), si vous ne l'êtes pas, vous pouvez malgré tout vous abonner au prix de 100 F (20 F de frais d'envoi inclus).

.....

| | | | | | |
|-------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------|------------------|--|
| Adhésion : | membre ordinaire..... | 100 F <input type="checkbox"/> | Abonnement : | adhérent..... | 40 F <input type="checkbox"/> |
| | actif..... | 150 F <input type="checkbox"/> | | non adhérent.... | 80 + 20=100 F <input type="checkbox"/> |
| | bienfaiteur..... | 200 F <input type="checkbox"/> | | | |

.....

✂



Voici une liste de références d'articles d'astronomie parus ces derniers mois dans les magazines spécialisés. Pour vous procurer ces magazines, vous pouvez soit les acheter ou les commander chez votre marchand de journaux, soit les lire ou les emprunter à la bibliothèque de votre quartier.

ça m'intéresse

* Mars 1994 : *Hubble, enfin des images nettes*, Alain Cirou. Par le directeur de *Ciel et Espace*.

Science et vie junior

* Février 1994 : *Le mystère de la matière noire*, Anna Alter. Le plus facile des articles sur le sujet.

* Mars 1994 : *Les yeux au ciel*, Anny-Chantal Levasseur Regourd.

De Newton à Einstein : la gravitation, Azar Khalatbari.

Science et vie

* Février 1994 : *Stephen Hawking: le magicien des trous noirs*, Atta Oloumi. Découvrez les objets exotiques de la cosmologie moderne (voir p.17).

Plongée dans le ciel profond, Journal de l'astronome, Yves Delaye.

* Mars 1994 : *La fin de l'astronomie en France*, Philippe Hénarejos. Alerte, on ferme les observatoires français.

Des grands télescopes pour tous, Journal de l'astronome, Yves Delaye.

Sciences et Avenir

* Février 1994 : *L'avenir de l'Univers se joue au Cern*, Sylvie Dugeay. Quand l'infiniment petit rejoint l'infiniment grand.

* Mars 1994 : *La petite maison dans l'espace*, Albert Ducrocq. Un petit régal de vulgarisation par le chroniqueur d'Europe 1.

Pour la Science

* Janvier 1994 : *Les étoiles binaires émettrices de rayons X*, E. V. den Heuvel et J.V. Paradijs. Étoiles cannibales et rayonnement X. Attention danger.

* Février 1994 : *L'Observatoire Compton*, N. Gehrels, C. Fichtel, G. Fishman, J. Kurfess et V. Schönfelder. Premier satellite à parcourir entièrement le ciel dans le rayonnement gamma.

La Recherche

* Janvier 1994 : *Les anneaux de Neptune*, Bruno Sicardy. Saturne n'est pas la seule planète à posséder des anneaux !

* Février 1994 : *La tectonique de Vénus*, Roger J. Phillips. La tectonique des plaques existe sur Terre. Vénus connaît-elle un phénomène identique ?

Ciel et Espace

* Février 1994 : *Hubble: le triomphe des mécanos de l'espace*, Frédéric Guérin. Tous les résultats de la mission de décembre dernier.

La nouvelle théorie de l'Univers, Serge Brunier, J.P. Defait. Elle nous est proposée par Laurent Notale, astrophysicien à l'observatoire de Meudon.

* Mars 1994 : *Les mondes de William Hartmann*, Alain Cirou. Rencontre avec un peintre-astronome.



SOMMAIRE

| | |
|--|--|
| <i>Avant-propos</i> : Hommage d'un poète, <i>Victor Hugo</i> , contemplateur du ciel, à l'astre mythique 2 | <i>Champs magnétiques</i> : Dialogue d'aujourd'hui, Enfer et Paradis, ou quand les esprits se déchaînent 10 |
| <i>Impulsion</i> : Science et Art, union désirée, mais ce souhait est-il réalisable ? Par <i>Pascal Honvault</i> 3 | <i>Ecliptique</i> : Voyage à travers l'Univers, par <i>Michel Ramillon</i> 12 |
| <i>Du Verbe et de la Création</i> : Cosmologie et théologie s'affrontent sur les origines de l'Univers, qui l'emportera ? Par l'astrophysicien <i>Michel Cassé</i> 4 | <i>Planète</i> : Une planète encore inconnue, Mars, par <i>Pascal Honvault</i> 14 |
| <i>Du côté du ciel</i> : La Lune dévoile ses formes, alors sortez vos yeux et vos jumelles, par <i>Ludovic Loreau</i> 8 | <i>Plumes célestes</i> : Quand les astrophysiciens et les astronautes se racontent, par <i>Jean-Marc Boniface</i> 17 |
| | <i>Azimut</i> : Tour d'horizon des magazines, par <i>Achour Hichem</i> 19 |

Appel à tous !

★ *Nébuleuses* est une revue de l'association le *Pulsar du Voile*. Même si vous n'êtes pas un scientifique, vous pouvez malgré tout être publié(e) dans la revue. En devenant adhérent(e) de l'association, vous avez la possibilité d'envoyer vos écrits (réflexion, prose ou poésie...) sur tout sujet en rapport avec l'astronomie ou la nature vue de manière globale (ozone, pollution, volcanisme, séisme...).

★ Avis aux clubs d'astronomie: nous encourageons vivement les dirigeants de ces clubs à faire connaître par tous les moyens la revue *Nébuleuses* à leurs membres.

★ Un appel est lancé aussi à tous les observatoires, les planétariums, les bibliothèques et les universités: dans tous ces lieux transitent des personnes susceptibles de s'intéresser à cette revue, alors parlez-en autour de vous.

Surtout n'hésitez pas à nous écrire, nous sommes à votre entière disposition:
Pulsar du Voile 18 rue Paul Bert 75011 Paris