

SCIENCE :

1 connection



FEMMES VERTUEUSES
À L'INSTITUT ROYAL
DU PATRIMOINE
ARTISTIQUE

RECHERCHE:
BACK TO BELGIUM?

dossier
spécial Mars



agenda **24**

18 livres

21
news

art **2**

14 santé

recherche **10**

art

2 • Femmes vertueuses
à l'Institut royal du patrimoine artistique

recherche

6 • Back to Belgium
9 • Cinq questions à Gerda CLAESKENS
10 • Entretien avec la ministre de la
Politique scientifique
12 • Plus de recherche pour la Belgique:
Objectif 3% du PIB

spécial espace

supplément dossier Mars

santé

14 • Les enjeux de la susceptibilité
génétique

livres

18 • Aux origines était le manuscrit

news

21 • Événements

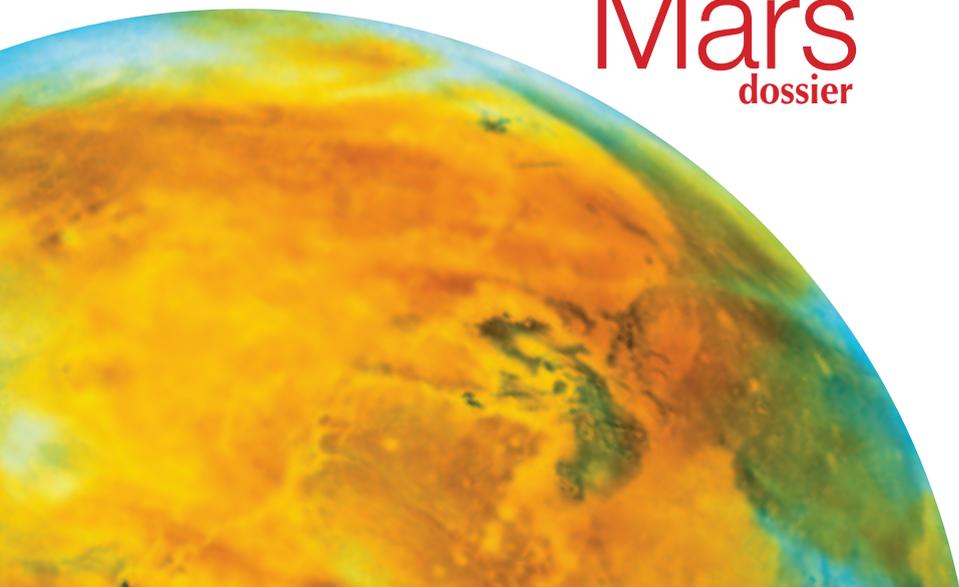
agenda

24 • Actuellement et à venir

Mars

dossier

• sommaire





© Michel Goessen

éditorial

Le *Space Connection*, tout au long des quarante-trois numéros publiés, s'est imposé comme une revue de vulgarisation (aéro-)spatiale de référence, éditée par notre administration. Ce succès nous a conduit à en étendre le « scope ».

Les domaines couverts par la Politique scientifique fédérale sont très nombreux : outre les matières spatiales et aéronautiques que nous continuerons à vous exposer dans nos colonnes, nous mettons en œuvre des programmes de recherche consacrés par exemple au développement durable (Antarctique, changements climatiques, mobilité, ...) ou à la cohésion sociale.

Nous finançons aussi les pôles d'attraction interuniversitaires (PAI) qui réunissent des équipes de chercheurs du Nord et du Sud du pays autour d'une multitude de thèmes de recherche fondamentale ou appliquée liés à la médecine, la chimie, la physique, les sciences sociales, ...

Par ailleurs, dix Etablissements scientifiques fédéraux (ESF) relèvent de notre Département¹. Leur renommée internationale n'est plus à faire. Si l'on ajoute à tout cela le réseau télématique belge de la recherche (Belnet), le Palais des Congrès et le service de courtage de l'information scientifique et technique que constitue le SIST, chacun admettra que nous couvrons la quasi-totalité des domaines scientifiques et plus largement des disciplines liées à la connaissance (science, art, histoire, ...)

Ce sont ainsi près de 3.000 hommes et femmes qui œuvrent à l'utilisation optimale des 550 millions d'euros qu'atteint notre budget annuel pour la recherche.

A elle seule, la Politique scientifique fédérale représente plus de 30 % des moyens publics affectés à la recherche en Belgique ! C'est la raison pour laquelle, en phase avec les recommandations de la Commission européenne et dans la ligne de notre plan stratégique présenté en novembre dernier au Planétarium de l'Observatoire royal, nous avons voulu élargir le contenu du *Space Connection* à l'ensemble des activités du département en le baptisant, simplement, *Science Connection*.

Notre objectif est de le rendre accessible à tous les publics sans que la qualité ni l'exigence scientifique qui ont toujours caractérisé le *Space Connection* ne soit altérée. Il mettra aussi tout particulièrement en valeur les actions menées par les ESF.

Ce magazine, désormais bimestriel et publié en français et en néerlandais, veut relever un triple défi : rester la référence fédérale en matière d'information scientifique et notamment spatiale, resserrer le lien entre les 3.000 fonctionnaires répartis sur une vingtaine de sites en Belgique et à l'étranger et devenir un outil efficace de valorisation des sciences et de la recherche scientifique.

Bonne découverte!



Dr. Philippe METTENS
Président de la Politique scientifique fédérale

¹ Archives générales du Royaume, Bibliothèque royale de Belgique, Institut d'aéronomie spatiale de Belgique, Institut royal des sciences naturelles de Belgique, Institut royal du patrimoine artistique, Institut royal météorologique de Belgique, Musée royal de l'Afrique Centrale, Musées royaux d'art et d'histoire, Musées royaux des beaux-arts et Observatoire royal de Belgique



© Kikirpa

**En mai 2002,
la Politique scientifique
fédérale se fixe un
objectif ambitieux:
la modernisation des
dix Etablissements
scientifiques fédéraux
(ESF).**



Femmes à l'Institut roy

Parmi les pistes préconisées par ce projet, il est évoqué la création d'un fonds de mécénat structurel dont la gestion revient à la Fondation Roi Baudouin, forte de son expérience en la matière, afin de stimuler une nouvelle dynamique dans la tradition de collaboration entre les entreprises et les ESF. Les experts de la Fondation ont retenu onze projets sur la vingtaine présentés. Ils se sont basés notamment sur la visibilité de ceux-ci, la garantie qu'ils peuvent être menés à terme sans dépendre d'une intervention extérieure, le fait qu'ils présentent un caractère durable sans pour autant que les mécènes qui les soutiennent financièrement aient le sentiment de se substituer aux obligations de l'Etat.

Huit *Femmes vertueuses*, toiles du XVI^e siècle, ont donc trouvé leur bienfaiteur et leur restauration, travail d'ampleur, vient de débiter.

C'est en effet assez naturellement que le Fonds Interbrew-Baillet Latour, qui a créé en 2002 un programme pour la restauration du patrimoine culturel belge, a répondu à cet appel «puisque'il manque d'initiatives visant à la préservation



© Jean-Michel Byl

vertueuses

al du patrimoine artistique

et à la restauration de biens mobiliers», selon le président du Fonds, le diplomate honoraire Philippe de SCHOUTHEETE de TERVARENT.

Féminisme

« En 1967, rappelle Myriam SERCK, directrice de l'IRPA, le ministre WIGNY a judicieusement pressenti les ravages que la réforme liturgique issue du concile Vatican II allait causer au patrimoine des églises. » Le ministre de la Justice charge donc l'Institut d'un inventaire du mobilier de ces lieux de culte, « de sorte que la Belgique est, à notre connaissance, le seul pays au monde à bénéficier d'un répertoire quasiment exhaustif du patrimoine de toutes les églises paroissiales, de la plus prestigieuse à la plus modeste. »

En 1981 quatre tableaux intéressants grâce à leur iconographie exceptionnelle sont retrouvés dans l'église Saint-Amand de Stokrooie, près d'Hasselt. Plus tard, quatre autres œuvres sont découvertes dans les réserves d'un musée liégeois ; le tout formant un ensemble impressionnant représentatif de la

culture chrétienne du milieu du XVI^e siècle inspiré par l'esprit de la Renaissance et de l'humanisme.

Très féministe, l'abbesse d'Herkenrode (première et plus grande des abbayes cisterciennes des Pays-Bas, à proximité de Stokrooie) fait appel à Lambert LOMBARD (1505/6 – 1566), peintre attiré du prince évêque de Liège Erard de la MARCK, pour illustrer ce thème des *Femmes vertueuses* de l'Antiquité. On y trouve aussi bien des épisodes de l'Antiquité romaine que de l'ancien testament. « Cette série de tableaux, explique Myriam SERCK, a une fonction didactique : les scènes représentées exaltent les vertus morales des héroïnes de l'Antiquité tant païenne que chrétienne et elles doivent servir d'« exemplum virtutis » pour les moniales d'Herkenrode. »

La vertu de ces femmes est parfois militaire. Elle prend, ici, des allures de courage ou d'héroïsme : ces femmes prenant souvent les armes pour trancher des têtes, comme ce « Jahel et Sisara ».



Livia DEPUYDT

REPÈRES 1983 – 84

Istituto artigianale per l'arte, l'artigianato e il restauro (Rome)

1984 – 88

Ecole nationale des arts visuels de la Cambre et passages par le Centre régional et traitement des œuvres d'art (Avignon) et le Centre de conservation et restauration régional des œuvres d'art (Vesoul)

1989

Institut royal du patrimoine artistique

1999

Responsable des ateliers de restauration de peinture

« L'atelier majoritairement féminin, mais cela ne veut rien dire, s'applique minutieusement à redonner vie à l'œuvre abîmée... »



Rencontre avec Livia DEPUYDT

Ne pas confondre restauration et interprétation.

« La sauvegarde des œuvres picturales, qu'il s'agisse de conservation ou de restauration, s'effectue ici et exceptionnellement in situ », explique Livia DEPUYDT, responsable de l'atelier peinture depuis 1999. « Les peintures qui nous sont confiées viennent de musées ou de fabriques d'église mais rarement d'un particulier car cela a un coût et, aujourd'hui, toute restauration que nous réalisons est payante. » Aussi, pour limiter le nombre de dépôts, un comité restreint estime si l'œuvre à restaurer vaut la peine d'un tel investissement humain et financier. « Il est donc inutile de nous amener un portrait de son chat, ajoute la restauratrice, par contre un VAN EYCK, je ne dis pas non, ... » C'est en effet la valeur patrimoniale de l'œuvre qui décide de l'opportunité de son traitement par l'équipe de l'IRPA.

Or, les huit toiles de LOMBARD (on estime par ailleurs, selon un inventaire datant de 1800, qu'elles devraient être au nombre de dix) se situent dans la période de transition entre la technique des « Tüchlein » (peinture à la détrempe sans préparation et non vernie) et celle de la peinture à l'huile sur préparation.

De plus, ces *Femmes vertueuses* ont été peintes sur de grandes toiles et non sur bois, « comme ce triptyque de RUBENS de la même époque en cours de restauration ». Ce sont donc les aspects historiques et iconographiques et l'intérêt scientifique des peintures qui ont poussé l'IRPA à déposer le projet de restauration à la Fondation Roi Baudouin.

L'atelier majoritairement féminin, « mais cela ne veut rien dire », s'applique minutieusement à redonner vie à l'œuvre abîmée, « car les quelques toiles du XVI^e siècle qui nous sont parvenues ont généralement été rentoilées ou ont subi des traitements locaux, comme le masticage, le vernissage de la couche picturale ou la surpeinture », commente Livia DEPUYDT.

Une des premières étapes de la restauration consiste en l'analyse par réflectographie à l'infrarouge, ce qui permet de déceler le dessin préparatoire ou sous-jacent, c'est-à-dire l'esquisse qui a donné naissance à la toile puisque seul le carbone apparaît sous ce type de rayons. Grâce à cette technique mise au point par l'Institut de physique nucléaire, atomique et de spectroscopie de l'Université de Liège pour l'IRPA, chaque centimètre carré est digitalisé. La toile est alors reconstituée à l'échelle 1/1 sur support numérique.

Les restaurateurs s'appuient aussi sur cet examen pour déterminer l'ordre d'exécution de la peinture. « Nous pouvons alors voir si tel ou tel élément a été ajouté, retiré ou retravaillé, comme sur cette toile où le pouce a été grossi. »

PLUS

Le « Livre blanc – Horizon 2005 » : www.belspo.be/belspo/home/publ/pub_ostc/esf/Witboek_fr.pdf

L'Institut royal du patrimoine artistique : www.kikirpa.be

La Fondation Roi Baudouin : www.kbs-frb.be

Le Fonds Interbrew – Baillet Latour : www.interbrew.com/ibf

La revue « Artenews » : www.artenews.be

A VOIR En 2005, la ville de Liège organisera, avec l'IRPA, une exposition à l'occasion du cinquième anniversaire de la naissance de Lambert LOMBARD.

Un DVD sera prochainement édité illustrant le travail accompli par l'IRPA.



© Jean-Michel Byl

Plus rarement, la réflectographie a permis de repérer un tout autre dessin sous-jacent. Le support, pour des raisons d'économie a, dans ce cas, été réutilisé. Autre application : tenter de déterminer si la toile est de la main du maître ou de l'un de ses élèves, celui-ci reproduisant, le plus souvent, le dessin original selon la technique du report au carreau (division du dessin de base en un certain nombre de cases puis reproduction de celles-ci sur la toile).

Il faut aussi réparer les déchirures, en recousant fil à fil « et ne jamais rapiécer au dos », puis ôter les vernis (« grâce à des solvants mis au point dans nos propres laboratoires ») provenant de restaurations antérieures dont certaines sont « réellement catastrophiques ou le fait d'amateurs » ; ensuite, il convient de retrouver les couleurs d'origine.

D'ailleurs, une des spécificités de l'IRPA est la synergie entre les métiers : historiens de l'art, chimistes, photographes, couturiers, restaurateurs et archivistes travaillent en parfaites intelligence et complémentarité, « cela fait notre force et nous distingue des autres établissements, ce qui nous place parmi les premiers instituts de restauration mondiaux ; en effet, l'interdisciplinarité de notre travail est une devise importante de notre institut. »

Quand un restaurateur se trouve face à sa toile, il ne peut trahir l'auteur : « interdiction de refaire les plis d'une robe ou de raviver des teintes passées », précise celle qui a restauré des BREUGHEL, VAN DIJCK, MAGRITTE et autre Rik WOUTERS. « D'ailleurs, tous nos traitements sont réversibles, c'est-à-dire que toute réparation apportée doit pouvoir être ôtée. »

Ce métier, qui allie sensibilité et patience, nécessite, outre une formation appropriée, « au moins cinq à six ans de pratique professionnelle » pour en appréhender toutes les facettes. ■

BON A SAVOIR

Le Fonds Interbrew-Baillet Latour octroie annuellement un prix scientifique de 150.000 euros à un chercheur en sciences médicales appliquées ainsi que 50.000 euros au laboratoire qui l'héberge. Des bourses sont également attribuées aux étudiants en troisième cycle universitaire dans le domaine du maltage et de la brasserie.

Les dix autres projets

retenus par la Fondation Roi Baudouin dans le cadre du fonds de mécénat structurel

- Les années Design, présenté par les Musées royaux d'art et d'histoire
- Retable de la passion de la cathédrale Saint-Sauveur de Bruges (Institut royal du patrimoine artistique)
- Le Romantisme en Belgique (Musées royaux des beaux-arts de Belgique)
- L'adoration des mages (Musées royaux des beaux-arts de Belgique)
- La rénovation muséographique de l'aile Janlet (Institut royal des sciences naturelles de Belgique)
- La rénovation de la salle des reptiles (Musée royal d'Afrique centrale)
- Les photographies d'archives de la section d'ethnographie (Musée royal d'Afrique centrale)
- Le planétarium, à la découverte du pôle Espace (Observatoire royal de Belgique, Institut royal météorologique et Institut d'aéronomie spatiale de Belgique)
- L'exposition permanente au cabinet des médailles (Bibliothèque royale de Belgique)
- La Forêt de Soignes à la carte (Archives générales du royaume)

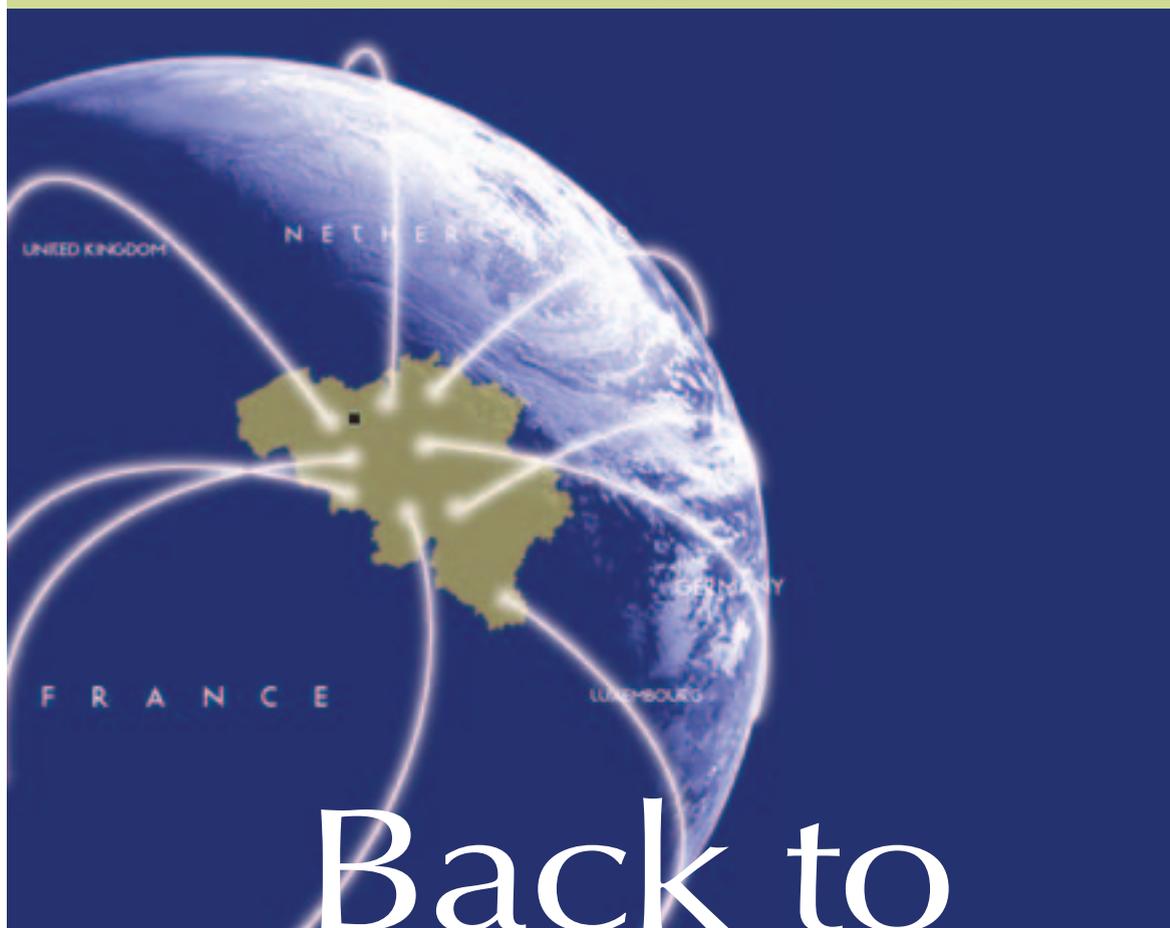
Ces projets sont commentés dans un numéro hors série du magazine « Artenevs » : « Prestige de la Belgique ».

recherche

Université de Gand

Université de Liège

Depuis 2002, la Politique scientifique fédérale prévoit un budget particulier pour l'octroi de mandats de retour pour les chercheurs exilés. Cette initiative s'inscrit dans le cadre de la promotion de l'Espace européen de la recherche, initié par Philippe BUSQUIN, commissaire européen à la Recherche, et vise, entre autres, à rendre plus attractifs les centres de recherche européens et les carrières scientifiques sur le Vieux continent.



Back to Belgium?

Comme on le sait, la Belgique s'est engagée à atteindre les objectifs fixés lors du Conseil de Barcelone selon lequel les dépenses de R&D doivent atteindre 3% du produit intérieur brut (PIB) moyen de l'Union européenne d'ici 2010. Augmenter les moyens financiers ne suffira pas, il faut les ressources humaines nécessaires pour assurer cette croissance. Pour notre pays, le nombre de chercheurs devrait augmenter de ... 20.000 unités.

Aussi, les mandats de retour, qui ont pour but de rapatrier des chercheurs belges qui travaillent à l'étranger en vue de valoriser leur expertise acquise en dehors de nos frontières et de renforcer ainsi le potentiel scientifique belge, constituent

ils une des nombreuses solutions pour pallier le manque de chercheurs.

Ouverts aux scientifiques de niveau postdoctoral ou disposant d'une expérience de recherche assimilable et travaillant dans des centres de recherche étrangers, les mandats couvrent une période maximale de 24 mois.

L'évaluation effectuée par un jury multidisciplinaire porte sur :

- le niveau scientifique du candidat (curriculum vitae, publications,...) ;
- le contenu et la faisabilité du projet de recherche proposé ;
- la correspondance du projet avec la spécialisation du candidat et avec les recherches en cours dans l'unité d'ac-



Université catholique de Louvain



Université libre de Bruxelles



© Jacky Delorme

cueil (l'une de nos universités ou un Etablissement scientifique) ;

- l'expertise post-doctorale acquise à l'étranger ;
- l'utilisation possible de cette expertise et son apport pour l'unité d'accueil ;
- les motivations du candidat quant à son retour en Belgique ;
- les perspectives de carrière en Belgique.

Les mandats correspondent au salaire d'un chef de travaux (personnel scientifique de l'Etat) et comprennent un crédit de fonctionnement de 12.500 euros par an et une allocation unique de 1.250 euros pour le voyage de retour.

Premières observations

En 2002, et en deux appels, vingt-six dossiers ont été rentrés.

L'année suivante, vingt-deux candidatures ont été reçues, en un seul appel cette fois. Les conditions d'éligibilité avaient été modifiées : séjour postdoctoral d'au moins deux ans dans un pays non européen ou quatre ans dans un pays membre de l'Union européenne. Des 48 dossiers introduits, vingt-neuf ont été retenus.

Origine des candidatures

Comme on pouvait le supposer, les meilleures candidatures proviennent principalement des Etats-Unis, qui restent la destination première des chercheurs ayant choisi de s'expatrier en dehors de l'Union européenne. La qualité des dossiers soumis par les chercheurs travaillant au Japon et en Afrique du Sud est également remarquable.

Egalité des sexes

La proportion de femmes dans le nombre de dossiers soumis est en légère augmentation (23% en 2003 contre 19% l'année précédente), mais c'est surtout le taux de succès des femmes qui s'est nettement amélioré (80% contre 65% chez les hommes en 2003).

La combinaison de ces chiffres pour 2003 montre que plus d'un mandat sur quatre (27 %) a été octroyé à une femme. Ces chiffres sont encourageants mais devraient encore s'améliorer afin d'atteindre les objectifs de la Commission (35 à 40% de femmes dans les postes de chercheurs, l'idéal final étant bien entendu une répartition équitable).

Des mesures visant à augmenter le nombre de femmes avaient déjà été prises à l'issue de la première année, comme l'insertion d'une question dans le formulaire qui permet aux candidat(e)s de justifier un éventuel ralentissement dans leur carrière scientifique et donc de permettre une évaluation plus objective de certains dossiers (l'exemple-type étant une grossesse ou un congé parental).

Institutions d'accueil

En 2002, les institutions d'accueil sont principalement les deux grandes universités flamandes (Leuven et Gent) et les deux grandes universités wallonnes (Liège et Louvain-la-neuve). Il est également intéressant d'observer que les Etablissements scientifiques fédéraux ont soumis cinq propositions (l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique et le Musée royal d'Afrique centrale).

En 2003, l'Université libre de Bruxelles soumet ses premiers dossiers avec succès (quatre retenus sur quatre présentés), la KUL reste l'université qui rentre le plus de dossiers et l'UCL est la première université wallonne. Un seul Etablissement scientifique a soumis une proposition, les Musées royaux des beaux-arts de Belgique.

Domaines de recherche

Même si les mandats sont ouverts à toutes les disciplines, ce sont principalement les branches scientifiques « exactes » (et en particulier la biologie) qui rencontrent le plus de succès.

En 2003, trois dossiers ont été introduits appartenant à d'autres secteurs : sciences humaines et beaux-arts.

Perspectives

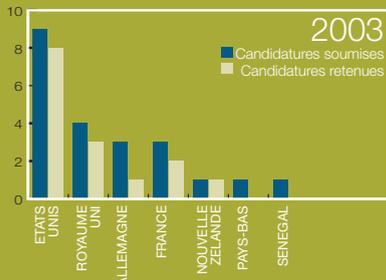
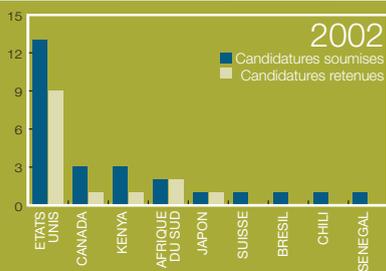
Onze chercheurs étaient en poste dans diverses universités et centres de recherche belges en 2002, ce nombre est passé à 20 en 2003 et devrait atteindre 27 cette année. A terme, ce seront donc plus de 30 chercheurs qui seront en permanence financés par cette mesure, ce qui implique un doublement du budget alloué, comme prévu pour 2005 (2.479.000 euros).

Le bilan à l'issue de ces deux années est clairement positif. Les candidats retenus sont d'un excellent niveau et certains ont quitté des postes enviables à l'étranger pour revenir en Belgique. La notion de « plan de carrière », un des points importants pour l'évaluation du dossier, la réintégration à long terme des chercheurs reste bien entendu l'objectif principal du mandat.

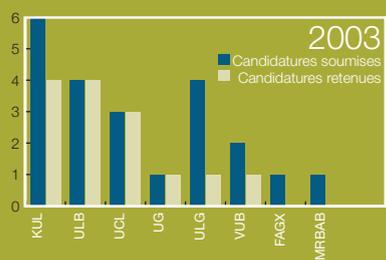
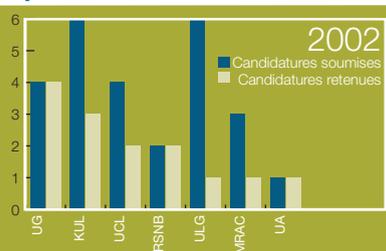
« ... Les mandats de retour permettent aux groupes belges de haut niveaux, capables d'apporter une infrastructure suffisante, de bénéficier de l'expérience et de l'indépendance en recherche gagnées par des chercheurs belges lors de séjours postdoctoraux effectués à l'étranger... »

Jean-Marie FRÈRE
Université libre de Bruxelles

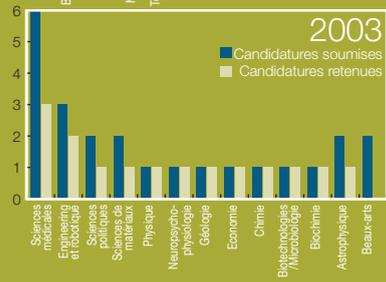
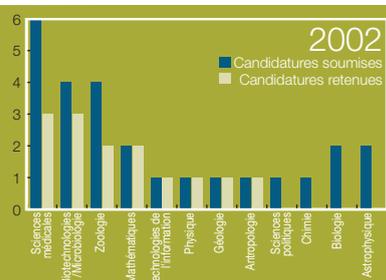
Pays d'origine des candidatures soumises et retenues



Candidatures soumises et retenues par unité d'accueil



Domaines de recherche des candidatures soumises et retenues



« ... Deux ans est une période très courte, d'une part pour s'adapter à un nouveau système, d'autre part pour effectuer une recherche performante, et enfin s'occuper de son avenir professionnel. (...) J'ai été agréablement surpris par le montant de la bourse octroyée, ainsi que par le crédit de fonctionnement octroyé dans le cadre de la bourse. Je crois que les salaires sont compétitifs, même en comparaison avec les Etats-Unis et le Canada. (...) C'est donc le manque de perspectives à moyen / long terme qui a entièrement motivé ma décision ».

Pierre FRANCUS, Institut national de la recherche scientifique à Québec (candidat à un mandat en 2002)

Ainsi, à l'issue du premier appel 2002, un des boursiers s'est vu offrir un poste de professeur à l'Université d'Anvers où il prestait son mandat depuis seulement trois mois. Par ailleurs, lors du second appel 2002, deux chercheurs ont renoncé à leur mandat: l'un d'entre eux a préféré rester au Canada où on lui proposait un poste de professeur et des conditions de travail meilleures que dans son institution d'accueil ; l'autre s'est vu proposer un poste pour une période de six ans dans un centre de recherche renommé des Pays-Bas.

Le succès croissant rencontré par la mesure appelle à la poursuite de l'effort. Après seulement deux ans, vingt-six chercheurs dont une bonne partie occupait un poste stable à l'étranger ont saisi l'opportunité de réintégrer une équipe de recherche belge. Il est intéressant de noter qu'ils ne reviennent pas nécessairement vers l'institution qu'ils ont quittée quelques années auparavant, mais qu'ils choisissent le laboratoire qui correspond le mieux à leurs nouvelles attentes et où ils pourront pleinement utiliser leur nouvelle expertise (voir l'interview ci-dessous).

Enfin, afin de juger de l'effet durable des mandats de retour, il faut davantage de recul et un nombre minimum de cas. Il est donc prématuré d'évaluer la réintégration à long terme des chercheurs rapatriés. Nous devons également examiner les raisons qui ont poussé les chercheurs à refuser leur mandat et apporter des réponses appropriées (prolongation des mandats de deux à quatre années ?, augmentation des frais de fonctionnement ?, ...). ■

« J'ai reçu, le mois passé, une proposition de nomination au département "Informatiessysteem" de la faculté d'économie de l'Université de Tilburg. Cette nomination d'une durée de six ans m'offre de meilleures perspectives à long terme. Cette infrastructure de recherche particulièrement sérieuse et le fait que la faculté appartienne au top européen m'ont fait renoncer à mon mandat ».

**Bartel VAN DE WALLE –
Université de Tilburg
(candidat à un mandat en 2002)**

«La recherche de haut niveau est possible en Belgique !»



Cinq questions à Gerda Claeskens

SCIENCE CONNECTION - Après votre doctorat, vous êtes partie à l'étranger. Quelle en est la raison ? Les centres de recherche belges/européens ne vous apportaient-ils pas l'encadrement matériel et/ou financier suffisant ?

Gerda CLAESKENS - Les principales raisons qui m'ont poussée à partir à l'étranger sont: parfaire mon expérience, acquérir l'expérience locale pour pouvoir exécuter mes recherches à un haut niveau et, enfin, améliorer ma pédagogie.

S.C. - Envisagez-vous, à terme, un retour en Belgique ? Le mandat de retour vous y a-t-il poussée ?

G.C. - Il a toujours été dans mes intentions de revenir en Belgique après quelques années et les mandats de retour m'y ont aidée. Je souhaite trouver un emploi définitif dans une université belge et m'installer définitivement en Belgique.

S.C. - Quelle « valeur ajoutée » pensez-vous apporter à l'UCL ?

G.C. - Mon expérience aux Etats-Unis est clairement un atout pour l'Institut de statistique de l'UCL. Ce semestre, je vais donner un petit cours très spécialisé pour les doctorants. Il portera surtout sur mes récents résultats de recherche sur les « model-selection ». Ce sera, je pense, une bonne occasion pour les étudiants de mettre à jour leurs connaissances et d'éventuellement continuer à travailler ici.

S.C. - Quels sont, à votre avis, les faiblesses et les atouts de la recherche en Belgique ? Et en Europe ?

G.C. - L'inconvénient majeur pour les chercheurs belges est la charge administrative. Ils doivent souvent y passer beaucoup de temps de sorte que leur travail est relégué au second – voire troisième – plan. En comparaison avec les universités américaines, le nombre d'heures de cours dans certains départements en Belgique est assez élevé et dans le même temps le salaire des chercheurs est beaucoup plus faible.

Les possibilités de collaboration entre universités belges et européennes sont un réel atout. La concurrence aux Etats-Unis est parfois si grande qu'elle empêche précisément cette synergie. La science tirera tout profit d'une collaboration inter- et intradépartementale ou entre les universités.

S.C. - « Publish or perish », a-t-on coutume de dire. Pourrait-on paraphraser par « be a researcher abroad or perish » ?

G.C. - Une expérience à l'étranger est toujours utile et enrichissante, non seulement pour le chercheur mais aussi pour l'université ou l'institut qui l'accueillera à son retour. La recherche de haut niveau est possible en Belgique ! ■

Gerda CLAESKENS est licenciée et agrégée en sciences mathématiques de l'« Universitaire Instelling Antwerpen » depuis 1995 et décroche son doctorat en sciences (option mathématique) au « Limburgs Universitair Centrum » en 1999. Elle a effectué différents séjours à l'étranger (dont à la « Technical University Eindhoven » et à l'« Australian National University ») ; elle est depuis août 2000 assistante à la « Texas A&M University ». Elle a postulé à un mandat de retour en 2002 et est chargée de cours invitée à l'Institut de statistique de l'Université catholique de Louvain-la-neuve depuis septembre 2003.



● **PLUS**

Bourses de la Politique scientifique fédérale : www.belspo.be/belspo/home/calls/index2_fr.stm

Contact : coordination@belspo.be

Didier FLAGOTHIER est en charge des dossiers relatifs à la mobilité des chercheurs au sein du service de la coordination internationale



© Jean-Michel Byl



(© Belga)

Entretien avec la Ministre de la Politique scientifique

▲ Le 2 février dernier, sur l'initiative du SPF « Economie, PME, Classes moyennes et Energie » et du SPP « Politique scientifique » était organisé un symposium sur les « Clean Technologies ». Relevé de la présence du prince Philippe, il a rassemblé les spécialistes des secteurs automobile (constructeurs, transporteurs et concepteurs) et de l'environnement. Les recherches actuellement menées sur ces technologies propres opposent les partisans des moteurs hybrides (combustible et électricité) et des moteurs à hydrogène. Ils ont toutefois un objectif commun : la réduction de la production des gaz à effet de serre afin de rencontrer partiellement les objectifs de Kyoto. Lors du conseil des ministres qui s'est tenu à Gembloux les 16 et 17 janvier derniers, feu vert a été donné à la création d'une plate-forme réunissant praticiens, scientifiques, industriels, représentants politiques et économiques chargés de formuler, d'ici peu, des propositions concrètes en termes de stimulants fiscaux, budgétaires, institutionnels et légaux quant à l'utilisation des technologies propres. La Politique scientifique est associée aux discussions.

SCIENCE CONNECTION - Vous êtes Ministre de la Politique scientifique depuis un an. Quel bilan tirez-vous de ces 12 mois ?

La Ministre - De nombreuses actions concrètes ont été menées. Je pense par exemple à l'exonération fiscale liée à l'embauche de chercheurs. Depuis le premier octobre 2003, les universités et centres de recherche voient le précompte professionnel lié à cet engagement réduit de moitié. L'argent économisé, si l'on peut dire, peut alors être investi dans l'engagement d'autres chercheurs, mais aussi dans l'achat de matériel scientifique.

Cette mesure a été étendue depuis peu aux centres de recherche privés et aux entreprises qui entretiennent des liens avec les universités.

Autre mesure concrète: j'ai doublé le montant des mandats destinés à favoriser le retour des chercheurs « exilés ». Il est évidemment capital de mettre fin au « *brain drain* » qui emporte chaque année quelques uns de nos talents les plus prometteurs. Je voudrais aussi signaler la mise en place d'un « *high level group 3%* »

chargé de proposer un plan de convergence visant à coordonner l'effort que fourniront toutes les entités qui composent le pays pour parvenir à l'objectif fixé à Barcelone. Il s'agit de parvenir en 2010 à un taux d'investissement dans la recherche et le développement qui atteigne 3% du PIB. Un tiers de cet effort devra être fourni par le secteur public, et deux tiers par le privé. Nous sommes ici au cœur du rôle de coordination que doit jouer le Fédéral.

Les 3% constituent un objectif quantitatif. Il fallait, je crois, le doubler d'un objectif qualitatif. A cet égard, il m'a semblé que notre pays devait investir tout particulièrement dans deux secteurs très prometteurs en termes de croissance et d'emploi : les biotechnologies et les *clean technologies*.

J'ai donc fait dresser l'inventaire des acteurs de ces deux secteurs. Ils seront tous conviés à des forums lors desquels ils pourront exprimer leurs besoins et leurs préoccupations. Nous prendrons ensuite les mesures nécessaires pour répondre à ces attentes. Je compte aussi développer

de nouvelles actions de recherche dans ces domaines en y associant universités, centres de recherche et entreprises.

Je tiens enfin à mentionner le fait que la Belgique vient d'être désignée comme coordinatrice d'un projet européen relatif à la propriété intellectuelle rassemblant quinze pays. C'est une grande fierté pour moi et aussi le témoignage de la reconnaissance de la qualité du travail fourni par mon Administration.

S.C. - La digitalisation des collections des ESF est l'un de vos chantiers prioritaires. Comment comptez-vous vous y prendre ?

La Ministre - La digitalisation du patrimoine constitue en effet un défi important. Les Etablissements scientifiques fédéraux détiennent et préservent une mine d'informations, d'objets, d'œuvres d'art, d'affiches, de cartes, d'extraits vidéo et sonores, ..., qui ne sont pas toujours aisément accessibles. En premier lieu, je souhaite, à court terme, faciliter l'accès à ce riche patrimoine en le rendant accessible via internet. De

cette manière, en quelques clics de souris, le visiteur virtuel australien ou américain pourra également connaître les richesses de l'Etat fédéral et savoir où, quand et sous quelles conditions il peut les consulter ou les reproduire. En outre, nous voulons garantir une plus grande diffusion en rendant une sélection du matériel visuel accessible sur Internet. La plus-value absolue du projet de digitalisation est donc la diffusion. Toutefois, en réalisant cet objectif, nous en concrétisons également d'autres : nous améliorons la prestation de services, nous créons des copies de documents qui sont en piteux état et nous rassemblons « virtuellement » des collections issues de divers établissements.

S.C. - Ne s'agit-il pas d'un projet qui s'étalera sur de nombreuses décennies ? La mission est quand même d'envergure ?

La Ministre - Nous devons en effet rester réalistes. Le patrimoine historico-culturel et scientifique de l'Etat fédéral ne peut pas être intégralement rendu disponible sous forme électronique. Un comité d'accompagnement a été chargé de formuler précisément les objectifs de ce projet et de définir des critères qui seront déterminants dans le choix des collections à envisager pour la digitalisation. Il est ainsi possible de décider de ne digitaliser que les documents fréquemment consultés. Certains souhaitent que l'on s'attache essentiellement à la digitalisation de pièces, documents et objets uniques. D'autres insistent sur le fait qu'il est surtout urgent de digitaliser les originaux pour les préserver. Une fois de plus, un comité d'experts se charge actuellement d'opérer ces choix fondamentaux.

S.C. - Un tel projet représente probablement un certain coût ? Comment pensez-vous pouvoir le financer ?

La Ministre - Lors du dernier conclave budgétaire, le gouvernement m'a demandé de préparer, dans le courant de l'année 2004, un dossier sur la digitalisation du patrimoine des Etablissements scientifiques fédéraux. Cette demande fait suite à une décision du conseil des ministres du 19 juillet 2001 relative à la réalisation d'une étude des besoins. Il ressort de cette étude que pour sauver et valoriser le patrimoine, la digitalisation doit bénéficier d'une enveloppe d'au moins 147,7 millions d'euros. Pour réaliser cette digitalisation sur une période de 10 ans, l'Etat belge se porte garant pour un cofinancement de ce projet à raison de 50 %. Cet effort impliquera aussi le maintien des dépenses actuelles en matière de digitalisation au sein des Etablissements scientifiques fédéraux. Une demande de prêt pour un montant

de 73,85 millions d'euros a été introduite auprès de la Banque européenne d'investissement.

Dans ce cadre, le remboursement du prêt, qui devrait débiter en 2006, peut être échelonné sur une période de 15 ans. Lors d'un prochain conseil des ministres, je demanderai l'approbation de ce projet de prêt et l'autorisation de disposer des crédits nécessaires pour la Politique scientifique.

S.C. - La Belgique occupe une place importante dans l'Europe spatiale. Est-il important d'investir autant dans ce domaine ?

La Ministre - La Belgique est membre de l'Agence spatiale européenne (ESA). Comme cinquième pays contributeur, elle est de loin le plus grand contributeur des petits pays. Cela lui donne une entrée dans tous les programmes.

L'avantage d'un tel investissement dans le spatial est clair : il y a d'abord un intérêt scientifique évident. Beaucoup d'expériences ne peuvent se faire qu'en apesanteur. L'importance de notre contribution à l'ESA permet à nos scientifiques d'embarquer un grand nombre d'expériences indispensables à l'avancement de leurs recherches. Ces recherches peuvent par exemple porter sur la biologie, la médecine ou concerner des applications technologiques. Pour ne prendre que l'exemple de la médecine, la mission Odissea conduite par Frank DE WINNE a permis de mener d'importantes expériences concernant l'ostéoporose ou la physiologie du cerveau humain.

L'intérêt est aussi économique. De très nombreuses entreprises contribuent à la conception du matériel utilisé dans les différents programmes. Cette participation des entreprises belges est évidemment liée à l'importance de notre participation à l'ESA. D'autres entreprises bénéficient évidemment aussi des applications issues de la recherche menée dans l'espace. Pour continuer à maximaliser le « return » pour les industriels et à bénéficier d'évidents effets de masse, je considère qu'il est essentiel que la contribution belge à l'ESA soit gérée par le Fédéral. En effet, la Belgique doit parler d'une seule voix dans ce secteur stratégique pour son avenir. En outre, je pense qu'il est essentiel que l'enveloppe spatiale reste au moins au niveau qu'elle atteint aujourd'hui.

S.C. - Et l'aéronautique ?

La Ministre - L'industrie belge a pris une part importante dans la conception de l'Airbus A380, comme d'ailleurs dans les programmes antérieurs d'Airbus industries. De nombreuses entreprises belges ont été impliquées. Par exemple, c'est chez nous que les bords d'attaque des ailes du plus gros avion de ligne de tous les temps

ont été conçus et fabriqués. J'ai, dans ce cadre, signé récemment des contrats avec sept entreprises. Sans cette politique stratégique de la Belgique via le Fédéral, il y a fort à parier que jamais nos entreprises n'auraient pu participer à ces programmes. Comme le spatial, l'aéronautique est un secteur de pointe, créateur d'emplois très qualifiés. Il est essentiel de poursuivre nos efforts pour promouvoir ces compétences très spécifiques.

S.C. - Le Département de la Politique scientifique fédérale semble très hétéroclite. Avez-vous trouvé le fil conducteur ?

La Ministre - Il me semble que le dénominateur commun de toutes ces compétences est le Savoir. Qu'il s'agisse des musées d'art, de la Bibliothèque royale, de la conquête spatiale ou des programmes de recherche ciblés, la Politique scientifique fédérale est un grand ministère du Savoir.

Je ne vois pas en ce caractère hétéroclite un défaut, mais bien plutôt une qualité à condition de multiplier les liens entre les différentes compétences que nous assumons. C'est pourquoi, j'ai par exemple intégré les directeurs des Etablissements scientifiques fédéraux dans le Comité de direction de la Politique scientifique. Il faut aussi que la notoriété et la crédibilité de chaque composante de la Politique scientifique fédérale rejaillissent sur l'ensemble du département. A cet égard, je trouve que cette revue qui élargit le « scope » de *Space Connection* est une excellente initiative.

S.C. - Vous croyez que les lecteurs intéressés par le spatial se passionneront aussi pour les Etablissements scientifiques fédéraux et les collections belges de micro-organismes ?

La Ministre - Le secteur spatial concerne tous les domaines de la connaissance. Je suis donc convaincue que les lecteurs de *Space Connection* seront heureux de cette ouverture de leur revue à d'autres sujets. Cette ouverture leur permettra de mieux comprendre le rôle de la Politique scientifique fédérale, de situer ainsi les enjeux du spatial dans un cadre scientifique, mais aussi institutionnel plus large. Leur sujet de prédilection fera en outre l'objet d'un cahier séparé et très complet. Par ailleurs, ma satisfaction est particulièrement liée au fait que cette revue va constituer un nouvel outil de valorisation des sciences en général. Elle contribuera, certes modestement, à rencontrer cet objectif stratégique européen (il faudra en Europe 70.000 nouveaux chercheurs d'ici à 2010) et freinera peut-être cette préoccupante désaffection des jeunes pour les carrières scientifiques. Je croise les doigts ... ■

Depuis quelques semaines, la Politique scientifique fédérale participe à la rédaction d'une chronique hebdomadaire avec le journal « L'Echo ». Nous publierons ici certains articles récemment parus.



Bernard DELHAUSSE

Plus de recherche pour la Belgique

Objectif 3% du PIB

Au sommet de Lisbonne, l'Union européenne constate son retard vis-à-vis des Etats-Unis et du Japon en matière de recherche et développement (R&D) et décide de renforcer sa dynamique d'innovation. Elle entend répondre aux défis de la globalisation en construisant une économie européenne du savoir, favorisant l'émergence d'un espace européen de la recherche et de l'innovation. De cette volonté est né, au sommet de Barcelone, l'objectif d'élever les dépenses de R&D à 3% du PIB en 2010, dont deux tiers seraient financés par le secteur privé.

En 2001, les dépenses intérieures en R&D (DIRD) belges comptent pour 2,17% du PIB, légèrement au-dessus de la moyenne de l'Union européenne. Deux pays respectent déjà les deux conditions de Barcelone : la Suède et la Finlande. La Belgique en respecte

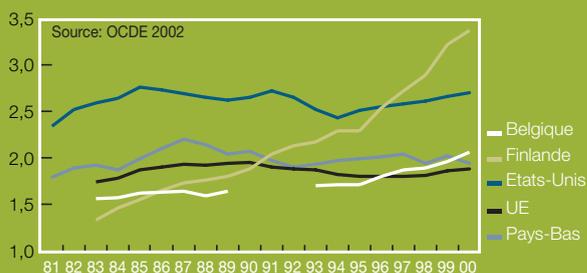
une : l'importance du financement privé. Depuis plusieurs années, son implication est nette, dépassant la moyenne européenne depuis 1996.

La structure des sources de financement des DIRD permet d'apprécier l'origine du retard de la Belgique. Celle-ci se repose sur l'étranger, souvent via des flux de nature intra européenne, pour pallier une certaine insuffisance de financement public. Cette moindre implication fait suite au choix opéré de développer des centres de recherche collective à financement public et privé plutôt que des centres de recherche publics. Ainsi, les DIRD de l'Etat sont inférieures de 0,2% du PIB par rapport à la moyenne européenne mais de 0,31 et 0,28% par rapport à la Finlande et à l'Allemagne.

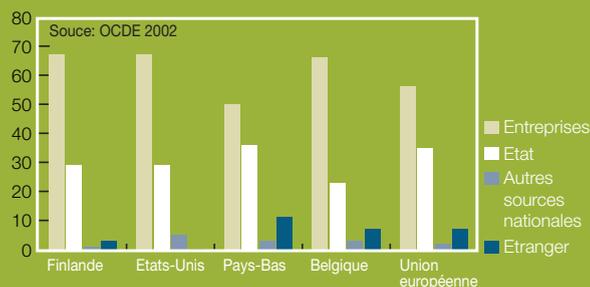
Quelles sont les implications de l'objectif des



Evolution des DIRD en pourcentage du PIB



Financement des DIRD en pourcentage du PIB (1999)



3% en terme de DIRD ? De 1985 à 2000, en Belgique, les DIRD des entreprises (DIRDE) ont bénéficié d'une plus forte croissance que le PIB, s'orientant vers les secteurs industriels de haute technologie. En 2010, le secteur de la chimie devrait représenter la plus grosse intensité technologique. Ensuite vient le secteur des machines et équipements. Ces deux secteurs concentrent plus de 50% de la R&D industrielle actuelle.

Il est possible de modéliser l'effort à fournir par la Belgique. Le modèle le plus optimiste aboutit à une intensité de 2,87%. En posant le problème à l'envers, l'intensité de 3% suppose une croissance annuelle moyenne des dépenses de R&D de 6,3% à prix constants contre 3,9% ces dernières années !

Au-delà de ces chiffres, la question la plus cruciale est liée à l'accroissement et à l'amélioration des qualifications, sur le plan universitaire, technique et administratif. Cela revient à accroître de 50% les effectifs

actuels ! Ceci renvoie à la politique scientifique, à la politique de l'emploi, aux carrières de chercheurs et à leur mobilité, aux possibilités de formation dans l'enseignement supérieur et donc au financement de celui-ci. Un autre aspect concerne les perspectives de débouchés des entreprises et l'esprit d'entreprise. Car davantage de R&D, c'est également générer plus d'innovations et dégager des possibilités de financement, souvent sous la forme de capital à risque, relativement peu répandu en Belgique.

Du pain sur la planche.

Plus concrètement, et toutes choses égales par ailleurs, on peut estimer à 100 millions d'euros l'effort public supplémentaire pour atteindre, en Belgique, d'ici 2010, les 3% du PIB investis dans la recherche. Soit 10 euros par an et par citoyen... le prix du meilleur être et d'un avenir plus serein ? ■



Contact : info.stat@belspo.be

Statistiques fédérales en matière de R&D : www.belspo.be/stat

D'avantage de recherche pour l'Europe. Objectif : 3% du PIB, par Henri CAPRON et Denis DUELZ, mars 2004.

Crédits budgétaires de R&D des Autorités belges au cours de la période 1989 – 2003, Collectif, Politique scientifique fédérale, Bruxelles, 2004

Bernard DELHAUSSE est chargé de la collecte, du traitement et de l'analyse des données statistiques au sein du service de production des indicateurs de R&D de la Politique scientifique fédérale.



Ce thème a fait l'objet d'une journée d'étude organisée par la Politique scientifique fédérale et il a suscité un débat d'autant plus vif qu'aujourd'hui la discrimination génétique n'est plus une fiction. Longtemps pratiqués de manière confidentielle dans l'intimité des cabinets médicaux ou lors des consultations spécialisées dans les hôpitaux, les tests génétiques prennent une place de plus en plus importante dans la société grâce aux progrès de la génétique moléculaire et aux informations sur le génome humain.

Les enjeux de la susceptibilité

L'offensive a commencé avec les tests ADN de recherche de paternité. Le mouvement s'est étendu aux tests médicaux (en particulier les examens prénataux) permettant soit de diagnostiquer avec certitude une maladie existante, soit de détecter de manière préventive une prédisposition à développer à un âge plus avancé une maladie génétique.

Ces tests génétiques « de santé » ont pour but de rechercher des gènes défectueux. Aux Etats-Unis, d'ores et déjà, des kits de détection de maladies génétiques permettent à chacun de se tester à la maison, en prélevant simplement une goutte de sang. La technologie des puces à ADN (« *DNA chips* ») pourrait permettre, dans un proche avenir, d'obtenir un génotypage de plusieurs milliers de polymorphismes, d'établir des profils de risques pour toute une série de maladies et de mettre en place une prévention ciblée, donc plus efficace.

Le monde judiciaire fait lui aussi appel aux tests ADN pour confondre ou disculper un suspect de même que les historiens pour identifier un personnage du passé. Les tests génétiques suscitent aussi l'intérêt de certains assureurs, qui aimeraient

pouvoir s'en emparer avant de délivrer un contrat d'assurance vie ou d'assurance maladie, mais aussi d'employeurs qui pourraient s'en servir pour refuser un emploi à une personne atteinte d'une pathologie spécifique ou pour gérer le plan de carrière de leurs employés en fonction de la probabilité qu'ils ont de développer telle ou telle maladie.

Prudence

Ainsi, l'avènement des techniques de diagnostic génétique bouscule notre perception de la maladie – les symptômes cliniques ne seront bientôt plus indispensables – et elles suscitent d'énormes espoirs mais aussi de nombreuses et délicates interrogations, notamment en milieu professionnel.

« Si la connaissance du génome humain et les avancées technologiques qui le concernent, à savoir les tests génétiques, leur validité, leur fiabilité ou leur prédictibilité, mobilisent le discours du chercheur et de l'utilisateur, l'éthique des pratiques suscite bien davantage encore le débat au niveau de la société », constatait Philippe METTENS, président de la



« Si la connaissance du génome humain et les avancées technologiques qui le concernent, à savoir les tests génétiques, leur validité, leur fiabilité ou leur prédictibilité, mobilisent le discours du chercheur et de l'utilisateur, l'éthique des pratiques suscite bien davantage encore le débat au niveau de la société »

Philippe METTENS

Politique scientifique fédérale, en introduction d'une journée d'études sur « Les enjeux de la susceptibilité génétique en milieu professionnel », le 30 octobre 2003.

En tant qu'administration publique, il appartient à ce service d'offrir à la population, en général, et aux instances politiques, en particulier, les résultats d'analyses susceptibles d'éclairer leur choix et leur réflexion. C'est pourquoi, depuis plus de dix ans, ce service soutient des recherches interuniversitaires et multidisciplinaires dans le domaine de la santé au travail et y encourage la réflexion éthique et l'analyse du cadre juridique.

Parmi ces études, certaines se sont penchées sur les risques (géo)toxiques, le bio monitoring du travailleur et ont abordé la délicate question de la susceptibilité génétique à la maladie professionnelle.

« Par une évaluation très précoce des risques liés aux expositions biologique, chimique ou physique des environnements de travail, les tests génétiques devraient permettre une meilleure protection de la santé au travail. » Mais d'emblée, il faut inviter à la prudence. « Le recours à la génétique à des limites. S'il est évident que la constitution génétique influence la susceptibilité à la maladie, rien ne permet d'affirmer que les gènes sont les seuls facteurs déterminant de cette susceptibilité comme certains tentent de le faire croire. »

Dépistage et surveillance

Etablissant la distinction, fondamentale sur le plan éthique, entre les notions de « dépistage génétique » et de « surveillance

génétique », divergentes quant à leurs implications, Philippe METTENS met aussi en exergue la crainte, fréquemment soulevée, de voir se développer des pratiques de sélection et de discrimination au détriment d'une prévention axée sur l'amélioration des conditions de travail.

« En tant qu'outil de veille épidémiologique, la surveillance génétique peut déceler un risque sanitaire méconnu et présenter un intérêt de santé publique ou de protection de la santé des travailleurs. En effet, tout milieu de travail ne peut garantir le risque zéro au niveau de son environnement et ce, à cause de la nature même de son activité. La pétrochimie

En tant qu'outil de veille épidémiologique, la surveillance génétique peut déceler un risque sanitaire méconnu et présenter un intérêt de santé publique ou de protection de la santé des travailleurs.

et le nucléaire, notamment, sont des secteurs à hauts risques d'exposition qui incitent plus que d'autres à la vigilance médicale. Quant au dépistage par contre, certains employeurs pourraient en faire une composante de gestion prévisionnelle du capital humain de leur entreprise. Le recours à la génétique en milieu professionnel n'est donc pas neutre », poursuit Philippe METTENS.

« Et il va falloir composer avec elle. Quand, comment et qui soumettre à des tests génétiques dans le cadre des relations de travail ? Comment garantir la confidentialité des données, préserver l'intégrité et le libre arbitre du travailleur ? Quelle valeur accorder au diagnostic génétique et quelles dispositions adopter en matière de prévention voire d'indemnisation de la maladie professionnelle sur de telles bases ? » Autant de questions et bien d'autres qui ont fait l'objet de la journée d'étude mise sur pied par la Politique scientifique fédérale. ■



De nombreuses interrogations

Médecin du travail et toxicologue industriel, le Dr Maria Isabel ORTEGA s'est efforcée de démontrer l'utilité des tests de cytogénicité en médecine du travail. « Les tests cytogénétiques sont des bio marqueurs d'effet précoce qui permettent de mettre en évidence des altérations au niveau des chromosomes à la suite de l'exposition à des agents mutagènes/cancérogènes génotoxiques dans le but de détecter si une personne ou un groupe de personnes est à risque de développer un cancer professionnel. En Belgique, ces tests sont déjà appliqués dans quelques rares entreprises. »

A l'instar du Dr LISON, le professeur Lisbeth Ehlert KNUDSEN de l'Institut de santé publique de l'Université de Copenhague a également insisté sur l'interaction entre les gènes et l'environnement, mais aussi entre les gènes entre eux. Et elle a invité à la prudence quant à l'interprétation des tests génétiques.

La biochimiste danoise a également souligné combien il importe de prendre en considération la qualité technique et la valeur prédictive de ces tests, la manière d'établir les échantillons, de stocker les données et de les analyser. « D'autres interrogations s'imposent », a-t-elle ajouté. « A quel moment les tests doivent-ils intervenir, avant ou après l'obtention d'un emploi ? Qui doit prendre l'initiative, les employeurs et les employés ? Quel est le but du test, écarter une personne à risque ou protéger la santé des travailleurs ? Que teste-t-on, des maladies ou des indicateurs de risque ? Qui sera testé, tous les employés ou seulement ceux qui présentent des risques ? Les échantillons seront-

ils conservés dans une banque de données biologiques ? »

Valeur prédictive limitée

Toutes ces interrogations n'empêchent pas la science de progresser comme l'ont indiqué les chercheurs. Toutefois, même s'ils reconnaissent l'intérêt du recours aux tests génétiques dans le cadre d'une meilleure surveillance des travailleurs exposés à des substances potentiellement toxiques, la plupart des orateurs ont convenu que nous sommes encore loin d'être en mesure d'évaluer de manière fiable la susceptibilité individuelle à des maladies professionnelles déterminées à l'aide de ces tests. Ces mêmes orateurs ont ajouté que la valeur prédictive des tests génétiques peut s'avérer limitée, même pour les maladies monogéniques, parce qu'il est toujours possible que la maladie en question ne se manifeste pas durant la vie professionnelle de l'individu et parce que l'on ne peut pas systématiquement prévoir l'évolution

temporelle et la gravité d'une affection future. Enfin, en ce qui concerne les maladies polygéniques et multifactorielles, ils ont estimé que, même si l'on parvient à une pleine compréhension de l'origine génétique de ces affections, des facteurs liés à l'environnement et au mode de vie restreindront toujours la prévisibilité de l'évolution de ces pathologies. D'un point de vue scientifique, compte tenu des connaissances actuelles, il n'est donc pas raisonnable d'écarter des candidats à un emploi sur la base d'un test génétique.



PLUS Contact : research@belspo.be



Emmanuèle BOURGEOIS est licenciée en psychologie de l'Université de Liège (1989), ancienne chercheuse au service de psychologie du travail et des entreprises de l'ULg (1990) et gestionnaire du programme d'appui scientifique à la protection des travailleurs en matière de santé depuis 1994.

www.tests-genetiques-et-travail.be

A LIRE De la santé au travail : enjeux de la susceptibilité génétique en milieu professionnel. Résumés des communications : http://www.belspo.be/belspo/home/publ/PSstd_fr.stm



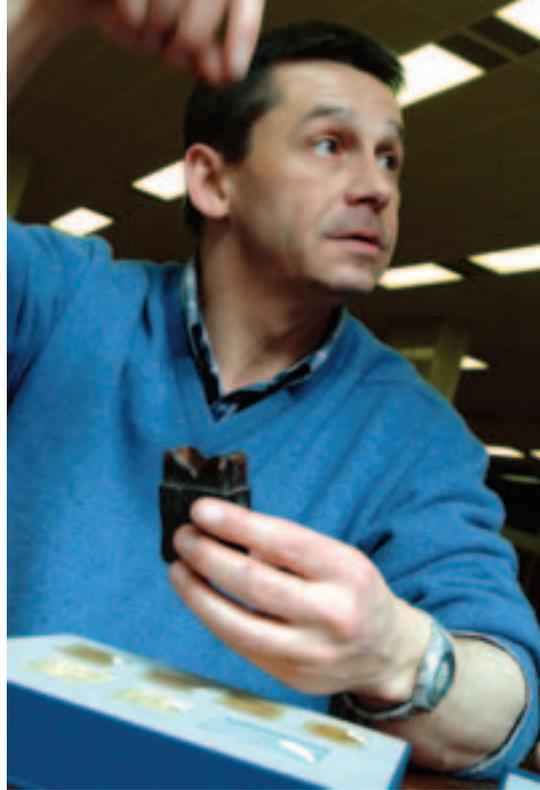
Aux origines était le manuscrit

Voici cinquante ans, la première pierre de l'actuelle Bibliothèque royale Albert 1^{er} était posée ; ce ne sera toutefois que quinze années plus tard qu'elle sera officiellement inaugurée, le 17 février 1969. Outre la grande salle de lecture, elle comporte plusieurs sections spéciales (les cabinets des médailles, des estampes, les sections des cartes et plans, de la musique ou de la réserve précieuse).





© Jean-Michel Byl



Bernard BOUSMANNE

REPÈRES

1992

Centre d'archéologie et d'histoire du livre (Bibliothèque royale de Belgique)

1994

Thèse de doctorat en histoire de la civilisation médiévale (Université catholique de Louvain - Institut d'études médiévales)

1997

Conservateur du cabinet des manuscrits

Le cabinet des manuscrits, dirigé par Bernard BOUSMANNE, compte quelque 39.000 originaux, du IX^e siècle à l'époque contemporaine, dont 270 manuscrits provenant de la bibliothèque des Ducs de Bourgogne, l'une des plus importantes puisqu'on y recensait 900 volumes, souligne le conservateur. « Il s'agit d'ailleurs du noyau de l'actuelle Bibliothèque royale puisque Philippe II rassemble, en 1559, ses ouvrages au palais du Coudenberg en la baptisant, précisément, « Bibliothèque royale ». »

Cette section est elle-même divisée en plusieurs séries correspondant à autant de périodes historiques et héberge de prestigieux fonds, comme celui de Félicien ROPS, d'ERASME, de VOLTAIRE, ou encore deux autres fonds spéciaux : GOETHAELS (qui rassemble les manuscrits et les imprimés relatifs à la généalogie, l'héraldique et l'histoire des anciens Pays-Bas) et MERGHELYNCK, axé sur la généalogie et l'histoire de la Flandre occidentale. Ces documents sont conservés dans des magasins où l'hygrométrie et la luminosité, ainsi que la température, sont constamment surveillées par un système d'alerte électronique. Afin de les protéger mieux encore, ils sont conditionnés dans des emballages spécialement confectionnés, en carton neutre, « au coût assez élevé – entre 60 et 70 euros l'unité. »

Le conservateur rappelle encore combien sont fragiles les pièces dont il a la responsabilité : « il se peut qu'une bactérie inactive depuis plusieurs dizaines d'années reprenne vie grâce à des conditions de conservation qui lui seraient favorables, pouvant condamner de la sorte le manuscrit. » Et de poursuivre : « nous restaurons et conservons les manuscrits que nous recevons, soit ici, en interne, soit en les confiant à l'Institut royal du patrimoine artistique ou à des privés. » Pour les manuscrits les plus intéressants d'un point de vue historique, scientifique ou iconographique, il est procédé à une numérisation. « C'est alors ce document que le lecteur

pourra consulter et non plus l'original, sauf à titre vraiment exceptionnel. »

Celle-ci est loin d'être entièrement digitalisée. « Pour l'heure, la bibliothèque de Bourgogne est disponible sur cédérom, mais je ne suis pas partisan d'une mise en ligne des collections : le manuscrit, étant donné son nombre de pages, ne s'y prête pas, contrairement aux médailles où vous avez, en deux clichés, l'avant et le revers. »

Des chercheurs provenant de tous horizons (philologues, historiens, architectes, ...) consultent ces manuscrits qui forment, « après le Vatican, Paris, Londres et Munich, et dans le désordre, la cinquième collection au monde. »

Le cabinet des manuscrits assure également la publication d'études scientifiques, en collaboration avec d'importantes maisons d'édition qui mettent du matériel technique à sa disposition, sorte de « win – win ». Il a entre autres publié sept répertoires des manuscrits datés conservés en Belgique. Outre ses missions de conservation et de diffusion des oeuvres, le cabinet des manuscrits accueille le Centre international de codicologie, fondé en 1967 par François MASAÏ qui prend en charge la rédaction du « Bulletin codicologique », annexé à la revue « Scriptorium », et qui reprend la bibliographie courante des études relatives aux manuscrits médiévaux.

Un droit de préemption ? « Il existe bel et bien une politique d'achat de manuscrits, mais nous n'avons, malheureusement, plus les moyens d'acheter quinze à vingt manuscrits par an ; aussi, nous privilégions les oeuvres locales ou nous complétons petit à petit nos collections. » Pour ce faire, Bernard BOUSMANNE suit avec attention les catalogues de maisons de vente et entretient d'excellentes relations avec les « auctioneers » et les libraires.

PLUS

Bibliothèque royale Albert I^{er} : www.kbr.be

Le « Bulletin codicologique » : www.scriptorium.be

Palais des beaux-arts de Bruxelles : www.bozar.be



BON A SAVOIR

Le cabinet des manuscrits ouvrira à la mi-juillet après les travaux de désamiantage.

Le musée du livre est temporairement fermé en attendant une étude muséographique complète.

A DÉCOUVRIR

Un DVD intitulé « Regards sur RIMBAUD » donne la parole à dix hommes et femmes qui l'ont rencontré, comme Ernest DELAHAYE, son ami d'enfance, Georges IZAMBARD, son professeur, Etienne CARJAT, le photographe ou encore, bien sûr, Paul VERLAINE. Ces « Regards », écrit Bernard BOUSMANNE, doivent se lire comme une histoire, au travers d'images et de mots. Un récit qui part à la recherche de l'homme et du poète en parcourant les rues pavées de Charleville et les plaines d'Aden, en passant par les fumées du brouillard londonien et les vapeurs d'absinthe.



© KBR

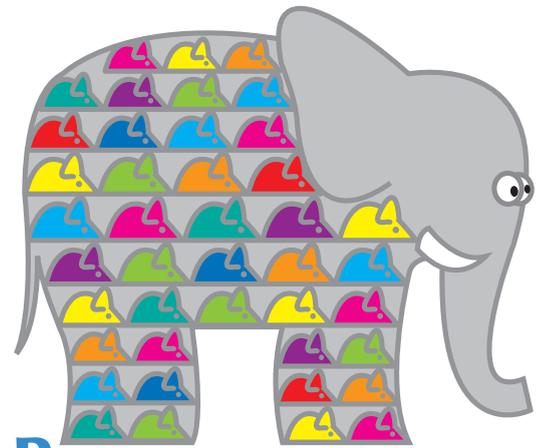
L'arrêté royal du 1^{er} février 2000 ...

fixant les règles

organiques de la gestion financière et matérielle des établissements scientifiques (ESF) de l'Etat relevant du ministre qui a la Politique scientifique dans ses attributions (...) prévoit, en son article 5, que la commission de gestion des ESF est, notamment, chargée de décider l'achat des pièces de collection artistiques ou historiques. Le directeur de l'ESF peut cependant exercer seul cette prérogative mais doit en informer ladite commission. Toutefois, cet achat ne peut être supérieur à 250.000 euros, auquel cas c'est au ministre de tutelle qu'appartient la décision. La décision finale d'achat est prise sur avis d'une commission consultative d'acquisition, composée du chef de l'établissement, du président du conseil scientifique, et de deux experts extérieurs (un francophone et un néerlandophone) choisis parmi le corps académique des universités.

Toutefois, quand un privé vend un objet, l'Etat belge ne dispose pas d'un droit de préemption, « ce que je regrette, mais c'est un vieux débat. » Aussi, si la Bibliothèque n'acquiert pas toujours elle-même la pièce qu'elle convoite, d'autres institutions publiques peuvent le faire à sa place et l'y laisser en dépôt. C'est le cas, par exemple, de la Fondation roi Baudouin qui a acquis, chez Sotheby's, en 2001, un livre d'heures – pièce très rare – réalisé dans les Pays-Bas méridionaux au XV^e siècle ou des Amis de la Bibliothèque royale qui, en avril 1999, ont acheté une lettre de l'humaniste et numismate brugeois Marcus LAURINUS (1530 – 1581) adressée au cartographe Abraham ORTELIUS (1527 – 1598), datée du 10 février 1571. Une autre des récentes acquisitions du cabinet est un petit étui en cuir du XIV^e siècle contenant six plaquettes en ivoire finement travaillées au dos desquelles on pouvait, grâce à un stylet, écrire sur une fine couche de cire. On l'aura compris, le manuscrit ne se présente pas seulement sur un support papier.

La Bibliothèque royale (hormis le musée du livre) ne dispose pas de véritable vitrine muséale. Aussi, en collaboration avec le Palais des beaux-arts, a-t-elle conçu une exposition sur le poète français Arthur RIMBAUD, dont on fête, en 2004, le cent cinquantième anniversaire de la naissance. C'est à Bruxelles que le poète publie « *Une Saison en enfer* », considérée à juste titre comme une oeuvre majeure de la littérature française, mais c'est également là qu'il se dispute définitivement avec Paul VERLAINE, son compagnon d'infortune et d'aventure sur lequel il tire à deux reprises. D'anecdotique, l'affaire prend vite un caractère judiciaire et les deux hommes sont emmenés devant les autorités de police. Face aux inspecteurs, chacun doit vider son portefeuille. « Nous avons recueilli les manuscrits qui se trouvaient dans leurs poches, poèmes autographes, dessins, ainsi que tout le dossier judiciaire du Palais de Justice de Bruxelles ; l'ensemble est montré pour la première fois au public. » ■



Bourgeoisement scientifique

Comme chaque année depuis trois ans, la Politique scientifique fédérale se met au service du réseau interuniversitaire francophone de diffusion des sciences dans le cadre du « Printemps des sciences ». Cette fois, l'Université libre de Bruxelles, le pôle universitaire européen, l'Université de Liège et le pôle mosan de l'enseignement supérieur ont fait appel au département. Cette année, le thème général du Printemps des sciences était la mesure.

A Bruxelles, aux côtés de l'Ecole royale militaire ou des Jeunesses scientifiques, la Politique scientifique présentait une série d'activités relatives à la télédétection et à l'imagerie satellitaire (grâce notamment à un cédérom éducatif), alors qu'à Liège, l'aquarium DUBUISSON, les Facultés agronomiques de Gembloux et des hautes écoles ont permis de réaliser une série d'expériences et de manipulations sur le thème de l'eau (ex : mesure de nitrates ; épuration par les plantes, ...).

Douze panneaux photographiques illustrant les recherches en Arctique et en Antarctique, ainsi qu'une brochure spécialement réalisée et une revue de presse des derniers articles parus sur le retour de la Belgique au pôle sud ont été présentés.



PLUS Le réseau interuniversitaire : www.sciences.be
 Le Printemps des sciences : www.printempsdessciences.be
 Guide de la télédétection en ligne : telsat.belspo.be/beo
 Les programmes de recherches de la Politique scientifique sur l'Antarctique : www.belspo.be/antar (en anglais uniquement)

Deux siècles de science en Belgique exposés à Rome

Du 9 janvier au 8 mars dernier, l'Academia Belgica, à Rome, accueillait en ses murs une exposition sur deux siècles de science en Belgique, proposée conjointement par la Politique scientifique fédérale, le Centre d'histoire des sciences et des techniques de l'Université de Liège et la « Koninklijke Vlaamse Academië van België voor wetenschappen ».

Intitulée « In terra, in mare, in cielo; due secoli di scienza in Belgio », cette manifestation s'inscrivait dans le cadre du festival bisannuel Europalia consacré, cette année, à l'Italie et au centième anniversaire de l'Institut historique belge de Rome logé à l'Academia. Ces événements concomitants offraient donc l'occasion de mettre en lumière, au travers d'une septantaine d'objets, dont la nacelle du professeur PICCARD, l'apport de notre pays à la science mondiale, qui plus est dans un endroit pres-

tigieux (les abords de la Villa Borghèse). GRAMME, COCKERILL, SOLVAY, de GERLACHE, de DUVE, FRIMOUT, DE WINNE autant de grands noms que la Belgique est en droit de porter bien haut.

« Je suis ravi d'accueillir une telle exposition », commentait Walter GEERTS (Université d'Anvers), le directeur de l'Academia Belgica, nommé depuis septembre 2003.

A l'occasion du vernissage, la ministre a dévoilé ses grands projets de numérisation des collections fédérales.

L'Academia Belgica est une des deux institutions scientifiques fédérales établies à l'étranger ; l'autre étant la Fondation BIERMANS-LAPOTRE, à Paris.

PLUS www.academiabelgica.it
www.ulg.ac.be/chst
www.kvab.be

Europalia bénéficie du soutien financier de deux départements fédéraux : les Affaires étrangères et la Politique scientifique. Plus d'un million de visiteurs ont fréquenté les diverses manifestations d'Europalia Italie, dont plus de 156.000 pour « Da Pompei a Roma », aux Musées royaux d'art et d'histoire.

En 2005, ce sera au tour de la Russie d'être mise à l'honneur.

Le Centre d'histoire des sciences et des techniques de l'Université de Liège est dirigé par Robert HALLEUX. Il vient d'être nommé « Wallon de l'année 2003 ». Il succède ainsi au dramaturge Jean LOUVET (2002) et au pongiste Jean-Michel SAIVE (2001).

De gauche à droite : Thomas BAEKELANDT, (ministre-conseiller à l'ambassade de Belgique à Rome), Walter GEERTS, la Ministre, Robert HALLEUX, Jan VANDERSMISSEN, (chercheur à la KVAB) et Philippe METTENS



Philippe BUSQUIN

docteur honoris causa



(© Belga)

L'Université de Mons-Hainaut, la Faculté polytechnique de Mons et l'Université libre de Bruxelles ont remis, le 9 mars dernier, les insignes de docteur *honoris causa* au commissaire européen en charge de la Recherche, Philippe BUSQUIN.

La cérémonie, s'inscrivant dans le cadre du dixième anniversaire de la présence de l'ULB à Charleroi, a été précédée d'un séminaire intitulé « Le rôle de l'université dans le développement régional ».

« Affirmer que la formation, la recherche, la valorisation des résultats innovants, et donc l'université, sont au cœur du développement régional n'a rien d'original. Le démontrer est plus intéressant », ont soutenu les autorités académiques.

Dans son intervention, le commissaire européen s'est prononcé pour la création d'une euregio universitaire Lille / Bruxelles / Charleroi / Mons.

Vols spatiaux

Le Conseil des ministres a adopté le 6 février dernier le projet de « loi relative aux activités de lancement, d'opération de vol et de guidage d'objets spatiaux », qui lui était présenté par la ministre de la Politique scientifique.

A l'instar de pays actifs dans le domaine spatial, comme les Etats-Unis, la Russie, le Royaume-Uni, l'Australie, et de plus petits partenaires comme la Suède ou la Norvège, la Belgique se dote aujourd'hui d'une législation spatiale destinée à réguler les activités de lancement et d'opération d'engins spatiaux, comme les satellites.

Notre pays s'inscrit ainsi à la pointe d'un effort commun à plusieurs états européens, ainsi qu'à plusieurs autres nations du monde (comme la Corée du Sud ou l'Algérie). Le projet de loi répond au prescrit des traités conclus de 1967 à 1975 dans le cadre des Nations Unies et qui imposent certaines obligations à la Belgique, notamment en matière de contrôle et de surveillance des activités spatiales menées sous sa juridiction.

Ce cadre juridique a pour but de faciliter l'établissement d'opérateurs fiables et responsables en Belgique et d'assurer la meilleure sécurité pour les activités menées par eux. La Belgique participe ainsi, dans le contexte de la libéralisation des activités d'opération d'objets spatiaux, à renforcer les garanties des intérêts de tous les intervenants (populations, pouvoirs publics et opérateurs), à la sécurité internationale liée à ce type d'activités ainsi qu'à l'extension et au renforcement d'un cadre juridique approprié.

Un accent particulier a été mis sur la protection de

l'environnement : le projet de loi répond aux directives européennes en la matière (études d'incidences).

Le projet de loi s'articule autour de trois institutions :

- l'autorisation du ministre, requise pour mener les activités, et les conditions dont elle peut être assortie ;
- la création et la tenue d'un registre national des objets spatiaux qui, à l'instar de ce qui existe pour les aéronefs et les navires, permettra l'immatriculation par la Belgique de satellites et autres engins spatiaux ;
- le recours ménagé à l'Etat belge contre l'opérateur en cas de dommage causé par l'engin spatial (par exemple, lors de sa retombée sur terre). Ce recours est en principe plafonné à un certain montant, sauf les cas prévus par la loi en projet.

La Belgique s'acquitte ainsi d'une grande partie de ses obligations issues des traités internationaux de l'Espace et fait figure de précurseur vis-à-vis de ses grands partenaires européens. Des projets de loi sont en préparation en France, en Allemagne et aux Pays-Bas.

En outre, la pro-activité de la Belgique dans le domaine du droit de l'espace ne s'arrête pas là puisqu'elle poursuit son adhésion à l'Accord sur la Lune, conclu en 1979, et qui se caractérise par le statut très progressiste qu'il accorde à la Lune, aux autres astres du système solaire et à leurs ressources.



PLUS

Contact : space@belspo.be

Jean-François MAYENCE est conseiller juridique et spécialiste du droit de l'espace à la Politique scientifique fédérale



ESTEC

Le 11 février dernier, le roi Albert, accompagné de la ministre de la Politique scientifique, a rendu visite à l'ESTEC, le centre technique de l'Agence spatiale européenne (ESA), situé à Noordwijck, aux Pays-Bas.

Dans son discours de bienvenue, le directeur général de l'Agence, Jean-Jacques DORDAIN, a souligné l'importance de la contribution de la Belgique au budget de l'ESA (notre pays, comme la France, participe à tous les programmes de recherche de l'Agence).

Quatre-vingt neuf Belges travaillent pour l'ESA, dont la moitié à l'ESTEC.



De gauche à droite : le roi Albert II, la ministre de la Politique scientifique et Frank DE WINNE (© Belga)



POSTER: l'Union européenne une nouvelle perspective

Ce 1^{er} mai, l'Union européenne a accueilli dix nouveaux pays, procédant de la sorte au plus important élargissement de son histoire, tant par son envergure que par sa diversité.

A cette occasion, un poster comprenant une spatio-carte de l'Europe réalisée à partir d'une synthèse annuelle de données du capteur « Vegetation » du satellite SPOT 4, une ligne du temps illustrant les différentes étapes de la construction de l'Europe de la fin de la Seconde guerre à nos jours, ainsi qu'un texte invitant à une étude plus approfondie de l'image via les pages inter-

net hébergées sur le site telsat.belspo.be/beo/europe.htm

L'imagerie satellitaire constitue une opportunité intéressante

d'illustrer visuellement la di-

versité territoriale de l'Union européenne. Contrairement aux cartes politiques, l'image satellite met en évidence les éléments de relief, de l'hydrographie et de l'utilisation des sols qui structurent le territoire au-delà des frontières nationales et permet donc d'attirer l'attention sur les éléments qui unissent plutôt que sur les limites qui divisent.

Le poster est disponible en français, néerlandais et anglais.

Expo- sciences

La Politique scientifique apporte son soutien à « Expo-Sciences », une grande manifestation qui sera organisée au palais 2 du Heysel les 6, 7 et 8 mai prochains. « Expo-Sciences » est un concours de projets scientifiques réunissant, pendant 3 jours, des jeunes de 3 à 25 ans, des professeurs et de nombreux visiteurs, aussi bien francophones que néerlandophones. Occasion idéale de s'enrichir tout en s'amusant, « Expo-Sciences » est également un lieu de rencontres entre novices et scientifiques confirmés.

Cette année, un concours de lancer d'avions en papier sera organisé. Record de vol à battre : 27 secondes ... Nous y reviendrons dans notre prochain numéro.

PLUS Jeunesses scientifiques de Belgique:
www.jsb.be
Jeugd, cultuur en wetenschap :
www.jeugdwerknet.be/jcw



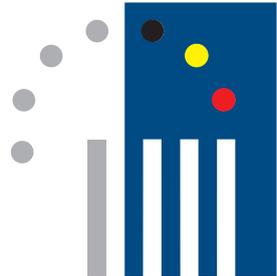
Actuellement & à venir

Quelques expositions actuellement en cours et conférences à venir organisées par ou avec le soutien de la Politique scientifique ou auxquelles la Politique scientifique participe :

- **Journées d'étude sur le thème des migrations** (présentation des résultats de recherche du programme cohésion sociale, au résidence Palace, 18 mai 2004, 25 mai 2004, 1^{er} juin 2004 et 8 juin 2004.
(Plus: research@belspo.be; www.belspo.be/fedra)
- **Fernand KHNOFF**, aux Musées royaux des beaux-arts de Belgique, jusqu'au 9 mai 2004 (Plus : www.expo-khnopff.be)
- **Arthur RIMBAUD, une saison en enfer**, par la Bibliothèque royale en collaboration avec le Palais des beaux-arts, au Palais des beaux-arts, jusqu'au 16 mai 2004 (Plus : www.kbr.be; www.bozar.be)
- **Entre photos et cinéma**, aux Musées royaux d'art et d'histoire, jusqu'au 30 mai 2004 (Plus : www.kmkg-mrah.be)
- **Participation à la Journée mondiale de lutte contre la désertification et la sécheresse**, au centre de congrès « Het Pand » à Gand, le 17 juin 2004 (Plus : www.dgcd.be ; whc.unesco.org ; coordination@belspo.be)
- **Bagdad, au-delà du miroir**, aux Musées royaux d'art et d'histoire, jusqu'au 27 juin 2004 (Plus : www.kmkg-mrah.be)
- **Le sensible et la force**, au Musée royal d'Afrique centrale, jusqu'au 5 septembre 2004 (Plus : www.africamuseum.be)
- **Jeux olympiques des animaux**, à l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique, jusqu'au 26 septembre 2004 (Plus : www.sciencesnaturelles.be)
- **La porte enchantée**, à la Porte de Hal, jusqu'au 26 septembre 2004 (Plus : www.kmkg-mrah.be)



Bagdad, au-delà du miroir



Science Connection est un magazine gratuit de la Politique scientifique fédérale.

Editeur responsable :

Dr Philippe METTENS, Rue de la Science, 8 à B - 1000 – Bruxelles

Coordination :

Pierre DEMOITIÉ et Patrick RIBOUVILLE
+(32) (0)2 238 34 11
scienceconnection@belspo.be

Rédaction :

Benny AUDENAERT, Bernard DELHAUSSE, Pierre DEMOITIÉ,
Christian DU BRULLE, Didier FLAGOTHIER, Théo PIRARD,
Luc RUIDANT et Steven STROEYKENS (dossier Mars)

L'article « Enjeux de la susceptibilité génétique » a été reproduit grâce à l'aimable autorisation du « Journal du médecin ».

Création et mise en page :

Chris communications - www.chriscom.be

Abonnement :

Joëlle BERTRAND et Ria D'HAEMERS
+ (32) (0)2 238 34 11
abo.scienceconnection@belspo.be

Abonnement en ligne :

<http://www.scienceconnection.be>

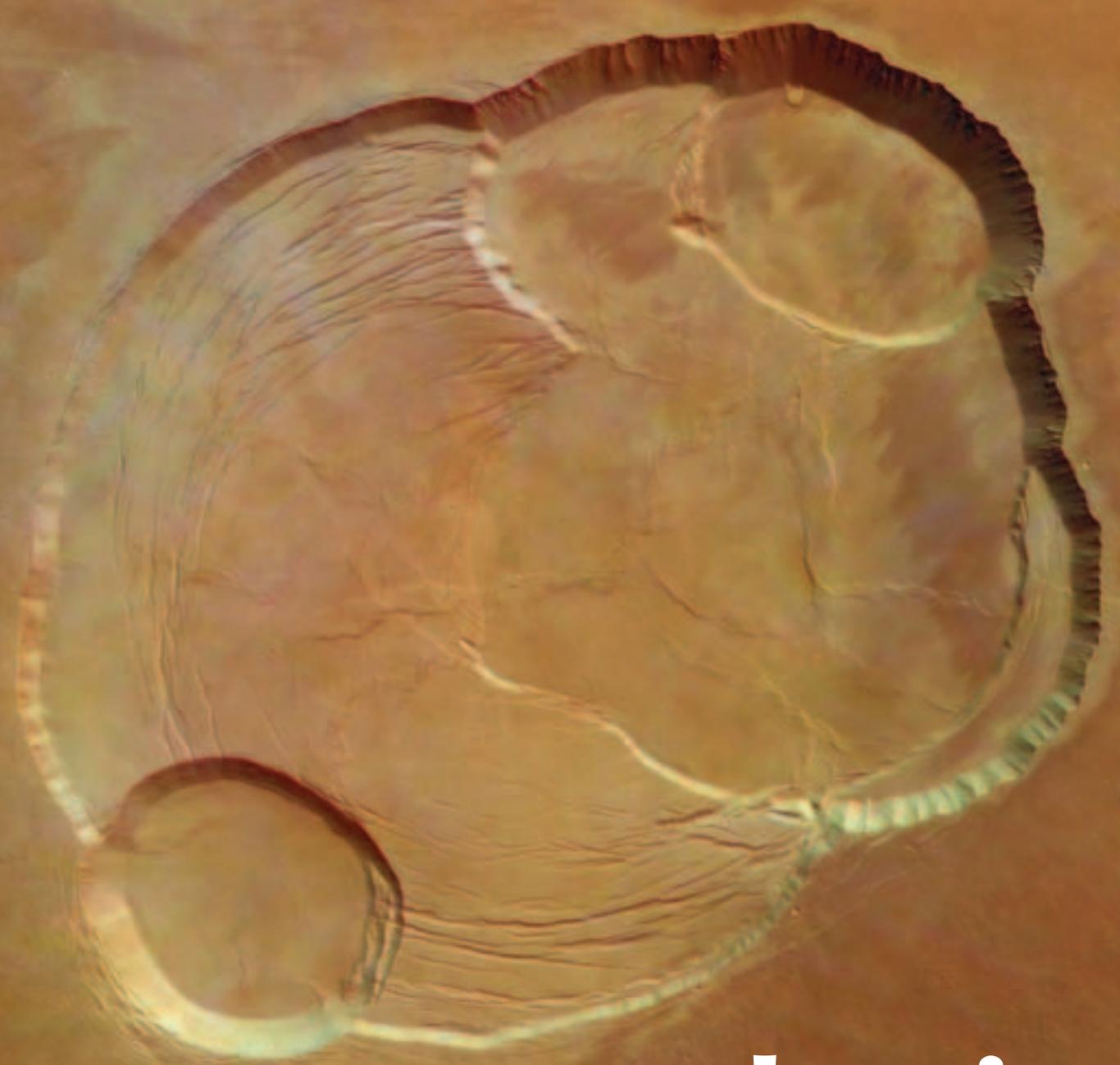
Science Connection est disponible au format PDF en français et en néerlandais sur www.belspo.be

Le prochain numéro sortira le 21 juin 2004

La Politique scientifique fédérale ni aucune personne agissant en son nom n'est responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues dans cette publication ou des erreurs éventuelles qui, malgré le soin apporté à la préparation des textes, pourraient y subsister.

La Politique scientifique s'est efforcée de respecter les prescriptions légales relatives au droit d'auteur et de contacter les ayants droits. Toute personne qui se sentirait lésée et qui souhaiterait faire valoir ses droits est priée de se faire connaître.

© Politique scientifique fédérale 2004.
Reproduction autorisée moyennant citation de la source.



dossier Mars



Mars

dans le miroir du télé
et celui de notre

section 1

1 Mars dans le miroir du télescope et dans celui de notre imagination

- Une mystérieuse vagabonde
- Premières observations du télescope
- Canaux et Martiens

2 Mars de près

- Les premiers visiteurs: une révolution décevante
- La cartographie de la planète rouge
- Les sondes Viking à la recherche de la vie
- Fortunes diverses des missions martiennes

3 La connaissance actuelle de Mars

- Portrait d'une planète
- Un passé humide?
- Indices contradictoires
- Où l'eau se cache-t-elle?
- Y a-t-il eu de la vie sur Mars?



scope. e imagination

De toutes les planètes du système solaire, Mars est probablement celle qui, au fil des siècles, a le plus frappé l'imagination humaine, hormis peut-être la terre. Des millénaires durant, la célèbre « planète rouge » a titillé la curiosité. Même observée à l'œil nu, Mars révèle son caractère particulier.

Tycho BRAHE →
Johannes KEPLER →→



Une mystérieuse vagabonde

Il n'y a pas que sa couleur bizarre – pas tout à fait rouge, mais plutôt orangée – rappelant à l'homme le feu et le sang et qui, dans l'antiquité classique, a associé la planète au dieu de la guerre (Mars chez les Romains). Mars se déplace également de façon toute personnelle dans le ciel. Ceux qui, chaque nuit, observent les étoiles, voient très clairement le point orange de Mars se faufiler à grande vitesse entre les étoiles. Généralement, Mars va vers l'est, mais parfois, environ une fois tous les deux ans, elle amorce une boucle très nette et revient vers l'ouest, pour reprendre ensuite son éternel mouvement en direction de l'est. C'est précisément ce mouvement qui a permis à Mars de conquérir ses premiers galons de vedette dans le monde de la science. C'est en effet essentiellement à l'observation des mouvements de Mars que Johannes KEPLER doit la découverte de ses fameuses trois lois

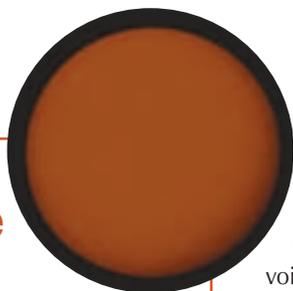


dossier mars

Image de Mars avec ses deux calottes polaires, photographiée par le télescope spatial Hubble. (NASA)



A première vue, Mars était un simple disque orange minuscule.



du mouvement des planètes, qui ont ouvert la voie au décryptage de la gravité par Isaac NEWTON et au développement ultérieur de l'astronomie.

KEPLER (1571 – 1630) fut brièvement l'assistant de l'astronome danois Tycho BRAHE (1546 – 1601), qui travaillait à l'époque à Prague. BRAHE avait consacré sa vie à l'observation plus méticuleuse que jamais des positions et des

mouvements des astres. Le degré de précision de ses mesures atteignait le maximum de ce qui était possible avant l'invention du télescope. Si Tycho était un observateur pragmatique, le talent de KEPLER résidait plutôt dans les aspects théoriques et mathématiques. Après le décès de Tycho BRAHE, KEPLER eut la chance de pouvoir analyser les données rassemblées par le vieil astronome. KEPLER était passionné par Mars. De par ses mouvements rapides, Mars était la plus difficile à analyser, mais la planète laissait en même temps présager que la perception du système solaire prévalant alors ne tenait pas la route. Il était généralement admis que les planètes tournaient autour de la terre, sur des orbites composées de multiples mouvements circulaires. La polémique faisait rage entre astronomes à propos de la théorie très controversée de Nicolas COPERNIC, selon laquelle les planètes ne tournaient pas autour de la terre, mais bien autour du soleil. La théorie de COPERNIC expliquait avec élégance pourquoi, de temps à autre, Mars faisait un virage à droite dans le ciel pour s'en retourner provisoirement vers l'ouest. Ce « virage d'opposition » se manifestait à chaque fois que la terre, dont la révolution

autour du soleil était plus rapide que celle de Mars, rattrapait la planète et la dépassait. Vue de la terre, Mars semblait faire temporairement « marche arrière ».

Mais aucune preuve irréfutable ne venait confirmer les thèses de COPERNIC et de plus, COPERNIC se cramponnait à la notion d'un mouvement composé de cercles – vestige d'une conception philosophique de l'antiquité, faisant du cercle la figure géométrique plane la plus parfaite, et donc l'unique figure parfaite digne de représenter l'orbite d'un corps céleste. Longtemps, KEPLER tenta de construire une orbite de Mars correspondant aux mesures effectuées par Tycho BRAHE à l'aide de cercles. Mais sans succès. A l'issue d'épuisants calculs, KEPLER arriva à la conclusion que Mars ne se déplaçait pas le long d'un cercle, mais le long d'une ellipse autour du soleil. D'autres planètes étaient concernées. Cette constatation est désormais connue sous le nom de « première loi de KEPLER » : les planètes se déplacent sur des orbites elliptiques dont l'un des foyers est le soleil. Cette découverte revêtait un caractère révolutionnaire pour l'époque.

Plus tard, le grand physicien britannique Isaac NEWTON expliquera les causes de ces mouvements elliptiques. Il a pu prouver que la gravité exercée par le soleil sur une planète, comme l'indiquent les formules de son célèbre ouvrage les « Principes » entraîne automatiquement ce mouvement elliptique de la planète.



Dessin de Mars
de Christiaan HUYGENS

Giovanni SCHIAPARELLI

La découverte la plus célèbre de Schiaparelli est celle des fameux « canaux » qu'il a cru détecter sur Mars.

Premières observations du télescope

L'émoi retomba quelque peu autour de la planète Mars après ce rôle de vedette marquant les débuts de la physique et de l'astronomie modernes. Les astronomes orientèrent le regard du télescope fraîchement découvert vers Mars, mais l'aspect de la planète rouge s'avéra décevant. Tandis que Vénus affichait son élégance, Jupiter ses nuages et ses lunes et Saturne ses mystérieux anneaux, les premiers télescopes assez primitifs ne révélaient pas grand-chose de Mars. A première vue, Mars était un simple disque orange minuscule. L'astronome hollandais Christiaan HUYGENS est le premier à avoir détecté un détail identifiable au télescope : une tache sombre, désormais connue sous le nom de *Syrtis Major*. HUYGENS découvrit également que, suivant l'exemple de la terre, Mars tournait sur son axe en environ 24 heures (précisément : 24 heures et 37 minutes). En 1666, l'astronome franco-italien Giovanni Domenico (Jean-Dominique) CASSINI découvrit que Mars présentait des calottes polaires blanches,

tout comme la terre. William HERSCHEL (qui découvrit la planète Uranus) remarqua à la fin du dix-huitième siècle que ces deux calottes polaires s'étendaient et rétrécissaient alternativement suivant un rythme saisonnier rappelant fortement la terre (mais près de deux fois plus long, Mars mettant à peu près deux ans pour effectuer une révolution sidérale). HERSCHEL observa également la présence d'une atmosphère sur Mars dans laquelle apparaissaient parfois des nuages.

Mais il a fallu patienter jusqu'au dix-neuvième siècle avant que l'étude de Mars ne prenne son plein essor, lorsque des télescopes aux qualités optiques suffisantes permirent de dévoiler d'infimes détails de la surface de Mars. Observé au télescope, le disque de Mars révélait une large palette de taches sombres et claires, dont certaines évoluaient au gré des saisons, comme les calottes polaires.

Canaux et Martiens

L'épisode le plus extraordinaire de l'histoire de l'exploration de Mars débute en 1877, lorsque l'astronome italien Giovanni SCHIAPARELLI se lance dans une campagne d'observation systématique de la planète rouge. SCHIAPARELLI est à l'origine du système de nomenclature de Mars toujours en vigueur actuellement : il donna à diverses taches sombres et claires de Mars des noms de pays et de mers, puisés dans l'antiquité classique, comme *Hellas* (Grèce) et *Syrtis Major* (ou *Syrtis Magna*) déjà cité, du nom du golfe de Syrte (ou Sydra) le long des côtes libyennes. La découverte la plus célèbre de Schiaparelli est celle des fameux « canaux » qu'il a cru détecter sur Mars. De fins rubans sombres avaient déjà été observés à la surface de Mars, mais SCHIAPARELLI

en voyait énormément et a écrit longuement à leur sujet. Une carte établie par Schiaparelli en 1882, montre un paysage traversé dans tous les sens d'une énorme quantité de lignes droites épaisses et minces.

SCHIAPARELLI resta prudent quant à la nature de ces « canaux », mais il émit toutefois l'hypothèse selon laquelle il pouvait s'agir de structures artificielles aménagées par les habitants de Mars. La perfection géométrique des traits semblait en tout cas indiquer une origine artificielle.

SCHIAPARELLI souligna qu'il ne s'agissait là que d'une hypothèse. Mais certains de ses contemporains s'avèrent nettement moins prudents. Pour le Français Camille FLAMMARION par exemple, il était pratiquement certain



dossier mars

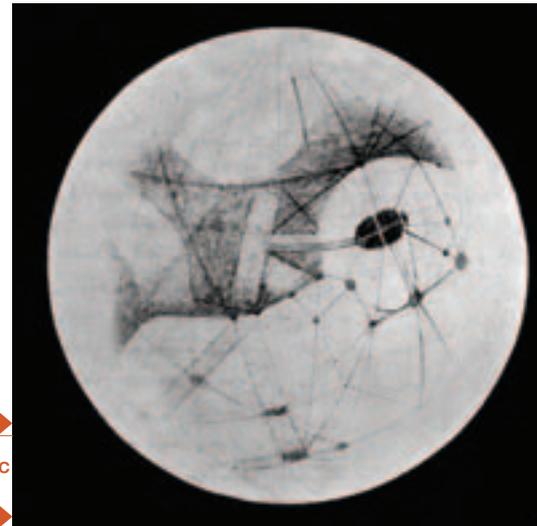
que ces canaux étaient de véritables canaux, cours d'eau artificiels creusés par les habitants de Mars. Le plus ardent tenant de cette théorie fut l'astronome autodidacte américain Percival LOWELL (1855 – 1916), que les travaux de FLAMMARION incitèrent à étudier la planète Mars. On peut dire, sans risque d'exagérer, que l'imaginaire collectif autour de Mars s'emballa complètement sous l'influence de LOWELL. L'origine artificielle des canaux martiens ne faisait aucun doute pour LOWELL et il se donna pour mission d'en convaincre le monde entier. Les livres qu'il écrivit sur Mars devinrent des best-sellers et déterminèrent l'image populaire de Mars au cours du siècle qui a suivi – même si le monde scientifique leur réservait un accueil nettement plus sceptique. Dans leur observatoire de Flagstaff en Arizona, LOWELL et ses collaborateurs firent des milliers de croquis de Mars, observée à l'aide d'excellents télescopes. Ces dessins représentaient des centaines de canaux, donnant parfois à Mars l'aspect d'une toile d'araignée. Dans ses livres, LOWELL développait toute une théorie à propos de ce qui se passait sur Mars. Selon lui, cette planète abritait une civilisation extrêmement développée, confrontée toutefois à une forte pénurie d'eau. La planète était en voie d'assèchement. Pour exploiter au mieux les maigres ressources hydriques pour l'agriculture, les habitants de Mars avaient aménagé un impressionnant réseau de canaux. Ils pouvaient ainsi recueillir chaque printemps

Ce sont sans conteste les plus remarquables travaux publics qu'ait jamais connu notre système solaire qu'il observe" affirmait Tom Burnes, directeur de l'observatoire Perkins dans l'Ohio à propos de LOWELL.

l'eau provenant de la fonte des calottes polaires et la répartir sur la planète. Les canaux étaient bordés de larges bandes de végétation luxuriante, et c'étaient précisément ces bandes de terres agricoles et non pas les cours d'eau relativement étroits que nous observions depuis la terre sous la forme de lignes sombres sur Mars.

« Ce sont sans conteste les plus remarquables travaux publics qu'ait jamais connu notre système solaire qu'il observe » affirmait Tom BURNES, directeur de l'observatoire Perkins dans l'Ohio à propos de LOWELL.

Débordant d'admiration, Percival LOWELL écrivait qu'un peuple réussissant de tels travaux publics, à l'échelle d'une planète, devait avoir atteint un degré de civilisation nettement supérieur à l'homme. D'un point de vue technique, mais aussi politique, les habitants de Mars avaient une énorme longueur d'avance sur nous. Il était évident que les habitants de Mars avaient dépassé la politique partisane, écrivait LOWELL.



Percival LOWELL ►►
Dessin de Mars avec
ses canaux, par
Percival LOWELL ►►

Etonnant, selon un commentateur, que derrière son télescope, LOWELL n'ait pas réussi à nous dévoiler le nom du ministre de l'agriculture sur Mars.

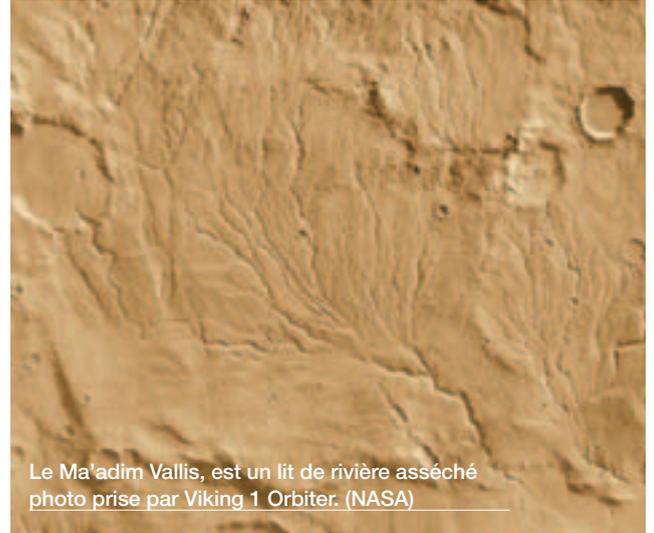
Dans la foulée des travaux de LOWELL et de ses adeptes, l'idée que Mars était habitée, gagna un terrain considérable dans la culture populaire – mais pas dans le cénacle scientifique. Au vingtième siècle d'innombrables auteurs de science-fiction ont écrit sur Mars et ses habitants. Pour les uns, les habitants

de Mars étaient d'amusants petits hommes verts à la tête surmontée d'antennes, pour les autres, ils étaient de grands guerriers agressifs. Dans son roman de 1898, « *La guerre des Mondes* », H.G. WELLS décrit l'attaque de la terre

par des Martiens dotés de technologies de pointe. Face aux puissantes armes des Martiens, les armées terriennes n'avaient aucune chance et ce furent finalement les bactéries de notre planète qui contaminèrent les Martiens et firent changer le cours de la guerre. En 1938, « *La guerre des Mondes* » inspira le réalisateur américain Orson WELLES qui en fit une sensationnelle pièce radiophonique. Elle commençait par un faux bulletin d'information, interrompant les émissions normales. Le « présentateur » et les journalistes dépêchés sur place relaient un soi-disant atterrissage de Martiens dans une région de l'est des Etats-Unis. Les Martiens attaquaient les populations avec des gaz toxiques et des armes secrètes, réduisant en cendres la ville de New York. De nombreux auditeurs furent dupes et étaient convaincus qu'une invasion martienne était bel et bien en cours. La panique gagna de nombreux endroits aux Etats-Unis ou alors, la police fut submergée d'appels.



L'origine artificielle des canaux martiens ne faisait aucun doute pour Lowell et il se donna pour mission d'en convaincre le monde entier.



Le Ma'adim Vallis, est un lit de rivière asséché photo prise par Viking 1 Orbiter. (NASA)

Ray BRADBURY, est un autre auteur de science-fiction qui a publié des ouvrages intéressants sur Mars, inspirés par l'image véhiculée par LOWELL d'une planète civilisée, mais en voie de désertification. Dans une série de courts récits, il présente une image sensible d'une civilisation mélancolique en voie d'extinction sur la planète Mars, écrasée par des colonisateurs bruyants, dévoreurs de hamburgers, mais extrêmement humains, venus de la terre. Pour la culture populaire, durant une grande partie du vingtième siècle, les choses étaient claires : Mars était habitée. « Martiens » était pratiquement devenu synonyme d' « extraterrestres ». En 1889, la planète Mars avait été délibérément exclue lors d'un concours, dans lequel la riche mécène française Clara GUZMAN, promettait la somme considérable de 100.000 francs à celui qui mettrait au point une méthode permettant d'établir la communication avec des extraterrestres intelligents. Cela aurait été « trop facile » puisqu'il était « établi » que Mars était habitée par des êtres intelligents. Bizarrement, le prix GUZMAN fut finalement décerné par l'Académie Française en 1969 lors du premier atterrissage américain sur la lune. L'Académie interprétait cet événement comme une tentative réussie de communication avec un autre corps céleste.

Mais la légende des Martiens et de leurs canaux a fait long feu. Les astronomes qui, après LOWELL, ont observé Mars à l'aide de télescopes plus performants et avec un sens critique plus développé, ont constaté que, souvent, les soi-disant canaux étaient totalement invisibles. Plus les télescopes devenaient grands et performants et plus les conditions d'observation s'amélioraient, moins les canaux devenaient visibles. LOWELL lui-même avait déjà constaté qu'il pouvait mieux observer les canaux s'il couvrait en partie son grand télescope, le transformant en un petit télescope. Les observateurs qui, au début du XX^e siècle, ont braqué de grands télescopes sur Mars, dans d'excellentes conditions d'observation, ont rapporté que

la planète semblait recouverte d'une nuée de petites taches aux contours irréguliers et non pas de lignes droites.

Le monde scientifique était de plus en plus convaincu que les canaux n'étaient en réalité qu'une forme d'illusion optique. En présence d'une multitude de petites taches aux contours irréguliers, trop petites pour être parfaitement visibles séparément, l'œil humain a parfois tendance à associer ces petites taches à de petites lignes droites. Rien d'étonnant dès lors à ce que de nombreux astronomes aient cru distinguer ces petites lignes lorsqu'ils observaient Mars, d'autant plus que d'éminents collègues les avaient déjà observées et écrit avec enthousiasme à leur sujet.

Mais les canaux et l'image de Mars, planète habitée reçurent le coup de grâce lors de la transmission des premières photos prises à proximité de la planète par un vaisseau de reconnaissance inhabité.



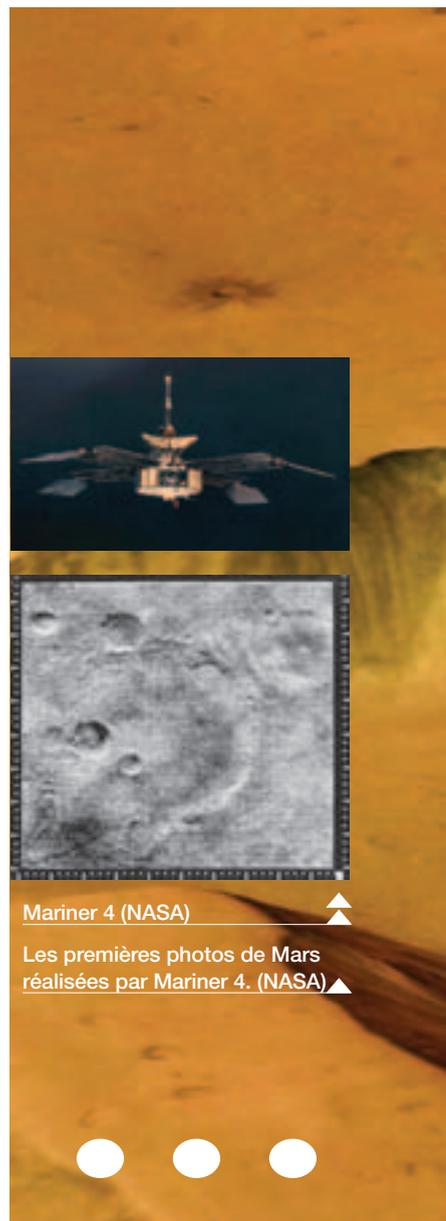
dossier mars

Ces dernières décennies, l'exploration de Mars par les sondes spatiales n'a pas été un long fleuve tranquille. Le tableau récapitulant l'ensemble des missions vers Mars l'atteste : les échecs sont plus nombreux que les réussites, tant chez les Russes que chez les Américains. Nombreux sont les robots de reconnaissance qui ont connu une fin peu glorieuse sur Mars ou dans ses environs.

Mars

Les premiers visiteurs : une révolution décevante

Dès les premiers vols spatiaux vers Mars, les choses ont mal tourné. Des observateurs occidentaux soupçonnent que dès 1960, l'Union soviétique avait tenté d'envoyer deux sondes vers Mars, mais toutes deux ont été détruites lors du lancement. En 1962, les Russes font trois essais. Deux engins ne dépassent jamais une orbite autour de la terre. Le troisième a réussi son départ en direction de la planète rouge, mais à 106 millions de kilomètres de la terre, le contact radio a été interrompu et n'a jamais pu être rétabli. En 1965, la sonde Zond 2 connut un sort identique. Cette même année, Mars reçut une première visite : celle de la sonde américaine Mariner 4 (deuxième tentative américaine, après l'échec de Mariner 3). Les clichés des environs de Mars envoyés par radio par Mariner 4 étaient attendus avec énormément d'impatience par les directeurs de vol et les scientifiques de la NASA. Et Mariner 4 a comblé tous leurs espoirs : les premiers gros plans de Mars ont



Mariner 4 (NASA) ▲

Les premières photos de Mars réalisées par Mariner 4. (NASA) ▲



de près

Une petite partie de Valles Marineris, baptisée du nom de Mariner 9, photographiée cette année par la mission européenne Mars Express (le cliché a été retravaillé par ordinateur pour mettre en évidence les perspectives). (ESA)

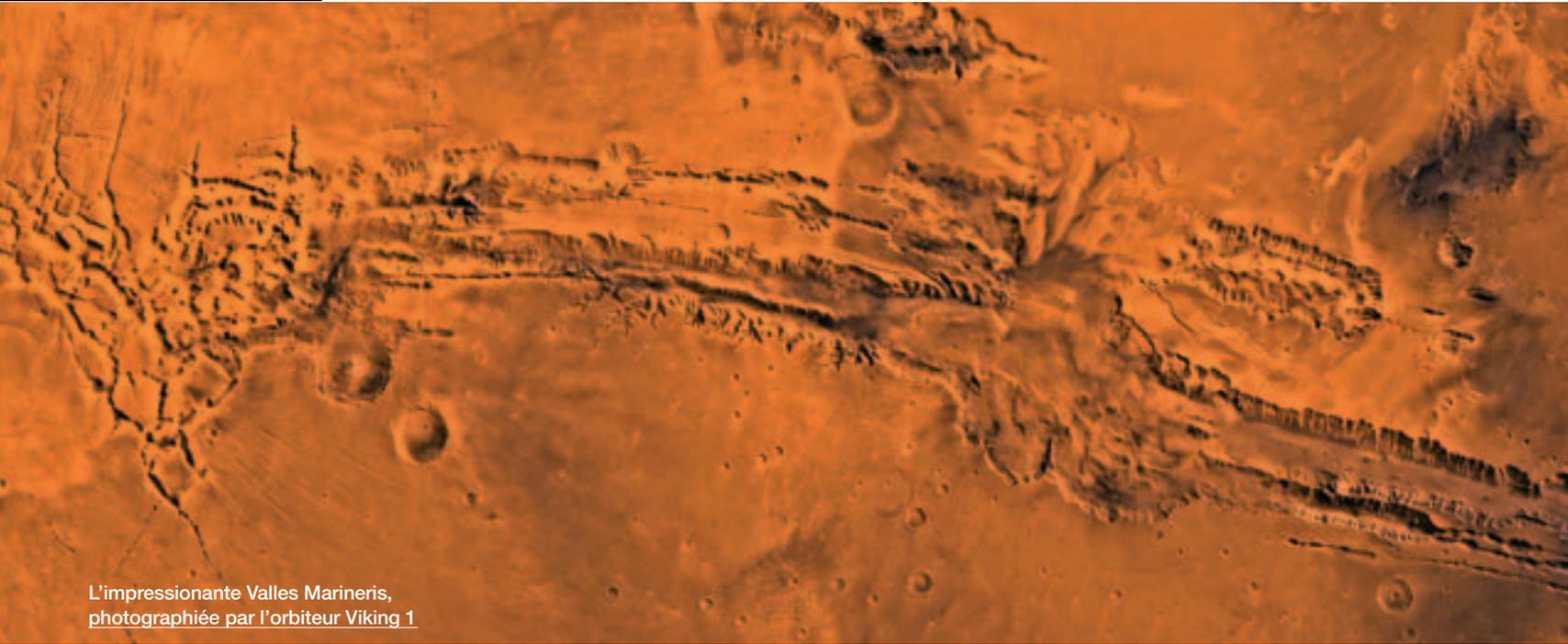
marqué un tournant dans l'étude de la planète rouge. Même si, pour beaucoup, ce tournant fut décevant. Mariner 4 a survolé Mars à grande vitesse, réalisant 22 clichés au passage. Ils ont été stockés à bord sur une bande magnétique et transmis à la terre onze heures plus tard. A la surprise de nombreuses personnes, les photos en noir et blanc semblaient révéler un paysage ponctué de cratères. La surface de Mars présentait une ressemblance surprenante avec celle de la lune. En réalité, plusieurs astronomes avaient déjà prévu la présence de cratères sur Mars, l'atmosphère ténue de la planète n'empêchant nullement la chute de météorites. Mais d'une manière générale, on attendait du paysage de Mars un aspect moins aride et désolé que celui de la lune. Mais les photos de Mariner 4 montraient simplement un paysage séculaire parsemé de cratères, sans la moindre trace d'eau ou même d'érosion et encore moins de vie ou d'habitat. Mariner 4 a également pu mesurer la densité

de l'atmosphère martienne, qui s'est avérée encore plus ténue que prévue : la pression atteignait à peine un demi pour cent de l'atmosphère terrestre. Cette pression extrêmement faible signifiait également que la présence d'eau liquide sur Mars était impossible. Enterrés les rêves de canaux débordant d'eau sur Mars.

Plus tard, lorsque la carte de toute la planète fut établie, il apparut que Mariner 4 avait, par hasard, photographié quelques zones de Mars où les cratères étaient particulièrement nombreux. Mais cela ne modifia en rien l'image globale : d'un monde aride, il est vrai, mais potentiellement viable, Mars se transforma en un désert désolé, archi-sec, sans la moindre goutte d'eau. Et glacial, en prime. La température sur Mars ne semblait que rarement dépasser zéro degré et se situer le plus souvent largement en dessous.



dossier mars

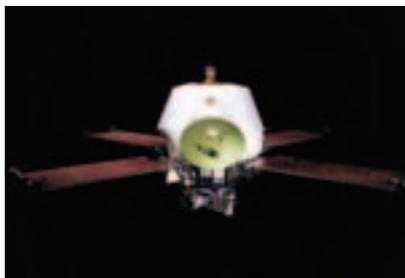


L'impressionnante Valles Marineris, photographiée par l'orbiteur Viking 1

La cartographie de la planète rouge

L'étape marquante suivante dans l'étude de Mars intervient en 1971, lorsque la sonde Mariner 9 fut placée en orbite autour de la planète. Pour la première fois, la planète pouvait être photographiée et mise en carte de manière systématique. Mariner 9 a envoyé 7.329 photos de Mars à la terre, plus une série de résultats de mesures effectuées par divers instruments scientifiques, le tout représentant 6,8 gigabytes d'information. Les données transmises par Mariner 9 ont contraint les chercheurs à modifier une fois de plus leur image de Mars : Mars n'était pas une copie conforme de la lune constellée de cratères. De nombreux cratères étaient en effet visibles, mais pas aussi nombreux que sur la lune. L'atlas photographique de Mars réalisé par Mariner 9 révélait une planète à la géologie à la fois variée et spectaculaire. Il y avait sur Mars non seulement des cratères, mais aussi d'impressionnants volcans éteints, comme le colossal Olympus Mons (500 kilomètres de large et 26 kilomètres d'altitude, la montagne la plus haute connue dans le système solaire), de gigantesques vallées, à l'image du complexe de vallées Valles Marineris, s'étendant sur 3000 kilomètres, d'une profondeur pouvant atteindre 6 kilomètres et de 120 kilomètres de large, une structure à côté de laquelle le Grand Canyon fait pâle figure. La localisation de Valles Marineris (baptisée du nom de Mariner) correspond à l'un des « canaux » observés par SCHIAPARELLI : au moins un des canaux controversés correspond à une structure réellement existante sur Mars. Mais les clichés probablement les plus fascinants pris par Mariner 9

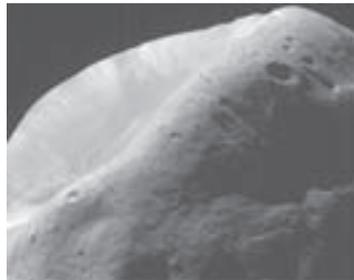
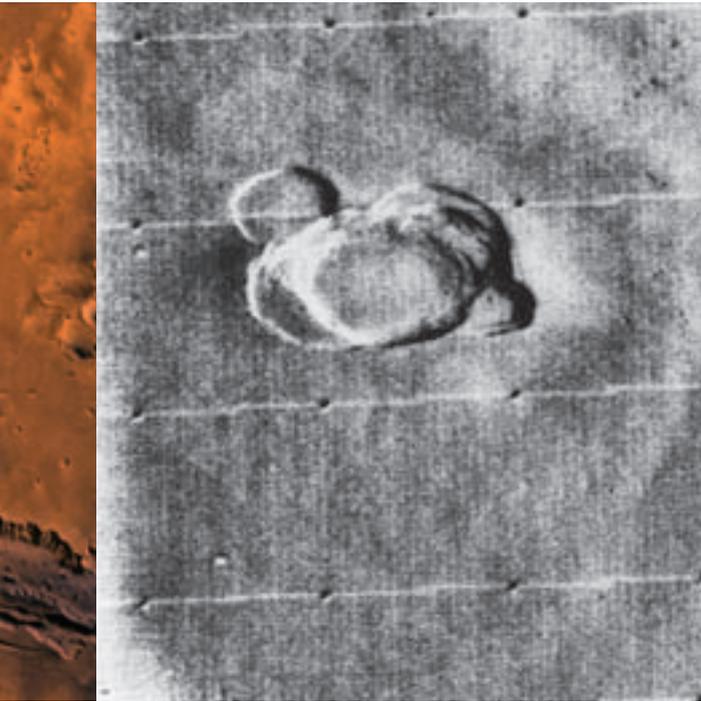
Mariner 9 (NASA)



sur Mars sont ceux de vallées longues et étroites extrêmement suggestives : elles ressemblaient comme deux gouttes d'eau à des lits de rivières asséchées. Même si elle était désormais archi-sèche, Mars avait-elle dans un lointain passé pu être une planète humide ? Le scénario de LOWELL évoquant une planète Mars se desséchant progressivement n'était peut-être pas complètement faux, même si le désastre s'était produit il y a plusieurs millions, voire plusieurs milliards d'années.

Parmi ses multiples activités, Mariner 9 a également pris les premières photos de qualité des deux petits satellites de Mars : Phobos et Deimos. L'astronome américain Asaph HALL les avait découverts dès 1877. Mais vus de la terre, ils ne constituaient que deux minuscules points lumineux, même observés par les plus grands télescopes. Détaillés de près, ils s'avèrent être deux blocs de roche aux formes irrégulières et parsemés de cratères, ressemblant à des pommes de terre. Il s'agit probablement de deux petits planétoïdes, captés par la force gravitationnelle de Mars. Le

plus bizarre pour ces deux petits satellites de Mars est leur orbite proche de la planète. Phobos, le plus grand des deux, mesurant 28 x 23 x 20 kilomètres est le plus proche de Mars : le petit satellite rase les sables de Mars à six mille kilomètres à peine. Il ne faut à Phobos que 7 heures et 39 minutes pour effectuer une révolution autour de la planète. La conséquence est que pour un observateur de la surface de Mars, le petit satellite semble se déplacer dans « la mauvaise direction » : Phobos se lève à l'ouest et cinq heures trente plus tard il se



L'Olympus Mons photographié par Mariner 9. (NASA)

Le satellite marsien Phobos, photographié par Mars Global Surveyor. (NASA)

...le colossal Olympus Mons (500 kilomètres de large et 26 kilomètres d'altitude, la montagne la plus haute connue dans le système solaire)...

couche à l'est. Sous l'effet des forces de marées martiennes, Phobos se rapproche progressivement de la planète. A très long terme (plusieurs dizaines de millions d'années), le petit satellite pourrait s'écraser sur Mars ou se disloquer sous l'effet des forces de marées, Mars se retrouvant alors entourée d'un anneau, d'une certaine manière comparable à ceux encerclant les planètes géantes comme Saturne.

Le succès retentissant de Mariner 9 ne signifiait pas pour autant la fin des malheurs pour l'exploration de Mars. Cette même année 1971, le sort frappa encore à quatre reprises. Deux de ces échecs furent particulièrement pénibles. Les sondes russes Mars 2 et Mars 3 étaient composées chacune d'un « orbiteur » devant graviter en orbite autour de Mars et d'un « atterrisseur »

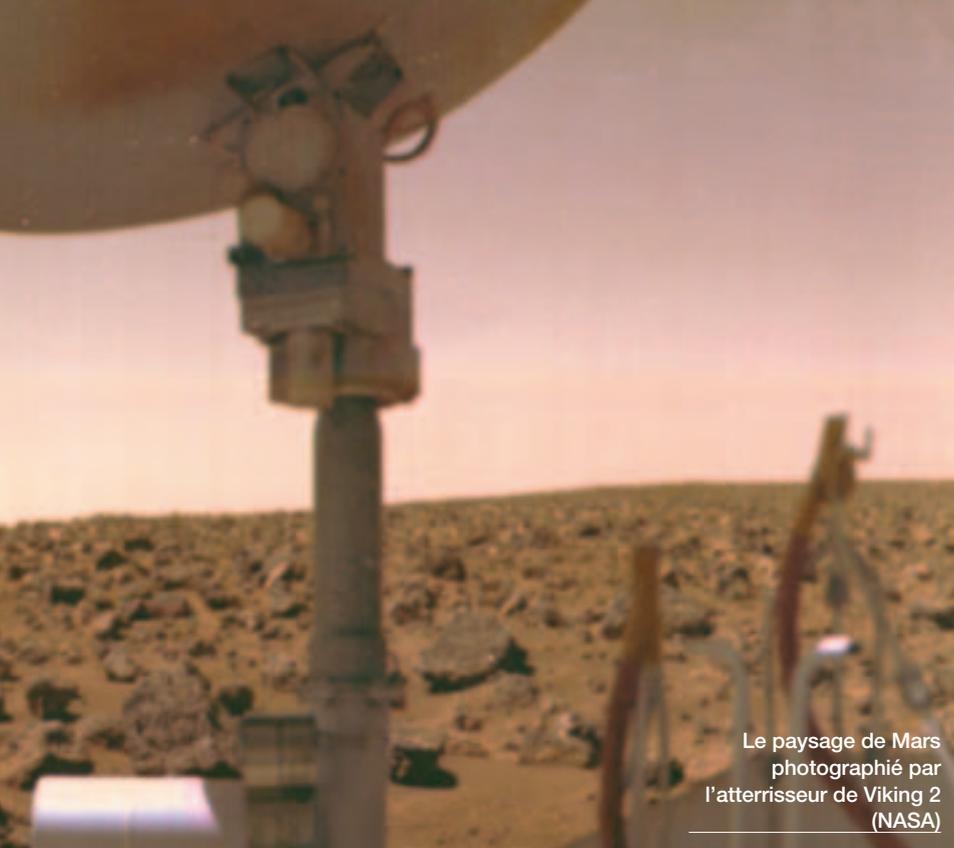
(sonde d'atterrissage) devant se poser en douceur sur Mars. L'atterrisseur de Mars 2 a été victime d'un accident lors de sa descente vers Mars et l'orbiteur connut quelques défaillances. L'atterrisseur de Mars 3 s'est posé en douceur sur Mars, c'était le premier. Mais une minute et cinquante secondes après l'atterrissage, le contact radio fut interrompu. Au moment de l'interruption, une partie seulement du premier cliché de la surface de Mars avait été transmise à la terre. Une énorme tempête de poussière soufflant à ce moment sur la planète (Mariner 9 a vécu la même tempête, mais a réussi à fonctionner suffisamment longtemps pour accomplir son travail après que la tempête se fut calmée) a empêché l'orbiteur de Mars 3 de prendre des photos de qualité de Mars.

Les sondes Viking à la recherche de la vie

Après quelques nouveaux échecs en 1973 et 1974, l'étude de Mars réalisa un nouveau bond en avant en 1976, lorsque les sondes américaines Viking 1 et Viking 2 arrivèrent près de Mars. Toutes deux étaient composées d'un orbiteur et d'un atterrisseur. Les orbiteurs étaient chargés de cartographier la planète de manière plus détaillée que ne l'avait fait Mariner 9. Ces cartes furent ensuite utilisées pour déterminer les sites d'atterrissage des deux atterrisseurs. Le choix était dicté par la sécurité des sites d'atterrissage retenus : les engins devaient de préférence se poser dans une zone plane, à l'abri des dangers que représentent rochers ou crevasses. Les deux atterrisseurs Viking envoyèrent bien évidemment à la terre des photos de paysages particulièrement monotones : un désert de sable, parsemé de grandes et petites pierres. Ce fut néanmoins une expérience extraordinaire pour les chercheurs qui, pour

la première fois, recevaient des clichés effectués sur la surface de Mars et qui donnaient le sentiment d'être véritablement sur place. Le constat inattendu de ces photos était que le sol de Mars affichait une couleur rouge, mais l'air semblait également avoir une couleur rose pâle, sans qu'il soit possible de déterminer dans quelle mesure cette teinte était liée aux conditions météorologiques.

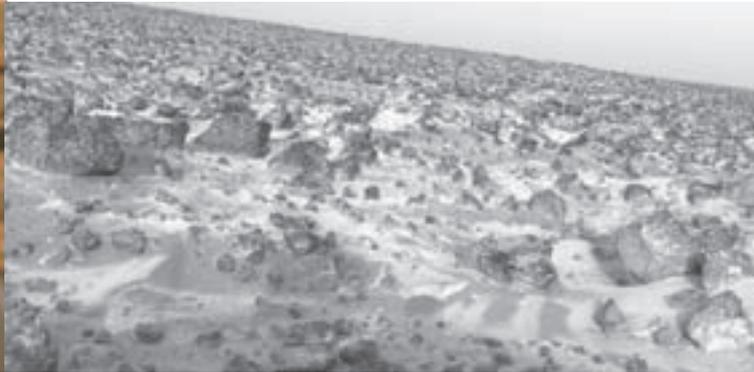
Mais les deux atterrisseurs Viking, outre l'envoi de photos, avaient une mission nettement plus importante à remplir. Ils étaient en réalité des robots laboratoires autonomes, chargés de vérifier si des formes de vie apparaissaient dans les sables du sol de Mars. Ils étaient équipés d'un bras automatique pour prélever des échantillons du sol et de quelques expériences pour rechercher, dans les échantillons recueillis, les traces biochimiques attestant de la présence de micro-organismes.



Le paysage de Mars
photographié par
l'atterrisseur de Viking 2
(NASA)

Le Viking (l'orbiteur et l'atterrisseur). (NASA) ▶

De la place sur Mars, photographiée par
l'atterrisseur de Viking 2. (NASA) ▼



Un chromatographe à phase gazeuse, couplé à un spectromètre de masse devait détecter l'éventuelle présence de matières organiques dans les échantillons de sol prélevés. Le Gas Exchange Experiment cherchait les gaz libérés lors de l'échange de matière des éventuels micro-organismes du sol martien. Le sol martien fut quelque peu « alimenté » par un mélange de matières organiques. Le Labeled Release Experiment étudiait l'assimilation par d'éventuels organismes d'aliments radioactivement marqués. Enfin, le Pyrolytic Release Experiment examinait l'échantillon de sol, à la recherche d'organismes capables de synthétiser, à l'instar des plantes terrestres, des matières organiques présentes dans l'air à partir du gaz carbonique. Les premiers résultats des expériences biochimiques réalisées à bord de Viking semblèrent assez imprécis et ambigus. Mais assez rapidement, la grande majorité des scientifiques admit qu'aucun indice

attestant de l'existence de la vie n'avait été apporté. Tous les résultats des expériences, y compris ceux qui avaient d'abord semblé douteux, ont pu être finalement expliqués par des phénomènes chimiques non biologiques. Même si aujourd'hui encore une (très) faible minorité de scientifiques affirme que les sondes Viking avaient trouvé de la vie. D'autres chercheurs nuancent l'importance des analyses des sondes Viking en soulignant que, même si les sondes Viking n'en ont détectées aucune sur les sites d'atterrissage, des formes de vie pouvaient en principe exister sur Mars. Ils citent l'exemple du désert d'Atacama au Chili, l'endroit le plus aride de la terre. Une équipe de chercheurs américano-mexicains a récemment constaté qu'en certains endroits de ce désert, l'extrême sécheresse a rendu le sol stérile, de sorte que si les sondes Viking s'étaient posées à ces endroits, elles n'y auraient décelé aucune vie.

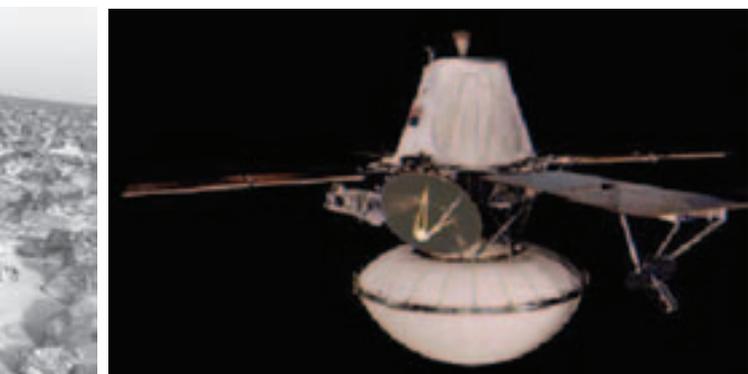
Fortunes diverses des explorations martiennes

Les missions vers Mars ont marqué un long temps d'arrêt. Après les résultats relativement décevants du projet Viking qui avait démontré que la planète rouge était une planète morte. Ce n'est qu'en 1988 que deux engins de reconnaissance russes, Phobos 1 et Phobos 2 sont repartis vers Mars. Une fois encore, les Russes n'ont pas eu de chance : Phobos 1 s'est perdu en route, Phobos 2 n'a fonctionné que peu de temps en orbite autour de Mars et n'a livré que de maigres résultats scientifiques. La malchance frappa ensuite à nouveau les Américains. Mars Observer, mission particulièrement ambitieuse destinée à étudier Mars plus que jamais en détails depuis une orbite, fut détruite au moment de son arrivée à proximité de Mars, à la suite probablement

d'une explosion provoquée par le démarrage du moteur de correction de la trajectoire.

Quelques années plus tard, une partie des instruments scientifiques embarqués à bord de Mars Observer reçut une nouvelle chance à bord de la plus modeste sonde Mars Global Surveyor. Cet engin particulièrement performant, lancé en 1996, est toujours opérationnel en orbite autour de Mars. Global Surveyor a effectué un nouveau relevé cartographique encore plus précis de Mars et photographié une surprenante variété de paysages sur la planète.

Un deuxième vaisseau spatial américain, le Mars Pathfinder est arrivé dans les environs de Mars à peu près en même temps que Mars Global Observer. Il devait se poser en douceur sur la



Fenêtres de tir récentes et futures vers Mars

- mai-juillet 1988
- juillet-septembre 1990
- août-octobre 1992
- octobre-décembre 1994
- novembre 1996-janvier 1997
- décembre 1998-février 1999
- février-avril 2001
- avril-juin 2003
- juin-août 2005
- août-octobre 2007
- septembre-novembre 2009
- octobre-décembre 2011
- novembre 2013-janvier 2014
- janvier-mars 2016
- mars-mai 2018
- juin-août 2020

(source: Objectif Mars, G. Bodifée)

planète. Pas à l'aide de fusées de freinage comme les sondes Viking, mais d'une manière à la fois simple et très originale : après avoir été ralentie par un parachute, Pathfinder est simplement descendue, emballée dans d'énormes et solides ballons ou « airbags ». Ils ont suffisamment freiné la chute pour permettre à Pathfinder de se poser intact sur le sol. Après l'atterrissage, Pathfinder a libéré Sojourner, un petit véhicule automatique, qui a sillonné Mars pendant quelque temps pour aller examiner de plus près une série de pierres intéressantes dans les environs du Pathfinder. Pathfinder est le fruit d'une nouvelle approche de la NASA, l'agence spatiale américaine. Sous l'impulsion du mot d'ordre « Faster Better Cheaper », des projets colossaux furent abandonnés, projets sur lesquels parfois le travail se poursuivait depuis plus de dix ans. Les résultats très coûteux d'une décennie de travaux pouvaient ainsi être réduits à néant comme dans le cas de Mars Observer. De nombreuses missions plus modestes et moins chères furent alors lancées. Elles furent réalisées en l'espace de quelques années avec un budget limité par de petites équipes très soudées d'ingénieurs et de chercheurs et devaient donner un nouvel élan à la recherche spatiale de la NASA.

Mars Global Observer et Mars Pathfinder ont en effet marqué le début d'une nouvelle accélération de l'étude de Mars dans la seconde moitié des années nonante. Incitée notamment par la découverte présumée de formes de vie fossile dans une météorite provenant de Mars (cf. infra), qui avait tout à coup assuré une énorme publicité et un généreux appui politique en faveur de la planète, la NASA décida d'expédier désormais tous les deux ans une ou plusieurs sondes spatiales du type « Faster Better Cheaper » vers Mars.

La NASA voulait exploiter toutes les « fenêtres de tir » favorables, c'est-à-dire les quelques mois durant lesquels, il est possible, tous les deux ans, de lancer une sonde spatiale vers Mars. Les moyens limités de notre recherche spatiale

font qu'il n'est pas toujours possible d'expédier un vaisseau spatial vers Mars : nos lanceurs sont juste assez puissants pour permettre à une petite sonde d'échapper à la gravitation de la terre. Une telle sonde ne peut par ailleurs emporter qu'une quantité limitée de carburant, réduisant sa marge de manœuvre dans l'espace. Pour rejoindre une autre planète, il faut par conséquent attendre le moment opportun, où une quantité minimale de carburant permettra d'atteindre cette planète, en exploitant judicieusement les mouvements de la terre et de la planète. Les sondes martiennes voyagent sur la fameuse orbite HOHMANN, une orbite elliptique dont un foyer est à la terre et l'autre à Mars. Pour atteindre une orbite de HOHMANN en route vers Mars, une sonde spatiale doit en plus de la vitesse d'échappement de la terre (11,2 km/s) bénéficier d'une vitesse additionnelle de 2,9 km/s, ce qui est faisable. Après son lancement, la sonde gravite huit à neuf mois autour du soleil sur une orbite elliptique qui la rapproche automatiquement de Mars. Elle effectue une demi-révolution sidérale et effectue un énorme « détour ». Mais voler de la terre à Mars en ligne droite exigerait une quantité d'énergie impossible à rassembler.

La NASA ne voulait plus perdre la moindre fenêtre de tir. Mais cela ne signifie pas que les missions vers Mars soient tout à coup devenues plus faciles ou que les échecs aient été moins nombreux. En réalité, la planète rouge semblait de plus en plus frappée par une malédiction. Certains plaisantaient en disant que les Martiens disposaient manifestement d'une défense anti-aérienne particulièrement efficace.

La perte en 1996 de l'énorme et ambitieuse sonde russe Mars 96 à laquelle de nombreux scientifiques européens avaient participé fut particulièrement tragique. L'engin fut détruit lors du lancement.



dossier mars

Missions spatiales vers Mars

nom	pays	lancement	arrivée	description
■ Marsnik 1	URSS	10.10.1960		échec
■ Marsnik 2	URSS	14.10.1960		échec
■ Spoetnik 22	URSS	24.10.1962		échec
■ Mars 1	URSS	1.11.1962		échec
■ Spoetnik 24	URSS	4.11.1962		échec
■ Mariner 3	USA	5.11.1964		échec
■ Mariner 4	USA	28.11.1964	14.7.1965	vol en rase-motte
■ Zond 2	URSS	30.11.1964		échec
■ Mariner 6	USA	25.2.1969	31.7.1969	vol en rase-motte
■ Mariner 7	USA	27.3.1969	5.8.1969	vol en rase-motte
■ Mariner 8	USA	8.5.1971		échec
■ Kosmos 419	URSS	10.5.1971		échec
■ Mars 2	URSS	19.5.1971	27.11.1971	mise en orbite
■ Mars 3	URSS	28.5.1971	2.12.1971	mise en orbite
■ Mariner 9	USA	30.5.1971	14.11.1971	mise en orbite
■ Mars 4	URSS	21.7.1973		échec
■ Mars 5	URSS	25.7.1973	12.2.1974	mise en orbite
■ Mars 6	URSS	5.8.1973	12.3.1974	échec
■ Mars 7	URSS	9.8.1973		échec
■ Viking 1	USA	20.8.1975	19.6.1976	mise en orbite + atterrissage
■ Viking 2	USA	9.9.1975	7.8.1976	mise en orbite + atterrissage
■ Phobos 1	URSS	7.7.1988		échec
■ Phobos 2	URSS	12.7.1988	29.1.1989	mise en orbite
■ Mars Observer	USA	25.9.1992		échec
■ Mars Global Surveyor	USA	7.11.1996	11.9.1997	mise en orbite, encore opérationnel
■ Mars 96	URSS	16.11.1996		échec
■ Mars Pathfinder	USA	4.12.1996	4.7.1997	atterrissage + robot
■ Nozomi	Japon	3.7.1998	2003	(mise en orbite) échec
■ Mars Climate Observer	USA	11.12.1998		échec
■ Mars Polar Lander	USA	3.1.1999		échec
■ Mars Odyssey	USA	7.4.2001	24.10.2001	mise en orbite, encore opérationnel
■ Mars Express	Europe	2.6.2003	25.12.2003	mise en orbite atterrissage (Beagle 2) échec
■ MER* A Spirit	USA	10.6.2003	4.1.2004	atterrissage robot
■ MER* B Opportunity	USA	7.7.2003	25.1.2004	atterrissage robot

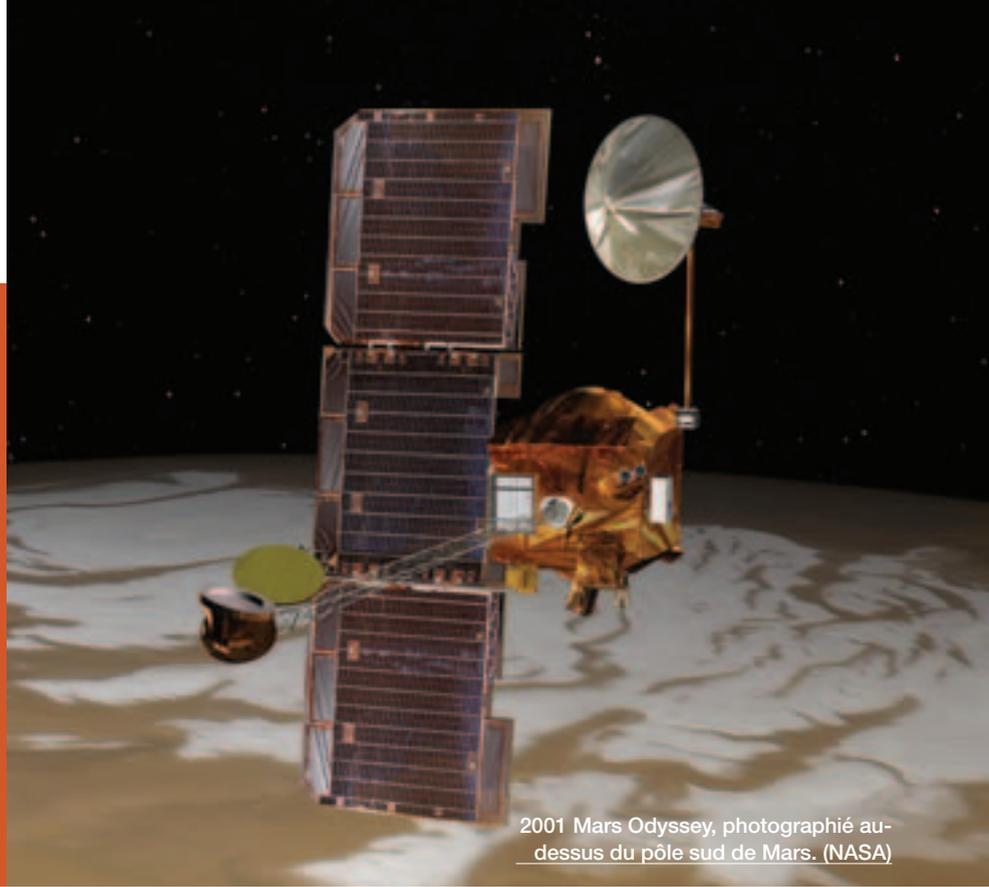
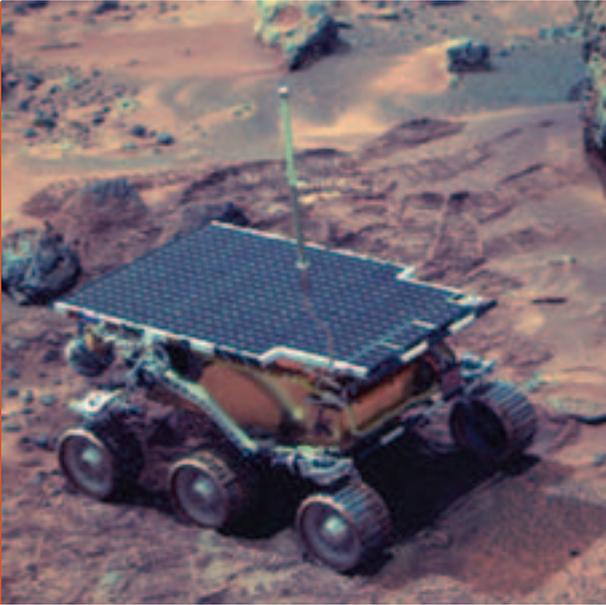


Mars Observer, le satellite accidenté. (NASA) ▲

Le petit véhicule automatique Mars Pathfinder Sojourner sur Mars, photographié sur sa plate-forme d'atterrissage. (NASA) ▶

L'année 1999 se révéla absolument catastrophique pour l'exploration de Mars. Tous les engins lancés durant la fenêtre de tir entre la fin 1998 et le début 1999 furent voués à l'échec. A commencer par la sonde japonaise Nozomi qui connut d'énormes retards à la suite d'un problème technique et ne rejoignit Mars qu'à la fin 2003. Peu de temps avant d'arriver à destination, Nozomi donna des signes de faiblesse. La sonde passa au large de Mars sans qu'il soit possible de corriger sa trajectoire et elle orbite désormais sans but autour du soleil. La deuxième partie du dossier s'attarde plus longuement sur Nozomi. Le sort fut encore plus cruel pour les deux tentatives américaines d'atteindre Mars dans la fenêtre de tir 1998/1999. Mars Climate Observer était un satellite embarquant des expériences perdues de Mars Observer pour leur donner une « seconde chance ». Placé en orbite, il devait principalement étudier l'atmosphère et le climat de Mars, tandis que Mars Global Surveyor se concentrait davantage sur le paysage et la géologie. Mais la direction de vol de Climate Observer commit une erreur de navigation impardonnable. Une équipe d'ingénieurs, chez le fabricant de la sonde, avait établi un tableau de données en unités américaines « impériales » (comme la livre et les pouces), tandis qu'une autre équipe, à la NASA, pensait qu'il s'agissait de données exprimées en unités internationales (comme le mètre pour les distances et le newton pour la force). A la suite de ce malentendu,

*MER = Mars Exploration Rover



2001 Mars Odyssey, photographié au-dessus du pôle sud de Mars. (NASA)

Les sondes martiennes voyagent sur la fameuse orbite Hohmann, une orbite elliptique autour du soleil, touchant l'orbite de la terre et celle de Mars.

Climate Observer a suivi une trajectoire légèrement inexacte et l'erreur ne fut détectée que lorsque lors de son arrivée sur Mars, l'engin a semblé voler, plutôt que de se placer en orbite. Climate Observer s'est soit consumé dans l'atmosphère martienne, soit écrasé sur la planète.

Mars Polar Lander, censé se poser en douceur près du cap polaire austral de Mars ne connut pas un destin plus enviable. Cet appareil s'est écrasé sur Mars, à la suite d'une erreur de conception, aux dires de la commission chargée de se pencher sur les causes de la perte de Polar Lander. D'après la commission, peu de temps avant l'atterrissage, le déploiement des pieds de l'appareil provoqua des vibrations qui déclenchèrent l'émission erronée d'un signal par un détecteur, indiquant que l'appareil s'était posé. L'ordinateur de bord supposa que Polar Lander avait déjà atteint son but et coupa le moteur, précipitant la sonde sur le sol martien. Deux petites sondes étaient embarquées à bord de Mars Polar Lander, destinées à se poser brutalement. A la suite de cet atterrissage violent, elles devaient s'enfoncer dans le sol martien pour y procéder à des mesures. Aucune des deux sondes n'a donné de ses nouvelles depuis lors. Selon la commission d'enquête, leur conception était mauvaise et les tests réalisés insuffisants. Après les désastres rapprochés de Mars Climate Observer, Mars Polar Lander et des deux sondes d'atterrissage, le mot d'ordre de la NASA, « Faster Better Cheaper », fut sérieusement remis

en question. De nombreux spécialistes, y compris au sein de la NASA, estimaient que la balance avait trop penché vers le « moins cher » au détriment du « mieux ». Les projets suivants de reconnaissance de Mars bénéficièrent de budgets plus généreux et d'une plus longue préparation. Une partie des sondes programmées fut supprimée pour réaffecter l'argent récupéré à un nombre restreint de projets.

Ce fut donc une véritable aubaine pour la NASA, lorsqu'une mission martienne réussit : 2001 Mars Odyssey (dont le nom est inspiré du célèbre film de Stanley KUBRICK « 2001: Odyssée de l'espace »). Odyssey est toujours opérationnelle en orbite autour de Mars et analyse la composition du sol martien. L'appareil a notamment décelé de sérieux indices relatifs à la présence d'importantes quantités de glace dans le sol martien.

La seconde partie de notre dossier reviendra sur les dernières missions vers la planète rouge, comme la mission européenne Mars Express et les deux robots américains Spirit et Opportunity. Mais il faut tout d'abord dresser le bilan des résultats fournis jusqu'à présent par l'étude de Mars et identifier les questions restées sans réponse. C'est précisément pour répondre à ces questions restées en suspens que la nouvelle génération de sondes spatiales a été envoyée vers Mars.



dossier mars

La conn

L'image de Mars, forgée par les précédentes missions spatiales, complétée par les recherches effectuées sur terre et les observations du télescope spatial Hubble, est bourrée de contradictions.

Mars est une planète archi-sèche. Pas la moindre goutte d'eau liquide à sa surface et l'atmosphère ne renferme qu'une infime quantité de vapeur d'eau.

En revanche, la surface révèle d'innombrables signes laissant présumer d'écoulements d'eau : des structures ressemblant à des lits de rivière ou de fleuve asséchés, voire à des lacs géants désormais asséchés. Mars est manifestement une planète qui n'a pas encore dévoilé tous ses secrets. Son climat était-il autrefois plus clément? Et s'il était plus clément, plus chaud et plus humide, la vie s'y est peut-être développée ? Et pour quelle raisons le climat a-t-il changé ? Les actuelles études de Mars tentent d'apporter une réponse à ces questions.

La plus grande partie de sa surface est recouverte d'un sable très fin brun-orangé, et parsemée çà et là de cailloux et de blocs de roche aux formes irrégulières.

naissance actuelle de Mars

Mars est une planète désertique inhospitalière, sur la photographie, le petit cratère Bonneville photographié par le véhicule marsien Spirit. (NASA)



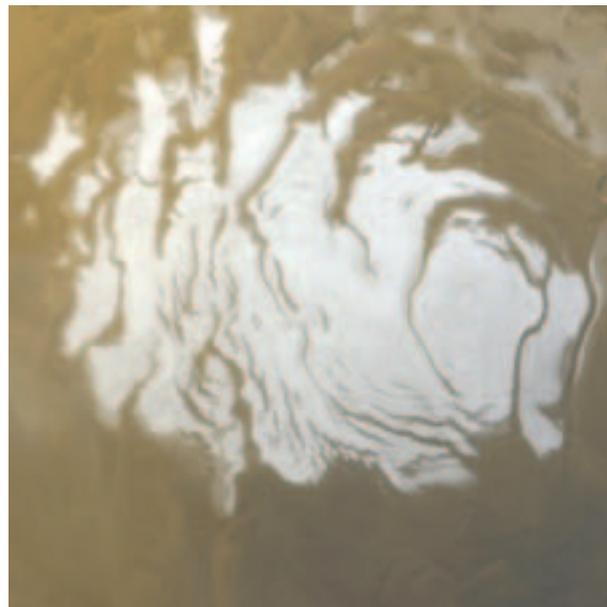
dossier mars

Mars comparée à la terre

	Mars	Terre
■ Éloignement moyen du soleil	228 millions km	150 millions km
■ Période de révolution sidérale	1,88 an	1 an
■ Diamètre (équatorial)	6794 km	12756 km
■ Masse	6,4x10 ²³ kg	6,0x10 ²⁴ kg
■ Période de rotation	24,6 heures	23,9 heures
■ Nombre de satellites	2	1
■ Pression moyenne à la surface	5,6 hPa	1010 hPa
■ Température moyenne à la surface	-63 °C	+9 °C
■ Températures minimale en maximale	-130 °C à +25 °C	-90 °C à +60 °C

(NASA)

La calotte polaire Sud, photographiée par Mars Global Surveyor. (NASA)



Portrait d'une planète

Comme l'ont révélé les images désormais familières filmées et envoyées par les sondes spatiales, Mars est une planète désertique. La plus grande partie de sa surface est recouverte d'un sable très fin brun-orangé, et parsemée çà et là de cailloux et de blocs de roche aux formes irrégulières.

Les innombrables cratères enseignent aux géologues que la surface de Mars doit être extrêmement ancienne. Les cratères doivent principalement dater des débuts du système solaire, lorsque de nombreux « débris » gravitaient encore autour du soleil, restes de la formation des planètes. Régulièrement, ces débris ont provoqué d'énormes impacts sur les planètes naissantes. Les conséquences en restent parfaitement visibles sur la lune parsemée de cratères. Sur Mars, les cratères sont essentiellement localisés dans l'hémisphère sud de la planète. L'hémisphère austral de Mars est situé environ cinq kilomètres plus haut que l'hémisphère nord. La plaine septentrionale est remarquablement plate et est probablement (à cause du nombre réduit de cratères) plus récente d'un point de vue géologique que les massifs montagneux du sud. La formation des plaines septentrionales pourrait être le résultat de l'activité volcanique, la lave ayant recouvert les anciens cratères ; d'éventuels impacts violents qui auraient déclenché les activités volcaniques ou de la tectonique des plaques (« glissement des continents ») aux premiers stades de l'histoire de Mars.

Les nombreux volcans géants (éteints) photographiés par les diverses sondes spatiales témoignent du passé très volcanique de Mars. Le plus impressionnant est le Mont Olympe, le plus grand volcan du système solaire. Le Mont Olympe émerge 24 kilomètres au-dessus des plaines environnantes. A titre de comparaison : le plus grand volcan terrestre, le Mauna Loa à Hawaï, ne dépasse le niveau de la mer que de huit kilomètres.

L'impressionnant plateau de Tharsis est situé non loin du Mont Olympe, un haut-plateau de 2.500 kilomètres réunissant plusieurs anciens volcans.

Une autre caractéristique plus impressionnante encore, si possible, du relief martien est la présence déjà mentionnée du réseau de crevasses géantes, baptisé Valles Marineris – d'après Mariner 9 qui l'a découvert. Transposée sur terre, Valles Marineris s'étendrait de Los Angeles à New York. Valles Marineris est probablement une faille apparue lors du soulèvement du dôme de Tharsis.

Mars est entourée d'une atmosphère ténue, composée à 95,3% de dioxyde de carbone (CO₂) et d'infimes quantités d'autres gaz comme l'azote et l'argon et une quantité minime de vapeur d'eau. L'atmosphère est extrêmement ténue : la pression ne représente qu'environ un demi pour cent de l'atmosphère terrestre, comparable à la pression de l'atmosphère terrestre mesurée à 35 kilomètres d'altitude.

Les deux calottes polaires constituent l'une des caractéristiques de la planète. Elles sont un mélange de glace ordinaire (eau gelée) et de glace de CO₂ (dioxyde de carbone gelé). La base des calottes polaires est constituée d'eau gelée, sur laquelle vient se superposer une mince couche de glace CO₂, qui va et vient au gré des saisons.

Les températures sont très basses sur Mars. La température moyenne à la surface atteint péniblement -63°C. La température minimale se situe autour de -130 °C et les plus hautes températures mesurées (se maintenant brièvement, à midi, près de l'équateur) s'élèvent à +25 °C.



Jusqu'à nouvel ordre, il est généralement admis que les lits de rivières asséchées et assimilés correspondent à ce qu'ils semblent être : le résultat de l'érosion par l'eau liquide.

Un passé humide?

Mars est donc aujourd'hui une planète désertique glaciale et aride. Les sondes spatiales qui ont étudié la planète n'ont trouvé nulle part de trace d'eau liquide et qui plus est, celle-ci n'existe peut-être pas. L'association de basses températures et d'une faible pression atmosphérique ne permettrait pas à l'eau liquide d'être stable à la surface de Mars : soit, elle s'évapore immédiatement, soit elle gèle.

Néanmoins, des traces évidentes indiquent la présence d'eau liquide sur Mars dans un lointain passé. Les signes sont légion. Mariner 9, les orbiteurs Viking et des engins plus récents comme Mars Global Surveyor ont photographié plusieurs vallées sur Mars, ressemblant étrangement aux lits d'anciennes rivières asséchées. D'autres structures rappellent les lits de lacs asséchés. D'autres clichés montrent des plaines qui semblent avoir été témoin de raz de marée catastrophiques. Cela s'observe notamment dans les montagnes que l'eau déferlante a érodées en leur donnant une forme ovoïde. Toutes ces structures sont très anciennes : des centaines de millions, voire plusieurs milliards d'années. Elles remontent vraisemblablement à environ quatre milliards d'années, peu de temps après la formation de la planète.

Ces structures n'apportent cependant pas la preuve irréfutable de la présence, à une époque, d'eau sur Mars. Le géophysicien

Nick HOFFMAN de la Trobe University à Victoria en Australie, défend une autre hypothèse : les paysages évoqués auraient en réalité été formés par le dioxyde de carbone. Selon lui, le gaz de CO₂ libéré du sol gelé à la suite du réchauffement, mélangé au sable et aux débris pourrait parfaitement glisser sur la surface et provoquer une érosion dont les effets sont identiques à ceux de l'écoulement d'eau. Mais la majorité des experts de Mars n'accorde que peu de crédit à l'hypothèse d'HOFFMAN. Jusqu'à nouvel ordre, il est généralement admis que les lits de rivières asséchées et assimilés correspondent à ce qu'ils semblent être : le résultat de l'érosion par l'eau liquide.

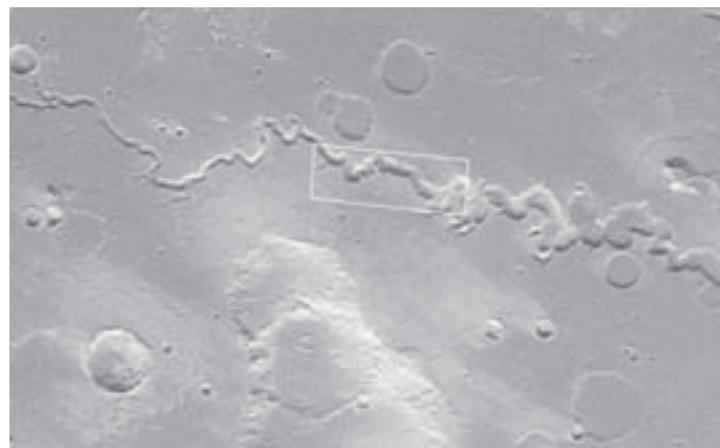
De l'eau liquide a, par conséquent, très probablement coulé sur Mars. Mais c'est là que commencent les questions. Y avait-il, comme sur terre, beaucoup d'eau ou une faible quantité? A-t-elle été présente durablement, peut-être pendant des centaines de millions d'années, ou simplement lors d'un ou de plusieurs épisodes « humides » de courte durée émaillant l'histoire de Mars ? La présence d'eau était-elle associée à un climat plus clément, plus chaud sur la planète ?

Ces énigmes n'ont pas encore été résolues, notamment à cause des indices contradictoires apportés jusqu'à présent par l'étude de Mars.



Des indices contradictoires

L'étude minéralogique de la surface de Mars semble par exemple apporter des indices contradictoires. Si Mars a connu la présence durable d'eaux de surface, les géologues s'attendent à observer certains minéraux, réputés apparaître sur terre en présence d'eau (par exemple par sédimentation sur les fonds des lacs et des mers). L'« hématite grise », variété d'hématite contenant du fer, est l'exemple d'un minéral apparaissant généralement en présence d'eau. Des « orbiteurs » en orbite autour de la planète ont détecté la présence d'hématite grise sur Mars et cette observation a été récemment confirmée par le robot martien Opportunity (plus de détails dans la seconde partie de ce dossier), qui s'est posé dans une zone riche en hématite. Les roches à proximité du site d'atterrissage d'Opportunity affichent



Certains détails des reliefs observés sur la planète apportent quant à eux de l'eau au moulin de la théorie en faveur de la présence prolongée d'eau. En 2003, par exemple, Mars Global Surveyor a transmis à la terre des clichés extrêmement détaillés d'une structure ressemblant fortement à un ancien delta fluvial. On observe plusieurs couches de sédimentation, probablement composées de matières brassées par le fleuve et déposées à son embouchure dans un lac. Les roches de sédimentation sont à leur tour traversées par des lits sinueux, là où le fleuve a dû couler à une époque ultérieure. La structure constitue à la fois un indice sérieux de l'existence, à une époque, de lacs sur Mars et un autre, laissant supposer que l'eau a longuement coulé dans la vallée.

Certains chercheurs soupçonnent Mars d'avoir été recouverte non seulement de fleuves et de lacs, mais également d'énormes mers.

une structure stratifiée parfaitement visible, rappelant celle des roches sédimentaires.

L'absence pratiquement complète de roches de carbonate à la surface de la planète plaide en revanche contre la présence prolongée d'eau liquide sur Mars. Les carbonates devraient être abondants s'il y a eu présence simultanée d'eau et d'une atmosphère riche en CO_2 (comme c'est le cas sur Mars). Mais les pérégrinations approfondies de Mars Global Surveyor à la recherche de carbonate ont révélé que la poussière sur Mars ne contient que des traces de carbonate et non pas les massifs de carbonate étendus escomptés. Le Thermal Emission Spectrometer (TES), embarqué à bord de Mars Global Surveyor a en vain cherché des années durant des roches de carbonate, comme l'ont rapporté les chercheurs en août de l'année dernière dans la revue scientifique *Science*. La détection par le TES d'infimes quantités de carbonate dans la poussière omniprésente sur Mars confirme le bon fonctionnement de l'instrument et qu'une éventuelle défaillance de l'appareil n'explique pas pourquoi aucune roche de carbonate n'a été trouvée. La découverte de l'olivine, autre minéral, sur Mars va également à l'encontre de la théorie selon laquelle d'importantes quantités d'eau auraient été durablement présentes, ce minéral se décomposant en milieu humide.

Certains chercheurs soupçonnent Mars d'avoir été recouverte non seulement de fleuves et de lacs, mais également d'énormes mers. L'actuelle plaine sep-

triontrionale aurait pu être selon eux le fond d'un océan. Mais les indices susceptibles de corroborer cette thèse, comme une structure ressemblant aux rives d'une ancienne mer sont très controversés.

Une autre interrogation liée à la présence ou non autrefois d'importantes quantités d'eau liquide sur Mars porte sur la manière dont la planète a acquis sa couleur rouge. La teinte rouge (en réalité plutôt brun orange) de Mars est due à la présence de fer oxydé – de la rouille – dans les pierres et la poussière à la surface de Mars. Mais comment une telle quantité de pierres riches en fer a-t-elle pu être aussi fortement oxydée ? Dans le contexte actuel de Mars, à l'atmosphère glaciale, aride et pauvre en oxygène, l'oxydation est un processus extrêmement lent. En revanche, si Mars a autrefois bénéficié d'un climat chaud et humide, l'oxydation aurait pu être nettement plus rapide et cela expliquerait la couleur « rouge » affichée par la planète. Très tôt dans l'histoire de Mars, d'énormes quantités de roches volcaniques riches en fer se seraient oxydées. Le problème cependant est que la planète recèle également un grand nombre de roches volcaniques intactes, non oxydées, aux couleurs sombres. Elles datent probablement de l'ère ayant succédé à la période humide, même si certaines d'entre elles semblent très anciennes d'un point de vue géologique.

Nanedi Vallis probable lit de rivière
déséché, photographié par l'orbiteur
Viking 1, et un détail agrandi,
photographié par Mars Global
Surveyor. (NASA)

Où l'eau se cache-t-elle?

Si l'eau liquide coulait autrefois à flot sur Mars, où se cache-t-elle à présent ? Elle ne peut se trouver dans l'atmosphère : la quantité totale de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère martienne est à peine suffisante pour remplir l'un des grands lacs américains. La quantité de glace des calottes polaires ne peut pas davantage expliquer l'éventuel climat humide qui aurait jadis régné sur la planète. Qu'est-il advenu de l'eau de Mars lorsque le climat de la planète est devenu plus froid et plus sec ?

Elle s'est peut-être envolée dans l'espace. Dans les conditions thermiques de la planète, les molécules d'eau (H_2O) sont trop lourdes pour échapper à la gravité de Mars. Mais si, sous l'action des rayons ultraviolets du soleil, une molécule est fragmentée en plusieurs atomes, ceux-ci, lorsqu'ils atteignent les couches supérieures de l'atmosphère et sont touchés par les particules énergétiques du vent solaire, peuvent bel et bien échapper à la planète. Des sondes spatiales ont déjà observé un « vent » d'atomes s'échappant de Mars. Grâce notamment au satellite européen Mars Express (largement évoqué dans la seconde partie de ce dossier) gravitant actuellement autour de Mars, les scientifiques espèrent pouvoir mesurer la puissance de ce phénomène, pour pouvoir calculer la quantité d'eau que Mars aurait pu perdre ainsi tout au long de son histoire.

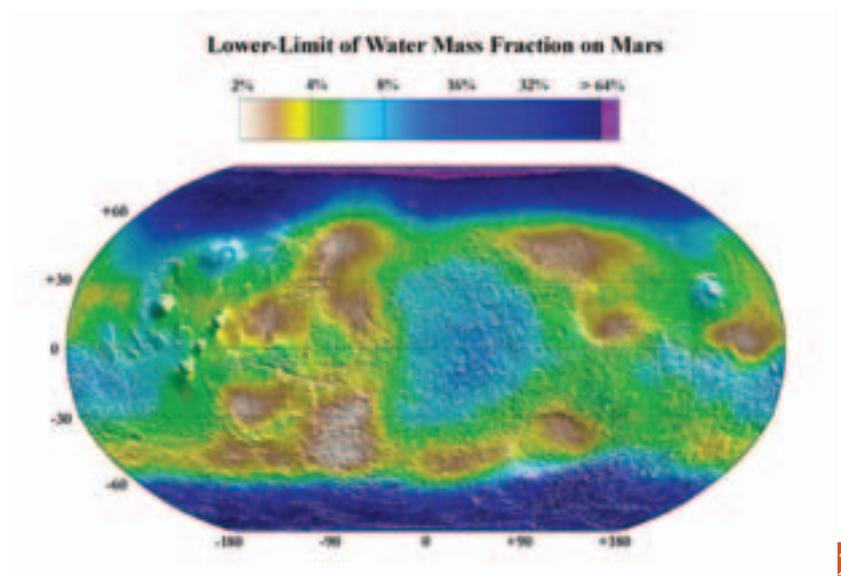
Une seconde option pour résoudre l'énigme de la disparition de l'eau consiste à imaginer qu'elle se dissimulerait dans le sol de Mars sous la forme de glace. Une couche de permafrost se trouverait sous le sable rouge de Mars, comme c'est le cas dans certaines zones du nord de la terre. Cette hypothèse semble être confirmée par les résultats de mesures effectuées par l'orbiteur martien américain Odyssey. Ce satellite est équipé d'un spectromètre à neutrons qui lui permet de détecter la présence d'eau ou de glace dans le sous-sol, à partir d'une orbite autour de la planète. En réalité, le spectromètre à neutrons ne détecte pas la présence d'eau en tant que telle, mais celle d'hydrogène (l'une des composantes de l'eau), mais il est généralement admis que l'eau est l'explication la plus plausible de la présence d'hydrogène sur la planète.

Presque immédiatement après son arrivée à proximité de Mars en octobre 2001, Mars Odyssey a détecté la présence de grandes quantités d'hydrogène dans le sol martien. Il y aurait énormément de glace dans le sous-sol, principalement dans les environs des pôles martiens (mais en dehors de la calotte glaciaire blanche visible).

Le spectromètre à neutrons de Mars Odyssey ne peut malheureusement pas détecter la présence d'eau au-delà d'une profondeur d'environ un mètre. Mais si l'eau datant de l'ère humide de Mars est dissimulée dans le sous-sol, il doit y en avoir beaucoup plus que dans la couche supérieure d'un mètre. C'est pour cette raison que les scientifiques attendent désormais avec impatience les mesures de la sonde européenne Mars Express, équipée d'une installation radar, capable de détecter la glace à de grandes profondeurs.

La réponse correcte associe vraisemblablement les deux options : l'eau martienne s'est probablement échappée partiellement dans l'espace et le reste se cache dans le sous-sol.

En juin 2000, des clichés envoyés sur terre par Mars Global Surveyor ont révélé une découverte surprenante : de petites ravines semblant avoir été creusées par l'eau, mais qui, d'un





dossier mars

point de vue géologique, semblent récentes, contrairement aux importants lits de rivière et autres depuis longtemps répertoriés et datant de plusieurs centaines de millions, voire de milliards d'années. Ces ravines (*gullies* en anglais) semblent suggérer que même actuellement, d'infimes quantités d'eau liquide affleurent parfois à la surface de la planète. Ce serait toutefois très étrange, puisque les conditions atmosphériques (basses pression et température) empêchent la présence d'eau liquide, si ce n'est pour de très courtes durées.

Les mystérieuses ravines apparaissent essentiellement sur les parois intérieures de cratères. L'eau semble avoir coulé le long des parois du cratère. Mais pour l'instant on ignore avec précision la manière dont les ravines sont nées. Il est même possible qu'elles n'aient aucun lien avec l'eau : selon le géophysicien australien Nick HOFFMAN, déjà cité, elles seraient le résultat d'« avalanches » d'un mélange de pierre et de dioxyde de carbone gazeux, au cours desquelles le gaz a fait office de « lubrifiant » et aurait permis au mélange de se comporter comme un liquide. Selon une autre théorie, jugée plausible par de nombreux chercheurs, elles auraient émergé vers la fin de la dernière ère glaciaire martienne, eaux de fonte sous une couche de glace. Lorsque l'eau de fonte contenue sous la couche de glace s'est écoulée le long des parois du cratère, l'eau protégée par la glace a pu conserver sa forme liquide pendant un moment.

En résumé, il semble que l'histoire de l'eau sur Mars ait été particulièrement complexe. Les indices minéralogiques contradictoires à propos de l'eau le confirment. Il est vraisemblable qu'au cours de sa longue histoire, la planète ait vécu plusieurs épisodes pendant lesquels de l'eau a temporairement coulé sur la surface martienne.

Selon un premier scénario extrême, au début de son histoire, Mars aurait abrité énormément d'eau et peut-être même un océan, pendant des centaines de millions d'années. A cette époque, l'atmosphère de la planète devait être sensiblement plus dense que maintenant, et l'abondant dioxyde de carbone renforçant l'effet de serre, a fait régner des températures nettement supérieures aux températures actuelles. Mais les gaz s'échappant lentement dans l'espace ou le dioxyde de carbone étant chimiquement lié à la roche, l'atmosphère s'est progressivement dégradée. Les températures ont baissé et Mars est finalement devenue le désert glacial qu'elle est aujourd'hui. L'eau est cependant restée en grandes quantités dans le sol, sous la forme de glace. Et à chaque fois que, pour une raison ou une autre, cette glace s'est réchauffée, par exemple pendant une période d'intense activité volcanique ou à la suite de l'impact d'un planétoïde, la planète a connu une renaissance provisoire. Un impact ou une éruption volcanique aurait soudainement fait fondre localement une grande quantité de glace, entraînant un raz de marée désastreux – expliquant peut-être certaines traces d'érosion, comme les îles ovoïdes. A la suite de ces événements, Mars aurait alors pu connaître à nouveau un climat plus chaud et plus humide pendant plusieurs milliers d'années.

L'autre scénario extrême en revanche présente Mars comme un monde polaire pendant pratiquement toute son histoire. Il n'y aurait jamais eu d'océans, mais bien de la glace souterraine. L'eau liquide ne serait alors apparue que pendant les courtes périodes succédant aux impacts ou aux éruptions volcaniques.

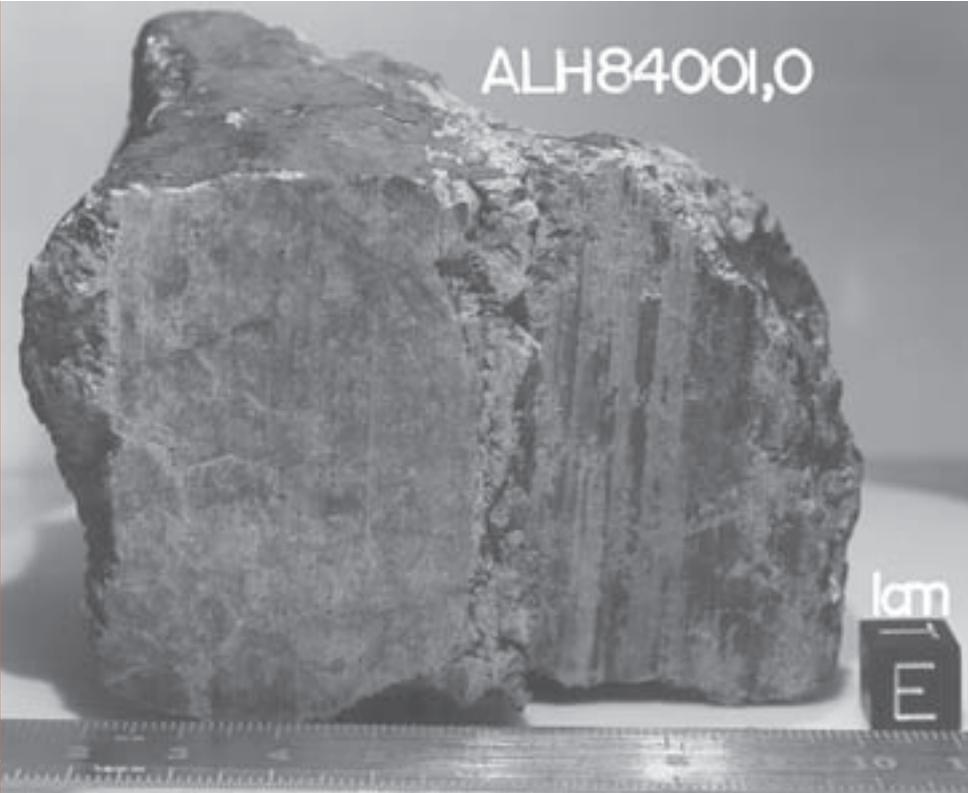
Y a-t-il eu de la vie sur Mars?

S'il y a eu jadis de l'eau liquide sur Mars, la vie aurait-elle pu s'y développer ? Cela semble parfaitement possible, sans aucune certitude toutefois, les origines de la vie étant encore inconnues. La question fondamentale pourrait être de savoir combien de temps il y a eu de l'eau liquide. Simplement à quelques reprises et à chaque fois pendant quelques dizaines de milliers d'années ? Ou des millions d'années durant ?

Et si par hasard, au cours de l'une des périodes humides de Mars la vie était apparue, aurait-elle pu survivre jusqu'à aujourd'hui ? S'est-elle adaptée progressivement au climat plus froid et plus sec et a-t-elle peut-être subsisté dans des couches de glace ou d'eau souterraines ? Nous l'avons vu, les sondes américaines Viking n'ont détecté aucun signe de vie, mais elles n'ont exploré que la surface exposée au rayonnement ultraviolet aride et nocif, et non le sous-sol protégé et peut-être

humide. La réponse à la question de savoir si Mars a un jour connu des formes de vie et si celles-ci existent toujours ne pourra être apportée que lorsque les scientifiques procéderont à une étude minutieuse sur place ou lorsque une parcelle du sol martien sera ramenée sur terre pour y être étudiée.

Ou peut-être lorsqu'un petit morceau de Mars tombera sur terre ? Le célèbre météorite ALH84001 (cf. *Space Connection* n° 39) reste l'un des épisodes les plus curieux de l'histoire de l'étude de Mars. Ce météorite avait été découvert dès 1984 dans les Allan Hills en Antarctique (de là vient son nom ; c'est le premier météorite découvert à cet endroit, cette année-là). Au départ, c'était un simple météorite comme ceux retrouvés chaque année en Antarctique (la région polaire australe est le lieu idéal pour chercher les météorites qui ne passent pas inaperçus sur la surface immaculée). Mais en 1996, ALH84001



ALH84001,0

Une coupe du météorite
ALH84001. (NASA)

De possibles traces d'eau
sur Mars. (NASA)

Le fameux météorite ALH84001 reste l'un des épisodes les plus curieux de l'histoire de l'étude de Mars...

devient tout à coup célèbre dans le monde entier. Cette année-là, une équipe de scientifiques de la NASA publie un article retentissant, affirmant que ALH84001 contenait peut-être des restes fossiles de vie sur Mars. Cet article fut publié dans la prestigieuse revue scientifique américaine *Science* et avait été écrit par une équipe, dirigée par David MCKAY.

Comment un morceau de pierre trouvé en Antarctique peut-il dévoiler des choses à propos de la vie sur Mars ? Aux dires des scientifiques, le météorite aurait été arraché à la planète Mars il y a seize millions d'années à la suite d'une explosion provoquée par la chute d'un planétoïde et aurait ensuite erré des millions d'années dans l'espace. Finalement, il y a environ treize mille ans, il serait tombé sur notre planète par hasard. C'est plus crédible qu'il n'y paraît : il existe plus d'une douzaine de météorites connus, venant très vraisemblablement de la planète Mars. Nous en avons la certitude, car leur composition correspond aux analyses chimiques réalisées sur Mars par les sondes Viking.

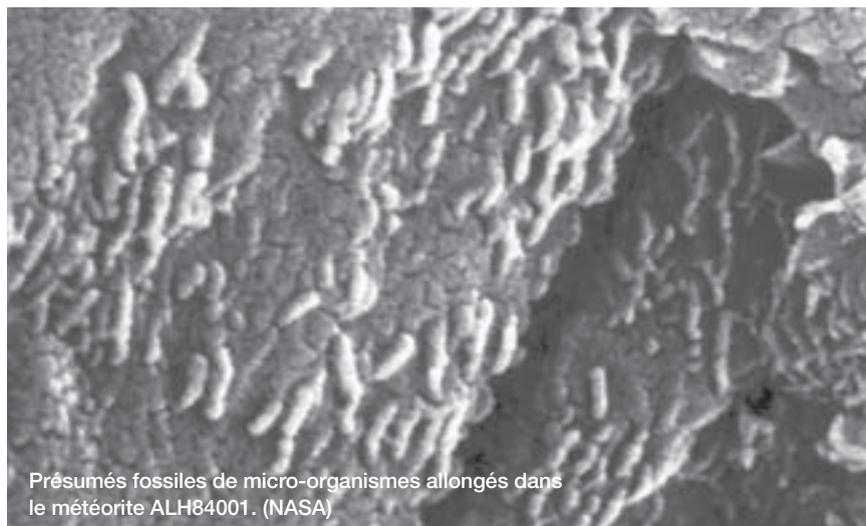
En 1996, l'équipe de chercheurs de la NASA a conclu qu'une série de structures microscopiques à l'intérieur de ALH84001

étaient probablement constituées par des micro-organismes vivants. Le météorite semblait renfermer de petites bulles de carbonate manifestement déposées par de l'eau. Ces « globules » de carbonate présentaient des bords sombres, révélant la présence de cristaux de magnétite et de sulfure de fer minuscules. Sur terre, il existe des bactéries capables de produire des cristaux similaires. Selon David MCKAY et ses collègues, il était fort peu probable qu'un phénomène chimique non biologique puisse produire ces deux types de cristaux aussi proches l'un de l'autre, alors que des micro-organismes vivants étaient parfaitement en mesure de le faire. De plus, à l'intérieur et autour de ces globules de carbonate, les chercheurs de la NASA ont trouvé des hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HAP. Il s'agit de molécules organiques, produits de la décomposition de matière vivante – même s'il est parfaitement possible qu'elles soient apparues de manière totalement non biologique. Mais parmi toutes les découvertes concernant ALH84001, la plus déconcertante fut sans conteste celle des structures « vermiculaires » à l'intérieur de la roche, visibles sur les clichés d'un microscope



dossier mars

Plan rapproché du « visage » pris par Mars Global Surveyor où l'on distingue une colline de forme irrégulière. (NASA)



Présumés fossiles de micro-organismes allongés dans le météorite ALH84001. (NASA)

à électrons. Ces « petits vers » microscopiques semblaient être des fossiles d'anciennes formes de vie de la planète Mars.

David McKAY et ses collaborateurs ont admis que, pris isolément, aucun des arguments selon lesquels ALH84001 contenait des fossiles de vie, n'était totalement convaincant, mais que pris ensemble, ces arguments le devenaient à leurs yeux.

L'article de McKAY et de son équipe a été accueilli avec un extrême scepticisme par la majorité des autres scientifiques. Et les développements enregistrés ces dernières années semblent leur donner raison. L'un après l'autre, les indices identifiés par McKAY ont été détricotés par des explications convaincantes n'ayant aucun lien avec des micro-organismes vivants. Les « petites saucisses » microscopiques visibles sur les photos de McKAY se sont révélés être selon toute probabilité de simples cristaux microscopiques aux formes étranges.

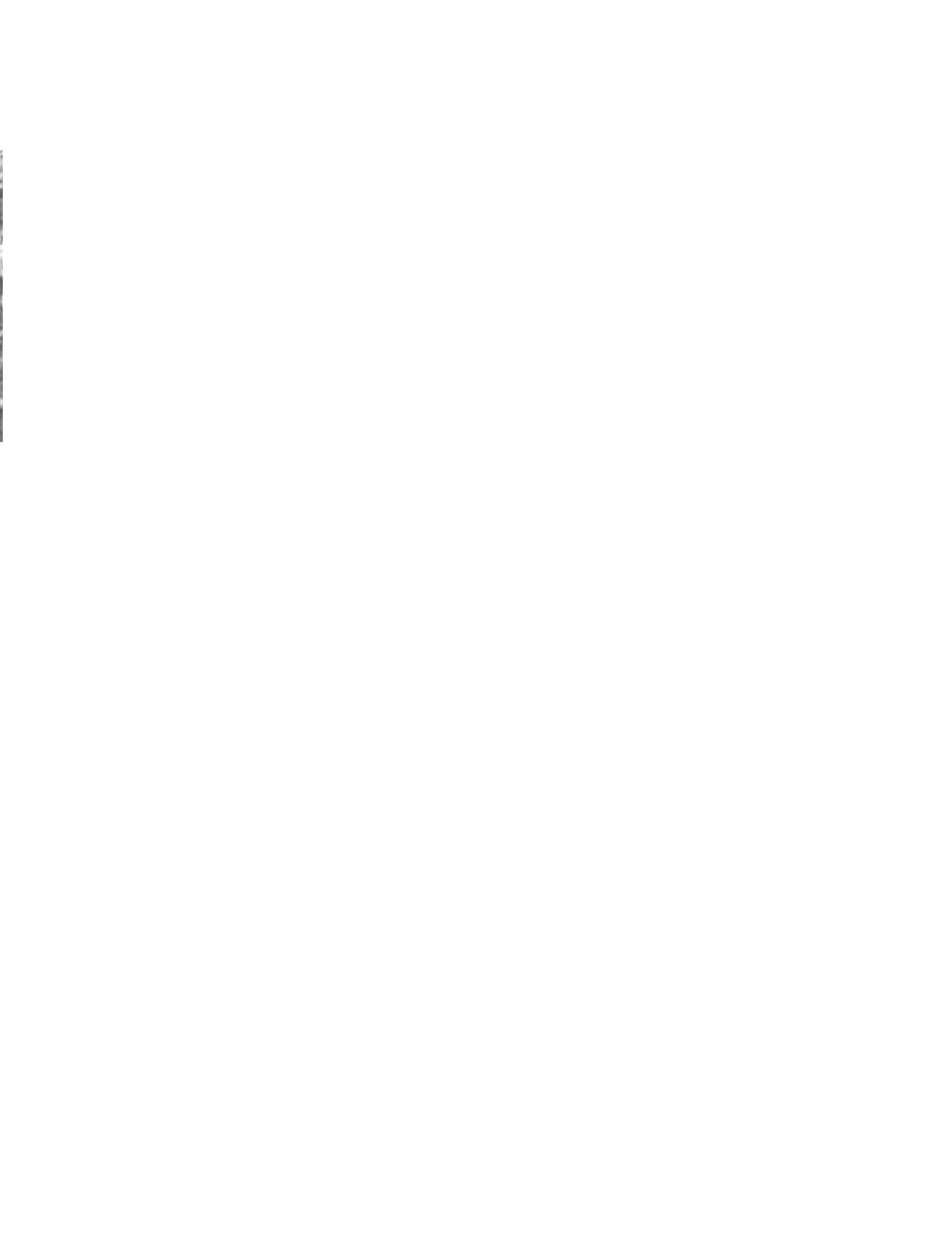
Quelques scientifiques irréductibles continuent à penser aujourd'hui que ALH84001 contient réellement des fossiles d'organismes microscopiques vivants de Mars. Mais ils ne représentent qu'une minorité du monde scientifique et, qui plus est, une minorité en voie d'extinction. La plupart des scientifiques ont définitivement renoncé à accepter ALH84001 comme un éventuel indice témoignant de l'existence, à une époque, de vie sur Mars.

N'a-t-on, en dépit de tous les efforts, retrouver aucun signe crédible de vie sur Mars ? Tous n'en sont pas convaincus. Un noyau de fanatiques, petit mais dur, adepte des théories du complot croit que la preuve de la vie sur Mars a été établie

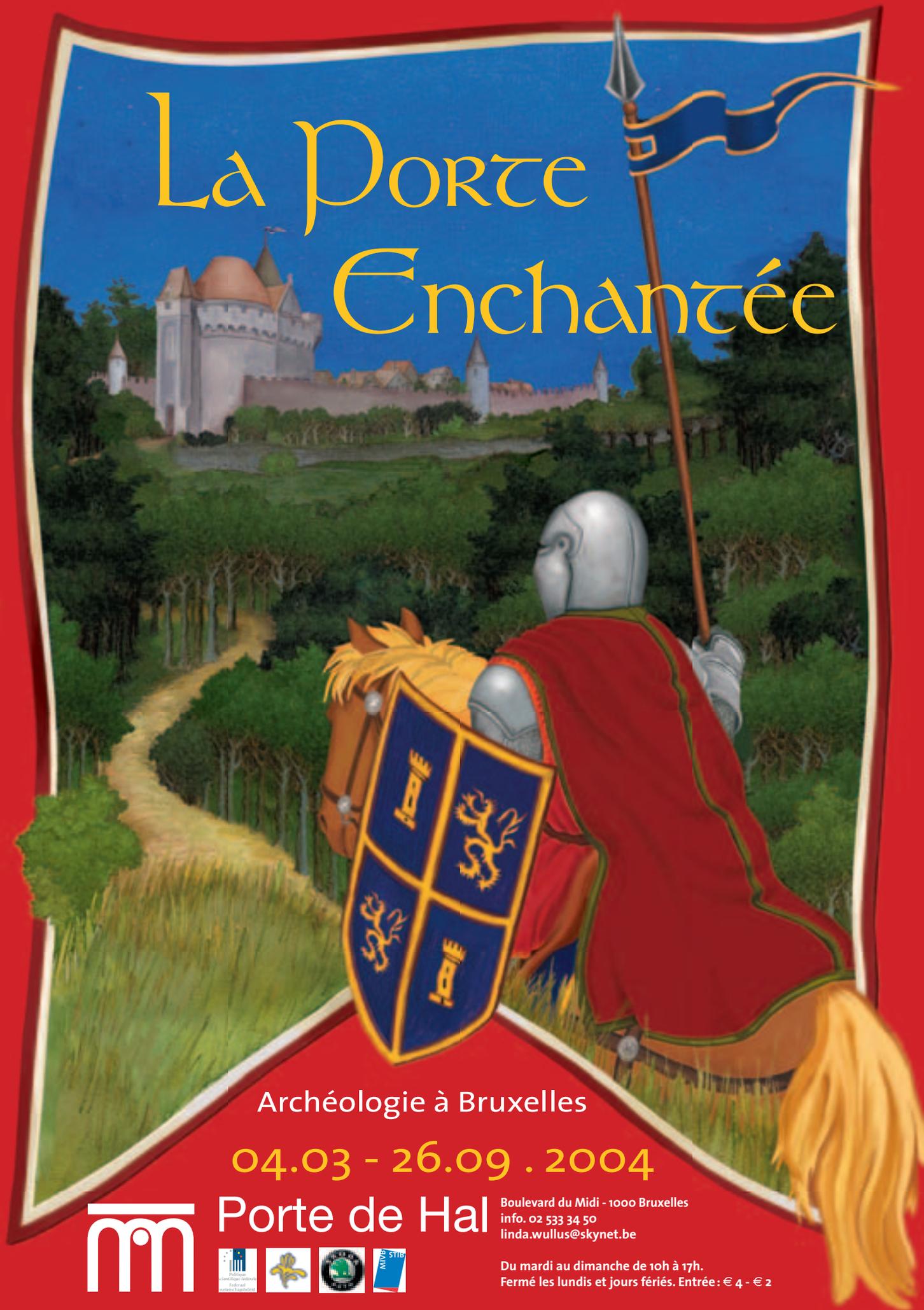
dès le 25 juillet 1976, lorsque l'orbiteur américain Viking 1 a photographié ce qui ressemblerait à un visage humain géant. D'après la NASA et tous les scientifiques, ce n'était rien de plus qu'une formation rocheuse naturelle, présentant sous l'effet des jeux d'ombre et de lumière, une ressemblance avec un visage. Mais quelques autres, parmi lesquels l'écrivain Richard HOAGLAND y ont vu bien davantage. Selon eux, il s'agissait d'une sculpture géante, comparable au sphinx de Gizeh en Egypte, mais encore plus grand. Mieux encore, dans la région martienne Cydonia, proche du visage, ils ont cru distinguer sur les clichés de Viking des structures leur rappelant les pyramides égyptiennes. Le lien entre Mars et l'ancienne civilisation égyptienne fut très rapidement établi et pourquoi pas avec le continent perdu Atlantis ? Et les affirmations de la NASA maintenant qu'il s'agissait de simples formations rocheuses ne pouvaient que confirmer la thèse du complot perfide. Sans aucun doute avec l'aide de la CIA, la NASA voulait délibérément dissimuler la vérité sur Mars et tous les scientifiques participaient au complot. Cette théorie du complot à propos de Mars continue, aujourd'hui encore, à être diffusée par de nombreux sites sur l'internet. Tout cela, malgré les nouveaux clichés, considérablement plus précis du prétendu « visage », pris en 1998 par Mars Global Surveyor. Les anciennes photos de Viking étaient encore très floues, mais les nouvelles images sont d'une extrême précision. Et elles révèlent sans le moindre doute que le « faciès » n'est en réalité qu'un amas de roches aux formes irrégulières.

Dans notre prochain numéro:

Dans la seconde partie du dossier consacré à Mars, nous reviendrons sur les robots martiens Spirit et Opportunity, la première sonde de reconnaissance européenne Mars Express, la participation belge aux recherches sur Mars et les futurs plans de la NASA et de l'ESA.



La Porte Enchantée



Archéologie à Bruxelles

04.03 - 26.09 . 2004



Porte de Hal



Boulevard du Midi - 1000 Bruxelles
info. 02 533 34 50
linda.wullus@skynet.be

Du mardi au dimanche de 10h à 17h.
Fermé les lundis et jours fériés. Entrée: € 4 - € 2

