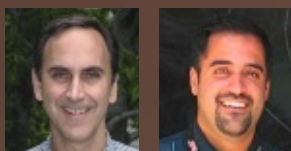


Déchiffrer la planète rouge

Le 6 août à 7 h 31, heure de Paris, le robot *Curiosity* de la NASA se posera sur Mars et entamera pour la première fois la recherche directe de traces d'un environnement propice à la vie.

John Grotzinger et Ashwin Vasavada

■ LES AUTEURS



John GROTZINGER est directeur scientifique de la mission *Mars Science Laboratory*.

Ashwin VASAVADA est directeur scientifique adjoint du projet.

■ BIBLIOGRAPHIE

P. Smith, On a creusé sur Mars, *Pour la Science* n° 411, janvier 2012. http://bit.ly/411_smith

J. Bell, Mars : un passé humide, *Pour la Science* n° 352, février 2007. http://bit.ly/352_bell

P. Christensen, Histoires d'eau sur Mars, *Pour la Science* n° 333, juillet 2005. http://bit.ly/333_christensen

Le site de la NASA sur la mission *Curiosity* : www.nasa.gov/mission_pages/msl/index.html#471

F. Forget, F. Costard et Ph. Lognonné, La planète Mars, histoire d'un autre monde, Belin-Pour la Science, 2007.

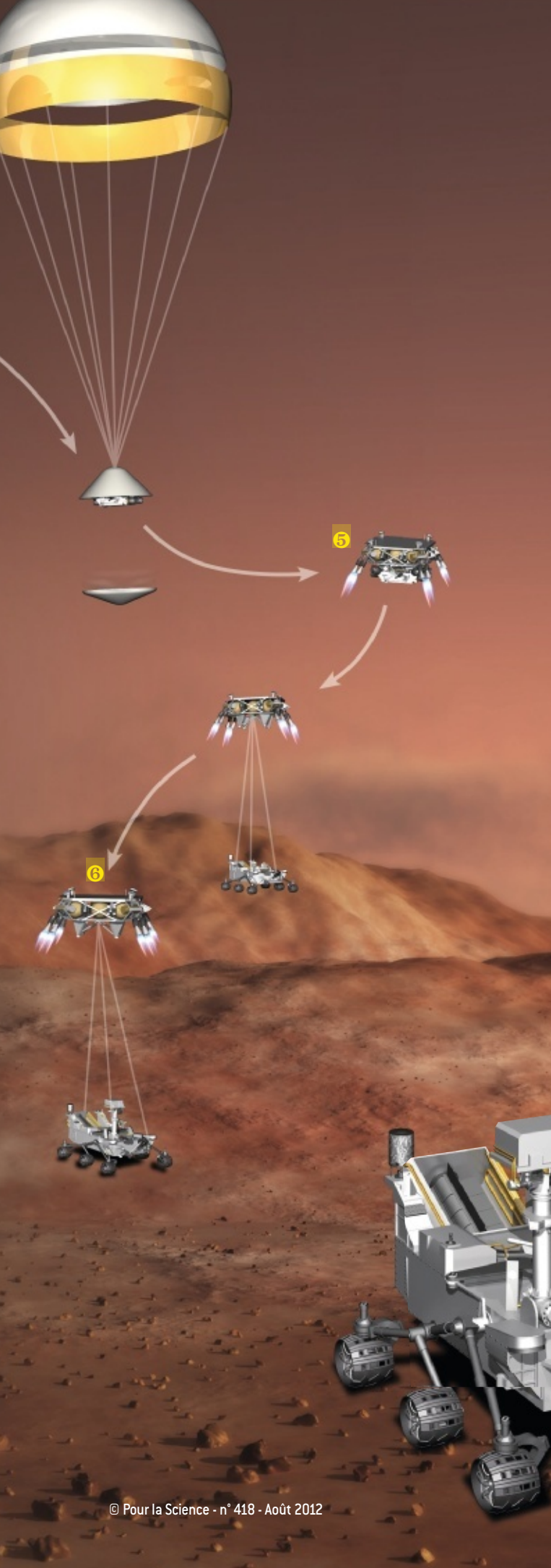
En science, tout commence souvent comme dans la série *Star Trek* : on explore des territoires encore vierges et on découvre des choses que l'on n'avait pas imaginées auparavant. Mais une fois les premières analyses terminées et une longue liste de questions dressée, on se retrouve plutôt dans *Sherlock Holmes* : il s'agit de formuler des hypothèses précises et d'imaginer des moyens de les vérifier. L'exploration de Mars est à la veille de cette transition. Les sondes en orbite ont établi des cartes topographiques et minéralogiques globales de la surface, et les atterrisseurs ont permis de reconstituer les grandes lignes de son histoire géologique. Il est temps de passer à des recherches plus pointues.

Notre équipe a construit le véhicule d'exploration *Mars Science Laboratory*, surnommé *Curiosity*, en supposant que Mars a jadis été une planète habitable. Ce « rover » embarque un laboratoire d'analyses pour tester cette hypothèse et déterminer ce qu'il est advenu des conditions propices à la vie qu'aurait connues la planète dans sa jeunesse. Pour l'essentiel, un environnement habitable comprend de l'eau, de l'énergie et du carbone. Les missions précédentes ont confirmé que de l'eau liquide était présente sur Mars par le passé. Elles ont également détecté des signes de gradients géochimiques sus-

ceptibles de fournir de l'énergie. Mais aucune trace de carbone sous une forme exploitable par des organismes vivants n'a été décelée.

Comme les missions *Viking* des années 1970, *Curiosity* est doté d'un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectrographe de masse capable d'identifier les composés organiques, qu'ils soient d'origine biologique ou non. Mais contrairement aux sondes *Viking*, *Curiosity* peut se déplacer, et il se posera dans un site bien plus prometteur.

Et, plus que de trouver le carbone lui-même, la mission vise à comprendre comment chercher des traces de vie. Même sur Terre, nous ne savons pas exactement comment explorer les enregistrements géologiques pour dénicher de telles traces. Les caractéristiques qui font un environnement habitable (eau, oxydants, gradients chimiques et de température, etc.) tendent aussi à dégrader les composés organiques. Les paléontologues ont appris à rechercher les conditions qui facilitent la préservation, par exemple la minéralisation précoce. On sait que la silice, le phosphate, l'argile, le sulfate ou le carbonate séquestrent les substances organiques en précipitant. Les cartes minéralogiques établies par les sondes orbitales pour certains de ces minéraux autour du site d'atterrissage de *Curiosity* permettront de guider son exploration...



L'ATERRISSAGE

De l'espace au sol en sept minutes

Qui dit rover sophistiqué dit rover volumineux et lourd. *Curiosity* a la taille d'une petite voiture et une masse de 900 kilogrammes. La capsule qui le transporte dans l'espace est plus grosse que celle qui abritait les astronautes d'*Apollo*. Par conséquent, la méthode d'atterrissage retenue pour *Curiosity* est inédite.

La capsule de rentrée atmosphérique commence par se séparer des systèmes de propulsion spatiale et d'alimentation ❶. Elle éjecte du lest (en tungstène) pour déplacer son centre de masse et se transformer en une sorte d'aile pilotable. La capsule rencontre la haute atmosphère martienne à une vitesse hypersonique d'environ six kilomètres par seconde. Son bouclier thermique absorbe l'énorme quantité d'énergie produite par le freinage ❷. Le vaisseau vole alors horizontalement, des propulseurs latéraux le dirigeant vers le site d'atterrissage ❸.

À une altitude de 10 kilomètres, le vaisseau déploie un parachute de 21,5 mètres de diamètre et long de 50 mètres ❹. À ce stade, la vitesse de descente est toujours supersonique. La conception du parachute a été un point délicat : à de telles vitesses, la physique qui gouverne le déploiement du parachute est mal comprise et très difficile à modéliser.

Peu après avoir déployé son parachute, la capsule largue le bouclier thermique et allume le radar de détection du sol. À environ deux kilomètres d'altitude, le vaisseau descend à une centaine de mètres par seconde, presque à la vitesse terminale, la plus lente qui puisse être atteinte grâce au freinage de l'atmosphère. C'est encore trop rapide pour un atterrissage : le rover se sépare alors du parachute, et déclenche son dispositif porteur, doté de moteurs-fusées pour contrôler la descente ❺.

À environ 20 mètres au-dessus de la surface, le porteur se stabilise et le rover est descendu au bout de trois câbles. Il est déposé à la surface, roues et suspensions entièrement déployées, à environ 0,75 mètre par seconde ❻. Après deux secondes, le temps de confirmer qu'il est bien sur un sol dur, le rover coupe les câbles et le « cordon ombilical » qui transmet les données au porteur. Ce dernier s'envole alors pour aller s'écraser quelque 450 mètres plus loin ❼. Une heure plus tard, *Curiosity* devrait envoyer les premières images de la surface et, dès la fin du deuxième mois, il aura analysé les premiers échantillons de sol et de roches.



Steve Lee, Univ. of Colorado ; Jim Bell, Cornell Univ. ; Mike Wolff, Space Science Inst.