

Plongez dans un bain de science avec **POUR LA SCIENCE**



+ En CADEAU de bienvenue :

À la rencontre des Comètes, de Halley à Rosetta.

Par Thérèse Encrenaz et James Lequeux

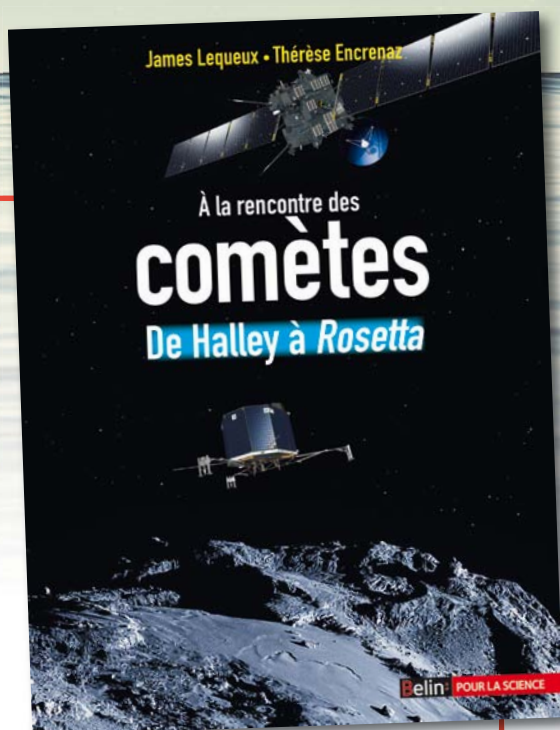
« En novembre 2014, la sonde européenne Rosetta s'est approchée d'une comète lointaine. La mission était à haut risque technologique : pour la première fois, un robot s'est posé à la surface d'un noyau cométaire. Tout comme la pierre de Rosette a aidé Champollion à décrypter les hiéroglyphes égyptiens, Rosetta, en dévoilant quelques mystères qui entourent encore les comètes, aidera les scientifiques à mieux comprendre l'histoire du Système solaire. Pourquoi leur apparition dans le ciel, interprétée comme un mauvais présage dans l'Antiquité, a-t-elle toujours un tel impact médiatique ? Comment les scientifiques ont-ils finalement découvert le secret de leur trajectoire ? Et que savons-nous de leur origine ? C'est à ces questions et bien d'autres que répond ce livre abondamment illustré. »

Éditions Belin - Paru le 23 mars 2015 - 144 pages - Prix unitaire : 22.90 €

Votre abonnement PASSION

6,50€ par mois seulement

le magazine
+ le hors-série chez vous
+ les versions numériques offertes
sur **www.pourlascience.fr**



OFFRE SPÉCIALE D'ABONNEMENT

POUR LA
SCIENCE

À découper ou à photocopier et à retourner accompagné de votre règlement dans une enveloppe non affranchie à :
Groupe Pour la Science - Service Abonnements - Libre réponse 90 382 - 75 281 Paris cedex 06

1. MA FORMULE

- ☒ **OUI**, je m'abonne à l'offre « Passion » à 6,50€ par mois.
Je reçois le magazine *Pour la Science* (12 n°s/an)
+ son hors-série *Dossier Pour la Science* (4 n°s/an)
+ mon cadeau. Je bénéficie aussi des versions numériques
aux numéros reçus sur **www.pourlascience.fr**.



Mon e-mail obligatoire pour l'accès aux contenus numériques (à remplir en majuscules)

@
À réception de votre bulletin, comptez 5 semaines pour recevoir votre n° d'abonné. Passé ce délai, merci d'en faire la demande à abonnements@pourlascience.fr

2. MES COORDONNÉES

Nom : _____
Prénom : _____
Adresse : _____
Code postal : _____ Ville : _____
Pays : _____ Tél. : _____
Pour le suivi client (facultatif)

3. MON MODE DE RÈGLEMENT

- ☒ Je règle par prélèvement **6,50€ par mois** et reçois en cadeau
le livre *À la rencontre des comètes*. Je remplis l'autorisation ci-dessous
en joignant impérativement un IBAN/BIC.

*Pour la France métropolitaine et d'outre-mer. Pour l'Europe (pays de la zone SEPA) : 7,90€ par mois. Abonnement en reconduction tacite
dénonçable à tout moment auprès du service abonnement avec un préavis de 3 mois. Conditions complètes sur **www.pourlascience.fr**

AUTORISATION DE PRÉLÈVEMENT PAR MANDAT SEPA

En signant ce mandat SEPA, j'autorise Pour la Science à transmettre des instructions
à ma banque pour le prélèvement de mon abonnement dès réception de mon bulletin.
Je bénéficie d'un droit de rétractation dans la limite de 8 semaines suivant le premier
prélèvement. Plus d'informations auprès de mon établissement bancaire.

1 - COORDONNÉES DU TITULAIRE DU COMPTE

Nom, prénom _____
Adresse _____
Numéro et nom de la rue
Code postal _____ Ville _____ Pays _____

2 - COORDONNÉES BANCAIRES

IBAN _____
Numéro d'identification international du compte bancaire - IBAN (International Bank Account Number)

BIC _____
Code international d'identification de votre banque - BIC (Bank Identifier Code)

Type de paiement Paiement récurrent/répétitif

POUR LA
SCIENCE

3 - Date et signature obligatoires

À _____
Date _____
Signature : _____

NOM DU CRÉANCIER

Pour la Science - 8 rue Férou - 75006 Paris

ICS N° FR92ZZZ426900

N° de référence unique de mandat (RUM)

Partie réservée au service abonnement. Ne rien inscrire

- ☐ Je préfère régler mon abonnement d'un an en **une seule fois 79€****
sans bénéficier du cadeau.

** Offre valable en France métropolitaine et d'outre-mer. Pour l'étranger, participation aux frais de port à ajouter : Europe 16€ - autres pays 35€.

- ☐ Par chèque à l'ordre de *Pour la Science*
☐ Par carte bancaire N° _____
Date d'expiration _____ Clé _____

Signature obligatoire

En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande.
Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe Pour la Science. Par notre intermédiaire, vous pouvez
être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher cette case ☐.

LOGIQUE & CALCUL

Tous les chemins mènent au rond

Le rotor-router est un mécanisme déterministe de cheminement fondé sur des règles simples. Il forme cependant des structures aux propriétés étonnantes et, à certains égards, plus performantes que celles des parcours aléatoires.

Jean-Paul DELAHAYE et Philippe MATHIEU

Laissée à elle-même, la matière dans l'espace se met en boule. La forme ronde apparaît spontanément même si au départ rien n'est rond. En mathématiques, il existe aussi des situations où se forment des ronds alors qu'on ne les attend pas. La situation de ce type la plus extraordinaire est le « rotor-router ». Il a déjà été évoqué dans cette rubrique [voir Mathématiques expérimentales, *Pour la Science* n° 331, mai 2005], mais il est intéressant d'y revenir, car un énorme travail de recherche a été mené à son sujet depuis dix ans et a dévoilé les propriétés de ce mécanisme de déplacement sur un graphe.

Girouettes déterministes

Imaginons un terrain semé de poteaux munis chacun d'une flèche à leur sommet et pointant vers un autre poteau du même type. Un agent mobile, par exemple un personnage, se place en un point *O* où est planté un poteau, et procède ainsi : il fait tourner la flèche du poteau où il se trouve, puis se déplace vers le poteau qu'elle indique alors ; arrivé à ce deuxième poteau, il en fait tourner la flèche et la suit, etc. L'agent continue alors sa promenade qui peut-être le conduira à revenir en *O*, une ou plusieurs fois.

Ce mécanisme élémentaire est celui du rotor-router : chaque flèche tournante, nous dirons rotor, indique la route à l'agent

mobile qui n'a aucune mémoire propre et se fie pour son chemin aux indications des rotors qui pivotent à chaque passage. Dans certains cas, plusieurs agents se déplaceront simultanément et interagiront donc par la rotation des rotors. Ce type de communication sans mémoire propre des agents porte le nom de stigmergie. Dans la nature, il est utilisé par certains insectes, fourmis ou termites, qui, en déposant des phéromones là où ils passent, organisent ainsi des comportements collectifs d'où émergent des activités cohérentes, telle la construction d'un nid.

Si l'on se donne un graphe quelconque – des nœuds reliés par des arêtes (dont on supposera qu'elles n'ont pas d'orientation) –, il est possible de l'équiper de rotors et d'envisager de le parcourir selon le mécanisme décrit. Pour qu'aucun nœud du graphe ne soit oublié, on imposera que le rotor de chaque nœud pointe successivement, de manière cyclique, vers tous les nœuds voisins. Si, par exemple, le nœud *N* a trois nœuds voisins *A*, *B* et *C*, le rotor placé en *N* pointerait vers *A*, puis *B*, puis *C* au cours des passages successifs, puis recommencerait : *A*, *B*, *C*, *A*, *B*, *C*, ...

Le modèle du mécanisme général du rotor-router a été proposé la première fois en 1996 par le Russe Viatcheslav Priezzhev et les Indiens Deplap Dhar, Abhishek Dhar, et Supriya Krishnamurthy sous le nom de « promeneur eulérien » (nous verrons plus loin pourquoi). Le modèle a été redécouvert

