

D'un autre côté, aucun objectif scientifique évident n'était défini. La sonde *Surveyor* avait été conçue pour se poser près de l'équateur, recueillir des échantillons de sol avec un bras robotique et déployer un petit rover pour analyser les roches avoisinantes. De nouveaux instruments pouvaient remplacer les anciens, mais pour quels objectifs ?

C'est alors que William Boynton, directeur de l'équipe du spectromètre à rayons gamma du satellite *Mars Odyssey*, a annoncé la découverte de glace d'eau près de la surface autour de la calotte polaire Sud de Mars. Cet instrument détecte en effet les rayons gamma, mais aussi les neutrons, qui indiquent la concentration en hydrogène dans le sol jusqu'à un mètre de profondeur. Des signaux suggéraient aussi la présence d'eau dans les plaines du Nord, notamment une mince couche de sol riche en glace d'eau située à la limite d'extension hivernale de la calotte de glace de dioxyde de carbone.

Il existe sur Terre une zone analogue de sol gelé, ou pergélisol, autour de l'Arctique. C'est le « congélateur » de la planète, qui conserve la trace des formes de vie qui y ont résidé ou qui y ont été apportées par les vents. La glace peut être âgée de plusieurs millions d'années. Eske Willerslev, de l'Université de Copenhague, au Danemark, avait retrouvé les principales branches de l'arbre du vivant en effectuant des analyses d'ADN sur du pergélisol sibérien. Était-il possible d'en faire autant sur Mars ?

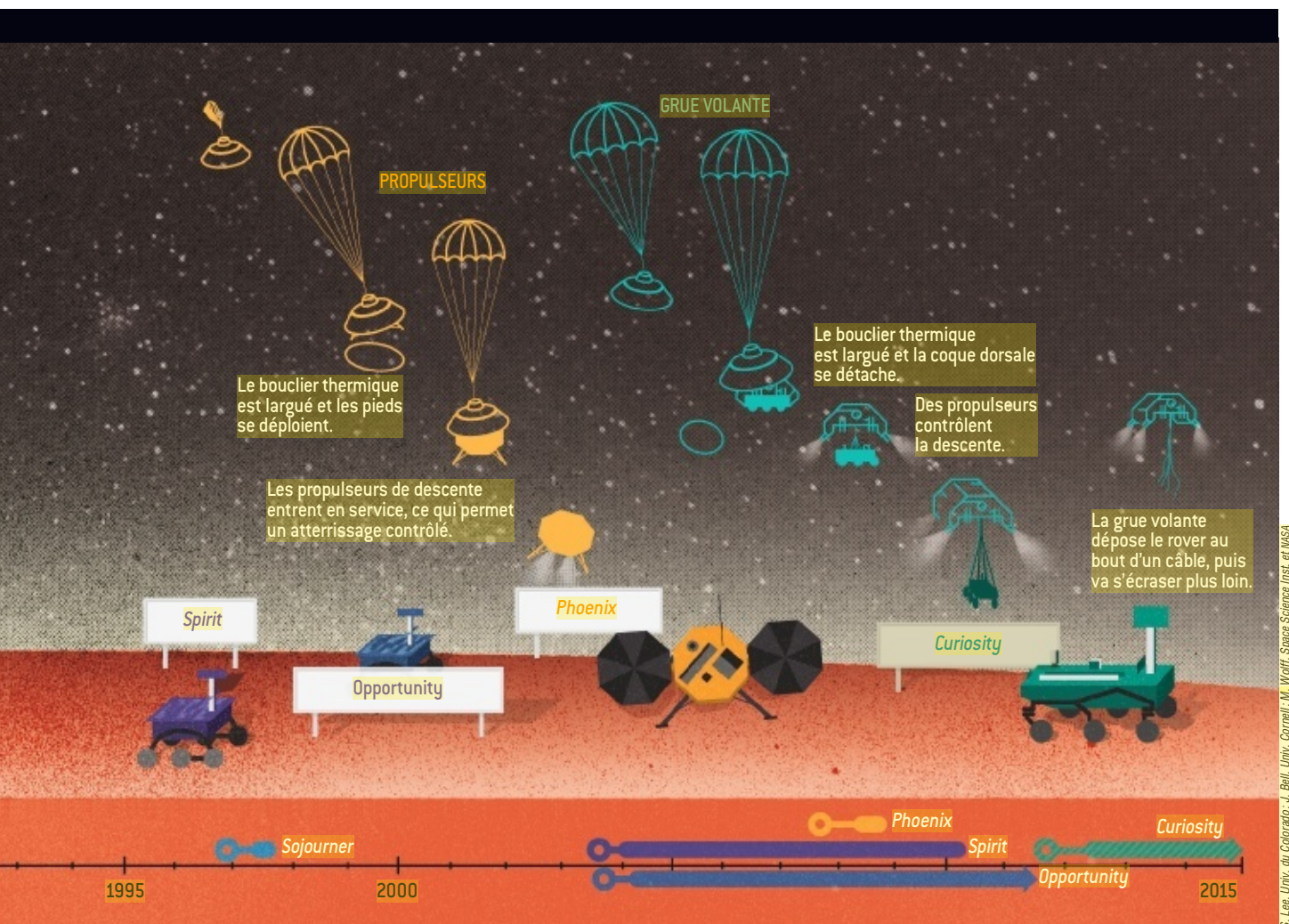
Des anomalies en cascades

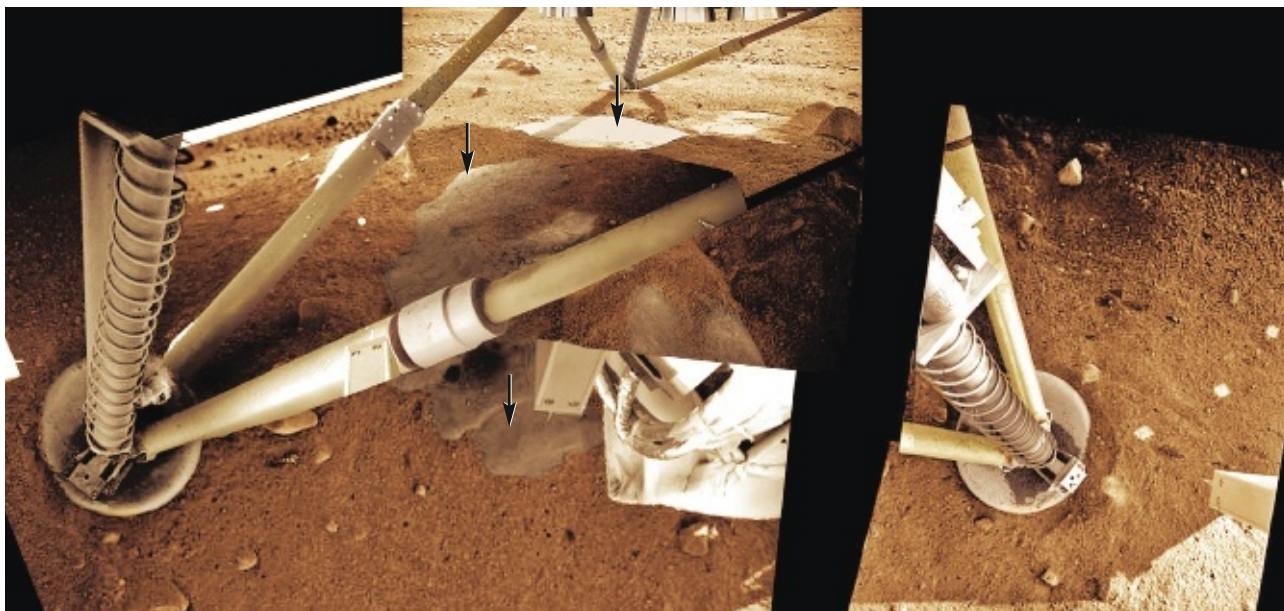
J'ai jeté mon dévolu sur les plaines du Nord et commencé à sélectionner les instruments qui permettraient de progresser. J'ai monté un partenariat entre l'Université d'Arizona, le *Jet Propulsion Laboratory* de la NASA, et *Lockheed Martin*. Nous avons nommé *Phoe-*

nix cette mission, car la mission *Surveyor* abandonnée revenait à la vie. En août 2003, la NASA a sélectionné notre projet. La date de lancement, fixée à août 2007, nous laissait quatre années pour tout préparer.

Ce temps a été passé à examiner, réviser et tester la sonde *Surveyor* afin de trouver les défauts de conception qui avaient condamné sa jumelle. En tout, nous avons trouvé environ 25 défauts majeurs. Corriger tous ces problèmes a été ardu, mais quand même plus facile et moins coûteux que de construire une nouvelle sonde à partir de zéro. La plupart des problèmes ont été réglés par l'ajout de dispositifs de chauffage, la réduction de la taille du parachute et le renforcement de la structure. D'autres ont nécessité des modifications du logiciel. Un défaut, cependant, a été plus difficile à comprendre et à corriger.

Le radar d'atterrissage provenait d'un avion de chasse F-16 de la fin des années 1990.





2. DES TACHES BLANCHES BRILLANTES (flèches) ont été mises en évidence sous la sonde *Phoenix* par le bras robotisé une semaine après l'atterrissage. Il s'agit sans doute de glace d'eau mise à nu quand les propulseurs de descente ont soufflé le sol.

Quand nous avons effectué des tests de largage dans le désert des Mojaves, le système a fait des erreurs graves d'estimation d'altitude et a perdu des données. Nous nous sommes tournés vers les concepteurs du radar, la Société *Honeywell*, mais ils n'ont pas pu nous aider, car ce modèle obsolète n'était plus fabriqué.

En combinant des simulations numériques et de nouveaux tests, l'équipe d'ingénieurs a lentement réparé une à une les anomalies. Un nouveau test, en octobre 2006, fut concluant. Tout semblait en ordre.

Mais nos espoirs furent de courte durée. Nous avons en effet découvert que des reflets sur le bouclier thermique lors du largage pouvaient induire en erreur le radar et entraîner une mauvaise estimation de l'altitude. Les antennes et les interrupteurs se sont eux aussi révélés potentiellement défectueux. Les ennuis semblaient sans fin. En février 2007, cinq mois avant l'intégration de la sonde au véhicule de lancement, nous avions 65 anomalies en cours d'analyse. La NASA s'inquiétait du fait que nous découvrions sans arrêt de nouvelles défaillances.

Cependant, la gravité des anomalies allait diminuant. En juin, nous avons réussi à convaincre les comités d'évaluation que les risques qui subsistaient étaient acceptables. C'était tout de même un pari. D'autres défauts nous avaient peut-être échappé.

En août 2007, nous avons terminé les derniers tests au Centre spatial Kennedy. Un violent orage lors de l'installa-

tion sur le lanceur causa une dernière frayeur, mais, par chance, la sonde ne subit aucun dégât, et le 4 août, de bonne heure, la fusée décolla sans encombre : *Phoenix* était enfin en route vers Mars.

Dix mois plus tard, les équipes d'ingénieurs du JPL et de *Lockheed Martin* préparaient les manœuvres d'atterrissage. *Mars Odyssey* et *Mars Reconnaissance Orbiter* avaient ajusté leurs orbites pour se trouver au-dessus de la zone de descente, afin de relayer les signaux de *Phoenix* (ils arrivaient sur Terre avec une quinzaine de minutes de décalage).

Un atterrissage périlleux

L'atterrissage sur Mars est beaucoup plus complexe que sur la Terre ou la Lune. La sonde doit passer par plusieurs étapes. Au départ, c'est un véhicule de croisière interplanétaire. En larguant l'étage de croisière, se profile un véhicule capable de supporter la chaleur dégagée par le frottement avec l'atmosphère, où il pénètre à près de 20 000 kilomètres par heure. Ralentissant à 1 500 kilomètres par heure, le véhicule d'entrée libère ensuite son parachute. Dans l'atmosphère ténue de Mars, le parachute peut au mieux abaisser la vitesse jusqu'à 150 kilomètres par heure, ce qui est encore beaucoup trop rapide pour se poser en douceur. Un kilomètre au-dessus du sol, l'atterrisseur se sépare du parachute et de la coque pro-

tectrice, et 12 propulseurs ralentissent sa chute jusqu'à une vitesse finale d'une dizaine de kilomètres par heure, tout en réduisant la vitesse transversale à moins d'un mètre par seconde, et en maintenant l'engin parallèle à la surface. Quand l'atterrisseur se pose à la surface, le choc est amorti par des « pieds » spécialement conçus. Enfin, la sonde doit déployer ses panneaux solaires et ses instruments et se préparer pour sa mission. Et tout cela en sept minutes...

Je retins mon souffle pendant la phase finale : nous avions tous à l'esprit les problèmes de radar et la perte de *Mars Polar Lander*. Mais après une interminable descente égrénée par le décompte de l'altitude, un signal arriva de la surface : *Phoenix* s'était posée sans heurts.

Deux heures après – le temps nécessaire pour que *Mars Odyssey* fasse le tour de Mars et repasse au-dessus de la zone d'atterrissage –, la sonde *Phoenix* envoyait la confirmation que ses panneaux solaires avaient bien été déployés, et ses premières images. Le premier aperçu de l'Arctique martien était magique. Des formes polygonales et de minuscules cailloux s'étendaient à perte de vue. Après six ans de préparation, la mission scientifique pouvait commencer.

Notre équipe de 35 chercheurs, 50 ingénieurs et 20 étudiants commença à travailler en continu. Deux équipes assuraient des demi-journées martiennes (soit 12 heures et 20 minutes). Nous nous sommes