

## Rosetta cherche comète pour rendez-vous

Le report du tir de la sonde oblige à viser une autre mission.

«**K**epler à toujours raison». Yves Langevin, astrophysicien à Orsay, souligne l'axiome des missions spatiales dans le système solaire. Pour y prendre rendez-vous avec une planète ou tout autre corps, il faut se plier à la mécanique céleste. Et c'est le problème majeur auquel doit faire face l'Agence spatiale européenne après le report, si ne die, du lancement de la sonde Rosetta (*Libération* d'hier). Pour David Southwood, patron de l'astrophysique à l'ESA, Rosetta est «extraordinaire et sans équivalent dans le programme américain», seule capable de se mettre en orbite autour d'une comète, afin de l'étudier en détail, et d'y déposer un robot. Mais, faute de fusée disponible, on ne sait plus vers quelle comète lancer cet explorateur de 1 milliard d'euros.

**Double attrait.** Le choix initial de la comète Wirtanen, qui a du être abandonné, rappelle Yves Langevin, s'expliquait par son double attrait. «Scientifique: elle témoigne bien des conditions de formation du système solaire, il y a 4,5 milliards d'années. Et de position: Rosetta pouvait la rejoindre, à la distance de l'orbite de Jupiter, au prix d'une partie de billard cosmique, avec un passage vers Mars et deux près de la Terre, afin d'acquiescer les 9 km/s nécessaires pour rejoindre une comète de ce type.» Wirtanen était le premier choix des astrophysiciens, mais exigeait un tir en janvier 2003. Ou alors, avec un tir en novembre prochain ou avril 2004, un passage par Vénus, que David Southwood estime très peu probable en raison du choc thermique qu'il suppose: le rayonnement solaire y est deux fois plus intense qu'en orbite terrestre.

**Contraintes.** Proposez-moi, d'ici à six mois, «une liste des cibles possible pour un tir d'ici à deux ans», demande Southwood aux astronautes. La liste risque d'être «courte», rétorque Langevin. «Car Wirtanen était la meilleure, nous connaissons la masse de Rosetta, les contraintes de mécanique céleste, il nous manque la puissance exacte de la fusée qui serait disponible. Avec ça, on arrive à quelques comètes: Howell (tir en 2005 et rendez-vous en 2013), Temple-2, Wild-2, Churyumov-Gerasimenko, Finlay.» Entre souhaits des chercheurs et contraintes techniques, le choix sera délicat ●

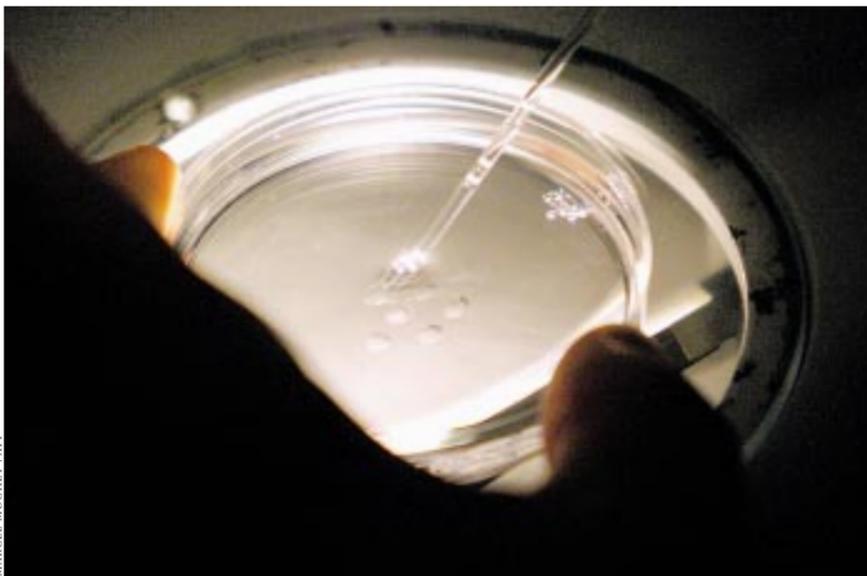
SYLVESTRE HUET

# Nouveau tour de vis au projet de loi sur la bioéthique

Le rapport du Sénat condamne le clonage thérapeutique.

Le nouveau gouvernement voulait «imprimer sa marque» sur le projet de loi de bioéthique adopté par l'Assemblée nationale en janvier 2002. Il vient de lui donner un vrai tour de vis. Hier, la Commission des affaires sociales du Sénat a adopté intégralement le rapport de Francis Giraud (UMP), ancien professeur et «ami de trente-deux ans» de Jean-François Mattei, ministre de la Santé. «Il ne faut pas interpréter ces modifications comme un bouleversement de la philosophie générale du texte», s'est-il défendu. Le nouveau texte, et sa soixantaine d'amendements qui «rectifient substantiellement certaines dispositions du projet de loi», sera discuté en séance publique au Sénat à partir du 28 janvier prochain, et Jean-François Mattei aimerait qu'il soit adopté par le Parlement avant l'été.

**Non catégorique.** Il condamne sans surprise, et comme le précédent texte, le clonage reproductif. Mais il en fait autant pour le clonage thérapeutique. «Le projet de loi antérieur n'y faisait pas référence», précise Francis Giraud. L'actuel lui oppose un non catégorique. «La technique du clonage thérapeutique aboutirait en fait à un clonage reproductif», s'explique le rapporteur. Plus généralement, le rapport de Francis Giraud adopté par la Commission des affaires sociales du Sénat condamne toute recherche sur



Préparation des ovocytes au Centre d'étude et de conservation du sperme humain, à Rennes.

les embryons. Interdiction formelle donc de créer des embryons pour la recherche, y compris pour évaluer les méthodes de procréation médicalement assistée. Le texte précédent ouvrait la possibilité d'effectuer des recherches, sous réserve de l'accord des parents, sur les embryons dits «surnuméraires», ceux obtenus par fécondation in vitro dans le cadre d'une procréation médicalement assistée et qui ne font plus l'objet d'un projet parental. La commission propose que les travaux scientifiques sur les embryons et les cellules souches embryonnaires ne se fassent que sur «dérogation et de façon transitoire», souligne Gi-

raud. Mais pas question de «signer un chèque en blanc» à la recherche sur ces embryons, a ajouté Nicolas Abou, président de la Commission des affaires sociales. La durée de ces essais sera limitée à cinq ans.

**Post mortem.** Plus question non plus de permettre l'implantation d'embryons obtenus après le décès du père. Le projet de janvier 2002 était d'accord pour l'autoriser à condition que le père ait donné son consentement écrit. Le rapport Giraud veut supprimer cette possibilité de transfert d'embryon post mortem pour «ne pas tomber dans l'acharnement procréatique», continue Nicolas

Abou. Restriction également sur le don d'organe de son vivant. L'Assemblée nationale prévoyait d'accorder le don par toute personne «ayant un lien étroit et stable» avec le receveur. «Trop vague et trop large», a jugé la commission. Elle veut limiter ce lien au cercle de famille élargi. Enfin, le «Haut Conseil» imaginé par l'Assemblée pourrait être transformé en «Conseil d'orientation médicale» et scientifique. Y siègeraient des scientifiques et des représentants de la société civile. Tous les protocoles de recherche sur les embryons surnuméraires devraient passer par lui pour être validés ●

JULIE LASTERADE

## Bébé-bulle: second cas de leucémie

Les Américains suspendent les essais thérapeutiques par précaution.

Un deuxième bébé-bulle traité par thérapie génique à l'hôpital Necker (Paris) vient de déclarer une maladie proche d'une leucémie. Par précaution, la FDA (agence du médicament américaine) a annoncé mardi qu'elle suspendait une trentaine de ses essais de thérapie génique.

C'est en octobre dernier qu'avait été révélé le premier cas, chez un des onze bébé-bulles traités depuis 1999 par l'équipe d'Alain Fischer et de Marina Cavazzana-Calvo (*Libération* du 4 octobre 2002). Tous souffraient d'un grave défaut génétique appelé DICS-X (déficit immunitaire sévère lié au chromosome X). Une maladie qui ne touche que les garçons, mortelle avant l'âge d'un an en l'absence de greffe de moelle. La majorité des petits patients avait été guérie

grâce à une thérapie génique dirigée sur des cellules de leur moelle osseuse. Ils avaient ainsi pu sortir de leur bulle stérile et vivre sans médicament. Une première mondiale.

**Prolifération.** Mais, cet été, l'un s'est mis à présenter une prolifération anormale de ses lymphocytes T, une sorte de leucémie. L'Afssaps (Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé) et l'équipe de Necker ont interrompu l'essai à l'automne, pour comprendre le mécanisme de cet effet secondaire. Malheureusement, un deuxième cas vient de survenir.

«Très similaire au premier, il s'est déclaré il y a un peu moins d'un mois», précise Marina Cavazzana-Calvo. «Les deux enfants sont soignés et vont bien.» Comment l'interpréter? «Nous

le savions déjà en octobre, la thérapie génique a joué un rôle certain. Reste à savoir exactement comment, et s'il existe d'autres facteurs augmentant le risque, comme le jeune âge des patients ou le gène en cause», s'interroge la chercheuse.

**Interruption.** «Dans ces essais, on traite des cellules souches. Or celles qui vont intégrer le gène correcteur et repeupler la moelle sont celles qui ont le plus de capacités prolifératives», remarque le généticien Axel Kahn. «De plus, le gène inséré code aussi pour favoriser la croissance de cellules.» En clair, le mode d'action de cette thérapie

génique explique à la fois son succès et le risque de prolifération anarchique. Pour autant, le phénomène n'était pas survenu lors des expériences animales, et l'équipe de Necker «a

toujours eu une méthodologie impeccable», insiste Axel Kahn. Prévenue il y a quelques semaines, la FDA – qui en octobre avait déjà interrompu trois protocoles comparables à l'essai français – en a stoppé mardi une trentaine d'autres, notamment dans le domaine du cancer et du sida. Précisément, tous les protocoles «utilisant des vecteurs rétroviraux pour introduire des gènes dans les cellules souches du sang», précise la FDA. Les chercheurs français regrettent cependant la précipitation des autorités américaines à médiatiser cet accident. «Nous leur avons demandé de garder la confidentialité jusqu'en janvier, pour prévenir convenablement toutes les familles. Nous avons pu le faire, mais pas dans de bonnes conditions», soupire Marina Cavazzana-Calvo ●

SANDRINE CABUT

## le carnet

Tél.: 01 44 78 30 28  
Fax: 01 44 78 30 09  
fmzy@espaces.libération.fr

### NAISSANCES

Alena  
La grande sœur  
née le 27.02.2001  
Eva BACELAR, la maman,  
Laurel MATI, le papa,  
ont le bonheur d'accueillir  
le 10.11.2002

**Tallulah**  
"l'eau qui court"

Paris - Murs-Erigné  
Mamy mi et Papy mou  
ont la très grande joie de vous  
annoncer la naissance de

**Claire**

le 10/01/2003  
Port Royal.

### DÉCÈS

Laurent BOCAHUT,  
son compagnon,  
Helen BROOKS, sa mère,  
sa famille, ses proches  
et ses amis des 5 continents  
ont le chagrin de vous faire part  
du décès de

**Philip BROOKS**

survenu à Cadix  
le lundi 6 janvier 2003

La cérémonie d'adieu aura lieu  
au crématorium du Père Lachaise  
le vendredi 17 janvier 2003 à 14h

Laurent BOCAHUT  
5, rue Pierre l'Ermite 75018 Paris  
livre d'or: www.dominant7.com  
http://www.dominant7.com

### REMERCIEMENTS

Le 2 janvier 2003,  
**Henriette WILHELM**  
nous a quittés à l'âge de 89 ans.  
Son fils, ses petits-fils,  
et ses arrière-petits-enfants  
remercient tous ceux qui les ont  
accompagnés dans cette épreuve.

**Libération.fr**

**LES ARCHIVES**  
Depuis 1995  
Depuis 1995

**Depuis 1995**

Consultez en ligne  
les archives  
payantes  
du journal  
1 à 2 euros par article

[www.libération.com/archives](http://www.libération.com/archives)

**Astronomie.** Départ prévu de la sonde «Rosetta» le 26 février.

# L'Europe en quête du mystère des origines sur une comète

«**S**e poser sur une comète et l'accompagner dix-huit mois dans sa plongée vers le Soleil, ce pourrait être de la science-fiction. C'est ce que l'Europe va faire, reprenant ainsi le leadership de l'exploration cométaire.» Hier, Marcello Coradini, patron de l'exploration du système solaire à l'Agence spatiale européenne (ESA), présentait la sonde Rosetta qu'Ariane doit lancer vers la comète Churyomov-Gerasimenko le 26 février prochain. Sa mission: réaliser la première étude intensive de ces corps gelés, se mettant en orbite autour de la comète, pour y déposer un atterrisseur — baptisé Philæ, du nom de l'obélisque de la cité égyptienne dont les inscriptions aidèrent Champollion à déchiffrer la pierre de Rosette,

élucidant ainsi le mystère des hiéroglyphes. Des Champollion modernes, 150 astrophysiciens européens, espèrent bien dévoiler un double mystère des origines avec Rosetta et Philæ. La composition initiale du matériau à partir duquel se sont formées les planètes, et le rôle crucial qu'ont pu jouer les comètes dans l'apparition de la vie sur Terre, il y

«Ce sera comme viser un point précis sur une pièce de 1 centime posée à Berlin... depuis Paris.»

Marcello Coradini, de l'Agence spatiale européenne

après de quatre milliards d'années, en y apportant des milliards de tonnes de molécules carbonées complexes. Une pièce à conviction décisive dans un dossier philosophico-scientifique, explique Jean-

Pierre Bibring, porte-parole des 70 scientifiques et 17 laboratoires français investis dans l'aventure: la vie a-t-elle émergé uniquement sur la Terre, et si oui (ou non), pourquoi?

**Moyens colossaux.** Un objectif aussi ambitieux nécessite de gros moyens. Le coût total de Rosetta, lancement compris, avoisine le milliard d'euros. La mission représente un redoutable défi pour les astronautes de l'ESOC (le centre de contrôle de l'ESA qui vient de réussir la mise en orbite de Mars Express autour de la planète rouge). Le voyage durera dix ans, durant lesquels la sonde de trois tonnes sera mise en hibernation pour économiser ses forces... Ce qui suppose une réanimation pour le

moins délicate, lorsqu'il faudra dégeler les carburants. A l'arrivée, en août 2014, «le rendez-vous se produira à un demi-milliard de kilomètres de la Terre. Et lorsque l'on posera Philæ, ce sera comme viser un point précis sur une pièce d'un centime posée à Berlin... depuis Paris», plaisante Coradini. Se mettre en orbite autour d'un corps d'environ cinq kilomètres de diamètre dont la gravité est presque nulle exige un pilotage tout en douceur. Quant à l'atterrissage, son principal danger consiste à éviter de «rebondir vers l'espace», affirme Denis Moura, chef du projet au CNES, l'Agence spatiale française. Philæ, un cube d'un mètre de côté, va donc se coller au sol de la comète — dont la consistance inconnue se situe entre «neige pulvérulente et granite», explique Moura — par une petite fusée poussant vers le haut. Philæ s'arrimera ensuite à l'aide de forets et de harpons.

**Instruments de pointe.** A mission spectaculaire, technologies innovantes. Lors du rendez-vous, la comète, «C-G» pour les intimes, sera à cinq fois la distance Terre-Soleil. L'ESA l'a donc doté de panneaux solaires de 32 mètres carrés, aptes à tirer du jus de rares photons, pour le prix «d'un studio parisien de même surface», s'amuse Coradini. Les scientifiques entendent bien profiter à plein de l'aubaine: une sonde orbitant doucement à quelques kilomètres du noyau d'une comète qui va peu à peu se réchauffer en se rapprochant du Soleil et ainsi former sa double queue de gaz et de poussières. Rosetta et Philæ emportent ainsi une batterie de 21 instruments — caméras, spectromètres, radar, analyseurs d'ions, de poussières, de gaz — auxquels pratiquement rien (morphologie, chimie, minéralogie, structure interne, ...) ne devrait échapper. «La comète sera décrite par une carte d'état-major... de fourmis, avec une résolution d'un centimètre», précise Jean-Pierre Bibring. Le tout pour une vue inédite des origines du système solaire. A condition qu'Ariane fasse bien son boulot... et que «les jeunes chercheurs soient embauchés parce que dans dix ans j'en aurai 69», s'inquiète un chercheur du CNRS de Grenoble, Wlodek Kofman. ◀

SYLVESTRE HUET

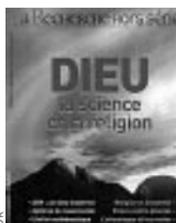
RECHERCHE

## Les malades soutiennent la colère des scientifiques

Quatre importantes associations françaises de malades ont manifesté hier leur «totale solidarité avec le mouvement de colère des chercheurs». Un communiqué commun de l'Association française contre les myopathies (AFM), de la Ligue contre le cancer, l'Alliance Maladies rares et de l'association Aides explique que «maintenir un effort financier sur le secteur de la recherche en France est indispensable pour l'avenir du pays, mais surtout pour que les malades en aient un». Elles soulignent que ni les associations ni le secteur privé ne pourront «pallier les déficiences de l'Etat». La pétition lancée il y a un mois pour dénoncer l'asphyxie financière des laboratoires publics a recueilli près de 40 000 signatures, soit plus du tiers des chercheurs. D'après AFP

kiosque

## Dieu dans les rouages de la science



La science et Dieu. Un sujet d'habitude racoleur et décevant dans les gazettes. La Recherche (1) se livre, des mathématiques à l'épistémologie, de l'astronomie à la génétique, à un traitement sérieux des relations entre sciences et religions. L'on y discute de ce besoin d'explication universelle en biologie qui, subrepticement, joue le rôle divin, de l'influence des religions sur l'économie ou du «principe anthropique» en cosmologie. A savourer, cette notation de la Britannique Frances Westhall: «Pendant les trois ans où j'ai travaillé à la Nasa, j'ai très vite appris à ne pas dire que j'étais athée. Là-bas, c'est pire que d'être musulman depuis les attentats du 11 septembre.» S.H.

(1) Dieu, la science et la religion, la Recherche hors-série n° 14, janvier-mars 2004; 6,50 euros.

GÉNÉTIQUE

## Une souris au lait de poisson

Les molécules d'huile Oméga 3 ont de nombreux atouts pour la santé. Problème, on les trouve essentiellement dans le poisson, sauf à nourrir les vaches de farine de poisson. Des chercheurs américains expliquaient hier dans Nature qu'ils ont introduit un gène de ver dans le génome d'une souris qui la force à produire les précieux acides gras: dans la viande, mais aussi dans le lait.

ESPACE

## Un autre équipage pour l'ISS

«L'équipage n'était pas prêt à certains points de vue.» C'est par ce propos mystérieux qu'un porte-parole russe a motivé la décision de changer l'équipage qui doit s'envoler le 19 avril de Baïkonour (Kazakhstan) à destination de la Station spatiale internationale (ISS). Ce sont donc l'Américain Michael Fincke et le Russe Gennady Padalka qui auront le privilège de vivre à bord de l'ISS. Ils seront escortés par le Néerlandais Andre Kuipers, qui se contentera d'un séjour de huit jours, avant de revenir avec les occupants actuels.

► **Le record du cristal de plus grande surface** a été battu par une équipe américaine. Un gramme de leur molécule pourrait recouvrir dix-sept courts de tennis. Ce rapport poids-surface est très prisé, notamment dans la catalyse de réactions chimiques ou la fabrication d'éponges moléculaires. ► **Rectificatif.** Une maladresse nous a fait écrire silicium au lieu de silicium (silicon en anglais) à propos du cerveau d'un robot, hier. Bien évidemment, la silicium est plus utile à plomberie et la chirurgie des faux seins qu'à la cybernétique.

# Challenges

un jeudi sur deux  
le news de l'économie



ILS ONT CHANGÉ DE MÉTIER

# Repartir de zéro



- Identifier son projet
- Evacuer ses peurs
- Préparer le changement
- Comment réussir

Test Etes-vous prêt à sauter le pas?

Promoteurs, industriels, propriétaires de stations  
**Les fortunes de l'or blanc**

Les comètes sont des agglomérats de glace et de poussière de quelques kilomètres de diamètre dont la composition n'a pas varié depuis la formation du système solaire, il y a 4,56 milliards d'années.

La comète Churyumov-Gerasimenko porte le nom des deux Russes qui l'ont découverte en 1967. Elle fait le tour du Soleil en près de six ans.

## Nasa

La sonde *Stardust* va rapporter sur Terre quelques poussières de la comète Wilt-2. De son côté, la sonde *Deep Impact* doit bombarder une comète avec un poids de 400 kg pour observer le fond du cratère ainsi formé.

## 1200 comètes

sont identifiées par les astronomes. Des millions d'entre elles orbitent dans la ceinture de Kuiper, au-delà de Neptune, et dans le nuage de Oort, aux confins du système solaire. Lorsqu'elles sont perturbées, elles peuvent plonger vers le Soleil (le satellite Soho en a vu 500 depuis 1995).

# «ROSETTA» A L'ASSAUT DE LA COMETE

La sonde européenne mise en orbite hier devrait étudier la comète Churyumov-Gerasimenko... en 2014.

**S**oudain, Ariane interrompt la nuit guyanaise. Le lanceur vient de décoller, à 4h17 m et 44 s (heure locale). L'impact lumineux de ses propulseurs éclaire le ciel. Le grondement des moteurs parvient tout juste aux balcons de Jupiter, centre de contrôle de l'aéroport européen. La fusée incline sa trajectoire vers l'ouest, au-dessus de l'Atlantique, accélère, largue ses boosters, puis sa coiffe, enfin son étage principal, carburant épuisé. Ariane suit alors une phase «balistique», moteurs éteints, durant une heure et demie. Une opération inédite. Puis, alors qu'elle est revenue au-dessus de Kourou, l'étage supérieur entre en action. En vingt minutes, il propulse la sonde *Rosetta* sur son «orbite hyperbolique de libération», disent les astronautes, à plus de 11 km/s. Libérée, la sonde déploie ses panneaux solaires et commence sa vie autonome. Ariane montre qu'elle peut faire autre chose que lancer des satcoms. L'Europe peut tirer des plans sur la comète Churyumov-Gerasimenko et son industrie spatiale pousser un «ouf» de soulagement. «Avec Mars-Express en opéra-

La fusée Ariane 5 quitte son pas de tir, mardi matin, à Kourou.



ESA, CNES, ARIANESPACE, AP

tion sur Mars, Smart-One en route vers la Lune, Rosetta lancée vers une comète où nous allons nous poser dans dix ans, les missions prévues vers Vénus et Mercure, l'ESA s'impose

comme un partenaire significatif de l'exploration du système solaire», a souligné le directeur général de l'Agence spatiale européenne (ESA), Jean-Jacques Dordain. L'enjeu scientifique de cette mission de dix ans est énorme, à la hauteur de l'investissement: près de 1 milliard d'euros. L'industrie spatiale européenne jouait très gros dans ce premier tir de l'année. Effondrement du marché des satellites commerciaux, échec de la première Ariane «dix tonnes» en décembre 2002, le secteur avait rarement affronté une crise aussi dure. Avant le tir, Jean-Yves Le Gall, le pa-

tron d'Arianespace, montrait un visage fermé, signe de la crainte d'un échec, aiguës par les deux reports de tir la semaine dernière. C'est un «bravo Ariane» qu'il a pu lâcher, tout sourire, après ce lancement qui vient à point pour les industriels qui fabriquent le lanceur et pour les opérateurs de satcoms clients d'Arianespace. Surtout que les Etats membres de l'ESA ont décidé, le 4 février, de financer le programme Egas (accès garanti à l'espace) ainsi que l'arrivée de la fusée russe Soyuz en Guyane, signe clair d'une volonté politique de pérenniser le transport spatial et de soutenir la concurrence américaine. Il ne reste plus qu'à réussir, cet été, le retour en vol de la version plus puissante d'Ariane (capable de mettre dix tonnes en orbite géostationnaire), et la crise sera effacée. ◆

S.H.

## Sur Mars, un milieu favorable à la vie a existé

Depuis plusieurs jours, la Nasa entretenait le suspense et avait parlé d'une «information importante» concernant la planète Mars. Hier, Ed Weiler, l'un des administrateurs de l'agence spatiale américaine, a donc livré la nouvelle: le cratère dans lequel le robot Opportunity s'est posé fin janvier fut «inondé d'eau à une certaine époque». «Cela signifie que durant une période assez importante, il existait un environnement favorable à la vie», a poursuivi Ed Weiler. Aussitôt, une demi-douzaine d'experts rassemblés pour l'occasion ont commencé à livrer leur analyse. Tout sourire, Steve Squyres, le chef de la mission d'exploration entreprise sur Mars par la Nasa, a expliqué que «sur une grande partie de la surface» explorée par le module Opportunity, «les rochers étaient à un moment tout simplement inondés par l'élément liquide». «Nous y avons trouvé des traces de sulfates et de minéraux qui ne laissent aucun doute», a-t-il ajouté. Les scientifiques ont toutefois précisé que, jusqu'à présent, Opportunity et son compère Spirit n'avaient pas trouvé «de preuve directe d'une vie biologique». «Notre mission a toujours été d'essayer d'établir si une partie de Mars avait bénéficié d'un environnement tel qu'une vie aurait pu s'y développer», a précisé la Nasa dans un communiqué. «Et aujourd'hui, nous disposons d'un élément déterminant pour répondre que oui. Pour le reste, nous allons continuer notre travail.» Dans les semaines à venir, les scientifiques devraient notamment essayer de déterminer si ces rochers se situaient au fond d'un lac ou d'un océan.

F. Ro. (à New York)

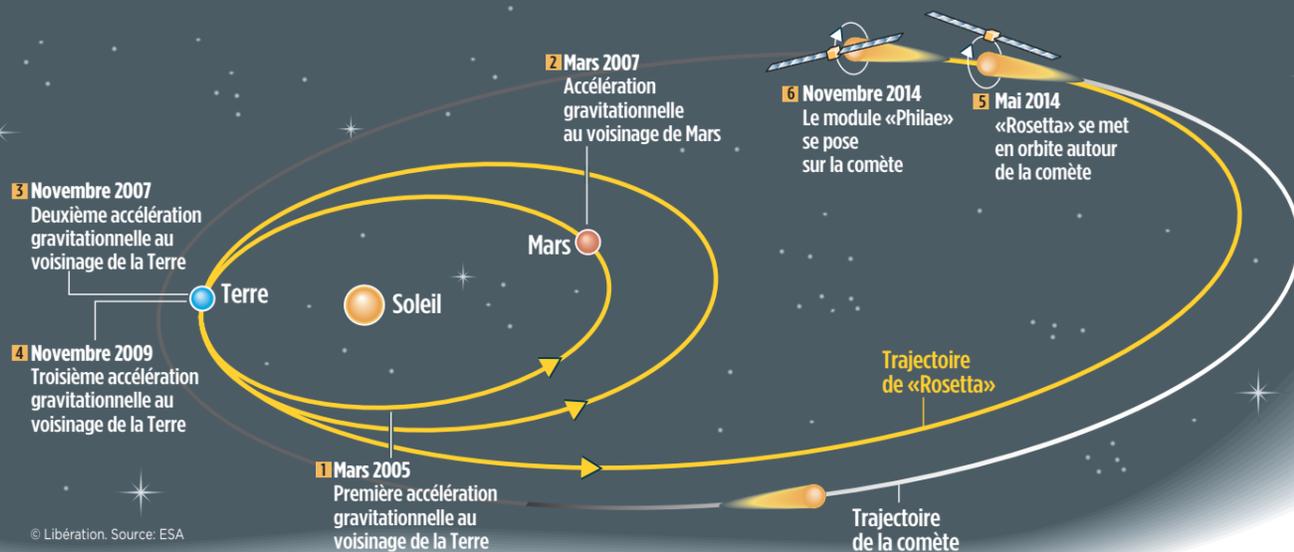
**éditorial**

PAR JEAN-MICHEL THÉNARD

## Quête de sens

Du temps du pauvre Bart Howard, mort la semaine dernière à 88 ans, la Lune faisait rêver. *Fly Me to the Moon*, sa chanson écrite dans les années 60, swingue dans le *Space Cowboys* de Clint Eastwood, hommage ironique aux astronautes pionniers. Mais le tube aujourd'hui, c'est *Flyme to Chury*, la chanson de *Rosetta*. C'est elle qui nourrit l'imagination, remet du propéol dans les usines à rêve cachées dans les coins de tête. Heureux qui comme *Rosetta* va faire un infini voyage.

385 000 kilomètres entre la Terre et la Lune, 5 milliards entre Kourou et la comète Churyumov-Gerasimenko. Non plus quelques jours mais dix ans et demi pour atteindre sa destination en vol direct, sans changer à l'Etoile. Changement de siècle, et voilà l'espace qui gagne en horizon. L'odyssée est encore plus spacieuse. Quand la Lune sert à des fins électorales pour un président Bush qui rêve d'y installer des bases, les nouvelles frontières sont ailleurs. Dans de nouvelles conquêtes dans la connaissance des origines de la planète Terre. Les comètes ont des secrets, *Rosetta* va tenter de les percer plus près du Soleil pour comprendre comment le vivant est venu à la vie terrestre. Pour la réponse, on s'armera de patience, sachant que l'on mesurera l'avancée de la sonde davantage au nombre de rides sur le visage qu'en tours de cadrans sur la montre bracelet. Ça prend du temps de remonter aux origines du temps. En attendant, et ce n'est pas rien, l'Europe a gagné le droit d'être du voyage pour les prochaines années. Face à la concurrence, elle reste dans la course à l'exploration. Après *Mars Express* autour de la planète rouge, *Rosetta*. Pas de quoi encore installer le Vieux Continent en puissance spatiale, mais ça en prend le chemin. Pour peu que la volonté politique des bientôt vingt-cinq ne faillisse pas. Et qu'elle sache abonder en manne publique une aventure certes dispendieuse mais sans laquelle l'humanité se priverait d'une quête de sens.



# Dix années de déambulations spatiales

Pour atteindre sa cible, «Rosetta» devra jouer de la «fronde gravitationnelle».

Kourou (Guyane) envoyé spécial

**H**ier, *Rosetta* a entamé un périple de plus de cinq milliards de kilomètres. Aucune fusée n'aurait pu l'expédier directement sur la comète Churyumov-Gerasimenko, (Chury pour les intimes). Pour qu'elle arrive à destination, les astronautes de l'Agence spatiale européenne (ESA) vont donc jouer de la «fronde gravitationnelle». L'astuce permet de profiter de l'énergie d'un corps céleste en le frôlant. Plus il est massif, plus le passage est proche et plus la vitesse acquise est élevée. *Rosetta* va user par quatre fois du procédé, en frôlant la Terre (2005, 2007 et 2009) et Mars (2007). Après l'ultime passage près de la Terre, direction la lointaine orbite de Jupiter. En chemin, *Rosetta* jettera un œil sur un ou deux astéroïdes. Puis, la sonde sera mise en «hibernation» - une technologie de sommeil gelé testée avec la sonde *Giotto* après sa rencontre avec la comète de Halley, en 1986. Jusqu'à ce jour de 2014 où la comète ne sera plus qu'à 200 000 km. Commencera alors l'une des phases les plus délicates de la mission: sortir d'hibernation, réchauffer le carburant solidifié, puis se mettre en orbite autour d'un corps non sphérique dont l'attraction est si faible qu'un homme pourrait s'en détacher d'un simple coup de talon.

**Temps de réaction.** Seule solution: un pilotage fin et lent. Durant la phase d'approche, les instruments dresseront un portrait précis de Chury pour en déduire le champ de gravitation. De quoi définir le chemin exact permettant la mise en orbite de la sonde à quelques dizaines de kilomètres de la comète. Ensuite, *Rosetta* utilisera ses fusées pour réduire à 2 m/s sa vitesse relative par rapport à la comète. Difficulté majeure, le temps de réaction des astronautes

Envoyées par une antenne installée en Australie, les ondes portant les messages de *Rosetta* et les ordres de la Terre mettront près de 50 minutes à arriver.

Au terme de son voyage, *Rosetta* tournera sa face couverte d'instruments vers Chury. Premier objectif: six mois d'auscultation détaillée du noyau qui, à cette distance du Soleil, sera inactif. Caméras et capteurs réaliseront des images à haute résolution, des mesures physiques et chimiques.

**La «fronde gravitationnelle» consiste à profiter de l'énergie d'un corps céleste en le frôlant. Plus le corps est massif, plus la vitesse acquise est élevée.**

mettra de sélectionner le site d'atterrissage du module *Philae*. Opération risquée. L'attraction est si faible que *Philae* est doté d'une petite fusée, non pour ralentir sa chute mais au contraire pour se diriger vers l'astre et s'y plaquer. Au moment du contact, deux harpons l'ancreront dans un sol à la consistance inconnue, afin d'éviter un rebond vers l'espace. Puis trois pieds-mèches de forage solidifieront l'accrochage. Ensuite, les instruments entreront en action, épuisant en quelques jours les ressources électriques.

**Quel est le mystère des comètes que Rosetta doit tenter de déchiffrer?**

Un sombre mystère: pourquoi sont-elles plus noires que du charbon? Une question provoquée par les découvertes effectuées lors des missions de survol de la comète de Halley, en 1986, par les sondes *Véga* (soviétique) et *Giotto* (européenne). Ce fut une énorme surprise de découvrir un noyau cométaire, formé pour l'essentiel de glace, tout noir. Cela pourrait s'expliquer s'il était recouvert et garni de molécules carbonées, des polymères formés dès l'effondrement du nuage primordial de gaz et de poussières qui ont engendré le système solaire. La chimie cosmique aurait fabriqué des molécules complexes avant même l'apparition du Soleil et des planètes. Détruites par la chaleur dans l'astre et sur les planètes en formation, elles ont pu subsister dans les comètes, qui ont gardé intact leur matériau d'origine. En 1986, les sondes n'étaient pas équipées pour en déterminer la composition précise. D'où notre réaction: il fallait rapporter un échantillon de comète pour l'analyser sur Terre. Crédits et technologies ne l'ont pas permis, malgré un début de projet

miques, une cartographie complète. Outre la connaissance inédite qui s'en dégagera, cette revue de détail per-

mettra de sélectionner le site d'atterrissage du module *Philae*. Opération risquée. L'attraction est si faible que *Philae* est doté d'une petite fusée, non pour ralentir sa chute mais au contraire pour se diriger vers l'astre et s'y plaquer. Au mo-

ment du contact, deux harpons l'ancreront dans un sol à la consistance inconnue, afin d'éviter un rebond vers l'espace. Puis trois pieds-mèches de forage solidifieront l'accrochage. Ensuite, les instruments entreront en action, épuisant en quelques jours les ressources électriques.

**Chevelure.** Pendant ce temps, Chury poursuivra sa course. Et plongera à vitesse accélérée vers le Soleil, qu'elle va contourner à peu près à la même distance que la Terre en 2015. Petit à petit réchauffé, le noyau va créer une magni-

fique chevelure et deux queues, l'une de gaz, l'autre de grains de poussière. Le danger sera croissant pour les deux engins, mais l'intérêt scientifique également. *Rosetta* pourra surveiller ce réveil de la comète. Et celui de *Philae*, dont la ressource électrique augmentera au fur et à mesure que les panneaux solaires seront plus illuminés. *Philae* pourra alors recharger ses batteries et réitérer ses mesures, si tout va bien. C'est le jackpot dont rêvent aujourd'hui les astrophysiciens. ♦

S.H.

**Le Pr Bibring, membre du projet «Rosetta», explique la fascination pour les comètes :**

## «Un rôle possible dans l'apparition du vivant»

**J**ean Pierre Bibring, professeur à l'université d'Orsay (Institut d'astrophysique spatiale, CNRS) est responsable scientifique de l'atterrissage *Philae*, qui doit se poser sur la comète Churyumov-Gerasimenko en 2014. Rencontré à Kourou, il explique pourquoi les comètes intéressent autant.

Nasa/ESA (Agence spatiale européenne, ndlr). La Nasa se retirant, l'ESA a décidé d'envoyer un laboratoire automatique rejoindre une comète pour l'analyser *in situ* et l'observer depuis une orbite très proche. Outre leur composition, l'existence même des comètes pose question: pourquoi ces objets ont-ils arrêté leur croissance à quelques kilomètres de diamètre? Et comment se sont-ils retrouvés, très loin de leur lieu de formation, dans la ceinture de Kuiper, au-delà de Neptune et dans le nuage de Oort, aux confins du système solaire? Probablement par l'action gravitationnelle des planètes géantes...

**Les comètes ont-elles participé à l'émergence de la vie sur Terre?**

C'est la partie la plus spéculative de nos interrogations. On évalue à quelque 3,8 milliards d'années les traces les plus anciennes de la vie terrestre, sans pouvoir retracer les mécanismes chimiques de son émergence. Or les comètes auraient apporté les chaînes moléculaires appropriées, à base de carbone, à un moment où la chimie terrestre était peu évoluée. Comme tous les objets planétaires, la Terre a été soumise à un énorme bombardement - jusqu'à il y a 4 milliards d'années - dont les cicatrices ont été effacées par l'évolution géologique. En outre, l'atmosphère ne filtrait pas les UV du Soleil, ce qui inhibait toute évolution chimique complexe. En revanche, dès que l'eau a été stable à l'état liquide, la chute de comètes dans les océans a pu les ensemercer avec

des molécules organiques complexes. Certaines ont pu jouer un rôle clé dans l'évolution vers le vivant. Cette hypothèse exige d'être testée par l'identification de ces molécules qui sont aujourd'hui encore intactes dans les comètes.

**Qu'attendez-vous de Rosetta?**

Pour la première fois, on pourra étudier intensivement, et non lors d'un survol rapide, un noyau cométaire. *Rosetta* fera la cartographie de toute sa surface, de son environnement, de sa structure interne. Nous allons analyser tous les gaz, minéraux et glaces qui le composent. Nous établirons des cartes avec des détails de quelques millimètres, la composition de la surface entière sera analysée avec une précision de l'ordre du mètre. C'est beaucoup mieux que ce dont nous disposons pour la Terre ou pour tous les autres astres déjà explorés. Au sol, *Philae*, un laboratoire très performant, étudiera les propriétés physiques (thermiques, électriques, mécaniques) et la composition du matériau. Les échantillons seront analysés au microscope et avec d'autres instruments pour déterminer la composition, tant des grains que des glaces, à l'échelle de quelques microns. Le saut de connaissance devrait être décisif. Les questions qui ne manqueront pas de surgir le feront sur une base tout à fait nouvelle, comme lorsque l'on passe d'un point lumineux rougeâtre sur le ciel à la cartographie détaillée de Mars. ♦

Recueilli par SYLVESTRE HUET

*Libération 12/11/2014*

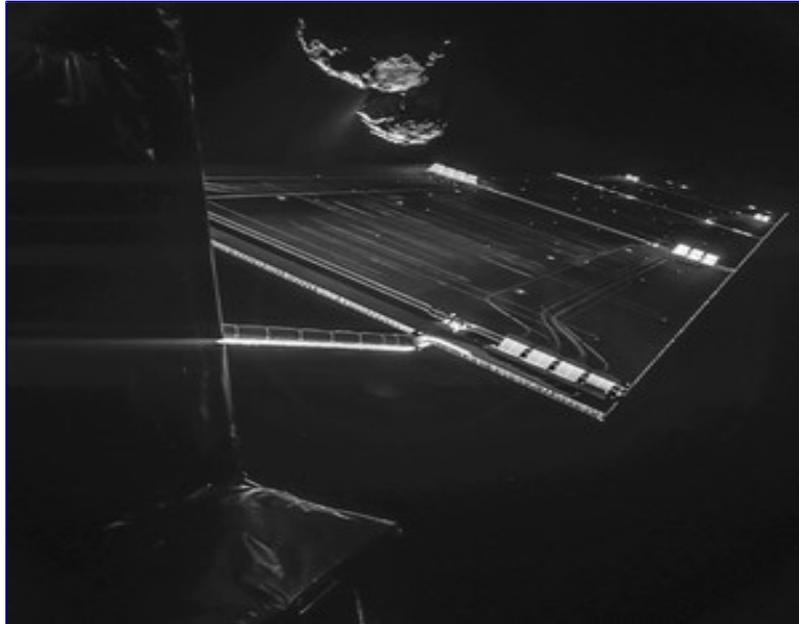
<http://sciences.blogs.liberation.fr/home/2014/11/jour-j-pour-philae-et-rosetta.html>

---

*Par Sylvestre Huet*

---

## **Jour J pour Philae, Rosetta et la comète Tchouri**



[La comète et Rosetta, le selfie cosmique.](#)

Ce matin, **Rosetta** a reçu un message clé de Sylvain Lodiote. La première est une sonde interplanétaire. Elle vogue à 500 millions de kilomètres de la Terre, de conserve avec la comète Tchourioumov-Guérassimenko. *(A gauche, selfie cosmique de Rosetta avec la comète en fond).*

[Sylvain Lodiote est ingénieur à l'Agence spatiale européenne](#), au Centre des opérations (ESOC) de Darmstadt, en Allemagne. Son message, qui sera téléchargé par l'ordinateur de Rosetta, contiendra les ordres à suivre pour éjecter le petit robot Philae vers la comète. *(Ce matin, Libération, en vente dans tous les kiosques, consacre quatre pages à cet événement).*

Mission: réussir le premier contact direct entre une comète et la technologie humaine. Objectif : explorer *in situ* l'un de ces astres errants. Probabilité de succès: faible. Pronostic : néant. **Jean-Pierre Bibring**, de l'Institut d'Astrophysique Spatiale d'Orsay (CNRS, Université Paris Sud), responsable scientifique du robot Philae le souligne : *«l'évaluation du risque est strictement impossible. Aux risques technologiques inhérents à toute mission spatiale, minimisés autant que faire se peut, s'ajoutent des risques... inconnus. Nous ne savons pas, pas plus que lors de la conception de Philae, les caractéristiques mécaniques du matériau de surface, sa structure, son dégazage, sa densité, ses reliefs, à l'échelle des dimensions de Philae. Le succès de cette tentative sans précédent d'atterrissage sur une comète dépend de ces caractéristiques que la mission vise justement à découvrir. Tenter un pronostic n'a pas grand sens.»*



[Graphique Cnes atterrissage](#)

## Gai savoir et technologie sans mal

Ce jour est donc le clou du spectacle offert par la mission Rosetta, la « pierre angulaire » la plus spectaculaire du programme Horizon 2000 de l'ESA, lancé sous la houlette de Roger Maurice Bonnet, à l'époque directeur du programme scientifique de l'Agence. Une mission au goût de S-F, des images inédites révélant les moindres détails de la surface d'une comète, beaucoup plus tourmentée qu'escompté par les ingénieurs qui ont conçu le système d'atterrissage de Philae, des succès déjà remportés par Rosetta qui a glané des [informations précieuses sur la comète](#) (même son odeur, [un curieux cocktail puant](#))... c'est le gai savoir et la technologie qui ne peut faire de mal à personne.



[Graphique Cnes rosetta chiffres](#)

Brodons. Sans vergogne. Les comètes pourraient être un ingrédient nécessaire à la vie. Du moins à son émergence, lorsqu'il faut alimenter une planète toute jeune en glace d'eau et en molécules organiques. Ce fut le cas, il y a 4 milliards d'années sur la Terre. Explorer ces témoins des matériaux du système solaire, inchangés depuis sa formation, c'est donc enquêter sur les origines de la vie de manière concrète. Et depuis que l'on a observé que le système solaire de Beta Pictoris (la 2ème étoile de la constellation du Peintre) possède lui aussi son cortège de comètes, cette partie de la question est aussi justifiable d'une exploration concrète ailleurs que dans notre système solaire.

## Vermine du ciel

Mais les comètes sont aussi la vermine du ciel, un facteur de mort. En masse. L'une d'elle, bien plus massive que Tchouri, est soupçonnée d'avoir provoqué l'extinction biologique massive d'il y a 65 millions d'années. Un épisode qui a rayé de la carte les dinos, et laissé le champ libre aux

mammifères. Aucune menace de ce type n'est apparue sur les télescopes. Mais, à l'échelle géologique, la prochaine est pour demain.



[Reliefs de Rosetta avec une résolution d'un mètre vu le 5 sept par Rosetta \(ESA, Rosetta, MPS\)](#)

Que faire ? (Disait Vladimir dans un contexte très différent). Une mission spatiale pour détourner cette vermine du ciel de notre orbite. Un truc impossible au dernier moment, mais de moins en moins difficile si l'on prend le problème à temps, lorsqu'une toute petite déviation éloigne l'objet menaçant de la trajectoire de la Terre. Le milliard d'euros dépensé pour Rosetta pourrait bien faire partie de l'investissement le plus intelligent de l'espèce humaine.

Donc, ce jour, Philae va tenter de se poser sur la comète. Il sera possible de suivre [la vidéo transmission du Cnes \(voir ici\)](#) sur les opérations. Nous saurons, en fin d'après midi, si la surface de l'astre a bien voulu l'accueillir sans le faire tournebouler ou l'engloutir, vingt minutes après l'envoi de son message (500 millions de km à la vitesse de 300.000 km/s). Affaire à suivre sur le blog.

## Un voyage de dix ans

Le rendez-vous entre [Rosetta](#) et la comète Tchourioumov-Guerassimenko se mérite. Cette mission spectaculaire a débuté avec le lancement de la sonde par Ariane, le 3 mars 2004, depuis l'astroport de Kourou, en Guyane. Ont suivi dix ans de voyage, près de 7 milliards de kilomètres avalés à la vitesse maximale de 61.000 km/h, des rendez-vous avec les astéroïdes Steins et Lutetia, des survols de Mars et de la Terre en 2005 et 2007 dans une partie de billard cosmique destinée à accélérer la vitesse de la sonde, une hibernation de plusieurs années qui a pris fin le 20 janvier dernier. Et enfin [le rendez-vous, le 6 août dernier.](#)

### Pourquoi ces noms d'Egypte ?

Lors du choix de la mission, le nom de Rosetta donné à la sonde voulait évoquer la Pierre de Rosette, car elle allait déchiffrer le mystère des comètes. Filant la métaphore, l'ESA batisa le robot qui doit se poser sur l'astre du nom de Philae, une ancienne île du Nil, engloutie sous les eaux depuis la construction du haut barrage d'Assouan. Elle abritait des temples qui ont été déconstruits et reconstruit sur l'île d'Agilkia (souvent rebaptisée Philae). D'où le nom d'Agilkia donné au site d'atterrissage du robot sur la comète.

Pourquoi la comète répond-elle au nom scientifique de 67P ? Parce qu'à l'époque de sa découverte,

par Klim Tchourioumov sur une plaque photographique de la comète 32P/Comas Solá prise le 11 septembre 1969 par Svetlana Guérassimenko à l'institut d'astrophysique d'Almaty alors Alma-Ata, c'était la 67ème comète périodique connue.

(...)

*Par Sylvestre Huet, le 12 novembre 2014*