EXPLORER • DÉCOUVRIR • COMPRENDRE

ARCTIQUE
CAP SUR L'ÎLE AUX OURS POLAIRES

ÉTATS-UNIS
QUAND PHILADELPHIE PARLAIT FRANÇAIS

GÉORGIE
UNE VALLÉE VIT COMME AU MOYEN ÂGE

NATIONAL GEOGRAPHIC

OCTOBRE 2014

PLUS TERRIBLE QUE LE TYRANNOSAURE !

SUR LA PISTE DU SPINOSAURE

LE PLUS GRAND PRÉDATEUR DE TOUS LES TEMPS

INCLUS BONUS NUMÉRIQUES

NX 300h À PARTIR DE

449 €(1)/MOIS

SANS CONDITION DE REPRISE

LOA*** 37 MOIS. 1ER LOYER DE 6 600 € TTC
SUIVI DE 36 LOYERS DE 449 € TTC.
MONTANT TOTAL DÛ EN CAS
D'ACQUISITION : 44 064 €.

UN CRÉDIT VOUS ENGAGE ET DOIT ÊTRE REMBOURSÉ. VÉRIFIEZ VOS CAPACITÉS DE REMBOURSEMENT AVANT DE VOUS ENGAGER.
Consommations mixtes : de 5,0 à 5,3 l/100 km. Émissions de CO_2 mixtes : de 116 à 123 g/km. Données homologuées CE.

Modèle présenté : NX 300h F SPORT avec peinture métallisée neuf à partir de **734 €/mois TTC**. 1er loyer de **6 600 € TTC** suivi de 36 loyers de **734 €/mois TTC** hors assurances facultatives. Option d'achat : **30 607 € TTC** dans les mêmes conditions que l'offre ci-après. Montant total dû en cas d'acquisition : **63 631 € TTC**. Assurance de personne facultative à partir de **59,45 €**/mois en sus de votre loyer, soit **2 199,65 €** sur la durée totale du prêt. (1) Exemple pour un NX 300h neuf au prix remisé de **37 610 € TTC**. Location avec Option d'Achat 37 mois, SANS CONDITION DE REPRISE, 1er loyer majoré de **6 600 €** suivi de 36 loyers de **449 €**, hors assurances facultatives. Option d'achat : **21 300 € TTC** dans la limite de 37 mois & 45 000 km. Montant total dû en cas d'acquisition : **44 064 € TTC**. Assurance de personne facultative à partir de **41,37 €/mois** en sus de votre loyer, soit **1 530,67 €** sur la durée totale du prêt. En fin de contrat, restitution du véhicule dans votre concession avec paiement des frais de remise en état standard et des éventuels kilomètres excédentaires. Offre réservée aux particuliers et professions libérales, non cumulable avec d'autres offres, valable jusqu'au **31/10/2014** dans les concessions Lexus participantes en France métropolitaine et portant sur le tarif en vigueur au jour de la souscription du contrat. Voir conditions en concession. Sous réserve d'acceptation par LEXUS FRANCE FINANCEMENT, 36 bd de la République 92423 Vaucresson, RCS 412 653 180 - n° ORIAS 070005419 consultable sur www.orias.fr. * « Full Hybrid » = Totalement Hybride. ** Selon les versions.

LEXUS NX

L'HYBRIDE SOUS UN NOUVEL ANGLE

Audacieux, le nouveau Lexus NX associe un design avant-gardiste à des technologies de pointe. Il en va ainsi de sa motorisation Full Hybrid* développant 197 ch pour seulement 116 g/km de CO_2 ou d'équipements** tels que la caméra à 360°, le chargeur sans fil pour Smartphone ou le pavé tactile.

LEXUS

CE QUE VOUS ATTENDIEZ :

CE QUE VOUS N'ATTENDIEZ PAS :

MERCURE PARIS CENTRE TOUR EIFFEL. PHOTO © PHILIPPE LOUZON/ABACA. *Voir conditions des offres sur mercure.com

AVEC L'OFFRE PRÊT-À-VISITER,
jusqu' à
-40%* sur nos offres partout en France.

RÉSERVEZ AU MEILLEUR PRIX SUR **MERCURE.COM**

Télécharger dans l'App Store

DISPONIBLE SUR Google play

LE CLUB ACCOR HOTELS

REJOIGNEZ NOTRE PROGRAMME DE FIDÉLITÉ MONDIAL SUR **ACCORHOTELS.COM**

REDÉCOUVREZ MERCURE

Mercure HOTELS

PLUS DE 750 HÔTELS DANS LE MONDE.

L'édito

DE JEAN-PIERRE VRIGNAUD,
RÉDACTEUR EN CHEF

Ces plants OGM d'orangers fabriquent leurs propres antibiotiques.

Êtes-vous pour ou contre les OGM ?

Attention, sujet brûlant ! La question des organismes génétiquement modifiés (OGM) n'est nulle part diabolisée comme en France. Le Bien contre le Mal. Un récent documentaire signé par Paul Moreira pour Canal+ nous apprend que, en Argentine, « dans les villages encerclés par des champs OGM, les enfants souffrent de malformations et les cancers connaissent une augmentation dramatique ». Et que dire des pratiques d'une multinationale comme Monsanto, qui exerce un monople très lucratif sur ses semences OGM et joue aux apprentis sorciers avec son herbicide universel Roundup ?

Dans le même temps, aux États-Unis et ailleurs, on souligne que la planète devra bientôt nourrir 2 milliards de bouches supplémentaires, qu'une nouvelle révolution verte s'impose et que les OGM sont une partie de la solution. Qui va reprocher aux agronomes de rêver, en créant un riz pratiquant le même type de photosynthèse que le maïs, de voir un jour prochain son rendement augmenter de 50 % ?

Alors, OGM *or not* OGM ? Il faudrait savoir, et vite. 11 % des terres arables du monde ont déjà été plantées en organismes génétiquement modifiés, dans vingt-huit pays. Ce débat est trop important pour n'être qu'idéologique : il mérite que l'on s'informe. Dans notre grande enquête de ce mois, nous ne donnons pas de réponse, nous ne prenons pas parti, mais nous proposons des pistes pour nourrir la réflexion.

ANDREW KOVALEV (EN HAUT) ; CRAIG CUTLER

NISSAN

Innovation that excites

Z ro Emission*

MOI JE CROYAIS QUE…
L'ÉLECTRIQUE.
ÇA COÛTAIT BONBON.

AVEC LA NISSAN LEAF
100 % ÉLECTRIQUE,
LE PLEIN EST À 3 €.(1)

NOUVELLE NISSAN LEAF
À PARTIR DE

169 €/MOIS(2)

Location Longue Durée sur 37 mois avec un premier loyer majoré de 3 779 €
(bonus écologique de 6 300 € déduit).

NISSAN ÉLECTRIQUE, L'ÉNERGIE D'ALLER JUSQU'AU BOUT.

Pour plus d'informations, rendez-vous sur **nissan.fr/electrique**

Innover autrement. *Zéro émission de CO_2 à l'utilisation, hors pièces d'usure. **Modèle présenté** : nouvelle Nissan LEAF Tekna avec option peinture métallisée en Location Longue Durée avec un 1er loyer de 10 079 € et 36 loyers de **253 €**. (1) Base prix moyen électricité heures creuses consommation domestique compteur 6kVA et + juin 2014. (2) Exemple pour une Nouvelle Nissan LEAF Visia avec batterie, kilométrage maximum 37 500 km. Restitution du véhicule chez votre concessionnaire en fin de contrat avec paiement des frais de remise à l'état standard et des km supplémentaires. Premier loyer de 10 079 € (dont 6 300 € de bonus écologique applicable sous réserve de modification de la réglementation et d'éligibilité à ce bonus) et 36 loyers mensuels de 169 € (36 loyers de 90 € pour le véhicule sous réserve d'acceptation par DIAC, et 36 loyers de 79 € pour la batterie, location par DIAC LOCATION). Offre réservée aux particuliers, non cumulable avec d'autres offres, valable jusqu'au 31/12/2014 chez les Concessionnaires Nissan participants.
NISSAN WEST EUROPE SAS au capital de 5 610 475 €, RCS Versailles B 699 809 174 - Parc d'Affaires du Val Saint-Quentin - 2, rue René Caudron - CS 10213 78961 Voisins-le-Bretonneux Cedex.

NATIONAL GEOGRAPHIC

Nº. 181 • VOL. 31.4

Le site d'Ushguli, en Svanétie, abrite des tours défensives vieilles de plusieurs siècles.

90 **Chez les Svanes de Géorgie, vivre comme au Moyen Âge**
La province géorgienne de Svanétie, dans le Caucase, perpétue un mode de vie médiéval. *Par Brook Larmer Photographies de Aaron Huey*

34 **Spinosaure, le plus grand superprédateur**
Découvrez *Spinosaurus aegyptiacus,* le plus grand carnivore ayant jamais marché – et nagé – sur la Terre
Par Tom Mueller Photographies de Mike Hettwer

54 **La nouvelle révolution verte**
Les OGM peuvent jouer un rôle pour éviter une crise alimentaire. Mais ce ne sera pas suffisant.
Par Tim Folger Photographies de Craig Cutler

76 **Tourisme nucléaire à Tchernobyl**
Vingt-huit ans après la catastrophe, les visiteurs affluent aux alentours de l'ancienne centrale.
Par George Johnson Photographies de Gerd Ludwig

112 **Expédition au cœur de l'océan Arctique**
Dans l'archipel russe François-Joseph, la fonte des glaces change la donne. Reportage avec une équipe scientifique.
Par David Quammen Photographies de Cory Richards

Là où le monde s'uniformise,

nous sommes l'inattendu.

Laissez-vous séduire par le parfait équilibre entre l'élégance et le raffinement du Galaxy Alpha. Seulement 6,7 mm d'épaisseur pour une sensation unique.
Matières rigoureusement sélectionnées, délicatesse des finitions en aluminium, ajustement millimétré des pièces, chanfreins polis : chaque détail a été pensé pour faire du Samsung Galaxy Alpha la nouvelle référence en termes d'élégance.

JUST ALPHA

Samsung GALAXY ALPHA

www.samsung.com/fr/galaxyalpha

Just Alpha = Simplement Alpha

DAS tête : 0.400 W/kg. DAS Corps : 0,506 W/kg. Le DAS (débit d'absorption spécifique des téléphones mobiles) quantifie le niveau d'exposition maximal de l'utilisateur aux ondes électromagnétiques, pour une utilisation à l'oreille. La réglementation française impose que le DAS ne dépasse pas 2W/kg.
© 2014 - Samsung Electronics France. Ovalie. CS 2003. 1 rue Fructidor. 93484 Saint-Ouen Cedex. RCS Bobigny 334 367 497. Chell

Octobre 2014

Rubriques

5 *Édito*

10 *Visions* *3 clichés au Canada et à Bahreïn*

PAUL SOUDERS, CORBIS

16 **NOS ACTUS**

VIE ANIMALE
Les oiseaux, victimes du climat

SCIENCE
Des vis en soie pour souder les os
Des mers de méthane sur Titan

VIE QUOTIDIENNE
Le retour des légumes moches

PLANÈTE TERRE
Le plastique envahit la mer

MONDES ANCIENS
Objets inuits sauvés des eaux

SCIENCE
Les animaux mis sur écoute

SCIENCE
Des autos hybrides pour la Chine

BÊTES DE SEXE
Les pandas mâles rongent leur frein

JOEL SARTORE

28 *Document*
Serengeti, la migration de tous les dangers

136 *La sélection NG piochée dans les livres, les films, les expos*

141 *Le zoom.* 1959. Y a quelqu'un ?

142 *Voyage.* Sur la piste du nabab français de Philadelphie

150 *Innover pour changer le monde.* Têtards fluo pour eaux polluées

En couverture
Doté de dents acérées et d'une voile osseuse de 1,8 m sur le dos, *Spinosaurus* régnait sur l'actuelle Afrique du Nord au Crétacé moyen.
Photo de Mike Hettwer, assisté de Mark Thiessen, rédaction du NGM

SERVICE ABONNEMENTS
NATIONAL GEOGRAPHIC FRANCE
ET DOM-TOM
62066 ARRAS CEDEX 09
TÉL. : 0811 23 22 21
.PRISMASHOP.NATIONALGEOGRAPHIC.FR

CANADA : EXPRESS MAGAZINE
8155, RUE LARREY - ANJOU - QUÉBEC
H1J2L5
TÉL. : 800 363 1310

ÉTATS-UNIS : EXPRESS MAGAZINE
PO BOX 2769 PLATTSBURG
NEW YORK 12901-0239 - TÉL. : 877 363 1310

BELGIQUE : PRISMA/EDIGROUP
BASTION TOWER ÉTAGE 20 - PLACE DU CHAMP-DE-MARS 5
1050 BRUXELLES. TÉL. : (0032) 70 233 304
PRISMA-BELGIQUE@EDIGROUP.BE

SUISSE : EDIGROUP
39, RUE PEILLONNEX - 1225 CHÊNE-BOURG
TÉL. : 022 860 84 01 -
ABONNE@EDIGROUP.CH

ABONNEMENT UN AN/12 NUMÉROS :
FRANCE : 45 €, BELGIQUE : 45 €,
SUISSE : 14 MOIS - 14 NUMÉROS : 79 CHF,
CANADA : 73 CAN$ (AVANT TAXES).
(OFFRE VALABLE POUR UN PREMIER ABONNEMENT)

VENTE AU NUMÉRO ET CONSULTATION
TÉL. : 0811 23 22 21 (PRIX D'UNE COMMUNICATION LOCALE)

COURRIER DES LECTEURS
NATIONAL GEOGRAPHIC
13, RUE HENRI-BARBUSSE
92624 GENNEVILLIERS CEDEX
NATIONALGEOGRAPHIC@NGM-F.COM

Ce numéro comporte une carte jetée abonnement kiosques Suisse, une carte jetée abonnement kiosques Belgique, une jetée abonnement kiosques France, un encart Multi titres Welcome Pack sur les nouveaux abonnés et une carte Ça m'intéresse Histoire sur une sélection d'abonnés.

PEFC
PEFC/10-31-410

Rejoignez-nous sur notre page Facebook
NATIONAL GEOGRAPHIC FRANCE

Retrouvez nos rubriques, la galerie photos du mois, blogs et news insolites sur notre site **www.nationalgeographic.fr**
Vous pouvez également vous abonner au magazine.
C'EST SIMPLE ET PRATIQUE !

VISIONS

Quitter la foule

Canada Sur une plage de la baie de Fundy, deux bécasseaux semi-palmés prennent leur envol au milieu de plusieurs centaines d'individus. Ces oiseaux côtiers effectuent chaque année une migration de plusieurs milliers de kilomètres, de leurs aires de reproduction, en Arctique, au littoral sud-américain.

YVA MOMATIUK ET JOHN EASTCOTT

La nage de l'ours

Canada À 3 km de la baie d'Hudson, au sud du cercle polaire arctique, un ours blanc s'approche d'un appareil photo. En été, quand la banquise fond, les ours blancs – les plus gros du monde – doivent rejoindre le rivage à la nage.

PAUL SOUDERS, CORBIS

Jour de fête dans le Golfe

Bahreïn Dans le village de Sanabis, deux petites filles chiites participent à la fête de l'Achoura. Cet événement religieux annuel commémore le martyre d'Hussein au VII[e] siècle. Il était le petit-fils de Mahomet, le fondateur de l'islam.

MOHAMMED AL-SHAIKH, AFP/GETTY IMAGES

LE PLONGEON HUARD est un emblème du Minnesota, mais ses cris distinctifs risquent de se faire rares dans cet État américain. En revanche, le climat du Canada semblerait plus adapté à ses besoins. L'aire estivale du plongeon huard pourrait s'étendre vers le nord, mais seulement s'il peut trouver l'habitat – notamment les lacs – dont il a besoin pour prospérer.

Les oiseaux, victimes du climat

D'ici à la fin du siècle, les changements climatiques vont chasser 314 espèces d'oiseaux de la plus grande partie de leurs aires de répartition actuelles. C'est ce qu'affirme une étude de la National Audubon Society (NAS) sur les oiseaux des États-Unis continentaux et du Canada. Près de 200 de ces espèces pourraient trouver des conditions climatiques hospitalières ailleurs. Mais, pour 126 autres, il n'y aura nulle part où aller. « La moitié des oiseaux d'Amérique du Nord sont menacés d'extinction », alerte Gary Langham, responsable scientifique à la NAS. Malgré ce sombre pronostic, il assure qu'il y a des raisons d'être optimiste. L'étude a généré des cartes d'adaptation aux changements climatiques d'une précision de 100 km². Cartographier la zone climatique propice à chaque espèce et lui assigner un niveau de menace « permet de préserver les oiseaux, dit Langham. Il n'est pas trop tard pour agir. » — *Rachel Hartigan Shea*

LA CHEVÊCHE DES TERRIERS est une habitante bien connue des prairies et des déserts de l'Ouest américain. Déjà en danger à cause de la destruction des terriers abandonnés de chiens de prairie (où elle niche) par les agriculteurs, cette chouette pourrait perdre 68 % de son aire de reproduction et 60 % de son aire d'hivernage.

ILLUSTRATIONS : KARL MÅRTENS.

MAN OF TODAY*

GERARD BUTLER POUR BOSS BOTTLED

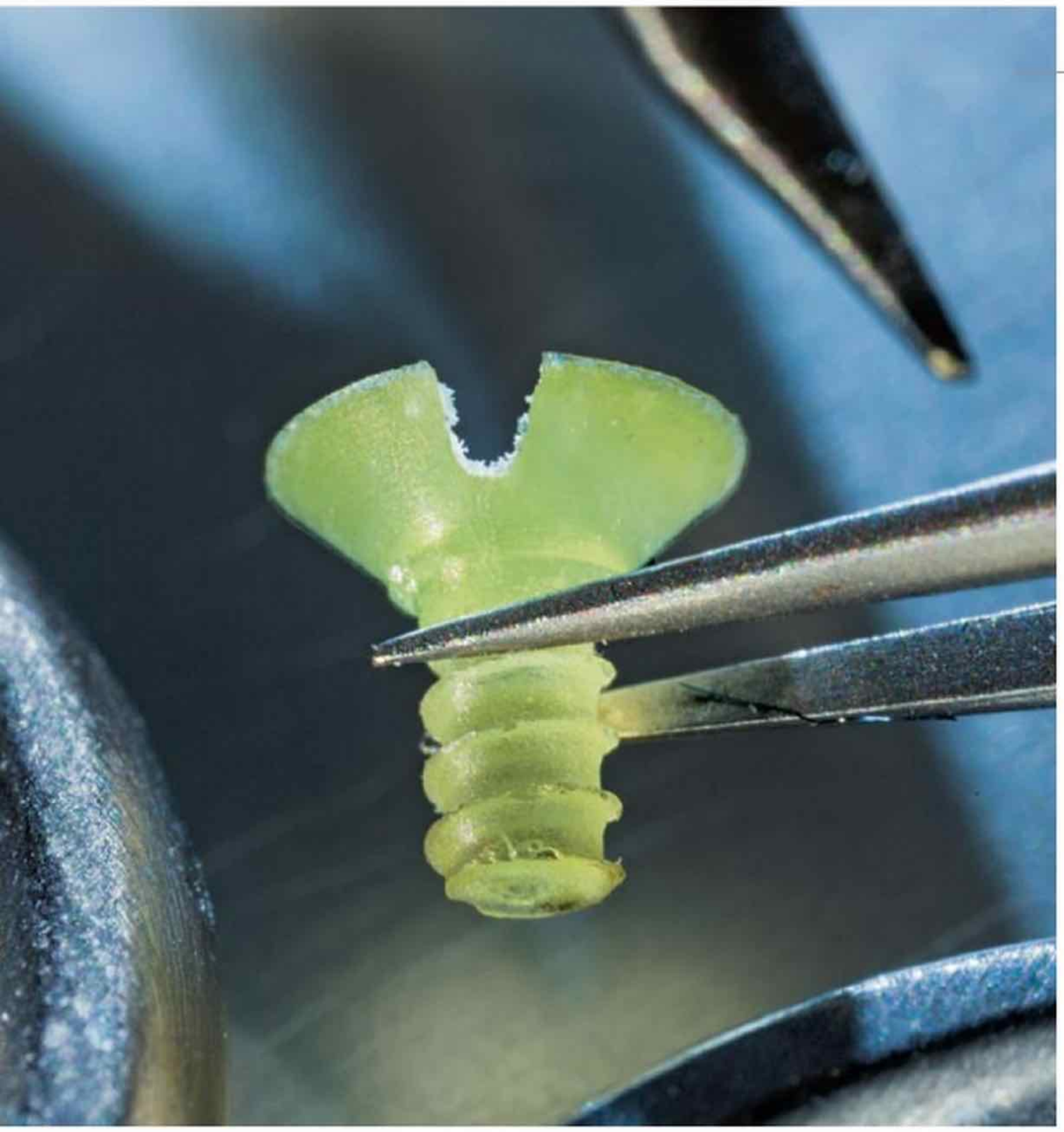
BOSS
HUGO BOSS

BOSS
HUGO BOSS

#MANOFTODAY

*L'Homme d'Aujourd'hui

hugoboss.com

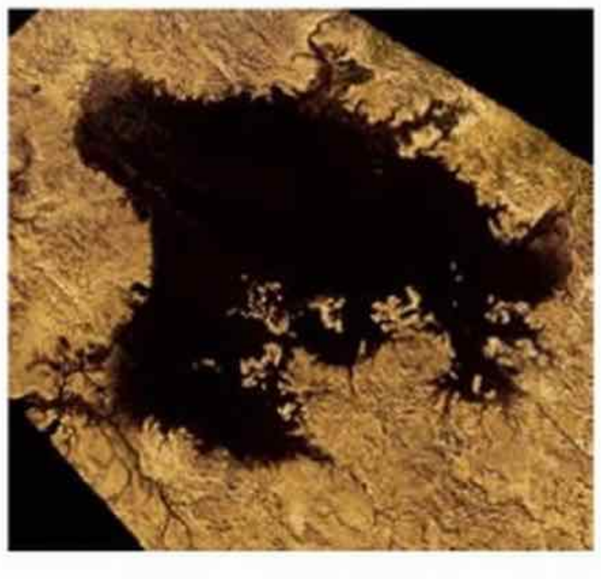


Des vis en soie pour souder les os

Les vers qui grouillent dans le laboratoire de David Kaplan, à l'université Tufts (Massachusetts), ne sont pas des indésirables. Ce sont des acteurs-clés dans la guérison des fractures osseuses. Les fibres de protéines dont les vers à soie font des cocons sont transformées en vis et en plaques pour maintenir les os ensemble. Des chercheurs de l'université Tufts et du Beth Israel Deaconess Medical Center voisin ont conçu la vis en soie (ci-contre) comme alternative aux vis en acier et aux plaques en alliage utilisées d'ordinaire. Bien que solides, celles-ci font souvent subir un stress aux os et aux tissus, interfèrent avec les rayons X et exigent une seconde intervention chirurgicale pour être retirées. La soie, en revanche, se dégrade naturellement dans le corps. À la fois résistante et malléable, « la soie possède la combinaison de propriétés idéale », assure David Kaplan. L'ingénierie avancée peut fabriquer des vis en soie ayant une durée de vie très courte (quelques heures) ou très longue (plusieurs années). Les premiers cobayes ont été des rats. Les essais sur des patients humains pourraient suivre. — *Daniel Stone*

DES MERS DE MÉTHANE SUR TITAN

La Terre est unique, mais Titan, une lune de Saturne, pourrait être sa plus proche cousine. On savait déjà qu'elle possédait une atmosphère, des saisons et un relief rocheux. Or du liquide vient d'être découvert sur sa surface. La sonde *Cassini* de la Nasa, qui étudie Saturne depuis 2004, a envoyé des images en haute définition de trois mers. Leur superficie combinée est un peu supérieure à celle de la mer Rouge. Ces mers ne sont pas remplies d'eau, mais de méthane et d'éthane à - 180 °C. Et elles contiendraient des composés qui furent les précurseurs de la vie sur la Terre. « Ce qui est étonnant avec Titan, observe l'astrogéologue Randolph Kirk, c'est que sa physique est la même que celle de la Terre, mais que sa chimie diffère totalement. » — *D.S.*



PHOTOS : FRITZ HOFFMANN (EN HAUT) ; NASA/JPL/ASI/CORNELL

Il vous ouvrira
bien des portes

FORD **KUGA**

> Hayon mains libres

Le Ford KUGA vous ouvre grand son coffre. Glissez votre pied sous le pare-chocs arrière et son hayon se soulève automatiquement. Idéal quand vous avez les bras chargés et que la clé est dans votre poche.

Titanium 2.0 TDCi 115 ch 4x2

22 990 €(1)

Sans condition de reprise

Technologie Hayon mains libres disponible en option à partir de la finition Titanium.

(1) Prix maximum TTC au 01/07/2014 du Ford Kuga Titanium 2.0 TDCi 115 ch BVM6 FAP 4x2 déduit de 3 810 € de remise et de 1 200 € de remise exceptionnelle si ce véhicule est en stock et livré avant le 15/11/2014. Offre non cumulable réservée aux particuliers pour toute commande de ce Kuga neuf, du 01/10/2014 au 31/10/2014, dans le réseau Ford participant. Modèle présenté : Kuga Titanium 2.0 TDCi 115 ch 4x2 avec Pack Mains Libres, Active City Stop, Pack Parking Plus, Pack Style, Phares bi-Xénon, Jantes alliage 19" et Peinture métallisée, déduit de 3 810 € de remise et de 1 200 € de remise exceptionnelle si ce véhicule est en stock et livré avant le 15/11/2014 : **26 880 €**.

Consommation mixte : 5,3 l/100 km. Rejet de CO_2 : 139 g/km.

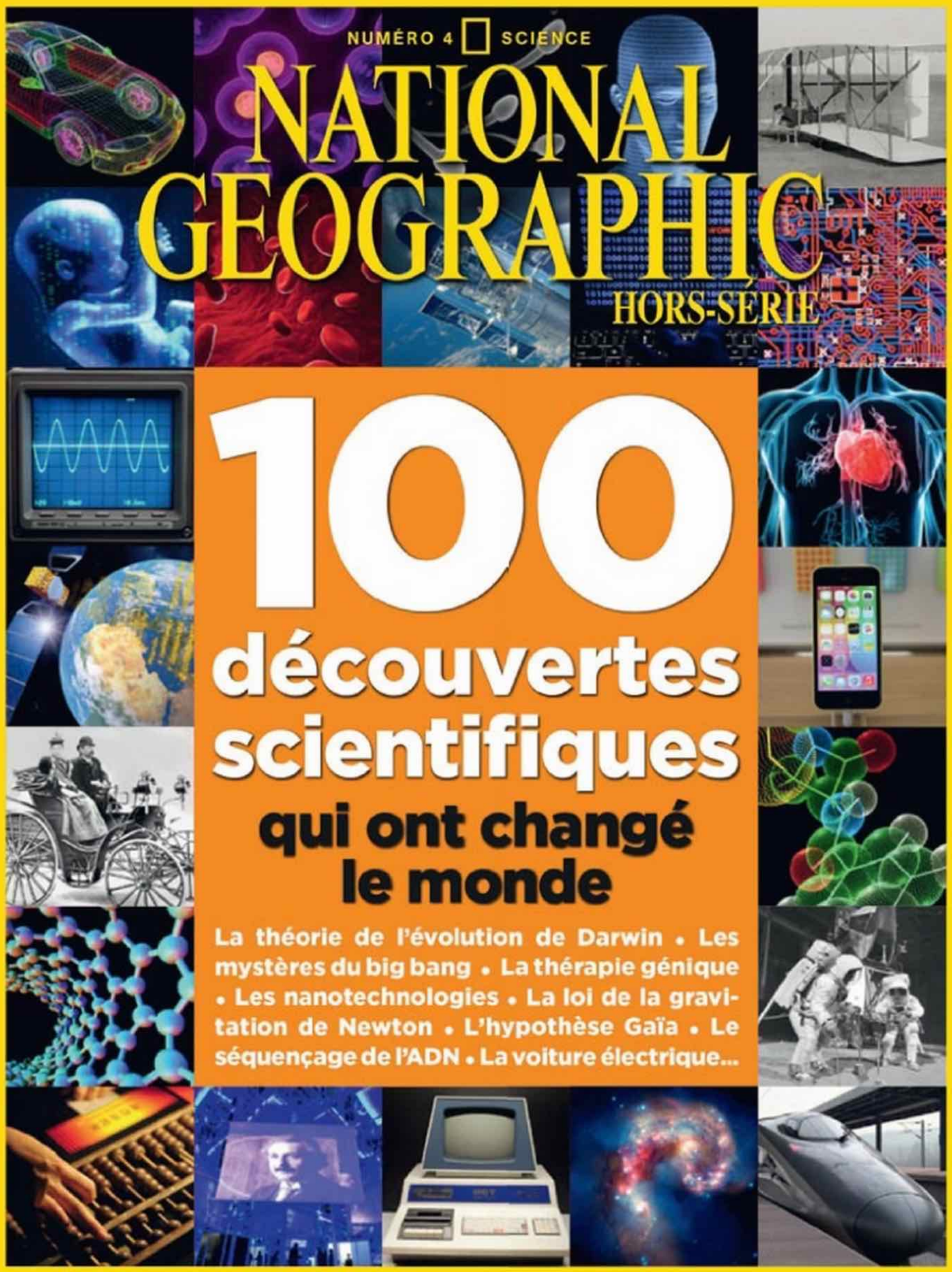
Ford France, 34, rue de la Croix de Fer, 78122 St-Germain-en-Laye Cedex. SIREN 425 127 362 RCS Versailles.

ford.fr

Retrouvez Ford France sur

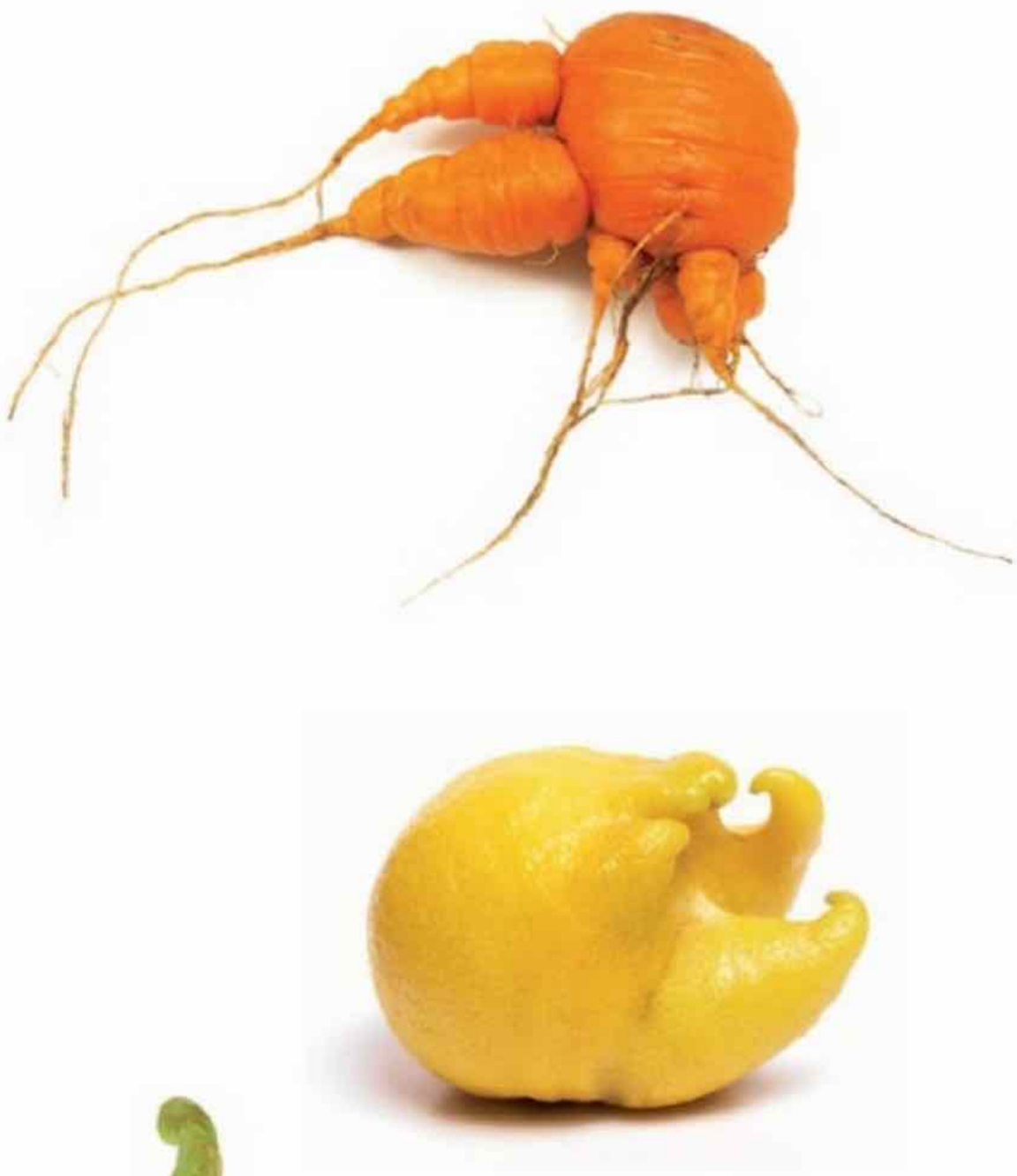
Go Further

NOUVEAU HORS-SÉRIE



En vente à partir du 18 septembre

NATIONAL GEOGRAPHIC | **LA SCIENCE EST UNE AVENTURE**



Le retour des légumes moches

Carottes tordues, oranges boursouflées ou cerises fendues : ces légumes bizarres atterrissent rarement dans nos assiettes. Pourtant, depuis six mois, ils font leur apparition au rayon primeurs de plusieurs supermarchés sous l'étiquette « Quoi ma gueule ? » Produit par le collectif de producteurs Les Gueules Cassées, ce label veut mettre fin au gaspillage alimentaire. Trois catégories sont concernées : les fruits et légumes présentant un défaut d'aspect, ceux de petits calibres ou jugés moins jolis, et ceux présentant des marques à la suite d'intempéries. Pour inciter les consommateurs à se montrer moins regardants sur l'apparence, les produits classés « Quoi ma gueule ? » sont vendus de 20 à 30 % moins cher. Les producteurs y trouvent leur compte. Ils acceptent de baisser leurs prix car ils perdent moins de temps à trier leur récolte et peuvent en vendre une plus grande partie. Les fruits et légumes représentent près de 30 % du gaspillage alimentaire annuel. Or les laissés-pour-compte disgracieux ne sont que très rarement impropres à la consommation. « Chaque année, des milliers de kilos de pommes, d'abricots déformés, de cerises à peine fendues, de tomates biscornues sont jetés par les producteurs, qui n'ont pas de débouchés valorisants pour ces fruits et légumes moins jolis et pourtant exquis », souligne le collectif des Gueules Cassées. Plusieurs enseignes de la grande distribution ont déjà testé le label. Avec un succès tel que Les Gueules Cassées cherchent maintenant de nouveaux producteurs. —*Léa Ducré*

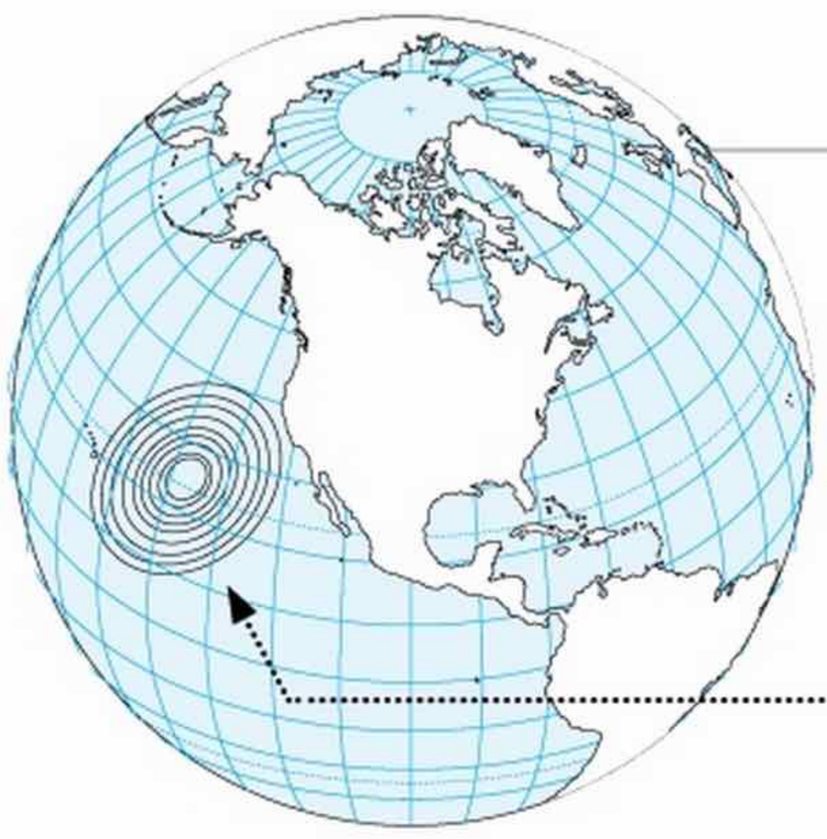
SHUTTERSTOCK

NOS ACTUS

Planète Terre

Le plastique envahit la mer

Tour d'horizon chiffré de la pollution par le plastique dans les océans et de son origine. *par Léa Ducré*



UNE PROLIFÉRATION ALARMANTE

88%

de la surface des océans sont pollués par des microdébris.

30%

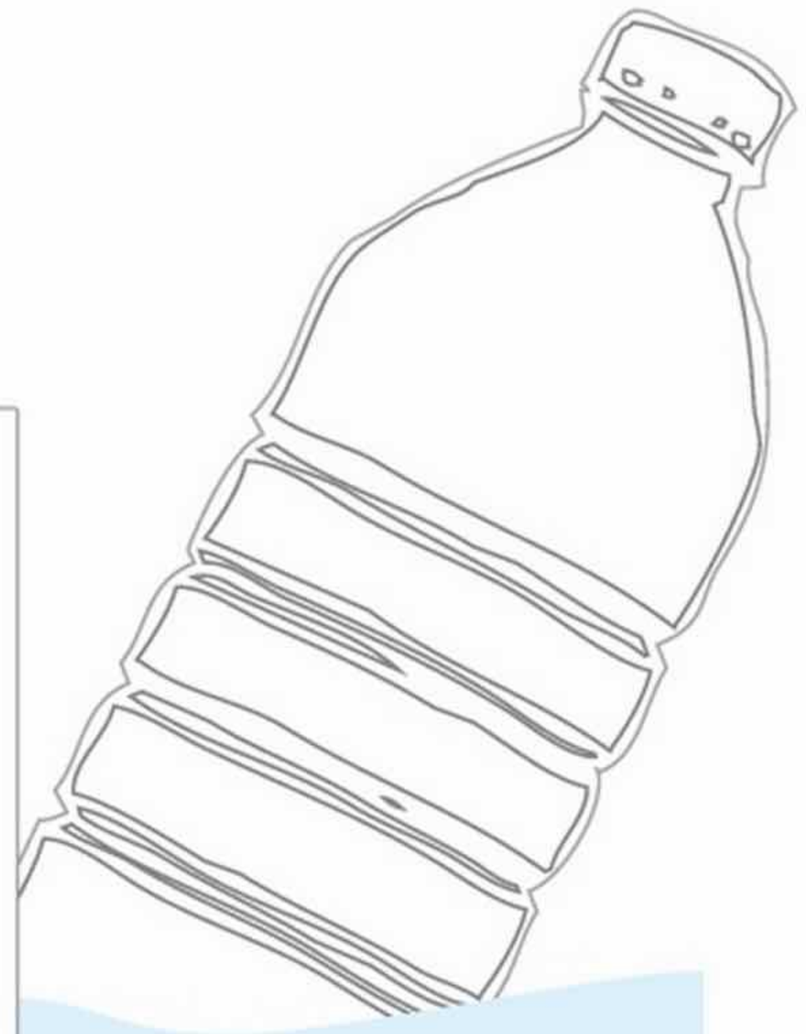
des déchets flottent dans le Pacifique Nord.

6 500 000

tonnes de détritus sont déversées chaque année dans les océans,

soit **18 000** tonnes par jour

ou l'équivalent de **105** baleines bleues par jour.



environ

70%

des débris marins flottants sont en plastique.

80% des déchets en plastique sont issus des activités des hommes à terre.

Les **20%** restants proviennent des professionnels de la mer.

TRANSFORMATION

Après une longue érosion, les macrodéchets se transforment en fragments d'une taille inférieure à

5 mm

Ces microplastiques sont confondus avec le plancton par les poissons, ingérés et ainsi intégrés dans la chaîne alimentaire.

UN SAC EN PLASTIQUE

est produit en **1 SECONDE**

est utilisé pendant **20 MINUTES**

polluera pendant **450 ANS**

INFOGRAPHIE : NGM FRANCE. SOURCES : « PLASTIC DEBRIS IN THE OPEN OCEAN », CÓZAR *ET AL.*, *PNAS* ; PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT ; SURFRIDER FOUNDATION

Objets inuits sauvés des eaux

À 650 km à l'ouest d'Anchorage, en Alaska, des archéologues se démènent pour sauver les vestiges d'un village côtier occupé par des Yu'pits entre 1300 et 1650, et aujourd'hui appelé Nunalleq. Ce site inuit, autrefois pris dans les glaces, est en train de fondre et d'être entraîné vers le large par la hausse du niveau de la mer de Béring résultant du changement climatique. Des fouilles d'urgence, lancées en 2009, ont déjà permis de récupérer environ 20 000 objets jadis emprisonnés dans le pergélisol. Les exemples montrés ici incluent un masque cérémoniel grandeur nature en bois, des poupées sculptées dans du bois flotté, des pointes de harpon en ramure de caribou, des pointes de flèche en ardoise et deux bagues entrelacées en ivoire de morse. Le chef archéologue Rick Knecht estime que le déblayage nécessitera encore cinq ans de travail, le risque étant qu'une tempête hivernale emporte ce qui reste. *—A. R. Williams*

PHOTO : KIERAN DODDS, AVEC L'AIMABLE AUTORISATION DU VILLAGE DE QUINHAGAK, ALASKA, ET DE L'UNIVERSITÉ D'ABERDEEN, ÉCOSSE

Les animaux mis sur écoute

Comment mesurer le foisonnement de la vie animale dans une forêt, une prairie ou une mare ? Jusqu'ici, la méthode classique – parfois laborieuse – voulait que l'on inventorie *de visu* chaque espèce, chaque individu. Depuis quelques années, des biologistes en pratiquent une autre, complémentaire et inhabituelle : l'éco-acoustique. « Il s'agit d'enregistrer les sons d'un écosystème et d'en étudier la complexité, explique Jérôme Sueur, précurseur de ces travaux et bioacousticien au Muséum national d'histoire naturelle (MNHN), à Paris. Plus un son se révèle complexe, plus il y a d'espèces animales dans la zone étudiée. » Les enregistrements sont alors analysés par ordinateur et peuvent être comparés, notamment pour suivre l'évolution d'un lieu. L'équipe de Jérôme Sueur tente ainsi de caractériser l'environnement sonore de l'une des forêts françaises les plus riches : celle des Nouragues, en Guyane. En 2010, pendant deux mois, les bioacousticiens ont placé vingt-quatre microphones en sous-bois et dans la canopée afin d'obtenir une architecture de l'ambiance sonore. Ils retourneront sur les lieux en décembre prochain, cette fois avec deux micros capables d'enregistrer par intermittence pendant des mois, voire des années. Un peu à la manière d'une station météorologique. « Nous aimerions comprendre, par exemple, quelles espèces d'oiseaux chantent ensemble, si elles interagissent et si certaines fréquences se superposent. » – *Céline Lison*

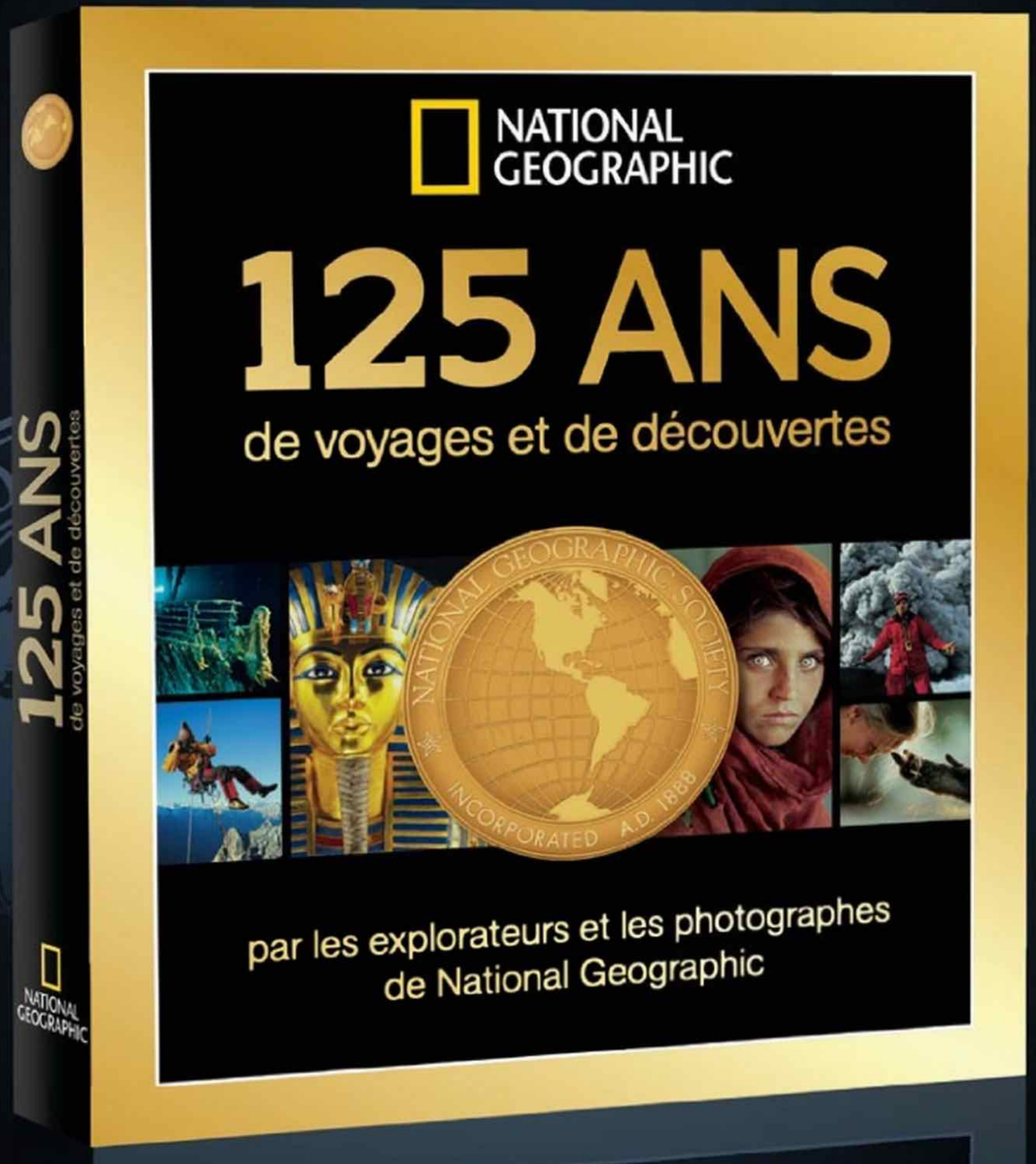
Camille Desjonquères (MNHN-CNRS) travaille sur l'écoute des mares. La plupart des sons enregistrés sont encore inconnus. La chercheuse envisage donc d'isoler quelques insectes en aquarium afin d'identifier leurs stridulations.

DIEGO LLUSIA

Le livre rétrospective

NATIONAL GEOGRAPHIC

Explorer le monde et tout ce qu'il contient



- **600 photographies** emblématiques ou inédites
- **20 cartes d'époque** tirées des archives
- **6 chronologies** illustrées
- **1 dépliant de 8 pages** relatant 125 moments-clés

Disponible en librairies et rayons livres – 384 pages – 39,90€

Pourcentage de carburant économisé par les autos hybrides comparées aux véhicules conventionnels

54 %
Chine

33 %
États-Unis

44 %
Inde

Des autos hybrides pour la Chine

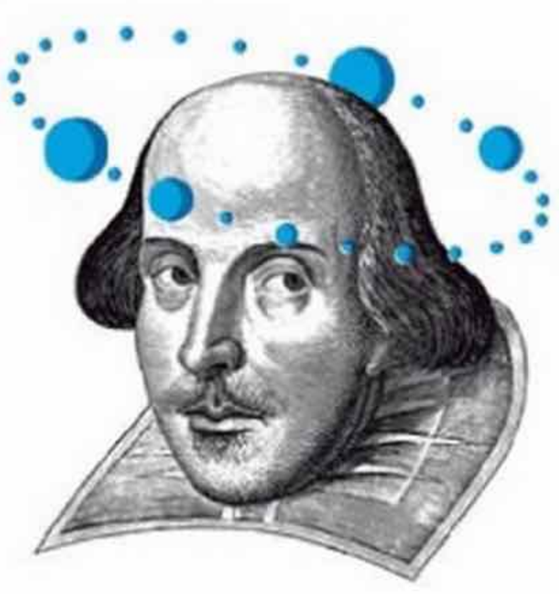
Les véhicules hybrides sont plus utiles dans les pays où le trafic est le plus dense. En Chine et en Inde, la circulation est plus lente, avec davantage d'arrêts et de redémarrages qu'aux États-Unis ou en Europe. À tel point que les hybrides y consomment 54 % de carburant en moins que les voitures conventionnelles, selon deux études du laboratoire américain Lawrence-Berkeley. « Dans ces situations de forte congestion, détaille le chercheur Samveg Saxena, un moteur [classique] tourne presque à son pire niveau d'efficacité. » Mais pas un hybride : le freinage recharge la batterie et, en cas de surplace, le moteur se coupe tout seul. La quantité de dioxyde de carbone émis par les véhicules devrait doubler d'ici à 2050, surtout à cause du marché automobile de pays émergents comme l'Inde et la Chine (ci-dessus, la ville de Shenzhen). « Si nous parvenons à déployer une flotte de véhicules plus propres dès le début de ce processus de croissance rapide, espère Saxena, nous pourrons éviter beaucoup d'émissions. » — *Rachel Hartigan Shea*

SHAKESPEARE ET LES LUNES D'URANUS

La plupart des planètes et des lunes portent des noms tirés des mythologies grecque et romaine, mais les vingt-sept lunes d'Uranus font référence à des personnages d'œuvres de Shakespeare et d'Alexander Pope. Cette pratique est née en hommage à l'astronome britannique William Herschel, qui a découvert Uranus et deux de ses lunes dans les années 1780. — *Jane Vessels*

Obéron	Bianca	Stephano
Titania	Cressida	Prospero
Ariel	Desdémone	Setebos
Umbriel	Juliette	Trinculo
Miranda	Portia	Cupidon
Puck	Rosalinde	Mab
Belinda	Perdita	Francisco
Cordélia	Caliban	Marguerite
Ophélie	Sycorax	Ferdinand

● SHAKESPEARE ● ALEXANDER POPE



Lunes listées par ordre de découverte

PHOTO : RI XI SZ, IMAGINECHINA/AP IMAGES. ILLUSTRATION : MIKEL JASO

Bêtes de sexe
Une subtile étude de l'amour et du désir dans le règne animal

Chez les pandas, les mâles rongent leur frein

Considérez le cas du panda géant mâle, le plus patient des soupirants. L'objet de son affection, la femelle *Ailuropoda melanoleuca*, n'est en chaleur qu'une fois par an – pendant vingt-quatre à soixante-douze heures seulement. Pas étonnant que les pandas soient une espèce en danger et que leur reproduction en captivité soit surveillée avec fébrilité. Avec aussi peu de chances de parvenir à ses fins, que peut faire un panda en manque d'amour ? S'équiper anatomiquement et se mettre en veille sexuelle.
Les pics de fécondité des femelles peuvent survenir à tout moment entre février et mai. Pour être fin prêts à ce moment, les mâles produisent plus d'hormones que nécessaire dès l'automne. Pendant les quatre mois de disponibilité hypothétique de leurs partenaires, la taille de leurs testicules peut doubler, voire tripler. En étudiant des mâles sous anesthésie, des scientifiques de Chengdu, en Chine, ont constaté une hausse du nombre et de la mobilité des spermatozoïdes pendant la saison des chaleurs des femelles par rapport au reste de l'année. Pour résumer, les pères potentiels sont gonflés à bloc – ce qui rend la période idéale pour récolter les spermatozoïdes nécessaires aux programmes de reproduction en captivité. En juin ou juillet, les gonades des pandas géants cessent de travailler, jusqu'à la saison des amours suivante. *— Patricia Edmonds*

HABITAT
Chine

STATUT
En danger

L'INFO EN PLUS
Grand amateur de bambou, le panda moyen en mange plus de 25 kg par jour.

Étant donné leur mode de reproduction, pas étonnant que les pandas soient en danger.

Ce panda géant a été photographié dans le zoo d'Atlanta, aux États-Unis.

JOEL SARTORE

DOCUMENT
Vie animale

Serengeti, la migration

Chaque été pendant cinq ans, le photographe Andreï Gudkov s'est posté sur les rives de la rivière Mara, dans le parc du Serengeti, entre Kenya et Tanzanie, pour assister à la plus grande et la plus tragique des migrations.

Texte et photographies de **ANDREÏ GUDKOV**

LES PLUIES décident de la date du départ, car c'est d'elles que dépend la pousse de l'herbe. Quand, vers mars, la nourriture se raréfie, des troupeaux géants se mettent en route dans le sud du parc du Serengeti, en Tanzanie : plus de 1,5 million de gnous, des gazelles et des zèbres par centaines de milliers. La grande migration suit un mouvement circulaire annuel de près de 3 000 km, que lions et hyènes suivent d'un œil – et d'un estomac – avide.

En juillet-août, les hardes atteignent la Mara, à la frontière avec le Kenya. Cette rivière est petite, mais pullule de crocodiles et d'hippopotames. Les animaux se regroupent, les plus vieux à l'avant. Le cœur du troupeau abrite les femelles et les petits. Les gnous hésitent parfois pendant des heures. Ils cherchent un gué. Soudain, des individus plus jeunes ou plus nerveux se jettent à l'eau. Aussitôt, le troupeau plonge à leur suite, ignorant les prédateurs. Les pertes sont lourdes. Des animaux se noient ; d'autres se font piétiner.

Je pourrais revenir pendant vingt ans et saisir chaque année des moments incroyables. Je me souviens de cette antilope qui allait d'une rive à l'autre en recherchant son petit. Quand elle a réalisé que c'était sans espoir, il lui fallait refaire une dernière traversée, mais un énorme crocodile l'attendait. Elle est allée droit sur lui, atterrissant sur sa tête avec ses pattes arrière. Contre toute attente, les quelques instants de confusion du prédateur lui ont permis de rejoindre le gros du troupeau. C'était incroyablement émouvant. □

de tous les dangers

LE GRAND EMBOUTEILLAGE
Plus de 2 millions de gnous, zèbres et gazelles convergent des plaines du parc national du Serengeti vers les herbages de la réserve du Masai Mara, défiant les obstacles naturels.

UNE AUBAINE POUR LES PRÉDATEURS
L'accumulation d'animaux migrants (ci-contre) offre des proies faciles aux grands carnivores – lions, léopards, guépards. 20 000 têtes peuvent traverser la Mara en une demi-heure.

CHACUN SON TOUR
Les restes d'une proie que les gros prédateurs n'ont pas fini de dévorer (en bas, à gauche) sont emportés par des carnivores plus petits – hyènes, chacals et vautours.

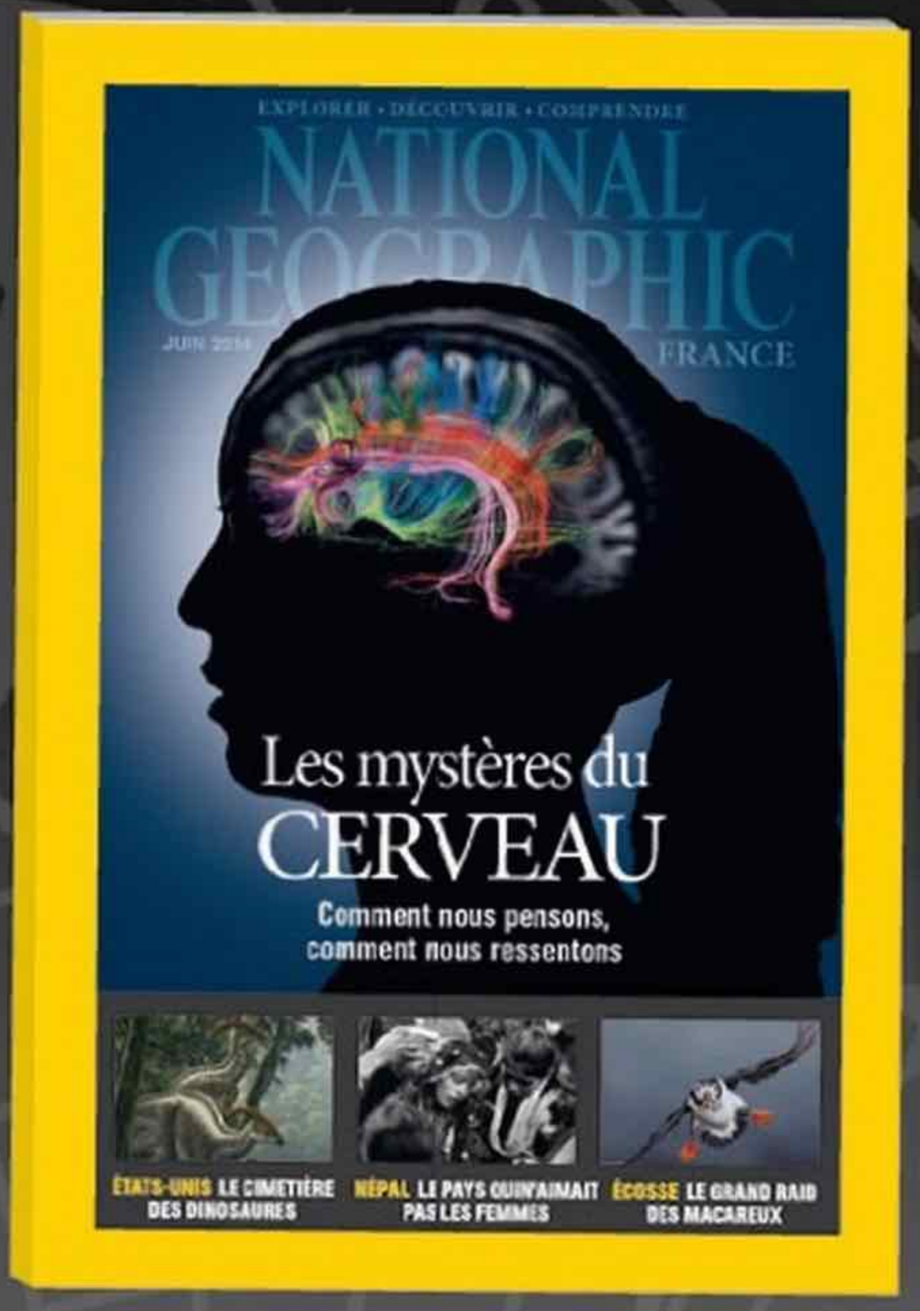
UNE LUTTE INÉGALE
Dans l'eau, les gnous sont impuissants face aux crocodiles (en bas, à droite). Neuf attaques sur dix sont fatales. Mais ce gnou aura de la chance : il parviendra à échapper *in extremis* aux mâchoires mortelles.

Abonnez-vous à

NATIONAL GEOGRAPHIC FRANCE

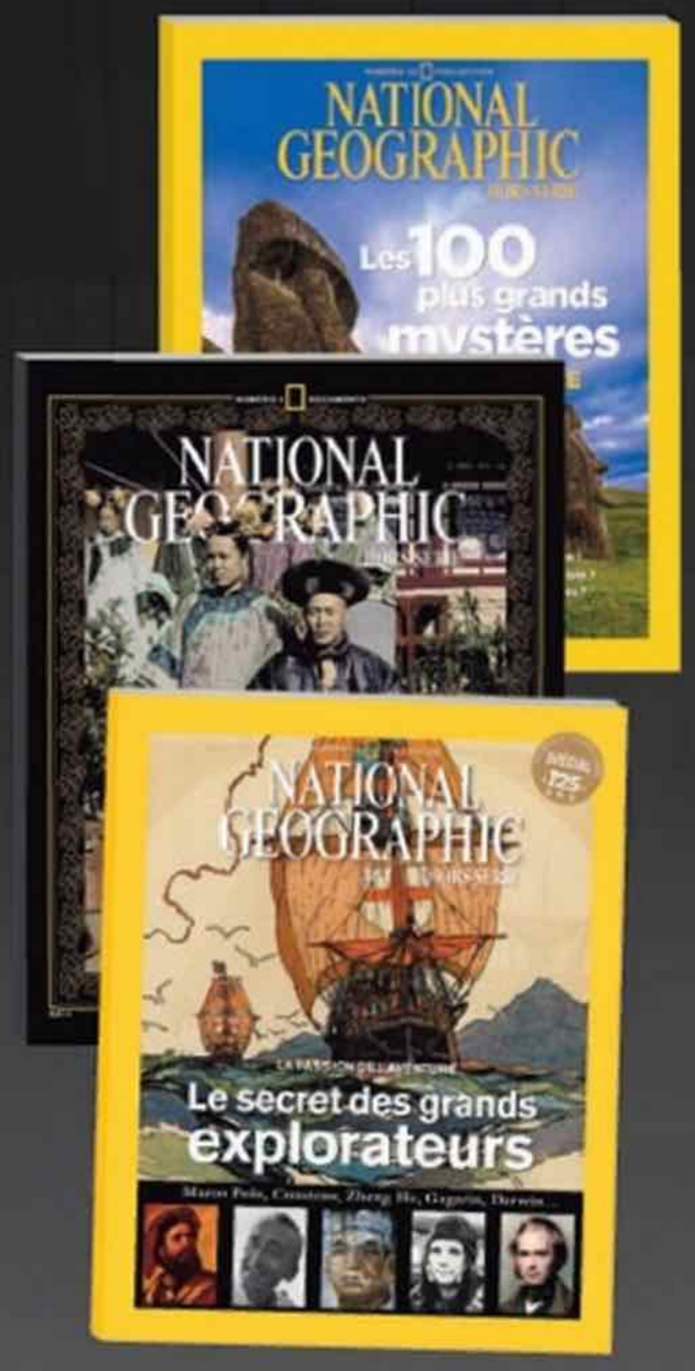
et ses HORS-SERIES

Et bénéficiez de près de 35% de réduction**



1 an - 12 numéros

+



1 an - 3 numéros hors-séries

Les avantages de la formule Liberté

Un tarif très intéressant : 4€50 par mois seulement au lieu de ~~6€90*~~ par mois, soit près de 35% de réduction**.

Un paiement tout en douceur : vous ne vous préoccupez plus de votre prochain paiement. Chaque mois, le montant de 4€50 est prélevé directement sur votre compte. **Et vous ne manquez aucun numéro !**

Aucun engagement : vous êtes libre de résilier ce service à tout moment par simple lettre. Les prélèvements s'arrêtent alors immédiatement.

Et recevez
le coffret LAGUIOLE

La montre Laguiole®

Authentique et masculine, elle saura satisfaire les plus exigeants !

- *Bracelet en véritable cuir embossé du logo Laguiole*
- *Mouvement japonais à Quartz 3 aiguilles*
- *Pile fournie*
- *Dim. cadran : 4 cm environ.*

Le couteau Laguiole®

Pratique et élégant, il fera le bonheur des collectionneurs.

- *Couteau de poche pliable*
- *Manche en bois exotique de rose*
- *Lame 16cm déployée*

BON D'ABONNEMENT

Bulletin à compléter et à retourner sans affranchir à :
National Geographic
Libre réponse 91149 – 62069 Arras Cedex 09.

❶ Je choisis mon offre d'abonnement

☐ **Oui**, Je m'abonne à National Geographic (12 n° + 3 n° hors-séries) au tarif exceptionnel de 4,50€/mois au lieu de ~~6,90€~~* soit près de 35% de réduction**.

Je recevrai le formulaire d'autorisation de prélèvement automatique à remplir. J'ai bien noté que je pourrais arrêter mon abonnement à tout moment par simple courrier.

☐ **Oui**, Je m'abonne à National Geographic et à ses hors-séries, (12 n° et 3 hors-séries) pour un an. Je règle **54€** au lieu de ~~83,10€~~

☐ Je préfère m'abonner à National Geographic seul (1 an - 12 numéros). Je règle 45€.

❷ Je note ci-dessous mes coordonnées :

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville

e-mail @

☐ Je souhaite être informé(e) des offres commerciales du groupe Prisma Média et de celles de ses partenaires

❸ Je choisis mon mode de règlement :

☐ Chèque bancaire à l'ordre de *National Geographic France*

☐ Carte bancaire ☐ Visa ☐ Mastercard

N° :

Indiquez les 3 derniers chiffres du numéro qui figure au verso de votre carte bancaire :

Date d'expiration :

Signature :

NGE181D

L'abonnement, c'est aussi sur :

www.prismashop.nationalgeographic.fr

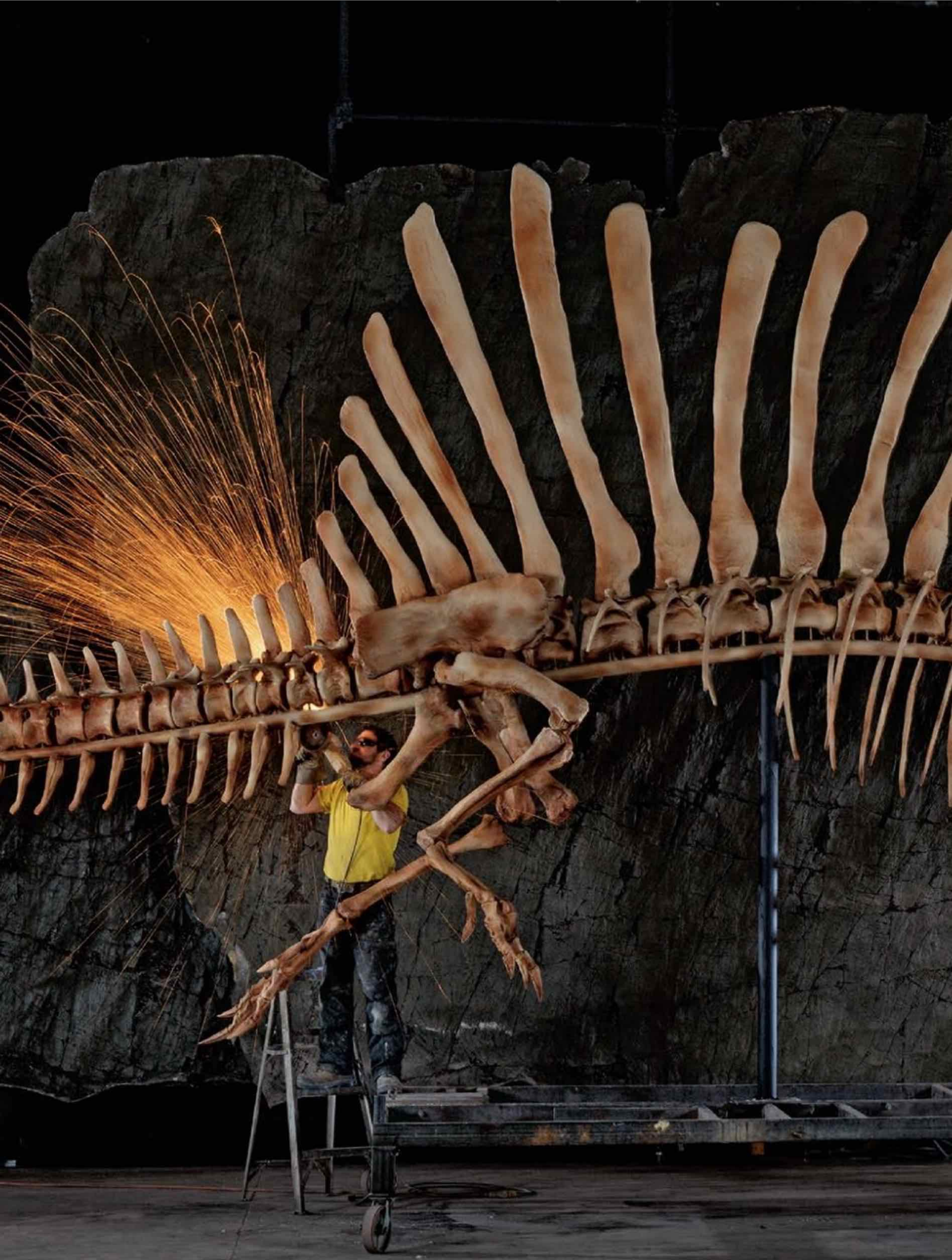
ou au 0 826 963 964 (0,15€/min)

*Prix de vente au numéro. ** par rapport au prix de vente au numéro. Vous pouvez acquérir chaque numéro du mensuel au prix de 5€20 et les hors-séries au prix de 6€90. Offre réservée aux nouveaux abonnés en France métropolitaine, valable 2 mois. Délais de livraison du premier numéro : 4 semaines environ. Les informations ci-dessus sont indispensables au traitement par PRISMA MEDIA de votre abonnement. A défaut, votre abonnement ne pourra être mis en place. Ces informations sont communiquées à des sous-traitants pour la gestion de votre abonnement. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amenés à recevoir des propositions des partenaires commerciaux du groupe PRISMA MEDIA. Si vous ne le souhaitez pas, vous pouvez cocher la case ci-contre ❑. Vous disposez d'un droit d'accès, de rectification et d'opposition pour motifs légitimes aux informations vous concernant auprès du groupe PRISMA MEDIA.

Spinosaure
Le plus grand superprédateur de tous les temps

Il surpasse tous les carnivores ayant jamais peuplé la Terre, y compris le tyrannosaure. Après un siècle de mystère, le *SPINOSAURE* a enfin révélé ses secrets aux scientifiques. Récit d'une surprise colossale.

Le spinosaure vivait il y a 100 millions d'années.
Cette maquette est issue d'une reconstitution en 3D.



RECONSTITUTION D'UN MONSTRE Pour réaliser cette maquette grandeur nature en polystyrène, résine et acier, et parvenir à un résultat aussi précis, un modèle numérisé a été assemblé à partir de scans de fossiles, d'images d'ossements perdus et d'extrapolations fondées sur des créatures proches.

Par Tom Mueller
Photographies de Mike Hettwer

Au soir du 3 mars 2013, à Erfoud, au Maroc, Nizar Ibrahim, un jeune paléontologue, est assis à la terrasse d'un café. Pour lui, ce crépuscule signifie la fin de ses espoirs. Accompagné de deux collègues, Ibrahim est arrivé à Erfoud trois jours plus tôt pour suivre une piste : celle d'un homme susceptible de l'aider à élucider un mystère qui l'obsède depuis l'enfance. Cet homme est un fouilleur, un chasseur local de fossiles, qui écoule ses trouvailles auprès de boutiques spécialisées et de revendeurs. Parmi les plus chers figurent les os trouvés sur le plateau des Kem Kem, un escarpement de plus de 250 km de long. Là, les gisements fossilifères datent de 100 à 94 millions d'années, vers le milieu du Crétacé.

Après avoir cherché pendant des jours dans les sites de fouilles près du village d'El Begaa, les trois scientifiques ont résolu de parcourir Erfoud, en espérant tomber sur leur homme au détour d'une rue. Pour finir, ils se sont posés dans un café pour boire un thé à la menthe et se lamenter sur leur échec. « Tout ce dont j'avais rêvé semblait s'être volatilisé », se souvient Ibrahim.

L'ARISTOCRATE EXPLORATEUR À la veille de la Première Guerre mondiale, le Bavarois Ernst Stromer explora sans relâche le Sahara oriental. Ses découvertes, dont celle du spinosaure, marquèrent une grande avancée dans la connaissance du Crétacé en Afrique.

Il y avait dans la boîte du Bédouin quelque chose évoquant une main de dinosaure et un os plat, en forme de lame, avec une étrange coupe transversale.

Les rêves d'Ibrahim étaient étroitement liés à ceux d'un autre paléontologue, qui s'était risqué dans le désert un siècle plus tôt. De 1910 à 1914, Ernst Freiherr Stromer von Reichenbach, un aristocrate bavarois, avait mené plusieurs expéditions dans le Sahara égyptien, sur le contrefort oriental d'un ancien système fluvial dont le plateau des Kem Kem forme la frontière occidentale. Stromer avait exhumé des restes de dinosaures, de crocodiliens, de tortues et de poissons recouvrant quelque quarante-cinq espèces.

Parmi ses découvertes figuraient deux squelettes incomplets d'un dinosaure inconnu. Cet animal en tout point remarquable, un prédateur gigantesque, possédait des mâchoires de près de 1 m, hérissées de dents coniques s'imbriquant les unes dans les autres. Mais son trait le plus extraordinaire était sa « voile dorsale », haute de 1,7 m et maintenue par des supports osseux (ou épines neurales). Son découvreur le baptisa *Spinosaurus aegyptiacus* – le spinosaure.

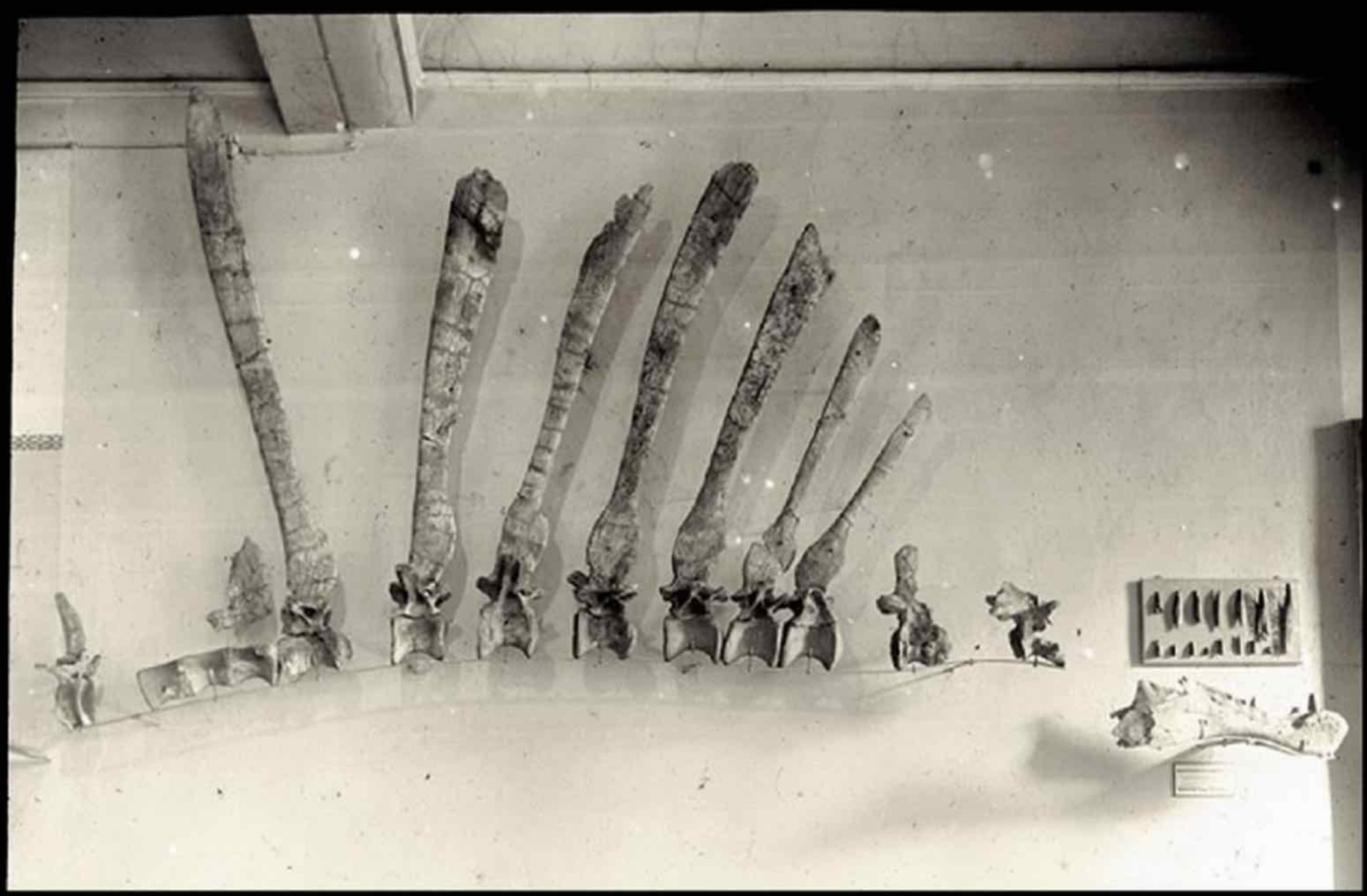
Stromer devint célèbre grâce à ses trouvailles, principalement réunies au musée de paléontologie et de géologie de Munich. Lors de la Seconde Guerre mondiale, il tenta désespérément de mettre sa collection à l'abri des bombardements alliés, mais le directeur du musée, un fervent nazi qui n'appréciait guère le franc-parler du chercheur à propos du régime hitlérien, refusa. En avril 1944, le musée et presque tous les fossiles de Stromer furent détruits lors d'un raid aérien. Ne survécurent du spinosaure que des carnets de notes, des croquis et des photos sépia.

C'EST DANS UN OUVRAGE ALLEMAND pour enfants sur les dinosaures qu'Ibrahim, élevé à Berlin, a rencontré pour la première fois cet étrange géant. De ce jour, les dinosaures n'ont plus cessé de le hanter. Il a fait la tournée des collections paléontologiques en Allemagne et a réuni une impressionnante collection de reproductions et de moulages de fossiles.

Étudiant en paléontologie à l'université de Bristol (Angleterre), il y a rencontré à nouveau l'œuvre de Stromer. « Il avait une vision si ouverte et si profonde que cela m'a poussé à me montrer très ambitieux dans mes propres recherches », confie Ibrahim. La plus grande partie des doctorants en paléontologie se cantonnent à l'exploration d'un domaine rigoureusement défini. Les 836 pages de la thèse qu'Ibrahim soutint à l'University College de Dublin, décrivaient, elles, la totalité des fossiles connus des Kem Kem.

La préparation de son doctorat l'a mené plusieurs fois à Erfoud dans le cadre de travaux de terrain. Il avait 26 ans lors d'une visite, en 2008, quand un Bédouin lui montra une boîte en carton contenant quatre morceaux d'une pierre violacée striée de sédiments jaunes. Planté dans l'une des pierres, il y avait quelque chose évoquant une main de dinosaure et un os plat, en forme de lame, avec une étrange coupe transversale d'un blanc laiteux. La valeur scientifique d'un fossile prélevé en négligeant son milieu géologique est toujours sujette *(suite page 49)*

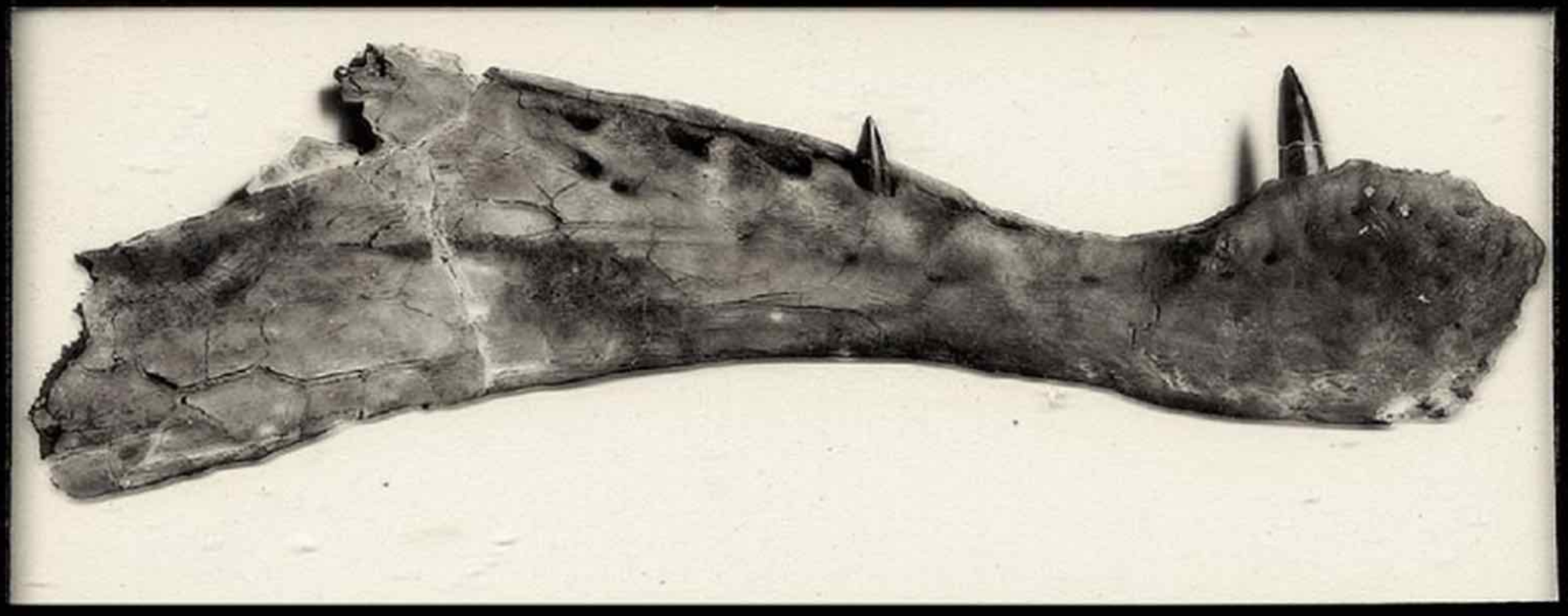
Tom Mueller a écrit « Le formidable secret du dôme de Florence » (février 2014). Mike Hettwer a réalisé les photos de « Avec les démolisseurs de navires », au Bangladesh (mai 2014).

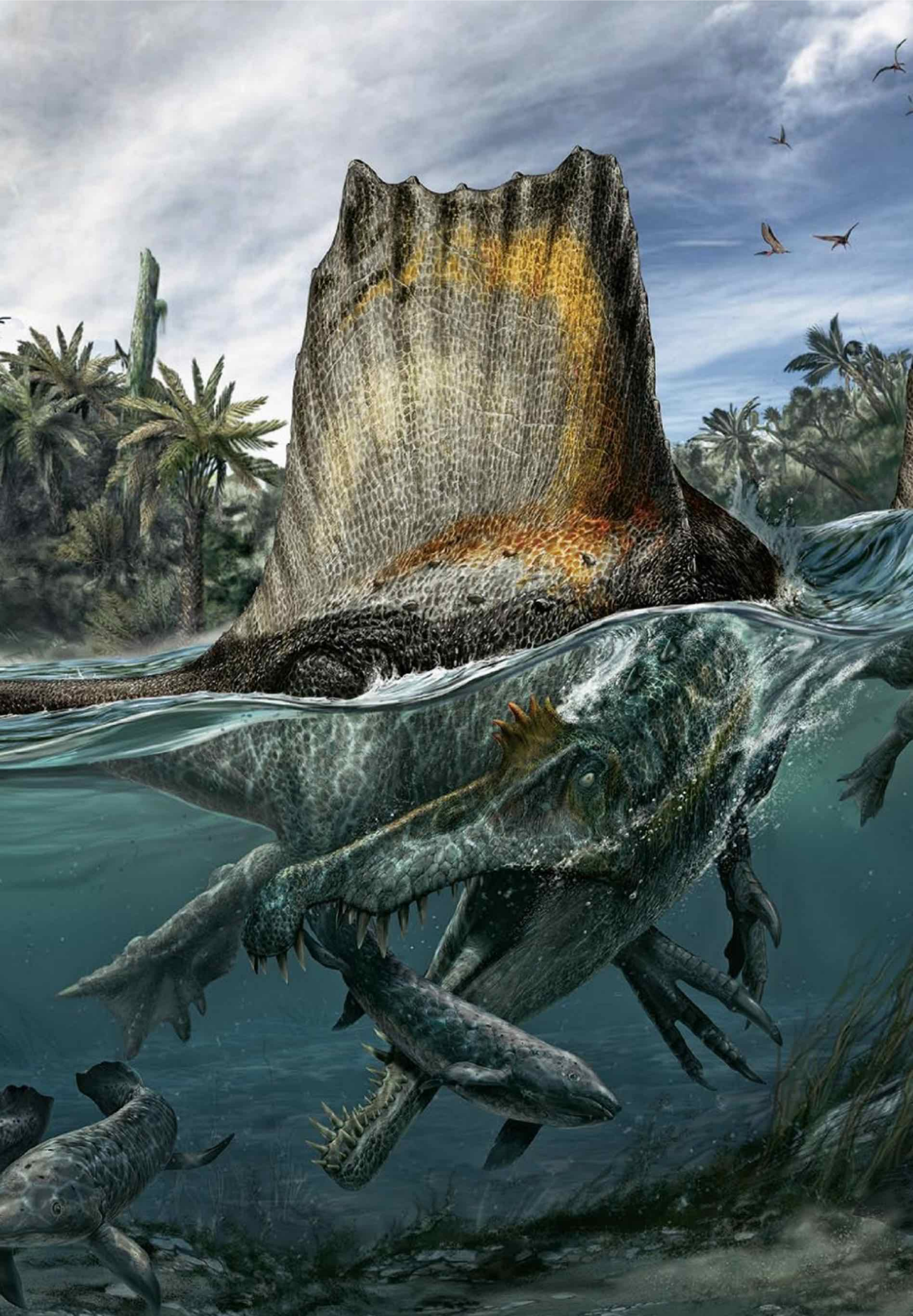


LE TRÉSOR DISPARU

Le spécimen de spinosaure découvert par Stromer en Égypte en 1912 fut détruit lors d'un bombardement allié sur Munich, en 1944. Ces photos rarissimes ont permis aux paléontologues de reconstituer par ordinateur les ossements perdus, puis de les associer aux fossiles exhumés récemment. Résultat : un squelette long de 15 m.

NIZAR IBRAHIM, UNIVERSITÉ DE CHICAGO ; PHOTOGRAPHIES ORIGINALES PROVENANT DE LA COLLECTION DE PALÉONTOLOGIE ET DE GÉOLOGIE DE L'ÉTAT DE BAVIÈRE, MUNICH





LES COLOSSES DU CRÉTACÉ

Adaptés à la vie aquatique, les spinosaures arpentaient les rivières de l'Afrique du Nord voilà 100 millions d'années. Dans un habitat très pauvre en grands herbivores, ces gigantesques prédateurs attrapaient surtout d'énormes poissons.

ILLUSTRATION : DAVIDE BONADONNA

SOURCES : NIZAR IBRAHIM, UNIVERSITÉ DE CHICAGO ; CRISTIANO DAL SASSO ET SIMONE MAGANUCO, MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE MILAN

La reconstitution du puzzle

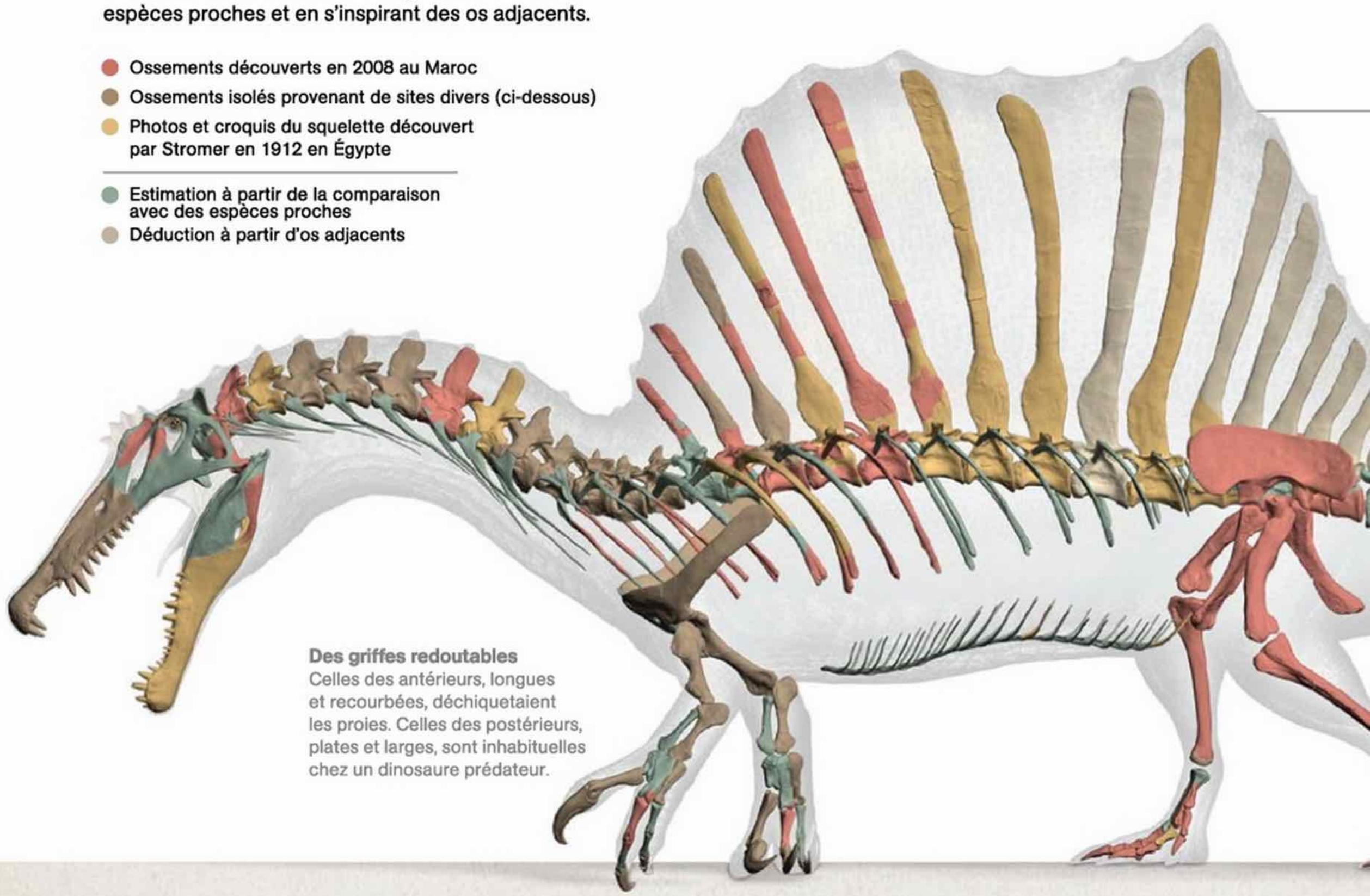
Les techniques les plus récentes ont donné une seconde vie à des fossiles, révélant en détail les caractéristiques du spinosaure.

L'assemblage des pièces
La reconstitution a été réalisée à partir de scans du nouveau squelette découvert au Maroc, de photos et de croquis dessinés par Ernst Stromer. Les vides ont été comblés en étudiant soigneusement des espèces proches et en s'inspirant des os adjacents.

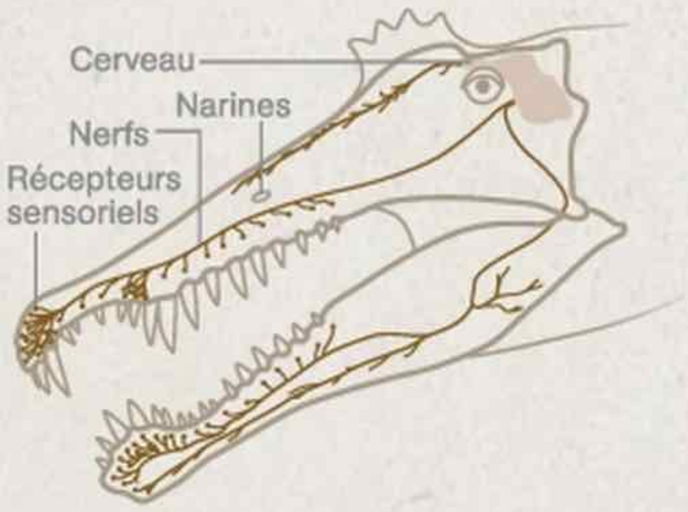
- Ossements découverts en 2008 au Maroc
- Ossements isolés provenant de sites divers (ci-dessous)
- Photos et croquis du squelette découvert par Stromer en 1912 en Égypte

---

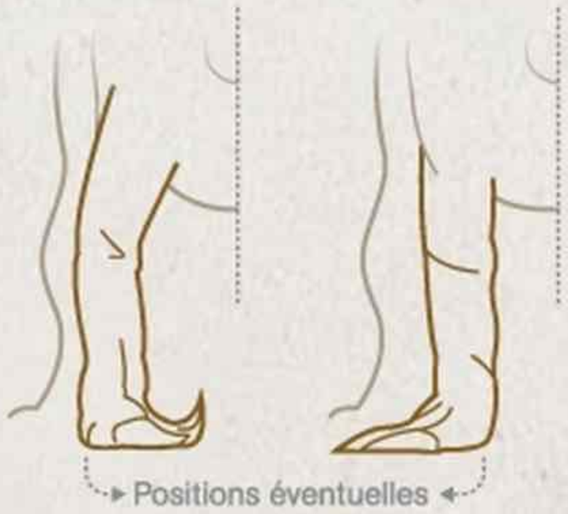
- Estimation à partir de la comparaison avec des espèces proches
- Déduction à partir d'os adjacents



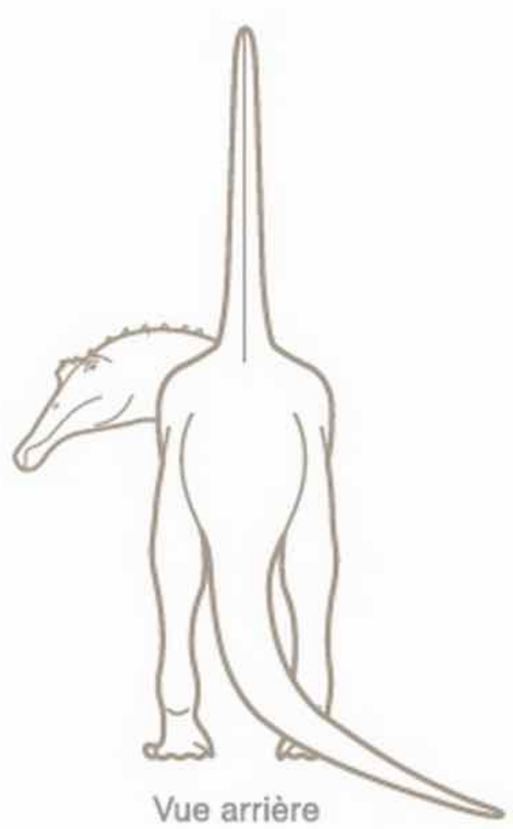
Des griffes redoutables
Celles des antérieurs, longues et recourbées, déchiquetaient les proies. Celles des postérieurs, plates et larges, sont inhabituelles chez un dinosaure prédateur.



Le nez du chasseur
Le spinosaure détectait ses proies sous l'eau grâce à des récepteurs sensoriels logés dans de petits trous du museau. La position haute de ses narines lui permettait de respirer tout en chassant.



Mode de locomotion
Sa partie antérieure était si lourde que le spinosaure se déplaçait sans doute sur ses quatre pattes. L'avant-bras et la main étaient plutôt rigides, les doigts appuyant sur le sol. La main était peut-être déployée.



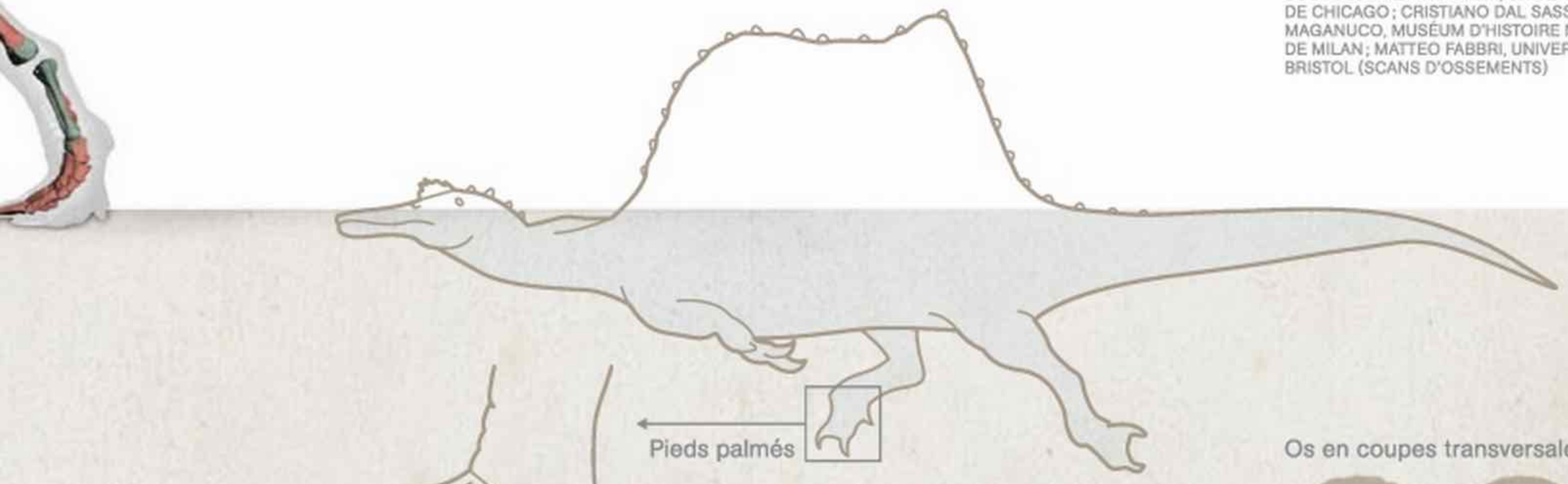
Vue arrière

La voile mystérieuse
Composée de fines épines abritant un petit nombre de vaisseaux sanguins, la voile ne servait apparemment pas à réguler la température du corps ou à stocker de la graisse. Enveloppée d'une membrane charnue et dotée de muscles à la base des épines, elle a pu contribuer à la parade nuptiale.

La queue pour l'équilibre
Sa longueur équilibrait la lourdeur de la tête et du torse. Elle aidait sans doute l'animal à avancer dans l'eau.

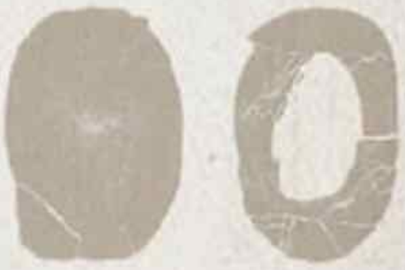
LAWSON PARKER, ÉQUIPE DU NGM.
ILLUSTRATIONS : DAVIDE BONADONNA.
SQUELETTE EN 3D : TYLER KEILLOR ET LAUREN CONROY, UNIVERSITÉ DE CHICAGO

SOURCES : NIZAR IBRAHIM, UNIVERSITÉ DE CHICAGO ; CRISTIANO DAL SASSO ET SIMONE MAGANUCO, MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE MILAN ; MATTEO FABBRI, UNIVERSITÉ DE BRISTOL (SCANS D'OSSEMENTS)



Une vie aquatique
Si, comme on le croit, le spinosaure passait l'essentiel de sa vie dans l'eau, il avait sans doute des pieds palmés. Seule sa voile aurait été visible quand il nageait – peut-être une façon de marquer son territoire.

Os en coupes transversales



Spinosaurus *T. rex*

Une forte densité osseuse
Comme les animaux aquatiques actuels, le spinosaure avait des os très denses, ce qui facilite la plongée et les manœuvres dans l'eau.

LES DENTS DE LA RIVIÈRE
Longues de près de 1 m et dotées d'une dentition redoutable, les mâchoires du spinosaure étaient bien moins robustes que celles des dinosaures prédateurs de taille comparable. Leur fonction était moins de broyer les os que d'attraper des poissons.

Le gang des tueurs

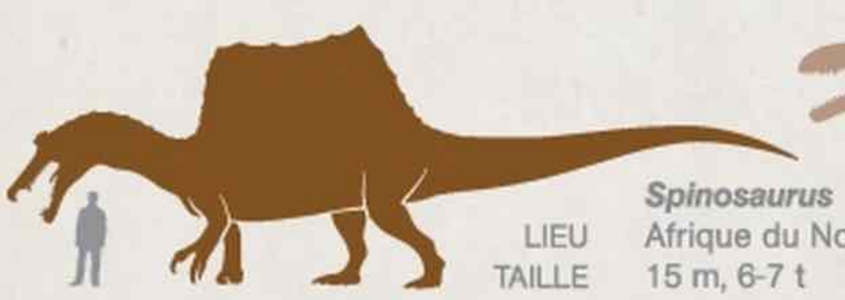
Les plus grands dinosaures carnivores ne se croisèrent pas. Ils occupèrent des habitats différents, à des époques différentes. Mais ils avaient un point commun : ils étaient faits pour tuer.

Giganotosaurus
Ses dents en forme de lame agissaient comme des tranchoirs.

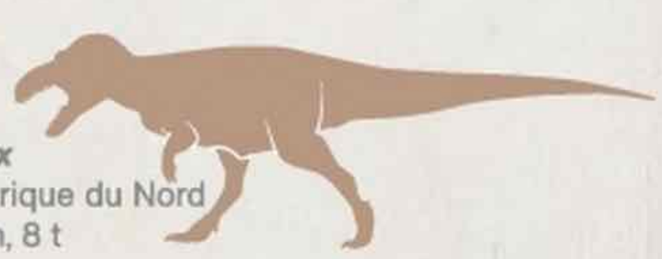
La puissance des membres postérieurs est adaptée à la terre ferme.

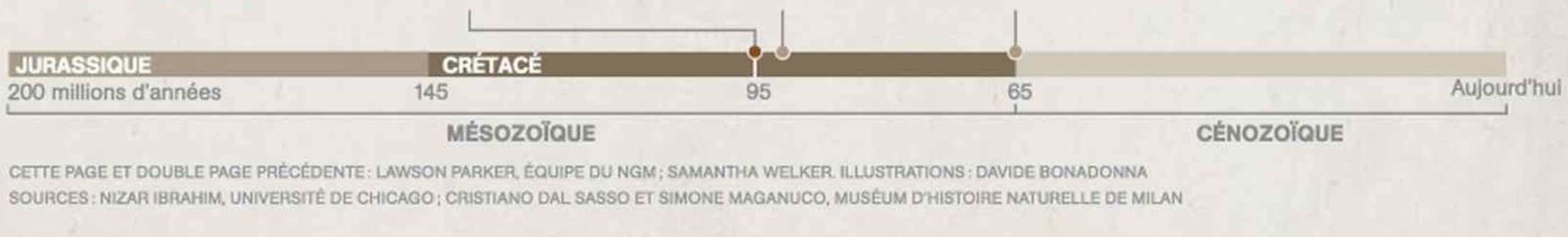
Tyrannosaurus rex
fut le dinosaure aux mâchoires les plus puissantes. Ses dents broyaient les os.

Un cou long et étroit, ainsi que des dents lisses et coniques permettaient à ***Spinosaurus*** de saisir des proies dans l'eau.



	Spinosaurus	***Giganotosaurus***	***T. rex***
LIEU	Afrique du Nord	Amérique du Sud	Amérique du Nord
TAILLE	15 m, 6-7 t	13 m, 8 t	12 m, 8 t





CETTE PAGE ET DOUBLE PAGE PRÉCÉDENTE : LAWSON PARKER, ÉQUIPE DU NGM ; SAMANTHA WELKER. ILLUSTRATIONS : DAVIDE BONADONNA

SOURCES : NIZAR IBRAHIM, UNIVERSITÉ DE CHICAGO ; CRISTIANO DAL SASSO ET SIMONE MAGANUCO, MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE MILAN

(suite de la page 40) à caution – et c'était le cas ici. Ibrahim a quand même acheté ces pièces, en se disant qu'elles pourraient toujours servir.

Ce n'est que l'année suivante, au cours d'une visite au muséum de Milan, qu'Ibrahim a compris l'importance peut-être considérable de ces fossiles. Deux confrères, Cristiano Dal Sasso et Simone Maganuco, lui ont fait voir un morceau de squelette de dinosaure acheté peu auparavant à un marchand de fossiles. Le spécimen était exposé sur des tables, au sous-sol : membres, côtes, nombreuses vertèbres et plusieurs grandes épines dorsales, très caractéristiques. Ibrahim a eu un choc. À l'évidence, il s'agissait d'un spinosaure – et bien plus complet que les spécimens perdus d'Ernst Stromer.

Selon Dal Sasso et Maganuco, leur marchand pensait que le squelette avait été exhumé sur le site d'Aferdou N'Chaft, près d'El Begaa, au Maroc. Les os n'avaient pas encore été nettoyés de leur gangue de pierre, un grès violacé strié de jaune. Quand il a saisi un morceau de la colonne vertébrale, Ibrahim a aussitôt noté la petite coupe transversale blanche vue auparavant.

« J'ai compris que les os que j'avais achetés à Erfoud provenaient sans doute d'un spinosaure – le bizarre os plat était un morceau de colonne vertébrale », se souvient Ibrahim. Il a aussi réalisé que les fossiles incomplets d'Erfoud et le magnifique spécimen de Milan pouvaient provenir du même animal. Si tel était le cas, et s'il parvenait à localiser exactement l'endroit où les fossiles avaient été déterrés, il tiendrait là sa pierre de Rosette : on pourrait enfin percer le mystère du spinosaure et du monde dans lequel il évoluait.

ET VOILÀ POURQUOI il fallait remettre la main sur le Bédouin : pour retrouver le lieu de la fouille. Or, se rappelle Ibrahim, « j'ignorais son nom. Tout ce dont je me souvenais, c'est qu'il avait une moustache et était vêtu de blanc. Des détails qui, au Maroc, ne vous avancent guère. »

En mars 2013, Ibrahim est donc retourné à Erfoud pour une mission pire que de retrouver une aiguille dans une botte de foin : dénicher un Bédouin dans le désert. Flanqué de Samir Zouhri (université Hassan-II de Casablanca) et

Dent, taille réelle
Des dents coniques et larges facilitaient la saisie des proies glissantes. Les plus grandes, telle celle-ci, atteignaient 18 cm.

L'Afrique, au Crétacé et aujourd'hui
Les sédiments des vastes systèmes fluviaux qui parcouraient l'Afrique du Nord il y a 95 millions d'années ont préservé les ossements des spinosaures et ceux d'autres espèces.

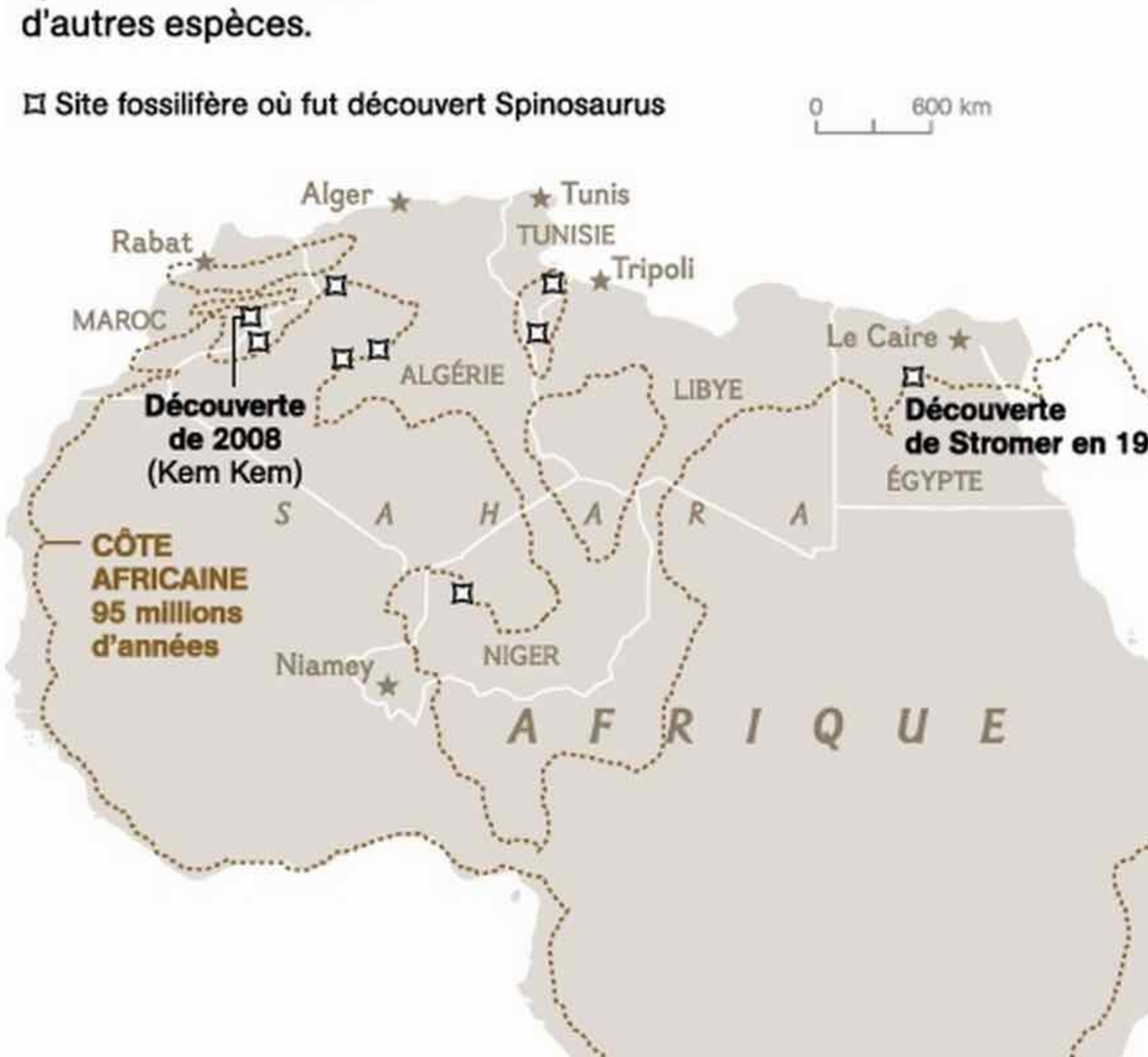


PHOTO : NIZAR IBRAHIM, AU MUSÉE CANADIEN DE LA NATURE
CARTE : RYAN MORRIS, ÉQUIPE DU NGM ; SOURCE : RON BLAKEY, COLORADO PLATEAU GEOSYSTEMS

Stromer présumait que les longues épines neurales soutenaient peut-être une bosse sur le dos, comme celle du bison.

de David Martill (université de Portsmouth), il a inspecté de nombreux sites de fouilles, en attaquant par celui d'Aferdou N'Chaft. Personne ne semblait reconnaître les photos des fossiles de spinosaure qu'il présentait ni même se souvenir du Bédouin d'après sa vague description. Au dernier jour de leur visite, ayant déambulé en vain dans les rues d'Erfoud, les chasseurs d'os avaient renoncé. Ils étaient affalés en terrasse.

Le trio considérait les passants, l'œil morne. Un moustachu tout de blanc vêtu est alors passé dans la rue. Ibrahim et Zouhri ont échangé un regard, ont bondi sur leurs pieds et se sont élancés à sa poursuite. C'était leur homme !

Celui-ci a ensuite confirmé qu'il avait détaché les os d'une paroi rocheuse, après deux mois de travail acharné. Il avait d'abord découvert les os vendus à Ibrahim, puis d'autres à mesure qu'il creusait plus avant dans le flanc de la colline.

Bourse de la NGS La reconstitution du spinosaure a été en partie financée par le Conseil des expéditions et par votre adhésion à la National Geographic Society.

Ces derniers, il les avait cédés à un marchand de fossiles, en Italie, pour 10 000 euros. Le Bédouin accepterait-il de leur montrer l'endroit où il avait trouvé les os ? Refus. Ibrahim, qui parle arabe, a alors expliqué qu'il était essentiel de savoir précisément d'où venaient les os, que cela pourrait faciliter le retour du dinosaure au Maroc, et que le spécimen serait un fleuron du nouveau musée de Casablanca. Le Bédouin a écouté en silence. Puis il a hoché la tête : « Je vous montrerai. »

Une Land Rover fatiguée a conduit le groupe à travers la palmeraie située au nord d'Erfoud. L'homme a continué à pied le long d'un oued asséché, puis escaladé un promontoire escarpé. Les falaises alentour laissaient voir des strates géologiques, traces des puissantes rivières pleines de méandres qui coulaient à cet endroit il y a une centaine de millions d'années.

Enfin, le groupe a atteint une ouverture béante à flanc de colline – jadis, c'était la rive d'un cours d'eau. « Là », a dit le Bédouin. Ibrahim a grimpé à l'intérieur de la trouée, non sans remarquer la couleur violacée, striée de jaune, des parois de grès.

***SPINOSAURUS* DEMEURA UNE ÉNIGME tout au long de la vie d'Ernst Stromer.** Le paléontologue tenta pendant des décennies de se figurer cette étrange créature à partir des ossements des deux squelettes exhumés par son équipe. Il présuma que les longues épines neurales soutenaient peut-être une bosse sur le dos (comme celle du bison), puis qu'elles appartenaient à une voile dorsale, similaire à celles de certaines espèces modernes de lézards ou de caméléons.

Stromer avait noté que les mâchoires étroites de *Spinosaurus* étaient une exception parmi les dinosaures carnivores. Idem pour ses dents. Les théropodes carnivores sont le plus souvent dotés de dents acérées et dentelées ; celles du spécimen, lisses et coniques, renvoyaient aux crocodiliens. Fort perplexe, Stromer en conclut que cette créature était « hautement spécialisée » – mais sans préciser la nature de cette spécialisation.

Spinosaurus était lié à un autre mystère, d'une portée bien plus vaste. Stromer l'avait compris en observant des fossiles nord-africains. Dans

UN FILON POUR LES CHERCHEURS D'OS

Nizar Ibrahim (ci-dessous), explorateur émergent du National Geographic, a retrouvé un squelette de spinosaure dans le désert marocain. Un chasseur de fossiles amateur en avait déterré quelques os des années auparavant. En 2013, ses collègues italiens Cristiano Dal Sasso et Marco Auditore (ci-dessus) sont retournés fouiller sur place.

Les scientifiques ont regardé le spinosaure sous un jour entièrement nouveau. C'est-à-dire comme un dinosaure qui passait l'essentiel de son temps dans l'eau.

la quasi-totalité des écosystèmes anciens ou modernes, les herbivores sont bien plus nombreux que les carnivores. Or, dans la bordure nord de l'Afrique, depuis les sites égyptiens explorés par Stromer, à l'est, jusqu'aux plateaux marocains des Kem Kem, à l'ouest, les fossiles suggéraient une situation inverse.

En fait, la région abritait trois énormes carnivores qui auraient chacun été un superprédateur n'importe où ailleurs : le rapide *Bahariasaurus* (12 m de long) ; *Carcharodontosauraus* (12 m), sorte de tyrannosaure africain ; et *Spinosaurus*, peut-être le plus gros et sûrement le plus bizarre. Selon Stromer, de grands herbivores avaient dû cohabiter avec eux – sinon de quoi se seraient-ils nourris ? Mais, jusqu'à présent, on n'a retrouvé que fort peu d'ossements d'herbivores.

Le paradoxe n'était qu'apparent, selon d'autres scientifiques. Il aurait résulté d'un biais dans l'échantillonnage, lui-même dû à l'activité géologique (qui mélange des fossiles d'âges variés) ou aux chasseurs de fossiles (qui privilégient les grands carnivores, plus faciles à vendre).

Nizar Ibrahim avait en main les cartes pour répondre de façon plus convaincante à l'énigme : il disposait d'un nouveau spinosaure et en connaissait précisément le lieu d'exhumation. Au premier abord, ces ossements brouillaient cependant encore plus les pistes.

Exemple : les épines dorsales avaient une surface lisse. Elles n'avaient sans doute pas pu soutenir une lourde masse de chairs molles telle qu'une bosse. En outre, le faible nombre de canaux faisant office de vaisseaux sanguins à l'intérieur de ces épines suggérait qu'elles ne servaient pas à réguler la température du corps, comme d'autres chercheurs l'avaient avancé. Les côtes étaient également denses et légèrement courbes, créant une cage thoracique inhabituelle, en forme de tonneau. Le cou était long et le crâne énorme, mais les mâchoires se révélaient étrangement minces et allongées. Et de minuscules trous parsemaient l'extrémité étonnamment arquée du museau. Les membres antérieurs et la ceinture pectorale étaient épais, mais les membres postérieurs, courts et élancés en proportion.

« **LA PARTIE ANTÉRIEURE DE *SPINOSAURUS* est incroyablement lourde** par rapport à l'ensemble du corps, souligne le paléontologue Paul Sereno, directeur de recherche postdoctorale d'Ibrahim à l'université de Chicago. On dirait un croisement entre un alligator et un paresseux. »

Ibrahim laissait souvent errer son regard sur une image grandeur nature de crâne de spinosaure, dans son bureau. « Je voulais me représenter tous les os, les muscles, les tissus conjonctifs, tout. Parfois, je l'avais devant les yeux, puis ça se volatilisait comme un mirage. Mon cerveau était incapable d'ordonner une telle complexité. »

Un ordinateur, en revanche, y parviendrait. Avec l'aide de Simone Maganuco, du muséum de Milan, et de Tyler Keillor, préparateur de fossiles et paléoartiste à l'université de Chicago, Ibrahim a entrepris une reconstitution numérique du dinosaure. L'équipe a passé chacun des os de son spécimen au tomodensitomètre (scanner), tant au centre médical de l'université de Chicago qu'à l'hôpital Maggiore, à Milan. Les chercheurs ont ensuite ajouté d'autres parties

du corps en scannant des images provenant de spécimens à Milan, Paris et ailleurs. Enfin, ils ont ajouté des numérisations de photographies et de croquis d'Ernst Stromer. Et il a parfois fallu agrandir des fossiles de juvéniles pour les représenter à l'âge adulte.

Keillor est un spécialiste du programme de modélisation ZBrush. Il a sculpté les os manquants dans l'« argile numérique ». Pour guider son travail, il se fondait sur des parties du corps similaires à celles du spinosaure chez d'autres spinosauridés, tels *Suchominus* et *Baryonyx*.

Cette tâche méticuleuse a permis de façonner et de disposer les quatre-vingt-trois vertèbres de la maquette. Résultat : un spinosaure adulte long de 15 m du museau à la queue. L'hypothèse que le spinosaure est le plus grand dinosaure carnivore ayant vécu sur la Terre n'était pas nouvelle. La maquette le confirmait. Le plus grand tyrannosaure connu ne dépasse pas les 12,3 m.

Pour parachever leur œuvre, les chercheurs ont posé sur le squelette une peau numérique afin d'obtenir une maquette dynamique. Elle leur permettrait de localiser le centre de gravité de l'animal et d'obtenir une estimation de sa masse corporelle. Deux données indispensables pour comprendre sa manière de se mouvoir. La conclusion qu'ils ont tirée de toutes leurs analyses est des plus étonnantes : contrairement à tous les autres dinosaures prédateurs, qui se déplaçaient sur leurs membres postérieurs, le spinosaure était probablement un quadrupède. Il se servait également de ses lourdes pattes antérieures griffues pour progresser.

LES PARTICULARITÉS DE CETTE CRÉATURE ONT FINI PAR PRENDRE TOUT LEUR SENS

lorsque Nizar Ibrahim et ses collègues ont regardé le spinosaure sous un jour entièrement nouveau. C'est-à-dire comme un dinosaure qui passait l'essentiel de son temps dans l'eau.

Les narines étaient placées très haut sur le crâne et proches des yeux ; l'animal pouvait ainsi respirer en gardant une bonne partie de la tête sous l'eau. La cage thoracique en forme de tonneau rappelle celle des dauphins et des baleines. La densité des côtes ainsi que leur longueur se retrouvent chez un autre mammifère aquatique, le lamantin. Les membres postérieurs, si bizarrement proportionnés pour la marche, auraient été parfaits pour pagayer (d'autant plus si les griffes aplaties des larges pieds étaient reliées entre elles par des palmures, comme chez les canards – un point qui fait encore débat).

Des mâchoires longues et fines, des dents de crocodile lisses et coniques : le spinosaure était redoutablement armé pour attraper les poissons. Les petits trous sur son museau (qu'on retrouve chez les crocodiles et les alligators) étaient sans doute des récepteurs de pression permettant de repérer les proies dans l'eau boueuse. Nizar Ibrahim se plaît à imaginer le spinosaure en train de pêcher, un peu à la manière du héron, plongeant la tête dans l'eau pour se saisir d'un poisson grâce à son museau allongé.

Considérer le spinosaure comme un dinosaure aquatique laisse entrevoir une solution au paradoxe soulevé par Stromer. Le spécimen de Nizar Ibrahim est mort le long d'une rivière. Or celle-ci n'était qu'un grand cours d'eau parmi tant d'autres. Au Crétacé, un vaste système fluvial occupait une grande partie de l'Afrique du Nord. Dans cet habitat, les carnivores étaient certes des créatures de très grande taille, mais la faune aquatique n'était pas en reste. Les dimensions des fossiles retrouvés dans les Kem Kem parlent d'elles-mêmes : 4 m de longueur pour le dipneuste, 2,5 m pour le cœlacanthe, 7,5 m pour le poisson-scie, sans parler de tortues démesurées. Même le plus vorace des prédateurs aurait pu se satisfaire de ces animaux, à défaut de trouver de grands herbivores en abondance.

Le travail d'Ibrahim a pris toute sa mesure quand il a pu admirer l'apogée du projet de reconstitution : un spinosaure grandeur nature en mousse de polystyrène haute densité, recréé par ordinateur et en partie grâce à une imprimante 3D. Ce squelette montre l'animal en train de nager. De l'avis d'Ibrahim, le spinosaure devait passer 80 % de son temps dans l'eau. « J'aurais aimé qu'Ernst Stromer puisse voir cette maquette, qui montre à quel point la spécialisation pour la nage du spinosaure était poussée. Ça l'aurait fait sourire. » □

L'ENJEU

Notre grande série 2014 sur l'avenir de l'alimentation

D'ici à 2050, nous devrons nourrir 2 milliards d'êtres humains en plus. Pendant huit mois, cette série spéciale d'articles étudie les moyens d'y parvenir. Sans saccager la planète.

La science pourra-t-elle nous sauver d'une nouvelle crise alimentaire ?

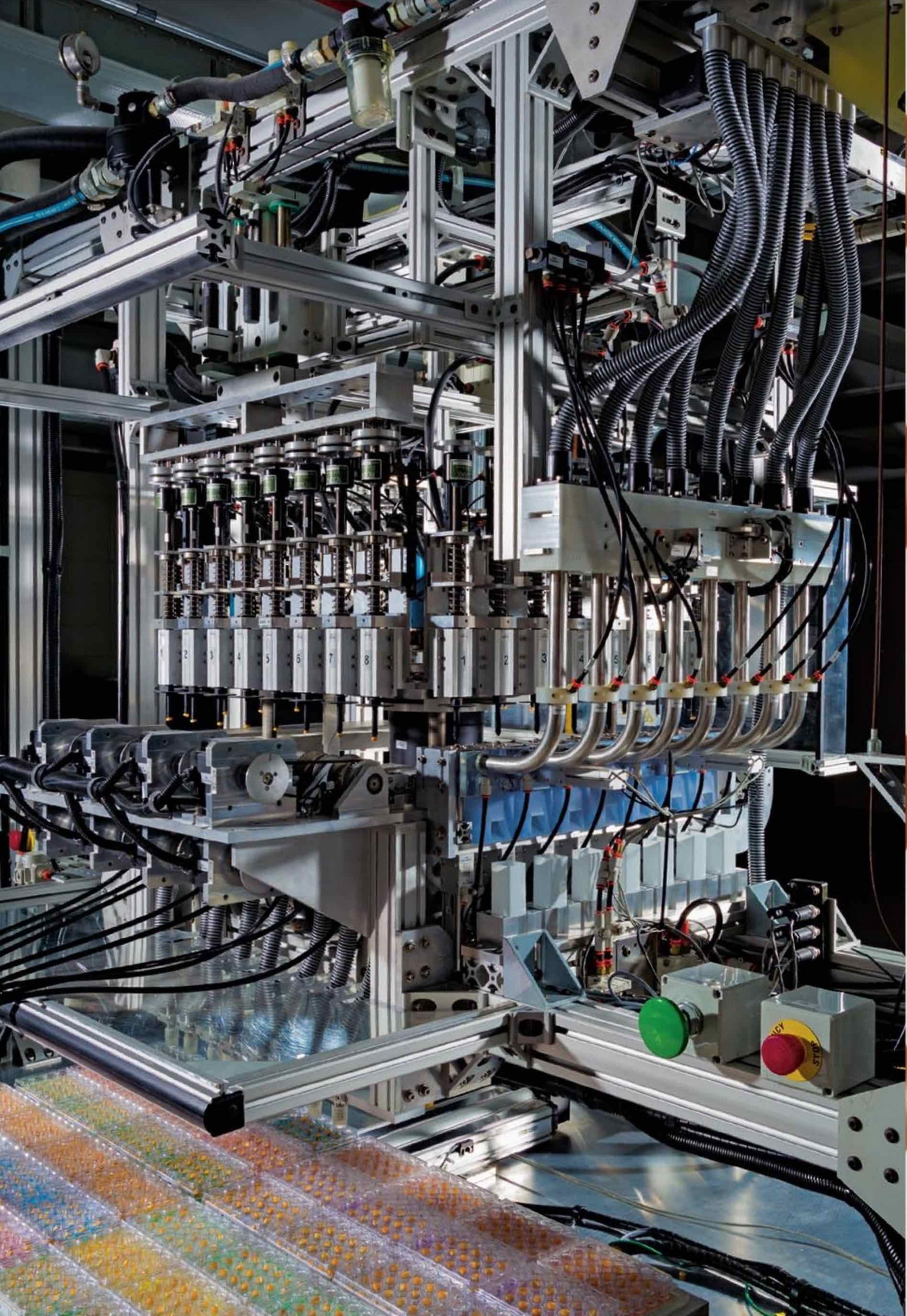
Les organismes génétiquement modifiés (OGM) pourraient résoudre le problème des ressources alimentaires. Mais ils suscitent la controverse et ne suffiront pas.

La nouvelle révolution verte

Par *Tim Folger*

Photographies de *Craig Cutler*

LA PROMESSE DES GÈNES
Il y a 8000 ans environ, l'ægilops (ci-dessus) a pollinisé un autre ancêtre du blé, engendrant une céréale qui s'est répandue dans le monde entier. Le phytopathologiste Bikram Gill prélève dans cette graine du Moyen-Orient des gènes capables de rendre le blé moderne résistant aux nuisibles, à la chaleur et au froid.



LA MACHINE DE MONSANTO
La tailleuse de Monsanto automatise la recherche de gènes, comme ici dans les échantillons de grains de maïs qu'elle a découpés. D'autres machines extraient et analysent l'ADN de chacun d'eux. Les scientifiques plantent ensuite les grains qui possèdent le caractère recherché, telle la résistance à la sécheresse.

OGM ANTIBACTÉRIEN
Le psylle asiatique des agrumes mesure 3 mm de long et se régale de tiges d'orangers. Cet insecte propage la maladie du dragon jaune, un fléau bactérien qui se répand dans les vergers de Floride. À gauche, de jeunes plants d'orangers ont été génétiquement modifiés pour fabriquer des antibiotiques protecteurs.

USGS BEE INVENTORY AND MONITORING LABORATORY (À DROITE)

Quelque chose détruit les cultures de manioc de Ramadhani Juma. « Il y a peut-être trop d'eau, dit-il en palpant des grappes de feuilles jaunies et fanées sur une plante de 2 m de haut. Ou trop de soleil. » Juma exploite un petit lopin de terre près de la ville tanzanienne de Bagamoyo, au bord de l'océan Indien, à plus de 60 km au nord de Dar es-Salaam.

En cette matinée pluvieuse de mars, deux de ses quatre jeunes fils sur les talons, il s'entretient avec un technicien venu de la grande ville : Deogratius Mark, 28 ans, de l'Institut de recherche agricole de Mikocheni. Celui-ci explique à Juma que son problème n'a rien à voir avec le soleil ou la pluie. Les véritables meurtriers du manioc sont invisibles : ce sont des virus.

Mark détache quelques feuilles mouillées ; des mouches blanches s'enfuient. Ces insectes, de la taille d'une tête d'épingle, transmettent deux virus. L'un ravage les feuilles de manioc ; l'autre, appelé virus de la striure brune, détruit la racine comestible, riche en féculents : une catastrophe dont on s'aperçoit en général au moment de la récolte. Juma, comme la plupart des agriculteurs que rencontre Mark, n'a jamais entendu parler des maladies virales. À voix basse, l'agronome me souffle : « Imaginez sa réaction si je lui dis qu'il doit déraciner toutes ces plantes ! »

Juma écoute avec attention le diagnostic de Mark, puis déterre une racine qu'il fend en deux. Il soupire : la chair blanche et onctueuse est striée d'amidon marron en décomposition.

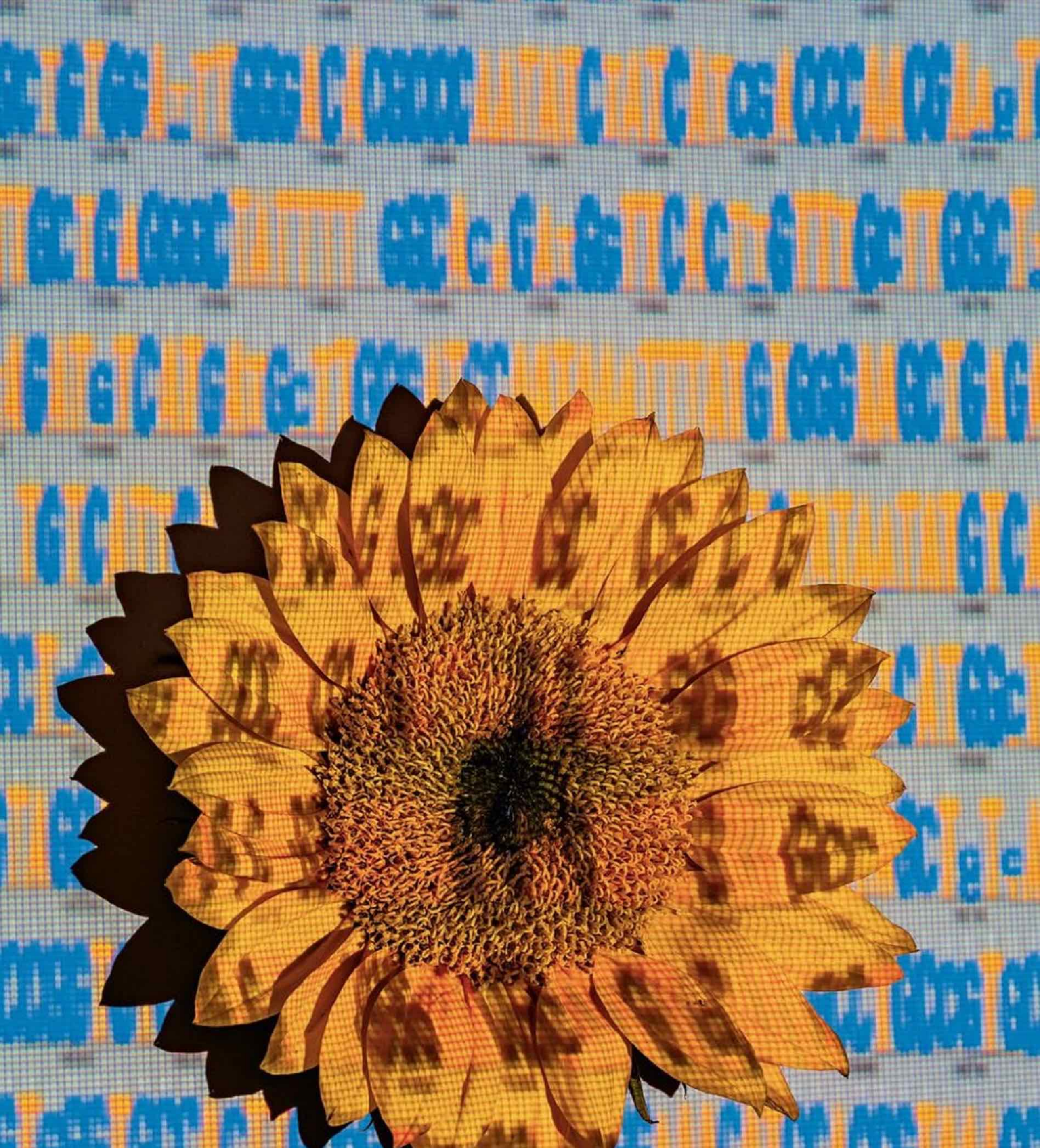
S'il veut sauver suffisamment de tubercules pour nourrir sa famille et gagner de l'argent, Juma devra avancer la récolte d'un mois. Je lui demande ce que représente le manioc pour lui. « *Mihogo ni kila kitu* », me répond-il en swahili – « le manioc est tout [pour moi] ».

La plupart des Tanzaniens pratiquent l'agriculture de subsistance. En Afrique, les petites fermes familiales produisent plus de 90 % de toutes les récoltes et le manioc constitue un aliment de base pour plus de 250 millions de personnes. Il pousse même dans des sols médiocres et supporte les vagues de chaleur et la sécheresse. Le manioc serait la culture idéale pour l'Afrique du XXIe siècle s'il n'y avait la mouche blanche, dont l'aire de répartition progresse avec le réchauffement climatique. Les virus qui ont envahi le champ de Juma se sont déjà répandus dans toute l'Afrique de l'Est.

Avant de quitter la ville, nous rencontrons l'un des voisins de Juma, Shija Kagembe. Ses champs de manioc ne s'en sont pas mieux tirés. Il écoute en silence Mark lui décrire ce qu'ont fait les virus, puis l'interroge : « Comment pouvez-nous nous aider ? »

RÉPONDRE À CETTE QUESTION sera l'un des plus grands défis du siècle. À cause du changement climatique et de la croissance démographique, des individus comme Juma, Kagembe

QUAND L'ADN S'EN MÊLE Les gènes de tout ce qui vit sur terre – y compris le tournesol – se composent de séquences variables de quatre composés chimiques : l'adénine, la thymine, la cytosine et la guanine (abrégées en A, T, C et G). En manipulant les gènes, les scientifiques espèrent créer de nouvelles cultures permettant de relever les défis du réchauffement climatique et de la croissance démographique.



et d'autres petits paysans des pays en développement auront une vie de plus en plus précaire. Ainsi que ceux qu'ils nourrissent. Pendant la plus grande partie du XX^e siècle, l'humanité a pu garder une longueur d'avance dans la course malthusienne entre croissance démographique et ressources alimentaires. Saurons-nous maintenir cette avance au XXI^e siècle ou bien serons-nous rattrapés par une catastrophe planétaire ?

Les Nations unies prévoient que la population mondiale croîtra de plus de 2 milliards de personnes d'ici à 2050. La moitié naîtra en Afrique subsaharienne, et 30 % en Asie du Sud et du Sud-Est. Il se trouve que ces régions sont également celles où les conséquences du changement climatique – sécheresse, vagues de chaleur, conditions climatiques extrêmes – risquent de se faire ressentir le plus durement.

En mars dernier, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a rappelé que la sécurité alimentaire mondiale était déjà menacée. « Ces vingt dernières années, on a constaté un ralentissement du taux de croissance des rendements agricoles, en particulier ceux du riz, du blé et du maïs, souligne Michael Oppenheimer, climatologue à l'université de Princeton et coauteur du rapport du GIEC. Dans certaines régions, ces rendements ont complètement cessé de croître. Personnellement, je pense que la défaillance des systèmes alimentaires constitue la principale menace du changement climatique. »

IL Y A UN DEMI-SIÈCLE, la menace d'une catastrophe était tout aussi imminente. Lors d'une conférence de la Fondation Ford sur la faim dans le monde, en 1959, un économiste déclarait : « Au mieux, les perspectives mondiales pour les prochaines décennies sont graves ; au pire, elles sont effrayantes. »

Avant que ces sombres prévisions n'aient le temps de se concrétiser, la révolution verte transforma l'agriculture mondiale, notamment en ce qui concerne le blé et le riz. Grâce à la culture sélective, le biologiste américain Norman Borlaug créa une variété naine de blé, donnant des graines comestibles plutôt que de longues tiges immangeables. Résultat : davantage de céréales par hectare. Des travaux similaires menés à l'Institut international de recherche sur le riz (IRRI), aux Philippines, ont considérablement amélioré la productivité de la céréale qui nourrit près de la moitié de la planète.

Entre les années 1960 et les années 1990, les rendements du riz et du blé en Asie ont doublé. Alors que la population de ce continent augmentait de 60 %, le prix des céréales chutait, l'Asiatique moyen consommait près d'un tiers de calories en plus et le taux de pauvreté était divisé par deux. Pour continuer à nourrir le monde, il nous faut une autre révolution verte d'ici à 2050. Mais deux conceptions s'opposent sur les moyens d'y parvenir.

L'une s'attache à poursuivre le travail de Borlaug en améliorant les cultures, mais au moyen de technologies modernes comme celle des organismes génétiquement modifiés (OGM). Inaugurés dans les années 1990, les OGM ont été adoptés par vingt-huit pays et plantés sur 11 % des terres arables de la planète, dont la moitié des terres cultivées aux États-Unis. Environ 90 % du maïs, du coton et du soja produits aux États-Unis sont génétiquement modifiés. Les Américains consomment des cultures transgéniques depuis près de vingt ans. Mais, en Europe et dans une grande partie de l'Afrique, les débats sur les effets des OGM sur la santé humaine et l'environnement ont largement fait obstacle à leur utilisation.

Certains OGM ont été rentables pour l'entreprise américaine Monsanto (leader sur le marché) et pour de nombreux exploitants, mais elles n'ont pas contribué à faire accepter l'agriculture de haute technologie au public. Les cultures Roundup Ready de la firme Monsanto sont génétiquement modifiées afin d'être immunisées contre l'herbicide Roundup, également fabriqué par Monsanto. Cela signifie que les agriculteurs peuvent pulvériser l'herbicide librement pour éliminer les mauvaises herbes

---

Tim Folger a écrit le reportage sur la montée des eaux (septembre 2013). Le photographe Craig Cutler collabore au NGM pour la première fois.

MODIFIER LE MANIOC Les plants de manioc ci-dessus ont été génétiquement modifiés pour résister au virus de la striure brune, une maladie qui se propage en Afrique subsaharienne. Des essais sur le terrain ont commencé au printemps dernier en Ouganda. Seuls quatre pays africains autorisent la culture d'OGM.

sans abîmer leur maïs, coton ou soja transgéniques. Leur contrat avec Monsanto ne leur permet pas de conserver des graines pour leurs cultures ; ils doivent acheter les graines brevetées par la multinationale chaque année.

Si rien ne prouve clairement que le Roundup ou les cultures Roundup Ready sont des produits dangereux, les défenseurs d'une autre conception de l'agriculture considèrent que ces onéreuses semences transgéniques sont un apport coûteux à un système déficient. Selon eux, l'agriculture moderne utilise déjà trop de pesticides et d'engrais de synthèse. Non seulement les petits paysans comme Juma n'ont pas les moyens de les acheter, mais ces produits polluent la terre, l'eau et l'air. Les engrais de synthèse sont fabriqués à l'aide de combustibles fossiles et émettent eux-mêmes de puissants gaz à effet de serre quand ils sont répandus dans les champs.

« Le choix est simple, avance Hans Herren, lauréat du Prix mondial de l'alimentation et directeur de la fondation suisse Biovision. Nous avons besoin d'un système agricole beaucoup plus respectueux du paysage et des ressources écologiques. Il faut modifier le modèle de la révolution verte. L'agriculture à forts moyens de production n'a pas d'avenir, nous avons besoin d'autre chose. » Herren pense qu'il existe des moyens de repousser les nuisibles et d'augmenter les rendements plus adaptés à tous les Juma de la planète.

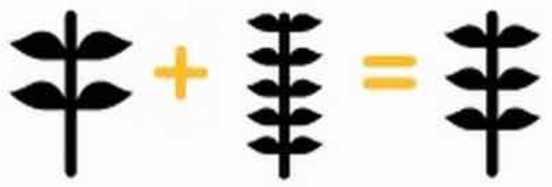
MONSANTO N'EST PAS LA SEULE organisation à être convaincue que la génétique végétale peut contribuer à nourrir la planète. À la fin d'un après-midi de février, Glenn Gregorio, phytogénéticien à l'Institut international de recherche sur le riz, me montre le riz qui a lancé

L'amélioration des cultures

Les phytogénéticiens disposent de nombreuses méthodes pour créer des cultures dotées de nouveaux caractères. L'objectif : augmenter continuellement les rendements alors que les conditions climatiques sont de plus en plus difficiles.

La sélection traditionnelle

Les caractères recherchés sont identifiés chez des individus de la même espèce, puis reproduits pour combiner ces caractères dans une variété hybride.



Les croisements interspécifiques

Des espèces différentes mais proches sont croisées. Le blé moderne vient de ce type d'hybridations, parfois naturelles.

la révolution verte en Asie. À Los Baños, une ville située à une soixantaine de kilomètres au sud-est de Manille, nous longeons de nombreuses rizières particulières. Elles font partie des 200 ha que gère l'IRRI.

« C'est le riz miracle – l'IR8, signale Gregorio tandis que nous nous arrêtons près d'un carré émeraude de plants de riz hauts et denses. L'IRRI, un organisme à but non lucratif, a été créé par les fondations Ford et Rockefeller en 1960. Deux ans plus tard, le phytopathologiste Peter Jennings commençait une série de tests de croisements. Il disposait de 10 000 variétés de semences de riz. Son huitième croisement – entre une souche naine de Taïwan et une variété plus grande originaire d'Indonésie – a donné naissance à une souche à croissance rapide et à haut rendement que l'on appellera plus tard India Rice 8 en raison de son rôle dans la prévention de la famine en Inde.

À pied, nous dépassons d'autres espèces historiques, dont chacune est désignée par un panneau en bois soigneusement peint. L'Institut lance des dizaines de nouvelles variétés de riz chaque année ; un millier d'entre elles ont été plantées dans le monde depuis les années 1960. Les rendements se sont généralement améliorés d'un peu moins de 1 % par an. « Nous voulons que ce chiffre atteigne 2 % », annonce Gregorio. Le taux de croissance de la population mondiale, qui s'établit à présent à 1,14 % par an, devrait tomber à 0,5 % d'ici à 2050.

Pendant des décennies, l'IRRI s'est concentré sur l'amélioration des variétés traditionnelles de riz, cultivées dans des champs inondés lors de la plantation. Depuis peu, l'Institut se focalise sur le changement climatique. Il propose désormais des variétés résistantes à la sécheresse, dont une qui peut se planter dans un champ desséché et subsister grâce à la seule eau de pluie, comme le font aussi certains maïs et certains blés. Un riz tolérant au sel a été mis au point pour des pays comme le Bangladesh, où la hausse du niveau de la mer empoisonne les rizières.

Seules quelques variétés de riz produites à l'IRRI sont génétiquement modifiées, dans la mesure où elles contiennent un gène transféré d'une espèce différente, mais aucune d'entre elles n'est encore commercialisée.

Les travaux de sélection de l'Institut se sont accélérés avec la génétique moderne. Autrefois, les chercheurs suivaient patiemment la vieille recette : sélectionner des plantes ayant le trait désiré, les croiser, attendre que la descendance atteigne la maturité, garder les plantes offrant les meilleurs résultats, répéter. Il existe désormais une solution de rechange à ce laborieux processus. En 2004, un consortium international de chercheurs a effectué le séquençage complet du génome du riz, qui comprend environ 40 000 gènes individuels. Depuis, des scientifiques du monde entier ont localisé des gènes qui contrôlent des caractères utiles et peuvent être sélectionnés directement.

La sélection assistée par marqueurs

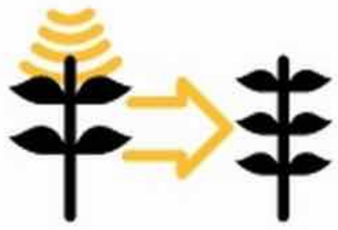
Si les gènes d'un caractère sont mal connus, cibler un marqueur ADN situé à proximité peut accélérer la sélection.

La modification génétique

Les gènes identifiés dans une espèce peuvent être transférés directement à une espèce non apparentée et lui donner un caractère entièrement nouveau.

La sélection par mutation

Les graines sont irradiées pour favoriser les mutations aléatoires dans leur ADN. Si une mutation produit un caractère recherché, la plante est sélectionnée.



En 2006, par exemple, Pamela Ronald, phytopathologiste de l'université de Californie à Davis, a isolé un gène appelé *Sub1* dans une variété de riz provenant de l'est de l'Inde. Peu cultivé aujourd'hui à cause de son faible rendement, ce riz a cependant une caractéristique remarquable : il peut survivre sous l'eau pendant deux semaines, alors que la plupart des variétés meurent au-delà de trois jours.

Des chercheurs de l'IRRI ont croisé le riz *Sub1* avec une variété savoureuse et à haut rendement, le Swarna, répandu en Inde et au Bangladesh. Ils ont ensuite criblé l'ADN pour savoir quels jeunes plants avaient hérité du gène *Sub1*. Cette technologie, appelée sélection assistée par marqueurs, est précise et rapide. Les chercheurs n'ont pas eu besoin de planter les semis, de les faire pousser, puis de les immerger pendant deux semaines pour savoir lesquels survivraient.

SWARNA-SUB1, LE NOUVEAU RIZ résistant aux inondations, a été planté par près de 4 millions d'agriculteurs en Asie, où ce type de catastrophe naturelle détruit chaque année près de 20 millions d'hectares de riz. Selon une étude récente, les paysans de 128 villages de l'État indien d'Odisha, sur le golfe du Bengale, ont amélioré leur rendement de plus de 25 %. L'innovation a ainsi profité aux paysans les plus modestes.

L'IRRI a un projet encore plus ambitieux, qui transformerait fondamentalement le riz et pourrait accroître les rendements de façon radicale. Le riz, le blé et bien d'autres plantes utilisent un type de photosynthèse dite en C3 : ces plantes produisent un composé à trois carbones en absorbant la lumière du soleil. Le maïs, la canne à sucre et quelques autres plantes utilisent la photosynthèse en C4. Elles ont besoin de beaucoup moins d'eau et d'azote que les cultures en C3, et elles « ont des rendements supérieurs de 50 % en moyenne », selon William Paul Quick, de l'IRRI. Son objectif est de transformer le riz en une culture en C4 en manipulant ses gènes.

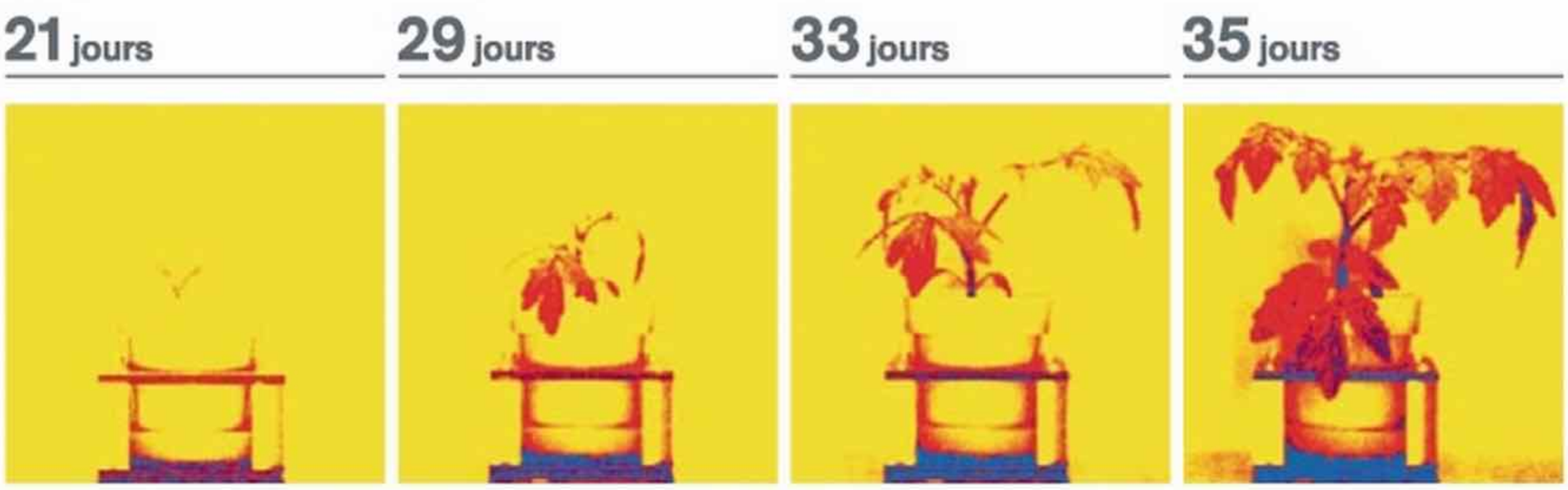
Contrairement à la résistance à la submersion du riz *Sub1*, la photosynthèse en C4 est contrôlée par un grand nombre de gènes, et non par un seul, ce qui en fait un caractère difficile à introduire. En revanche, précise Quick, « il a évolué indépendamment soixante-deux fois. Cela veut dire que ça ne doit pas être si difficile à faire ». En « éliminant » les gènes un par un, lui et ses collègues identifient systématiquement tous les gènes responsables de la photosynthèse chez *Setaria viridis*, une petite herbacée en C4 à croissance rapide. Jusqu'ici, tous les gènes qu'ils ont découvert sont aussi présents dans les plantes en C3, mais ne sont pas utilisés de la même façon.

Quick et son équipe espèrent comprendre comment activer les gènes dans le riz. « Il faudra au moins quinze ans pour y arriver, estime-t-il. Nous en sommes à la quatrième année. » S'ils réussissent, les mêmes techniques pourraient améliorer la productivité des pommes de terre, du blé et d'autres plantes en C3. *(suite page 70)*

ILLUSTRATIONS : OLIVER MUNDAY. SOURCE : JANELLE JUNG, INSTITUT INTERNATIONAL DE RECHERCHE SUR LE RIZ (IRRI)

À la recherche d'une tomate moins gourmande en eau

Pour découvrir comment les plants de tomates résistent à la sécheresse, les chercheurs du Danforth Center (États-Unis) diminuent leur ration d'eau dix-huit jours après la mise en terre, puis les surveillent grâce à trois sortes d'imagerie. Les images proches infrarouges montrent la teneur en eau du plant. Les images fluorescentes montrent où se produit la photosynthèse.



DAN CHITWOOD, MALIA GEHAN, NOAH FAHLGREN ET MINDY WILSON, DONALD DANFORTH PLANT SCIENCE CENTER (CI-DESSUS)

TOMATE SOBRE

Les tomates sont en général cultivées dans des climats chauds et secs, et irriguées avec de grandes quantités d'eau. Pour élaborer des variétés moins gourmandes en eau, l'équipe de Dan Chitwood (É.-U.) croise des plants de tomates avec un parent sauvage provenant du désert d'Atacama, au Pérou.

***Grâce à la culture sélective,** les rendements du riz et du blé en Asie ont doublé entre les années 1960 et 1990.*

(suite de la page 67) Ce serait une chance sans précédent pour la sécurité alimentaire ; en théorie, les rendements pourraient augmenter de 50 %.

Stimulé par ces perspectives, Robert Zeigler, directeur de l'IRRI, est devenu un ardent défenseur de la biotechnologie. Cet homme à la barbe blanche, qui se décrit lui-même comme un ancien gauchiste, pense que le débat public sur les OGM est devenu terriblement confus.

« Dans les années 1960, beaucoup d'entre nous se sont dirigés vers le génie génétique parce que nous pensions pouvoir être utiles à la planète, rappelle-t-il. Nous trouvions ces outils fantastiques. » Zeigler poursuit : « Si vous voulez discuter du rôle que les grandes compagnies devraient avoir dans notre approvisionnement alimentaire, on peut en parler, c'est très important. Mais ce n'est pas le même débat que celui sur l'utilisation, souhaitable ou non, d'OGM pour améliorer nos cultures. Ce sont deux sujets sérieux, à ne pas confondre ! »

QUELLE VISION DE L'AGRICULTURE est adaptée aux paysans d'Afrique subsaharienne ? Aujourd'hui, le virus de la striure brune risque de provoquer une autre famine du manioc, selon Nigel Taylor, généticien du Donald Danforth Plant Science Center, à Saint-Louis, dans le Missouri. « La maladie est devenue épidémique au cours de la dernière décennie et n'a fait qu'empirer, constate-t-il. Avec l'élévation des températures, l'aire de répartition de la mouche blanche s'étend. La striure brune a déjà gagné l'Afrique centrale et, si elle atteint les immenses régions d'Afrique de l'Ouest productrices de manioc, nous serons face à un problème majeur. »

Taylor et d'autres scientifiques ont commencé à développer des variétés de manioc génétiquement modifiées et immunisées contre le virus de la striure brune. Le chercheur pratique des essais sur le terrain en Ouganda et au Kenya. Mais seuls quatre pays africains – l'Égypte, le Soudan, l'Afrique du Sud et le Burkina Faso – autorisent la culture commerciale d'OGM. En Afrique comme ailleurs, la population se méfie des OGM, même si, pour l'instant, peu de données scientifiques justifient cette crainte.

Un argument plus convaincant soutient que la sélection de plantes de haute technologie n'est pas la panacée, et peut-être même pas ce dont les agriculteurs africains ont le plus besoin. Même aux États-Unis, des agriculteurs ont des problèmes avec ces plantes.

Un article publié en mars dernier, par exemple, a décrit une tendance inquiétante : la chrysomèle des racines du maïs, un insecte ravageur, devient résistant aux toxines bactériennes présentes dans le maïs Bt, créé précisément pour les en éloigner. Aaron Gassmann, entomologiste à l'université d'État d'Iowa et coauteur du rapport, l'avoue : « Les résultats des donnés m'ont surpris, mais j'ai compris ce qu'ils signifiaient : que cette technologie était en train d'échouer. » L'un des problèmes, détaille-t-il, vient du fait que certains agriculteurs ne respectent pas l'obligation réglementaire de planter des « zones refuges » de maïs non Bt. Celles-ci permettent de nourrir des chrysomèles vulnérables aux toxines Bt et d'ainsi ralentir la propagation des gènes résistants.

En Tanzanie, des paysans apprennent qu'une solution « low-tech » – planter différentes cultures – est l'un des meilleurs moyens de repousser les nuisibles. La Tanzanie, qui ne cultive pas d'OGM, compte un grand nombre d'agriculteurs certifiés biologiques. Elle occupe même la quatrième place du monde en la matière. Le mérite en revient en partie à Janet Maro.

La jeune femme, cinquième d'une famille de huit enfants, a grandi sur une ferme proche du Kilimandjaro. En 2009, alors qu'elle était encore étudiante à l'université d'agriculture Sokoine, à Morogoro, elle a participé au lancement de l'ONG Sustainable Agriculture Tanzania (SAT). Depuis, elle et sa petite équipe apprennent les pratiques biologiques aux agriculteurs locaux. SAT reçoit à présent le soutien de Biovision, la fondation suisse dirigée par Hans Herren.

Morogoro est situé à environ 160 km à l'ouest de Dar es-Salaam, au pied des monts Uluguru. Quelques jours après ma rencontre avec Juma à Bagamoyo, Janet Maro m'emmène dans les montagnes visiter trois des premières fermes certifiées biologiques de Tanzanie.

RIZ CONTRE MOTO Aux Philippines, l'Institut international de recherche sur le riz (IRRI) cultive de l'IR8 sur cette parcelle expérimentale. Cette variété a été surnommée « riz Honda » au Viêt Nam car ses récoltes exceptionnelles ont permis aux paysans de s'acheter des motos.

« Les agents agricoles ne viennent pas par ici », dit-elle tandis que notre pick-up fait des embardées en gravissant une piste raide et pleine d'ornières. Les pentes, verdies par les pluies en provenance de l'océan Indien, restent fortement boisées. Mais elles sont de plus en plus défrichées pour l'agriculture par le peuple luguru. Tous les 500 m à peu près, nous dépassons des femmes qui marchent seules ou en petits groupes, portant en équilibre sur la tête des paniers de manioc, de papayes ou de bananes. C'est le jour du marché à Morogoro, 900 m en contrebas. Ici, les femmes sont plus que des porteuses. Dans les familles lugurues, ce sont elles qui transmettent la propriété foncière. Et, comme le révèle Janet Maro, « si une femme n'aime pas un homme, il doit s'en aller ! »

Elle s'arrête devant une maison en brique d'une pièce, aux murs partiellement crépis et au toit en tôle ondulée. Une grande femme, Habija Kibwana, nous invite, ainsi que deux voisines, à s'asseoir sous son porche.

Contrairement aux agriculteurs de Bagamoyo, Kibwana et ses voisines pratiquent le mélange des cultures : en ce moment, c'est la saison des bananes, des avocats et des fruits de la Passion. Bientôt, elles planteront des carottes, des épinards et d'autres légumes à *(suite page 74)*

PLANTS SUBMERGÉS
Une nouvelle souche de riz, appelée IR64 Sub1, que l'on voit ici dans un aquarium de l'IRRI, aux Philippines, peut survivre pendant deux semaines sous l'eau : une aubaine pour les paysans pauvres d'Asie, où les inondations détruisent 20 millions d'hectares de riz par an.

En plus d'avoir augmenté la productivité des exploitations de Tanzanie, l'agriculture biologique a débarrassé les paysans de leurs dettes.

(suite de la page 71) feuilles, tous destinés à la consommation locale. Cette diversité offre un recours si l'une des récoltes est mauvaise ; cela permet aussi de réduire le nombre de nuisibles. Ici, les paysans apprennent à planter de manière stratégique, en semant des rangées de *Tithonia diversifolia*, un tournesol sauvage prisé des mouches blanches, afin d'éloigner ces dernières du manioc. L'utilisation de compost à la place d'engrais de synthèse a tellement amélioré la qualité du sol qu'un paysan, Pius Paulini, a doublé sa production d'épinards. Les eaux de ruissellement de ses champs ne contaminent plus les ruisseaux qui apportent l'eau à Morogoro.

L'agriculture biologique a apporté un changement plus radical encore en débarrassant les paysans de leurs dettes. Même avec les subventions de l'État, il faut débourser 500 000 shillings tanzaniens, soit plus de 200 euros, pour acheter les engrais et les pesticides nécessaires au traitement d'un demi-hectare – un coût faramineux dans un pays où le revenu annuel par tête est inférieur à 1 200 euros. « Avant, quand nous devions acheter de l'engrais, il ne nous restait plus d'argent pour envoyer nos enfants à l'école », confie Kibwana. Sa fille aînée a maintenant terminé ses études secondaires.

Les exploitations sont aussi plus productives. « La majorité des aliments vendus sur nos marchés proviennent de petits producteurs, souligne Janet Maro. Ce sont eux qui nourrissent le pays. »

Quand je lui demande si les graines génétiquement modifiées pourraient également aider ces agriculteurs, Janet se montre sceptique. « Ce n'est pas réaliste », pense-t-elle. Comment pourraient-ils s'offrir les graines alors qu'ils n'ont même pas les moyens d'acheter de l'engrais ? Dans un pays où peu d'exploitants reçoivent la visite d'un conseiller agricole et connaissent à peine les maladies qui menacent leurs cultures, quelle est la probabilité qu'ils obtiennent le soutien nécessaire pour cultiver correctement des OGM ? Du porche de Kibwana une vue panoramique sur des pentes en terrasses abondamment cultivées s'offre à nous – mais aussi sur des pentes défigurées par les champs bruns et érodés des agriculteurs aux pratiques non biologiques, dont la plupart ne construisent pas de terrasses pour retenir leur précieux sol. Ici, l'agriculture biologique se développe, mais lentement.

En quittant la Tanzanie, j'en viens à penser que la priorité serait de faire bénéficier des paysans comme Juma des connaissances détenues par des organisations telles que SAT ou l'IRRI. Il ne s'agit pas de choisir entre les technologies simples ou avancées, entre le biologique et les OGM, de manière ferme et définitive. Il existe plusieurs moyens d'augmenter les rendements ou d'arrêter les mouches blanches. « L'agriculture biologique peut être la bonne solution dans certaines régions, admet Mark Edge, cadre chez Monsanto. Nous ne pensons absolument pas que les cultures transgéniques régleront tous les problèmes en Afrique. »

Depuis la première révolution verte, note Robert Zeigler, l'écologie a progressé parallèlement à la génétique. L'IRRI utilise aussi ces avancées. « Vous voyez les aigrettes qui volent là-bas ? », demande-t-il vers la fin de notre conversation. Non loin de son bureau, une volée descend en direction des rizières vertes ; à l'horizon, les montagnes rougeoient dans la lumière du soir. « Au début des années 1990, on ne voyait pas d'oiseaux ici. Les pesticides que nous utilisions tuaient les volatiles, les escargots et tout le reste. Nous avons alors beaucoup investi pour comprendre les structures écologiques des rizières. Si on perturbe ces réseaux complexes, on assiste à des infestations de nuisibles. Nous avons appris que, dans l'immense majorité des cas, les pesticides sont inutiles. Le riz est une plante robuste. On peut améliorer sa résistance. Nous disposons maintenant d'une grande richesse écologique et nos rendements n'ont pas chuté. À certains moments de la journée, une centaine de ces aigrettes se posent ici. Cela fait plaisir à voir. Les choses peuvent s'améliorer. » □

L'avenir de l'alimentation

Le magazine remercie la Fondation Rockefeller et les membres de la National Geographic Society, dont le généreux soutien a permis à cette série d'articles de voir le jour.

PARI SUR LE RIZ

Si la photosynthèse du riz égalait celle du maïs, les rendements pourraient augmenter de… 50 %. Sur la coupe transversale agrandie d'une feuille de maïs (en haut), les protéines de la photosynthèse apparaissent en vert fluo. Le riz ordinaire (au centre) n'en fabrique aucune, contrairement à du riz OGM (en bas).

WILLIAM PAUL QUICK, IRRI

SINISTRE MISE EN SCÈNE
Pripiat, près de Tchernobyl, fut désertée après la catastrophe de 1986. La ville est aujourd'hui ouverte aux touristes. Parmi les choses à voir : des poupées disposées de façon troublante par des visiteurs.

LES TOURISTES NUCLÉAIRES DE TCHERNOBYL

Abandonnés depuis vingt-huit ans, les alentours de l'ancienne centrale sont désormais envahis par les visiteurs. Nos reporters ont fait le voyage.

TCHERNOLAND
Ce parc de loisirs devait ouvrir le 1er mai 1986, mais la centrale explosa cinq jours avant. Il est devenu une attraction d'un nouveau type.

Par George Johnson
Photographies de Gerd Ludwig

Il paraît que cinq sieverts d'irradiation suffisent à tuer un homme. Je suis curieux de voir les chiffres qu'affichera mon dosimètre quand notre minibus entrera dans la zone d'exclusion,

cette vaste région mise en quarantaine autour de Tchernobyl. Alors que des bosquets touffus de pins et de bouleaux bordent la route, notre guide rappelle les consignes : ne pas ramasser de champignons (qui fixent les radionucléides) ; ne pas manger ni fumer en extérieur, pour ne pas ingérer ou inhaler de substances contaminantes. Quelques minutes plus tard, nous traversons le premier des villages abandonnés. Nous descendons du véhicule pour admirer un petit groupe de chevaux de Przewalski laissés en liberté.

Vingt-huit ans après l'explosion d'un réacteur nucléaire à Tchernobyl, la zone, quasi inhabitée, a été reconquise par la faune sauvage. On y rencontre bisons, sangliers, élans, loups, castors et faucons. Dans la ville fantôme de Pripiat, des aigles nichent au faîte d'immeubles soviétiques désertés. Les chevaux de Przewalski (une espèce menacée) ont été introduits une décennie après l'accident, quand les radiations ont été considérées comme tolérables, et disposent de plus de 2 500 km^2 pour vagabonder.

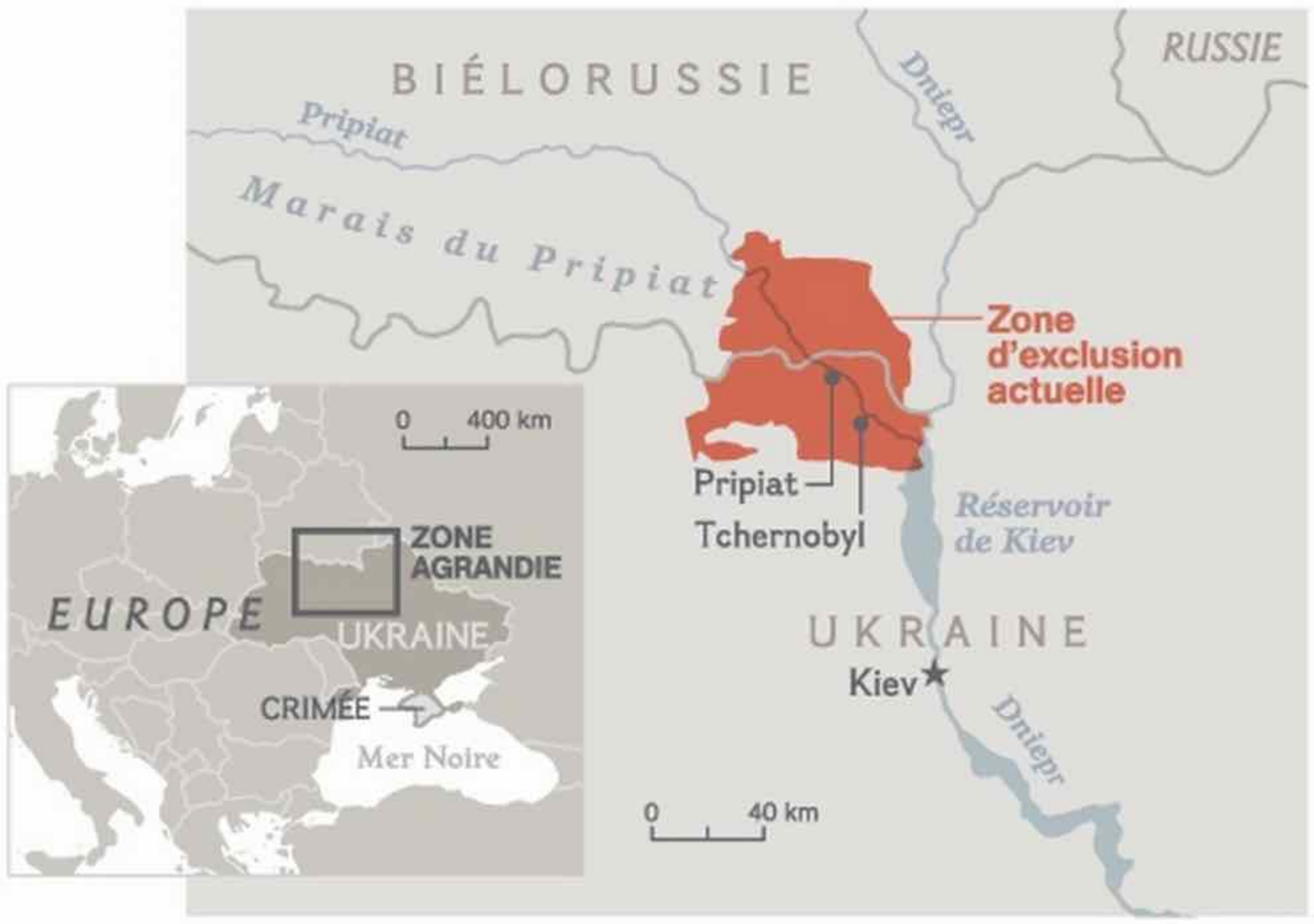
Je jette un œil à mon dosimètre : 0,19 microsievert par heure (µSv/h), soit une fraction d'un millionième de sievert – l'unité de mesure de l'exposition à la radioactivité. Pas d'inquiétude pour l'instant. Les plus hauts niveaux que j'ai observés jusqu'alors pendant mon voyage vers l'Ukraine l'ont été lors du vol Chicago-Kiev : des pics à 3,5 µSv/h à plus de 12 000 m au-dessus du Groenland, les rayons cosmiques pénétrant à l'intérieur de l'avion et des passagers.

Les scientifiques étudiant Tchernobyl restent divisés sur les effets à long terme des radiations sur la flore et la faune. Jusqu'ici, ceux-ci ont été étonnamment légers. Les braconniers qui s'introduisent dans la zone avec des armes constituent une menace bien plus grave pour les animaux.

Quelques minutes plus tard, nous atteignons Zalesie, ancien village agricole, et nous promenons parmi les maisons vides. Fenêtres brisées, peintures écaillées, plâtre qui s'effrite. Une photo de Lénine tombée sur le plancher d'une maison scrute fixement le vide. Une poupée d'enfant est accrochée par une corde au mur d'une chambre à coucher – comme si un bourreau l'avait pendue. Au-dehors, une autre poupée est assise à côté d'une poussette déglinguée.

Nous verrons d'autres hommages macabres lors de nos deux jours dans la zone. Des poupées à moitié dévêtues dans des berceaux, des masques à gaz pendus aux arbres – autant de tableaux mis en scène par des visiteurs autorisés ou clandestins, témoignant d'une horreur sourde contrastant avec la tranquillité des lieux.

Le journaliste scientifique George Johnson a écrit « La 3D va sauver les trésors de l'humanité » (NG de février 2014). Gerd Ludwig présente vingt ans de photos dans le livre The Long Shadow of Chernobyl.



En poursuivant notre chemin dans la rue principale du village, nous avons la surprise de rencontrer une habitante. Vêtue d'un foulard, d'un chandail rouge et d'une doudoune sans manches, Rosalia est l'une de ceux que l'administration appelle les « réfugiés de retour » – en général, des personnes âgées (des femmes pour l'essentiel) n'en faisant qu'à leur tête et tenant à terminer leur vie là où elles sont nées.

Rosalia semble heureuse de trouver à qui parler. Interrogée par notre guide, elle se souvient de temps encore plus rudes. Les environs de Tchernobyl font partie de la région des marais du Pripiat, où furent livrées les batailles les plus sanglantes du front de l'Est pendant la Seconde Guerre mondiale. Elle se souvient des soldats allemands et de la dureté de la vie sous Staline. « On ne peut pas voir les radiations », explique-t-elle en ukrainien, ajoutant qu'elle ne compte pas avoir d'enfants de toute façon.

ENRACINÉ TOUT AU FOND de l'âme humaine, quelque chose nous attire vers les sites des plus terribles tragédies – Pompéi, Verdun, Auschwitz, Treblinka –, tous plongés aujourd'hui dans un silence de mort irréel. Mais, en ce XXIe siècle, nous éprouvons une fascination morbide pour les lendemains de cataclysme nucléaire. Réalisée il y a près d'un siècle, la fission de l'atome s'annonçait comme la plus importante avancée de l'être humain depuis la maîtrise du feu. La libération des forces retenues au sein du noyau atomique devait offrir au monde une énergie quasi illimitée. Elle fut d'abord utilisée à des fins militaires, mais, après Hiroshima et Nagasaki, on travailla avec acharnement à l'obtention d'une électricité à prix dérisoire qui libérerait le monde de sa dépendance aux énergies fossiles.

Plus d'un demi-siècle a passé. Naguère synonyme de progrès et de triomphe de la technologie, l'atome est désormais associé dans l'opinion aux terreurs de la guerre froide et à la destruction. Tous les ans, au printemps, des visiteurs font route vers Stallion Gate, au Nouveau-Mexique, pour une journée portes ouvertes sur le site du projet Trinity, là où explosa la première bombe atomique – une répétition de ce qui attendait le Japon. Les visites mensuelles du site d'essai du Nevada où les États-Unis ont fait exploser plus de 1 000 engins nucléaires pendant la guerre froide affichent complet six mois à l'avance.

Et puis, il y a le risque de fusion du cœur d'un réacteur. Depuis 2011, Tchernobyl, lieu de la pire catastrophe survenue dans une centrale nucléaire, est officiellement considéré comme une attraction touristique. Du tourisme nucléaire… L'idée, née à l'époque de Fukushima, semble absurde. Et c'est ce qui m'a attiré, avec la curiosité de voir des villages et une ville entière abandonnés en urgence et livrés aux caprices de la nature.

CARTES DU NGM. SOURCE : AGENCE D'ÉTAT UKRAINIENNE POUR LA GESTION DE LA ZONE D'EXCLUSION

À UNE CENTAINE DE KILOMÈTRES DE LÀ, à Kiev, capitale de l'Ukraine, des semaines de manifestations parfois sanglantes ont débouché en février 2014 sur la fuite du président en exercice et sur l'installation d'un nouveau gouvernement. En représailles au soulèvement, la Russie a occupé la Crimée, puis massé ses soldats le long de la frontière orientale de l'Ukraine. Tchernobyl en est presque devenu l'endroit le plus sûr du pays !

Ceux qui m'accompagnent dans le minibus ont chacun leurs raisons d'être là. John, un jeune Londonien, s'adonne au « tourisme extrême ». Gavin, d'Australie, et Georg, d'Autriche, travaillent à une représentation artistique du phénomène de la quarantaine. Quand nous entendons ce mot, nous pensons en général aux personnes malades séparées du reste de la population. Ici, c'est la terre elle-même qui est contagieuse.

L'évacuation ne commença que trente-six heures après l'accident. Les habitants furent priés de laisser leurs animaux derrière eux.

De tous mes compagnons, le plus étonnant est Anna, une jeune femme réservée, originaire de Moscou, entièrement vêtue de noir. Elle effectue là son troisième séjour à Tchernobyl, et vient de s'inscrire pour un autre, plus tard dans l'année. « Je suis attirée par les lieux abandonnés et les champs de ruines », confie-t-elle. Surtout, elle aime le silence et la faune sauvage – qui ne l'est ici que de façon tout à fait accidentelle.

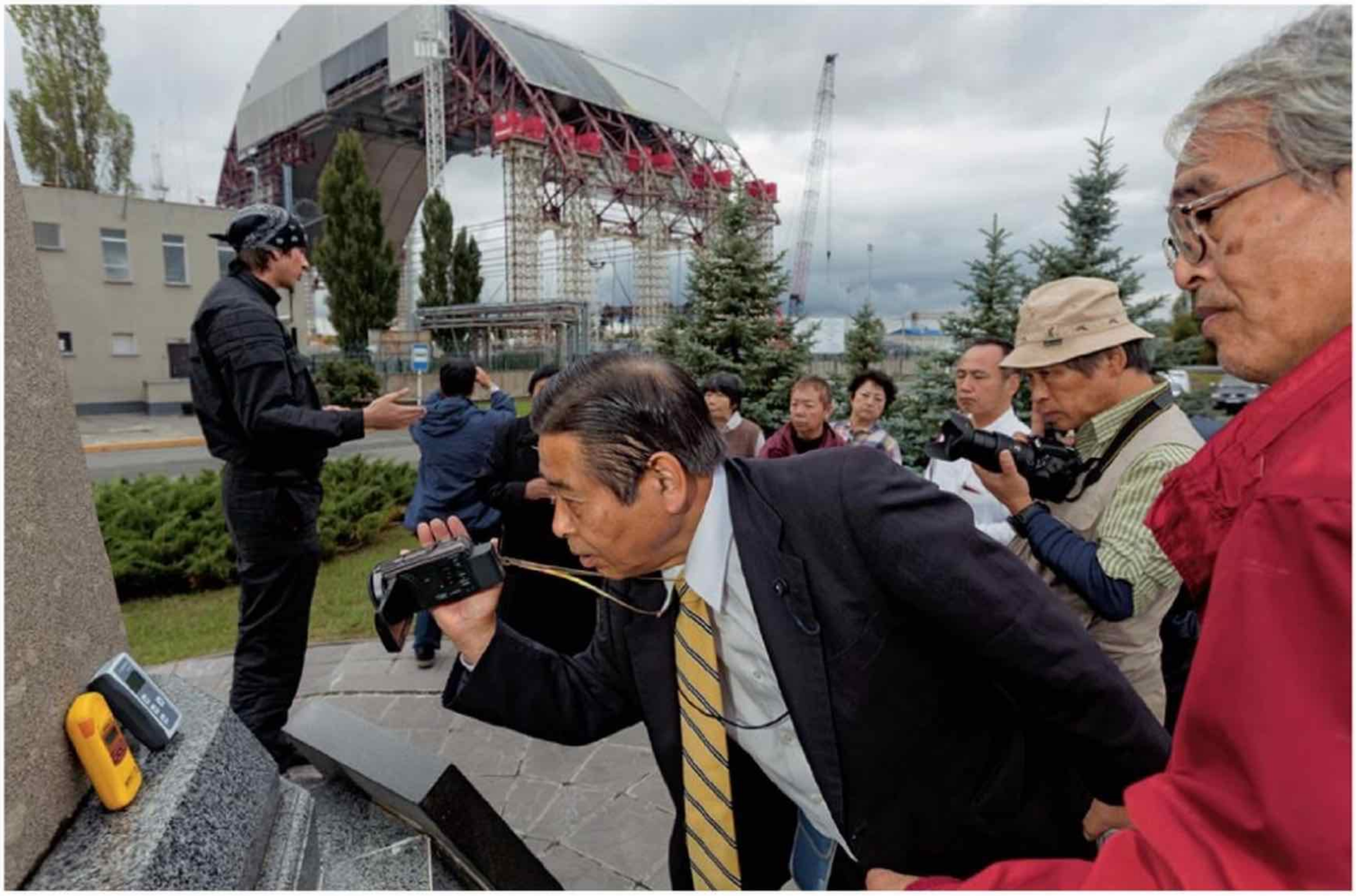
DANS LES PREMIÈRES HEURES du 26 avril 1986, le réacteur n° 4 de Tchernobyl était à l'arrêt pour une opération de maintenance de routine. L'équipe de nuit menait un test important des systèmes de sécurité – test prévu la veille, avec une équipe plus expérimentée, et retardé. En moins de quarante secondes, une saute de puissance provoqua une forte surchauffe du réacteur, entraînant la rupture de plusieurs assemblages de combustibles et, très vite, deux explosions.

Le toit en asphalte de la centrale se mit à brûler. Mais le pire était à venir : les blocs de graphite constituant le cœur du réacteur prirent feu. Un panache de fumée et de débris radioactifs s'éleva très haut dans l'atmosphère et commença à se diriger vers la Biélorussie voisine et la Scandinavie. Dans les jours suivants, les rejets se répandirent au-dessus de la quasi-totalité de l'Europe.

Pendant toute la nuit, pompiers et sauveteurs affrontèrent les dangers immédiats : les flammes, la fumée, les blocs de graphite incandescents. En revanche, ils ne pouvaient ni voir ni sentir (du moins pas avant plusieurs heures ou plusieurs jours, une fois malades) les poisons invisibles répandus dans l'air, les isotopes de césium, d'iode, de strontium et de plutonium. Les niveaux de radioactivité auxquels ils furent exposés atteignirent 16 Sv, soit des irradiations bien supérieures à ce qu'un corps peut supporter. À 3 km de là, depuis les balcons des immeubles de Pripiat, les ouvriers de la centrale et leurs familles regardaient la lueur de l'incendie. Le lendemain, un samedi, leurs enfants se rendirent en classe le matin comme si de rien n'était, et ils vaquèrent à leurs occupations, faisant les courses et pique-niquant dans les parcs.

L'évacuation ne commença que trente-six heures après l'accident. Les habitants furent priés de rassembler des provisions pour quatre jours et de laisser leurs animaux domestiques derrière eux. Les autorités leur avaient promis qu'après un rapide nettoyage, ils pourraient rentrer chez eux.

Mais ils ne revinrent jamais. Des équipes de liquidateurs dépêchées sur les lieux commencèrent à détruire les bâtiments au bulldozer et à enfouir la couche supérieure du sol. De nombreux chiens furent abattus à vue. Près de 200 villages furent évacués.



RELEVÉ DES COMPTEURS Des touristes, dont certains habitaient près de la centrale nucléaire de Fukushima, posent leurs compteurs Geiger contre la structure de confinement de Tchernobyl.

DANS L'IMMÉDIAT, le nombre de victimes fut étonnamment peu élevé. Trois ouvriers périrent pendant l'explosion, et vingt-huit dans l'année qui suivit, d'empoisonnement par radiation. La plus grande partie des effets furent lents à se manifester. À ce jour, environ 6 000 personnes exposées dans leur enfance à du lait et à d'autres aliments irradiés dans la zone ont contracté un cancer de la thyroïde. Et si l'on se fonde sur les données relatives à Hiroshima et Nagasaki, le taux de mortalité global par cancer pourrait augmenter d'un faible pourcentage parmi les 600 000 ouvriers et habitants ayant reçu les plus fortes doses, hausse susceptible de se traduire par plusieurs milliers de décès prématurés.

Après l'accident, une structure en béton et en acier – le sarcophage – a été érigée à la hâte pour isoler le réacteur endommagé. Ce sarcophage ayant commencé à s'effondrer et à fuir, on a entrepris la construction d'un nouveau caisson de 32 000 t, qui sera mis en place en coulissant sur des rails une fois achevé. Mise en service : 2017, selon les plus récentes estimations. D'ici là, le nettoyage continue. Selon les prévisions du gouvernement ukrainien, les réacteurs seront démantelés, et les installations rasées d'ici 2065. En fait, tout ce qui a trait à ce lieu ressemble à de la science-fiction. L'Ukraine elle-même existera-t-elle encore à cette date ?

CE DONT JE ME SOUVIENS le plus des heures passées à Pripiat est le son et la sensation de marcher sur du verre brisé – à travers les pièces dévastées de l'hôpital, avec ses lits et ses berceaux vides, ses salles d'opérations jonchées de déchets ; à travers les cours et les préaux d'école, en piétinant des montagnes de livres déchirés. Sur la porte d'une ancienne classe de sciences, une affiche pédagogique représente le spectre des rayonnements électromagnétiques, *(suite page 89)*

TOURISTE MASQUÉ
Courants dans les écoles soviétiques, ces masques à gaz disposés à dessein sur le sol sont une attraction très prisée des touristes.

RETOUR À LA NATURE
Pilleurs et récupérateurs ont emporté tout ce qui pouvait encore servir ; la nature prend possession du reste. Placée près d'un toboggan, cette poupée évoque le passé de façon angoissante.

DES SYMBOLES FABRIQUÉS Des visiteurs modifient imperceptiblement les lieux. Une poupée cassée tient compagnie à Lénine, et des jouets semblent figés dans une cour d'école pleine de mousse.

(suite de la page 83) depuis la lumière visible jusqu'aux rayons X et gamma (ceux qui brisent les liaisons moléculaires et font muter l'ADN). Comme tout cela devait paraître abstrait à des écoliers avant que l'évacuation commence !

Dans une autre pièce, des masques à gaz pendent du plafond ou sont entassés sur le sol. Selon nos guides, ils ont sans doute été abandonnés par des rôdeurs, qui s'introduisent clandestinement dans la zone. Au début, ceux-ci sont venus pour piller, puis pour se donner des sensations fortes. Ils boivent l'eau de la rivière Pripiat et y nagent, bravant les radiations et les gardes.

J'ai rencontré l'un de ces rôdeurs par la suite, à Kiev. Il m'a dit être allé une centaine de fois à Tchernobyl : « J'imaginais la zone comme un vaste endroit complètement ravagé – vide, horrible. » En réalité, il y a trouvé des forêts et des rivières – toute une beauté contaminée.

Des rôdeurs sont venus pour piller, puis pour se donner des sensations fortes. Ils boivent l'eau de la rivière, bravant les radiations et les gardes.

Notre groupe marche au bord d'une piscine publique asséchée et traverse un gymnase au sol en putréfaction. Les édifices se succèdent, tous en état de décrépitude avancée. Nous visitons les ruines du palais de la culture, l'imaginant rempli de musique et de rires, et le petit parc d'attractions avec sa grande roue jaune.

Gravissant seize volées de marches – encore du verre qui craque sous nos pieds –, nous atteignons le sommet de l'un des plus hauts immeubles d'habitation. Les rambardes en métal ont été arrachées par des ferrailleurs ayant récupéré tout ce qui pouvait l'être. Des portes ouvertes au pied-de-biche donnent sur des cages d'ascenseur béantes. Du toit, nous contemplons ce qui reste des grandioses avenues et des parcs paysagers, envahis par la végétation. Pripiat, jadis saluée comme une ville soviétique modèle, un paradis des travailleurs, retourne lentement à la terre.

NOUS PASSONS LA NUIT À TCHERNOBYL, qui sert de quartier général pour les infinies opérations de confinement. Fondée huit siècles plus tôt que Pripiat, la ville ressemble aujourd'hui à une base militaire de la guerre froide. Avec ses équipements spartiates, ma chambre d'hôtel a l'air tout droit sortie d'un musée de la vie à l'époque soviétique. Les niveaux de radioactivité n'y sont pas supérieurs à ceux que j'ai mesurés chez moi, de retour aux États-Unis.

Le lendemain matin, notre attitude face aux risques d'exposition commence à friser la désinvolture. Se tenant sous les vestiges d'une tour de refroidissement, notre guide nous presse de la rejoindre. « Oh, il y a un foyer de forte radioactivité par ici ! Allons le voir ! », s'exclame-t-elle, aussi nonchalamment que si elle nous montrait un nouveau personnage dans un musée de cire. Elle soulève une planche recouvrant l'endroit critique, et nous nous penchons, dosimètre en main, dans une compétition amicale pour voir qui d'entre nous détectera la radioactivité la plus forte. Nos appareils bipent avec frénésie. Le mien indique 112 µSv/h – soit plus de trente fois ce que j'ai mesuré lors de mon voyage en avion. Nous ne restons qu'une minute.

Le point le plus radioactif que nous trouvons ce jour-là se situe sous la lame d'un bulldozer utilisé pour labourer et enterrer la couche supérieure du sol radioactif : 186 µSv/h. Trop élevé pour s'attarder, mais rien en comparaison de ce que les pompiers et les liquidateurs ont encaissé.

Pendant notre retour en voiture vers Kiev, notre guide fait le total des radiations auxquelles nous avons été exposés : 10 µSv pour toute la durée de notre visite de ce week-end. J'en recevrai probablement davantage au cours de mon voyage de retour en avion. □

HÉRITAGE MILLÉNAIRE
Le site d'Ushguli, inscrit à l'Unesco, abrite des tours défensives vieilles de plusieurs siècles. Les chevaux sont le moyen de transport le plus utilisé en Svanétie.

Chez les Svanes de Géorgie

Vivre comme au Moyen Âge

Protégée par une ceinture de pics de 4 500 m d'altitude, la Svanétie vit toujours au rythme des traditions médiévales.

VIVRE SA CULTURE
Nana Merlani, étudiante, répète avec l'ensemble folklorique Lagusheda, dans la ville de Mestia. Apprendre les danses traditionnelles et les chants en langue svane perpétue la culture régionale.

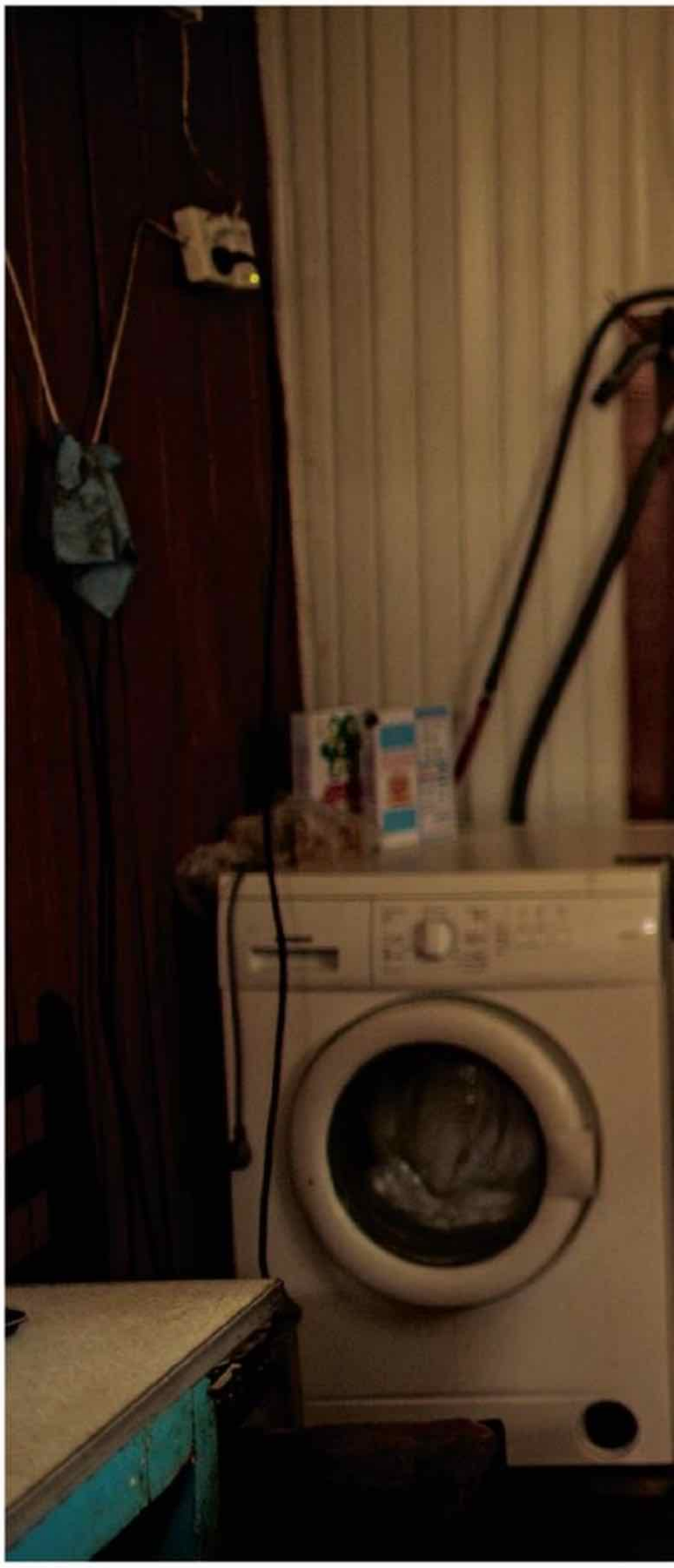
DE L'ALCOOL POUR LES MORTS
Éclairés par des torches en bouleau, des villageois de Mulakhi versent de l'alcool sur les tombes de parents. Cette commémoration, appelée Lamproba, a lieu au milieu de l'hiver.

Par Brook Larmer
Photographies de Aaron Huey

À L'AUBE, LES HOMMES se rassemblent près de la tour de pierre ; leurs mains calleuses caressent des couteaux. Après une nuit de neige – la première de l'automne en Svanétie, une région de Géorgie sur les hauteurs du Caucase –, le jour perce dans une clarté cristalline. Au-delà de la ligne d'horizon du village de Cholashi, constituée de tours hautes de 21 m, se dresse une ceinture de pics de plus de 4 500 m qui, pendant des siècles, a protégé du monde extérieur l'une des dernières cultures médiévales existantes.

Le silence se fait tandis que Zviad Jachvliani, un ancien boxeur, conduit les hommes et un taureau récalcitrant dans une cour qui donne sur la vallée blanche. Aujourd'hui, c'est l'*ormotsi*, une fête svane qui marque le quarantième jour suivant la mort d'un être aimé, en l'occurrence la grand-mère de Jachvliani. Les hommes savent ce qu'ils ont à faire, car les traditions svanes – sacrifices d'animaux, rasages de barbe rituels, crimes de sang – se perpétuent dans ce coin sauvage de Géorgie depuis plus d'un millier d'années. « Les choses bougent en Svanétie, constate Jachvliani, 31 ans et père de trois enfants. Mais nos traditions perdureront. Elles font partie intégrante de notre identité. »

Dans la cour, il manœuvre le taureau pour le placer face à l'est, où le soleil s'est hissé jusqu'au sommet déchiqueté du mont Tetnuldi, près de la frontière russe. Bien avant l'arrivée du christianisme, au premier millénaire, les Svanes vouaient un culte au soleil. Cette force spirituelle – avec son dérivé, le feu – figure toujours dans les rites locaux. Tandis que les hommes armés de couteaux se rassemblent devant lui, Jachvliani verse un gobelet d'eau-de-vie sur le sol, en offrande à sa grand-mère. Son vieil oncle entonne une bénédiction. Puis son cousin, à l'aide d'une bougie qu'il protège du vent, brûle le pelage du taureau sur le front, la croupe et les épaules. Un signe de croix tracé au feu.



À L'OMBRE DES MONTAGNES Misha Mchedliani a représenté les pics jumeaux du mont Ushba, haut de 4 710 m et surnommé « le mont Cervin du Caucase ». Les longs hivers de Svanétie laissent à cet habitant de Mestia du temps pour peindre.

En période de troubles, les Géorgiens des plaines plaçaient

Après la bénédiction, les hommes saisissent au lasso une patte de la bête mugissante et, à l'unisson, l'attachent à la branche d'un pommier. Jachvliani attrape les cornes tandis qu'un autre villageois, dégainant une dague aiguisée, s'agenouille près du taureau et, presque tendrement, cherche l'artère de son cou.

AU COURS DE L'HISTOIRE, de nombreuses armées envoyées par des empires puissants – arabe, mongol, perse, ottoman – se sont déchaînées sur la Géorgie, située à la frontière entre l'Europe et l'Asie. Mais la patrie des Svanes, une langue de terre cachée dans les gorges du Caucase, est demeurée insoumise jusqu'à ce que les Russes la contrôlent à partir du milieu du XIX^e^ siècle. L'isolement de la Svanétie a forgé son caractère et son destin. En période de troubles, les Géorgiens des plaines envoyaient des icônes, des bijoux et des manuscrits dans les églises et les tours de Svanétie, transformant la région en coffre-fort de la culture primitive géorgienne. Les Svanes prirent très au sérieux leur rôle de gardiens : un voleur d'icônes pouvait être banni d'un village ou, pire, maudit par une divinité.

Dans son repaire montagneux, le peuple de Svanétie a réussi à préserver une culture plus ancienne encore : la sienne. Au I^er^ siècle av. J.-C., selon les écrits du géographe grec Strabon, les Svanes avaient la réputation d'être des guerriers farouches. À l'arrivée du christianisme, vers le VI^e^ siècle, la culture svane était profondément enracinée, avec une langue propre, une musique très riche et des codes complexes de chevalerie, de vengeance et de justice communale.

Les Svanes qui vivent encore en Haute-Svanétie, là où se trouvent certains des villages les plus élevés et les plus isolés du Caucase, demeurent fidèles à leurs traditions de chant, de deuil, de célébration et de défense de l'honneur de la famille. « La Svanétie est un musée vivant d'ethnographie », s'enthousiasme Richard Bærug, un universitaire norvégien également propriétaire d'une auberge. Il essaie de sauver le svane, une langue essentiellement orale dont beaucoup de chercheurs croient qu'elle est antérieure au géorgien : « Nulle part ailleurs vous ne trouverez un endroit qui perpétue ainsi les coutumes et rituels du Moyen Âge européen. »

Mais que se passe-t-il quand le Moyen Âge rencontre le monde moderne ? Depuis les dernières années de domination soviétique, il y a vingt-cinq ans, des milliers de Svanes ont migré vers la Géorgie des plaines, fuyant la pauvreté, les conflits, les désastres naturels et les organisations criminelles. En 1996, quand l'Unesco a inscrit la communauté de villages d'Ushguli sur la liste du patrimoine mondial, les bandits semaient tant la terreur sur la seule route de Svanétie que peu de gens osaient s'y aventurer. Les forces de sécurité ont arrêté les gangs en 2004. Et aujourd'hui, l'administration a pour ambition de transformer cette zone montagneuse médiévale en centre d'attraction touristique.

En 2012, le gouvernement a installé des lignes électriques pour éclairer même les villages les plus isolés. La route qui relie la plupart des villages de Haute-Svanétie sera bientôt pavée jusqu'à Ushguli. Une frénésie de construction a transformé le petit carrefour endormi de Mestia en un ersatz de station suisse, avec des chalets en bardeaux encerclés par des bâtiments officiels ultramodernes et un aéroport. Sur les flancs du mont Tetnuldi, l'une des plus grandes stations de ski de Géorgie est en train de sortir de terre. Tous ces changements vont-ils sauver cette région isolée ou la conduire à sa perte ?

Bavchi Kaldani, le patriarche d'une vieille famille du village d'Adishi, chuchote d'une voix rauque, mais ses paroles, prononcées dans la cadence brutale du svane, résonnent avec force. « Si j'arrête, je mourrai. » Même à 86 ans, avec ses mains noueuses et son dos courbé, Kaldani insiste pour perpétuer la rude vie des villageois svanes : couper du bois avec une lourde hache, faucher l'herbe pour le fourrage d'hiver et réparer la tour de pierre de sa famille.

Pour se faire une idée de la difficulté de la vie dans ces montagnes, il faut savoir que même Kaldani a été tenté de quitter la Svanétie. Élevé

Basé à Beijing, Brook Larmer est un collaborateur régulier de National Geographic. *Aaron Huey a commencé à photographier la Svanétie en 1999.*

icônes, bijoux et manuscrits à l'abri dans les tours de Svanétie.

UNE FORTERESSE DE MONTAGNES

Si la Géorgie se situe géographiquement en Asie, elle considère faire partie de l'Europe. La Haute-Svanétie, où a été réalisé ce reportage, n'a jamais été conquise par des étrangers. Le nombre d'habitants – environ 12 000, soit plus qu'en Basse-Svanétie – a baissé depuis que les Svanes sont partis chercher de meilleurs emplois. Mais la région attire de plus en plus de touristes.

dans un *machubi* – une habitation traditionnelle en pierre pour les familles élargies et leur bétail –, il se rappelle le temps où Adishi bouillonnait d'activité avec ses soixante familles, ses sept églises et ses dizaines d'objets sacrés.

À l'époque, les chefs de clan svanes venaient prier devant des Évangiles reliés en cuir datant de 897. Un désastre n'étant jamais loin, Kaldani travaillait dur pour constituer des réserves en prévision des hivers rigoureux qui, aujourd'hui encore, coupent Adishi du reste de la Svanétie. Rien ne l'avait cependant préparé aux avalanches mortelles de 1987. Il mit sa famille à l'abri dans la cave de leur tour de pierre, mais ils furent des dizaines à mourir cet hiver-là, donnant le signal de l'exode.

Au fur et à mesure que les familles svanes émigraient dans les plaines de Géorgie, Adishi devenait un village fantôme. À un moment, il ne resta plus que quatre familles, parmi lesquelles Kaldani et sa femme. Les fils de Kaldani, eux, avaient quitté Adishi. Ils persuadèrent leurs parents de les rejoindre pour l'hiver dans les plaines, mais ceux-ci tinrent quatre mois avant de rentrer. « Ma famille vit ici depuis plus de mille deux cents ans, explique Kaldani. Comment pouvais-je laisser mon village disparaître ? »

Vaquant à ses occupations coiffé d'un couvre-chef en laine typique, Kaldani incarne la persistance de la culture svane et les dangers qui la menacent. Il est l'un des derniers à parler couramment la langue svane. *(suite page 104)*

LE BANQUET D'ANNIVERSAIRE
Parents et amis se rassemblent autour d'un *supra* – un banquet. Hommes et femmes, assis séparément, célèbrent ici le premier anniversaire du premier enfant d'une famille.

LES HOMMES FORTS
À Kala, des hommes rivalisent pour faire sonner une cloche de 118 kg. Dans une église voisine, on honore Kvirike, un saint orthodoxe, et Kviria, un dieu de la Fertilité antérieur au christianisme.

NAPPE DE FROMAGE À Ipari, des femmes étalent du fromage sur des galettes de pain pour une cérémonie marquant la libération de l'âme, quarante jours après la mort.

La tête du taureau, sacrifié en l'honneur de la grand-mère

(suite de la page 99) Il est aussi l'un des derniers médiateurs de village qui servent, depuis longtemps, à arbitrer les conflits allant de menus larcins à des crimes de sang très anciens. L'obligation de défendre l'honneur familial, un peu tempérée aujourd'hui, a occasionné tellement de vendettas dans la société svane que certains chercheurs pensent que les tours de pierre furent bâties pour protéger les familles non seulement des envahisseurs et des avalanches, mais aussi les unes des autres.

Dans le chaos qui suivit la chute de l'Union soviétique, les querelles sanglantes réémergèrent en force. « Je ne me reposais jamais », se souvient Kaldani. Dans certains cas, après avoir négocié le prix du sang (habituellement, vingt vaches pour un meurtre), il conviait à l'église les familles ennemies. Elles devaient prêter serment sur des icônes et se baptiser mutuellement. Ce rituel, affirme-t-il, garantit que les familles « ne se querelleront pas pendant douze générations ».

Les crimes de sang ont quasiment disparu de Svanétie lors de la dernière décennie, mais les anciens codes de justice, comme ceux qu'applique Kaldani, persistent. D'autres traditions villageoises subsistent également. Tous les mois d'août, une famille célèbre Lichaanishoba, la fête annuelle d'Adishi, attirant des plaines d'anciens habitants et des couples qui viennent prier pour avoir un fils ou rendre grâce pour la naissance de celui-ci. Chaque couple apporte un mouton en offrande, ainsi qu'un pichet d'alcool maison. À l'été 2013, 500 personnes ont fait le déplacement. Sur un tertre à côté de la petite église Saint-Georges du XII^e^ siècle, trente-deux moutons ont été bénis avant d'être sacrifiés.

AVEC LES SIENS Oleg Samsiani vit avec ses trois fils dans le village de Ieli. Plus jeune, il a quitté la Svanétie pour chercher du travail, mais y est revenu pour fonder une famille.

décédée de Jachvliani, trône sur une table en bois, yeux ouverts.

Du haut de la tour de 15 m des Kaldani, le beau village d'Adishi semble abandonné. Des volets rouillés battent au vent. Des pins poussent au milieu de tours à demi effondrées. La rivière située en dessous a inondé le chemin de terre qui menait au village, le rendant accessible uniquement à pied ou à cheval. Pourtant, Adishi connaît un regain de vitalité, à la fois grâce à sa détermination et à sa situation le long d'un circuit de trekking populaire.

Ces deux dernières années, sept familles se sont réinstallées, rebâtissant leurs maisons et ouvrant de petites pensions. Le nombre de résidents permanents atteint désormais presque la trentaine. Lorsque deux voisins de Kaldani aiguisent leur faux pour les derniers jours de fauchage avant l'hiver, Adishi n'a plus l'air d'être abandonné. Il a l'air de revivre.

LA CHANSON D'AMOUR ET DE VENGEANCE commence doucement, avec un solo vocal qui restitue les notes d'une ancienne mélodie. La voix est bientôt rejointe par d'autres. Ensemble, elles construisent une progression d'accords et de contre-mélodies, aussi dense que rapide, qui éclate en une note finale d'une clarté absolue.

Cette musique polyphonique, l'une des plus vieilles du monde, est antérieure de plusieurs siècles à l'arrivée du christianisme en Svanétie. Et pourtant, aucun des musiciens réunis dans cette pièce sans chauffage de la ville de Mestia n'a plus de 25 ans. Quand la session se termine, les jeunes hommes et femmes se dispersent sur la place principale, riant et pianotant sur leurs téléphones portables. « Nous sommes tous sur Facebook, sourit Mariam Arghvliani qui, à 14 ans, joue de trois instruments à *(suite page 108)*

DES TOURS POUR SE PROTÉGER
En Svanétie, il reste plus de 200 tours comme celles d'Ushguli, construites entre les IXe et XIIIe siècles pour se réfugier durant les guerres, raids et vendettas. Elles servent désormais à entreposer du foin et des céréales.

SACRIFICE RITUEL Des bougies sur les cornes, un taureau est béni dans une église du xe siècle, près de Mestia, avant d'être abattu pour une fête ancestrale.

Le gouvernement géorgien a pour ambition de transformer cette

(suite de la page 105) cordes dans l'ensemble folklorique Lagusheda. Mais cela ne signifie pas que nous oublions notre héritage. »

Si la musique traditionnelle svane connaît une résurgence, ce n'est pas du fait des villageois âgés – gardiens historiques de la culture svane –, mais des jeunes de Mestia, une ville dont l'aspiration à la modernité est perceptible dans le poste de police aux formes ondulées et futuristes qui contemple les tours en pierre surélevées.

Comme la plupart de ceux de sa génération, Arghvliani ne parle que des bribes de svane – « essentiellement les paroles de nos chansons », précise-t-elle. Mais son immersion musicale a commencé dès son plus jeune âge. À 4 ans, elle chantait dans la chorale de sa tante. Néanmoins, son talent aurait pu se faner, tout comme la tradition musicale de la région, si un charismatique croisé de la culture svane, le Père Giorgi Chartolani, n'avait pas lancé, il y a treize ans, un programme pour la jeunesse.

Assis au milieu du cimetière de son église, Chartolani se rappelle que le chaos post-soviétique avait mis en péril une culture déjà affaiblie par presque sept décennies d'oppression communiste. « La vie était brutale, à l'époque », déclare-t-il en caressant sa longue barbe. Le prêtre hoche la tête en direction des stèles funéraires, dont certaines sont gravées de scènes de jeunes hommes tués dans des représailles. « Les villages se vidaient, notre culture disparaissait. Nous devions faire quelque chose. » Son programme, qui a déjà permis à des centaines d'élèves comme Arghvliani d'apprendre la musique et la danse traditionnelles constituait, pour lui, « une lumière au bout du tunnel ».

MISER SUR LE SKI Les enfants des villages passent la plupart de l'hiver à skier. Aujourd'hui, des promoteurs construisent des stations pour stimuler le tourisme.

zone montagneuse médiévale en centre d'attraction touristique.

Désormais, cette lumière laisse entrevoir la possibilité d'un avenir plus radieux. Ce soir-là, les jeunes musiciens retournent sur la place centrale de Mestia en tenue d'apparat : les garçons en toge bordeaux, dague d'argent accrochée à la ceinture ; les filles en longue robe noire de paysanne. Leur public est composé d'une cinquantaine de touristes portant des parkas colorées, qui ont chacun payé 4,5 euros pour assister au spectacle. Le renouveau de la musique svane était déjà amorcé avant l'arrivée des touristes en Svanétie, mais il fallut attendre 2012 pour que l'ensemble masculin Kviria se produise pour la première fois devant des visiteurs. L'intérêt grandissant du monde extérieur pour cette forme musicale très complexe a eu un effet positif : les jeunes Svanes se pressent toujours plus nombreux aux cours de Chartolani.

EN SVANÉTIE, DES QUERELLES ANCESTRALES peuvent avoir des effets durables. Il y a un siècle de cela, à Cholashi, l'arrière-grand-père de Jachvliani tua un voisin pour venger la mise à mort d'un de ses taureaux. Le conflit s'acheva quand les Jachvliani payèrent aux voisins 1 ha de terre cultivable et vingt têtes de bétail, un prix du sang dont les conséquences sont encore visibles.

La famille ne possède désormais plus qu'un taureau. La tête coupée de l'autre, sacrifié en l'honneur de la grand-mère décédée, repose sur une table en bois, les yeux encore ouverts, son épaisse langue grise pendant sur le le côté. Sous le regard fixe et implacable de la bête, Jachvliani et les autres villageois de Cholashi dévorent le premier plat de la cérémonie de l'*ormotsi* : un ragoût épicé de cœur et de foie. Plus tard, avant la fête débridée du soir, Jachvliani et quelques

hommes qui ne se sont pas rasés depuis quarante jours se rassemblent près de la chambre de la défunte. Une prière, un toast. Des touffes de leur barbe sont coupées et placées sur un autel.

Ici, les morts, comme l'Histoire, ne sont jamais loin. Tous les mois pendant un an, les Jachvliani organiseront des célébrations plus modestes en l'honneur de l'aïeule. Soixante-dix jours avant Pâques, la famille se réunira pour Lamproba, une cérémonie d'« évocation des âmes » qui mélange des éléments pré-chrétiens et chrétiens. Jachvliani et ses parents masculins porteront des branches de bouleau enflammées et les disposeront près de la tombe enneigée. L'assemblée portera des toasts et fera des prières jusqu'à l'extinction complète des torches.

Le matin suivant l'*ormotsi*, un Jachvliani rasé de frais se dirige vers son nouveau travail : paver la route de terre qui mène en haut du col. Une fois achevée, la route ira jusqu'à Ushguli, mais le travail sur cette section doit permettre à des équipements lourds d'atteindre la station de sports d'hiver en construction sur le mont Tetnuldi. Près de la rivière en contrebas, une clôture de sécurité protège les signes de l'avenir : des rangées de télésièges et des cabines de ski.

Les changements qui se préparent dans la vallée, ainsi qu'un projet de barrage hydroélectrique plus au sud, inquiètent de nombreux Svanes. Qu'adviendra-t-il de leurs villages, de leur terre, de leurs traditions ? Jachvliani essaie de rester optimiste. La station, estime-t-il, pourrait créer des opportunités dont leur région isolée a grand besoin et faire rentrer au village certaines des vingt familles qui l'ont quitté. « Nous avons besoin de plus de travail », dit-il.

Assis à côté de sa mère, veuve, dans la cuisine, Jachvliani fixe les montagnes qui se découpent sur le ciel. Il est resté en Svanétie parce qu'il était le seul fils, le dernier homme de la famille. Désormais, à 31 ans, il ne peut s'imaginer partir. « Revenez dans dix ans, s'esclaffe-t-il, tandis que ses deux filles grimpent sur son dos, et vous verrez si notre village a survécu. » Il puise sa confiance dans la longue histoire de survie de la Svanétie, mais aussi dans le fait d'être lui-même devenu l'un des gardiens de la flamme. □

DANS UNE RUE D'USHGULI Un garçon et son cheval rentrent à la maison, à Ushguli. Si les voyages, la technologie et le tourisme font entrer le monde extérieur en Svanétie, les Svanes préservent farouchement leurs liens familiaux et leur culture.

EXPLORATION

EXPÉDITION AU CŒUR DE L'OCÉAN ARCTIQUE

Dans l'archipel russe François-Joseph, le plus au nord du globe, une équipe de scientifiques explore un monde en train de fondre. Le changement climatique aura-t-il la peau de l'ours ?

UNE SENTINELLE ISOLÉE Un ours blanc se tient sur l'île Rodolphe, dans l'archipel François-Joseph, qu'une expédition scientifique pluridisciplinaire a visité à l'été 2013.

MORSES CURIEUX Des morses s'approchent d'une barque de l'expédition, près de l'île Hooker. L'été, quand la banquise fond, ils s'agglutinent près du rivage, où la nourriture est rare et où les jeunes se font piétiner.

UNE POUPONNIÈRE D'OISEAUX Le rocher Rubini, un promontoire sur l'île Hooker, abrite des milliers de couples d'oiseaux de mer. Mouettes tridactyles, mergules nains, goélands bourgmestres, guillemots de Brünnich et pétrels viennent nidifier ici en été.

VESTIGES SOVIÉTIQUES L'épave d'un Iliouchine-14T témoigne de temps difficiles sur l'île Hayes. La station météorologique Krenkel y a abrité jusqu'à 200 personnes. Il n'y séjourne plus qu'une équipe réduite.

PAR DAVID QUAMMEN
PHOTOGRAPHIES DE CORY RICHARDS

Feodor Romanenko lève les bras. « *Dear colleagues* (chers collègues) », lance-t-il avec son habituel sourire malicieux, avant de poursuivre dans un français au fort accent russe. *Dear colleagues :* ce ne sont pas les seuls mots d'anglais à son répertoire, mais ce sont ses préférés – les plus aptes à capter l'attention d'un groupe international aussi disparate que le nôtre. Chers collègues, je propose de grimper là pour déjeuner –, et de désigner une atroce pente d'éboulis instables. Chers collègues, trompette-t-il à notre réunion du soir, mon groupe a fait aujourd'hui cinq découvertes merveilleuses, dont deux types de basalte ! et quelques sédiments mésozoïques ! et des preuves de déglaciation récente !

Romanenko est géomorphologue à l'université d'État de Moscou, et ses vingt-huit saisons sur les rivages et les îles de l'océan Arctique n'ont en rien émoussé son enthousiasme. Arpentant cahin-caha le rude paysage boréal, il accomplit avec une joie contagieuse les tâches de la science de terrain : observer avec minutie ; repérer des structures ; compiler des données susceptibles d'éclairer quelques mystères. Dont celui-ci : la question de la glace.

Nous avons atteint l'archipel François-Joseph, dans le haut Arctique russe, et cette question sous-tend une bonne partie de ce que nous venons faire ici. En fait, ce sont trois questions en une : pourquoi la glace pérenne fond-elle ? Jusqu'où cette fonte ira-t-elle ? Et quelles en seront les conséquences écologiques ?

L'expédition Pristine Seas (« Mers limpides ») de 2013 a quitté Mourmansk avec près de quarante membres, puis traversé la mer de Barents pour observer l'archipel François-Joseph sous plusieurs angles : plantes, micro-organismes, poissons, oiseaux, etc. Isolé, il compte 192 îles, formées pour beaucoup de sédiments du Mésozoïque (ère allant de - 251 à - 65 millions d'années), avec une sous-couche de colonnes basaltiques. Elles sont restées vierges de toute présence humaine permanente jusqu'à la création d'une station scientifique et d'une base militaire soviétiques. La zone intéresse fortement le gouvernement russe, car la fonte accélérée de la banquise ouvre de nouvelles voies maritimes et bouscule les enjeux économiques.

Pendant un mois, nous allons y zigzaguer, débarquant quand les ours blancs le permettront, admirant les morses, les goélands et les baleines boréales – et accumulant les données.

Parmi les reportages de David Quammen pour le NGM : les saumons du Kamtchatka (août 2009) et les lions du Kenya (août 2013). Cory Richards a réalisé les photos sur les dinosaures de l'Utah (juin 2014) et les grottes du Népal (octobre 2012).

MINI-CRUSTACÉ, MAXI-RÔLE **Daria Martynova, de l'Académie des sciences russe, prélève des échantillons d'eau pour étudier la diversité des copépodes. Ces petits crustacés jouent un rôle vital dans l'océan Arctique.**

NOUS SOMMES À 800 MILLES NAUTIQUES (1 481 km) au nord du cercle polaire arctique. Notre navire, le *Polaris*, est un bateau de croisière réaménagé : les placards abritent des laboratoires, des microscopes trônent sur les tables de la salle à manger, et un salon entier est rempli d'équipements de plongée, dont des combinaisons qui protègent d'eaux à - 1 °C.

L'équipe se compose de Russes, d'Américains, d'Espagnols, de Britanniques, d'un Australien et de deux Français. Chaque jour, certains d'entre nous explorent la dernière île où nous avons jeté l'ancre pour prélever des échantillons, marquer des oiseaux, compter les morses ou ramasser des plantes. D'autres inventorient les microbes marins, les algues, les invertébrés et les poissons lors de plongées brèves et effroyablement froides. Les journées de marche sont parfois longues, mais nous retournons toujours à bord avant l'obscurité… qui ne vient jamais. Le soleil ne se couche pas : il roule dans le ciel, indécis.

Sous ces latitudes, le point de vue de Feodor Romanenko revêt une importance particulière pour la science mais aussi pour le moral de tous, tant il est plein de passion et d'énergie. En chapka, gilet orange fluo et cuissardes, il ressemble à un chasseur de canards. Autre élément essentiel de son équipement : sa petite pelle de jardinage. Pour l'assister dans les relevés géomorphologiques des îles, il a choisi Katerina Garankina, l'une de ses doctorantes. Elle possède une grande expérience du terrain.

Le jeune soldat affecté à notre protection porte un fusil automatique Saiga calibre 12. La dernière chose que nous souhaitons, c'est qu'il s'en serve.

Le botaniste Michael Fay, lui aussi marcheur infatigable, ne manque jamais de les accompagner à terre. À 58 ans, entre son chalet en Alaska et ses missions de protection de la nature au Gabon, il reste aussi affamé d'espaces vierges que lors du Megatransect, sa célèbre expédition à travers les forêts d'Afrique centrale, en 2000. La flore arctique lui est quasi inconnue mais, dès notre premier après-midi dans l'archipel, je le vois identifier une douzaine de plantes (de délicates touffes de feuilles aux tiges surmontées de minuscules fleurs jaunes ou rouges) dans un dédale de roches et de mousses.

Neuf jours plus tard, sur l'île Payer, Fay compte les pétales et les carpelles (enveloppes du pistil), et les photographie à quatre pattes, yeux plissés. Il répertorie douze espèces de fleurs dans son carnet pendant que Romanenko et Garankina mesurent les anciennes terrasses marines qui s'étagent à partir de la plage. Celles-ci sont visibles sur Payer et sur d'autres îles, car l'archipel François-Joseph s'est soulevé, à la fin du Pléistocène et lors des derniers millénaires, jusqu'à plus de 90 m dans certaines de ses parties. Les îles, situées à l'extrême est de la plaque eurasienne, se dressent désormais plus haut sur l'horizon.

Ces soulèvements résultent des forces tectoniques, mais aussi, dans une certaine mesure, de la disparition de la glace. Lorsqu'un glacier fond, sa masse et son poids diminuent, et le terrain en dessous a tendance à rebondir – un peu comme votre empreinte s'efface sur le coussin du canapé que vous quittez. Aussi la forme d'un paysage (sans parler de la forme de l'écosystème qu'il soutient) est-elle en partie déterminée par la présence ou l'absence de glace.

Soudain, dans la radio, la voix de Romanenko annonce l'apparition d'un ours blanc. L'énorme et magnifique silhouette de l'animal se découpe sur une crête, à l'ouest de l'île. L'ours semble indifférent à notre présence, mais méfions-nous des apparences. Il chemine, sa petite tête saillant au bout d'un long cou aux muscles ondulants. Denis Mennikov, le jeune soldat affecté à notre protection, porte un fusil automatique Saiga calibre 12. La dernière chose que nous souhaitons, c'est qu'il s'en serve. La fonte de la banquise est une épreuve pour les ours aussi, et elle peut les pousser à des comportements inattendus. Chers collègues, restez sur vos gardes.

LA NATURE IMPRÉVISIBLE de la glace est l'un des éléments qui ont rendu l'exploration de l'Arctique aussi problématique que fascinante. Fridtjof Nansen, avec son bivouac désespéré sur l'archipel lors de l'hiver 1895-1896, est le plus célèbre des nombreux explorateurs ayant atteint l'archipel François-Joseph lors d'expéditions parfois intrépides, parfois piteuses.

Nous avons un chef bien plus pondéré que certains leaders caractériels de l'époque héroïque : Enric Sala, explorateur en résidence du National Geographic et fin connaisseur de l'écologie marine. Voilà quelques années, Sala était professeur à l'Institut océanographique Scripps (Californie), où il enseignait l'écologie des réseaux alimentaires et la préservation des

milieux marins. Mais il n'avait pas l'impression d'aider à améliorer le monde. « Je me voyais en train de peaufiner la notice nécrologique de la nature avec une précision croissante », me raconte-t-il à bord du *Polaris*. Son désarroi devant la dégradation continue des écosystèmes et la disparition des espèces marines et terrestres l'a fait renoncer à la carrière universitaire : « Je voulais résoudre le problème. »

En 2005, entouré d'un groupe d'intervention scientifique comprenant des experts des microbes marins, des algues, des invertébrés et des poissons, il a vogué vers les îles de la Ligne du Nord, un petit groupe d'affleurements coralliens isolés dans le Pacifique, à plus de 2 000 km au nord de Tahiti. Là, les plongées et l'étude des récifs ont abouti à au moins une découverte importante : les prédateurs, surtout des requins, représentaient 85 % de la biomasse locale. Le monde à l'envers ! D'ordinaire, on appliquait le ratio de dix proies par prédateur, à chaque niveau de la chaîne alimentaire, de bas en haut.

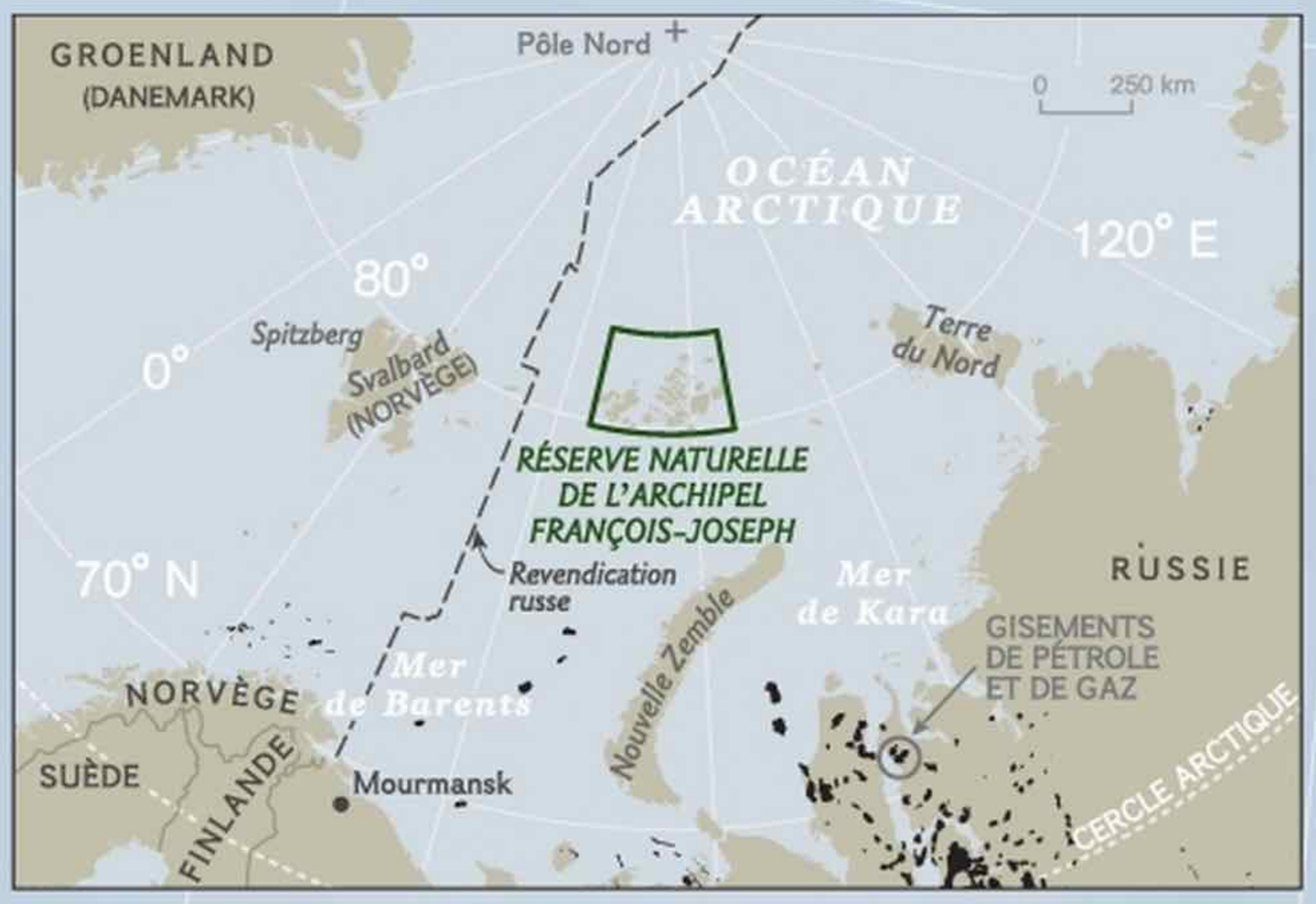
Or, en apparence, les proies n'étaient pas tellement nombreuses. Alors, comment autant de requins pouvaient-ils se nourrir ? La réponse était que les proies n'étaient pas vraiment absentes : elles étaient produites en abondance et en continu sous forme de petits poissons aux taux élevés de reproduction, de croissance, de maturité sexuelle et de renouvellement. Les prédateurs s'en nourrissaient à un tel rythme qu'elles étaient peu visibles. Les spécialistes de l'environnement appellent cela la régulation par le haut. Quatre ans plus tard, en 2009, quand George W. Bush a établi par décret l'aire protégée du Pacific Remote Islands Marine National Monument, Enric Sala se trouvait dans la pièce.

LES ÎLES DE L'ARCHIPEL FRANÇOIS-JOSEPH sont une *zakaznik* – une réserve naturelle – administrée au sein du parc national de l'Arctique russe. Sala a conclu un partenariat avec ses responsables et avec la Société géographique de Russie. Maria Gavrilo, biologiste spécialiste des oiseaux arctiques et sous-directrice scientifique du parc, est coleader de l'expédition. Sala a aussi embarqué Paul Rose, de la Royal Geographical Society de Londres. Rose est fort d'une grande expérience de la plongée et de l'alpinisme en régions polaires, d'un talent affirmé pour résoudre les difficultés et d'un optimisme inoxydable. À cette illustre compagnie, Sala nous a ajoutés, nous – une poignée de journalistes. C'est ainsi qu'à la fin juillet 2013, nous voguions vers l'archipel François-Joseph et ses eaux quasi originelles, car elles sont gelées une grande partie de l'année. Du moins jusqu'à ces derniers temps.

Les deux Français de l'expédition, David Grémillet et Jérôme Fort, viennent y étudier le mergule nain (*Alle alle*). Cet oiseau blanc et noir niche dans des falaises et dans les éboulis, et se nourrit en mer. Avec une population estimée à plus de 40 millions d'individus, c'est l'un des oiseaux marins les plus nombreux au monde, et il abonde dans l'Arctique. Mais nul animal n'est à l'abri de la pression exercée par les humains. Après tout, le mergule nain appartient à la même famille que le grand pingouin, ce symbole des extinctions dues à l'homme, dont le dernier couple fut tué en 1844 au large de l'Islande pour le compte d'un collectionneur d'oiseaux.

Grémillet et Fort ont d'autres raisons d'étudier *Alle alle*. Il est minuscule comparé à la moyenne des oiseaux de mer – c'est le deuxième plus petit de la famille des pingouins. Ses ailes réduites lui permettent aussi bien de nager sous l'eau que de voler dans les airs. Ses besoins énergétiques et son activité métabolique sont élevés. Résultat, m'explique Grémillet, si l'environnement du mergule nain change, il pourrait être affecté plus durement que d'autres espèces. Or cet environnement est bien en train de changer. Les températures moyennes dans l'Arctique n'ont jamais été aussi élevées depuis deux mille ans. Et, selon une étude prévisionnelle, elles pourraient augmenter de plus de 7,5 °C à la fin de ce siècle.

Le mergule nain se nourrit surtout de copépodes, de minuscules crustacés qui sont le principal composant du zooplancton arctique. Chaque oiseau doit en engloutir des milliers pour faire un repas substantiel. « Les copépodes ont des préférences de température très spécifiques, précise Grémillet. Vous pouvez donc prévoir que si ces bancs de *(suite page 129)*



DANS LE GRAND NORD RUSSE

L'archipel François-Joseph, avec ses 192 îles, est l'archipel le plus au nord du monde. Quasi inhabités, ses plus de 16 000 km² sont recouverts de glaciers et isolés par la banquise une bonne partie de l'année. Une expédition austro-hongroise a découvert cette terre en 1873 ; l'Union soviétique l'a revendiquée en 1926 ; en 1994, la Russie en a fait une réserve naturelle. Aujourd'hui, l'archipel n'abrite plus qu'une station météorologique. Mais la Russie, avide de trouver du pétrole et du gaz, et soucieuse de surveiller les voies maritimes, envisage de rouvrir des bases militaires dans l'Arctique.

Terre du Roi-Oscar

OCÉAN ARCTIQUE

Île Arthur

POSTE-FRONTIÈRE DE NAGURSKOYE
Fondé en 1950

Terre d'Alexandra

Calotte glaciaire Lunny

Passage Cambridge

Île du Prince-George

Calotte glaciaire Tumanny

Calotte glaciaire Brusilov

Baie des Géographes

Île Luigi

Île Nansen

Île Koettlitz

Nansen, printemps 1896

Île Pritchett

Île Eaton

Rocher Rubini

BASE DU PARC NATIONAL TIKHAYA « BAIE CALME »

Île Hooker

Île Leigh-Smith

Calotte glaciaire Peary

Calotte glaciaire Russky

Île Bruce

Île Mabel

CAMPEIRA

Île Bell

Cap Flora

17 juin 1896

BASE SAISONNIÈRE DU PARC NATIONAL

Île Northbrook

Canal Britannique

Archipel

Passage de Bruyne

Mer de

DES ÎLES IMAGINAIRES

Les cartes réalisées lors de l'expédition austro-hongroise de 1873 montrent la terre du Roi-Oscar (en haut, à gauche) et la terre Petermann (hors carte), toutes deux imaginaires.

60°

82°

65° E

Cap Fligely

STATION MÉTÉOROLOGIQUE
Abandonnée en 1995

Île Rodolphe

Canal Neumayer

Île Hohenlohe

Position de Nansen, le 3 août 1895

Île Eva-Liv

LE VOYAGE DE NANSEN

Revenant vers la Norvège après avoir échoué à atteindre le pôle Nord, Fridtjof Nansen et Hjalmar Johansen bivouaquèrent pendant l'hiver 1895-1896 dans une cabane improvisée sur l'île Jackson.

Île Freeden

Route de Nansen, été 1895

Île Karl-Alexander

Passage du Nord-Est

Canal Backs

Île Jackson

Île Rainer

BASE AÉRIENNE DE L'ÎLE HOFFMANN PENDANT LA GUERRE FROIDE
Abandonnée

Île Hoffmann

BASE MILITAIRE SEVERNOYE
Abandonnée en 1994

BIVOUAC D'HIVER DE NANSEN, du 26 août 1895 au 18 mai 1896

Île Becker

Canal Italien

Île Payer

Île Kuhn

Canal Booth

Île Kane

Île Greely

Canal Rhodes

Île Ziegler

Île Salisbury

Île Wiener-Neüstadt

Joseph

Île La Roncière

Calotte glaciaire Vostok-I

Île Gage

Détroit Morgan

Île Graham-Bell

Calotte glaciaire Vetreny

François

Canal Austrichien

Terre Wilczek

Calotte glaciaire Tyndall

Île Champ

STATION KRENKEL
Fondée en 1957

Île Hayes

Île Komsomolskiye

Canal de Markham

Île Newcomb

Île Alger

Calotte glaciaire Moscou

Île Hall

Île McClintock

Île Brady

Passage Lavrov

Île Hochstetter

Île Salm

Île Wilczek

Barents

LA BIODIVERSITÉ

La faune de l'archipel inclut les baleines boréales, les morses de l'Atlantique et une importante population d'oiseaux de mer.

Colonie de mergules nains

Site d'alimentation des baleines boréales

Pouponnière de morses

80°

0 10 km

MARTIN GAMACHE ET LAUREN E. JAMES, ÉQUIPE DU NGM

SOURCES : MARIA GAVRILO, PARC NATIONAL DE L'ARCTIQUE RUSSE ; INSTITUT RUSSE DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR L'ARCTIQUE ET L'ANTARCTIQUE ; WWF RUSSIE ; IMAGICO ; GLIMS ; IHS

MERGULES NAINS Quittant leurs nids dans la rocaille, ces petits pingouins, tels ceux tourbillonnant sur la face arrière du rocher Rubini, suivent parfois des trajectoires elliptiques. On ignore pourquoi.

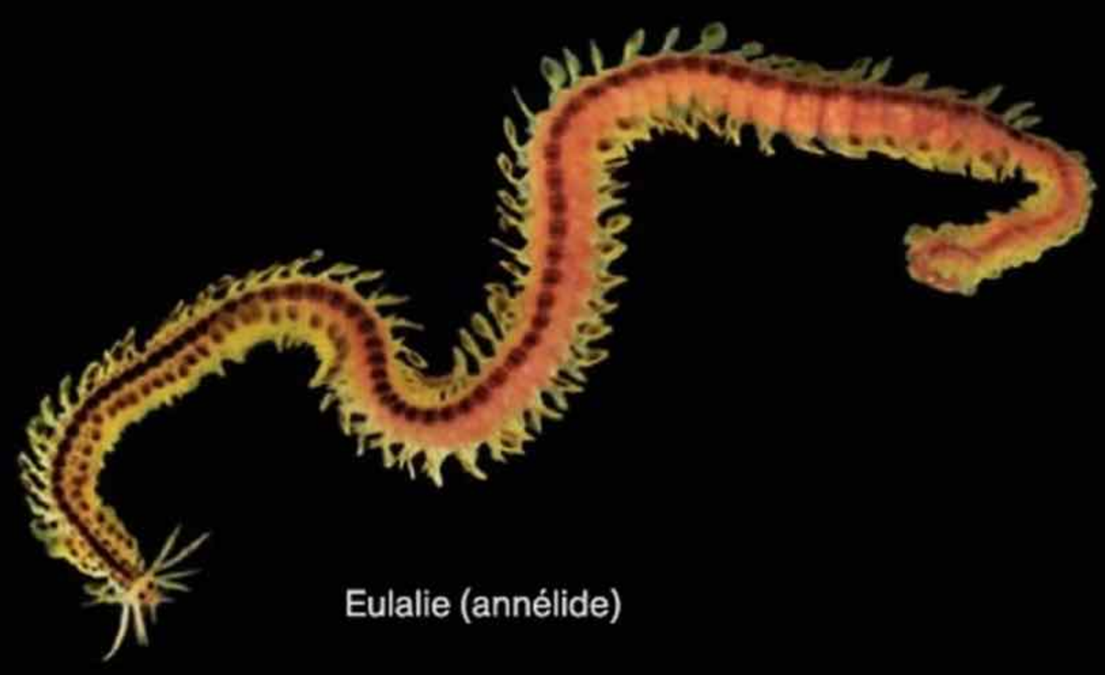
Aphrodite de mer (annélide)

Ange de mer (gastéropode)

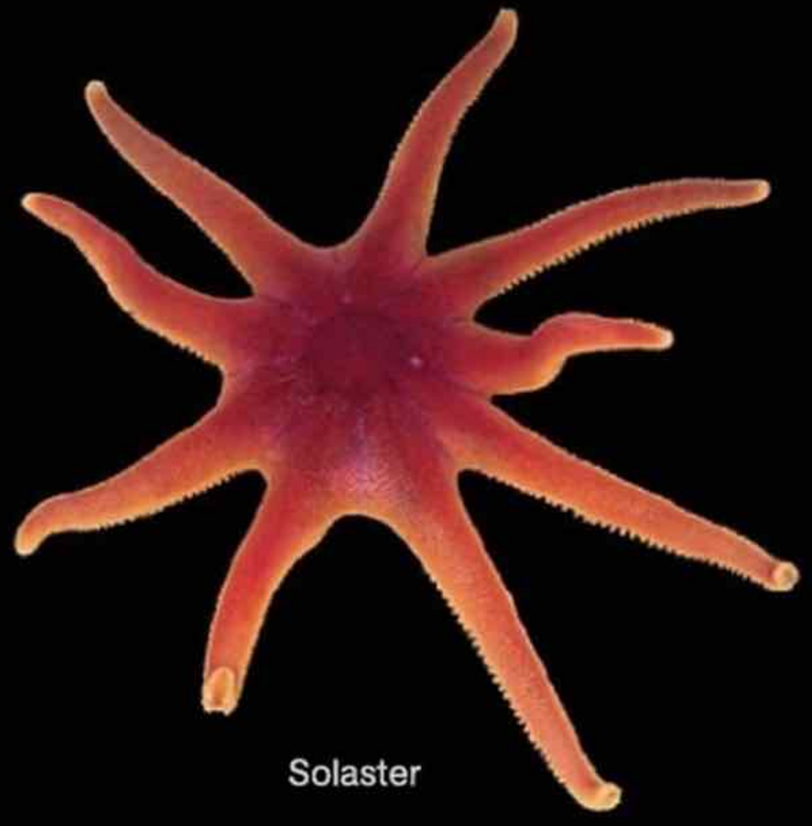
LA VIE SOUS L'ARCTIQUE

À la recherche de vie dans les eaux glaciales, les plongeurs ont vu peu de poissons, mais un assortiment très diversifié d'invertébrés représentant cinq embranchements différents. Vous ne trouverez aucun d'entre eux dans un bassin à poissons rouges.

PHOTOS : ANDREÏ KAMENEV



Eulalie (annélide)

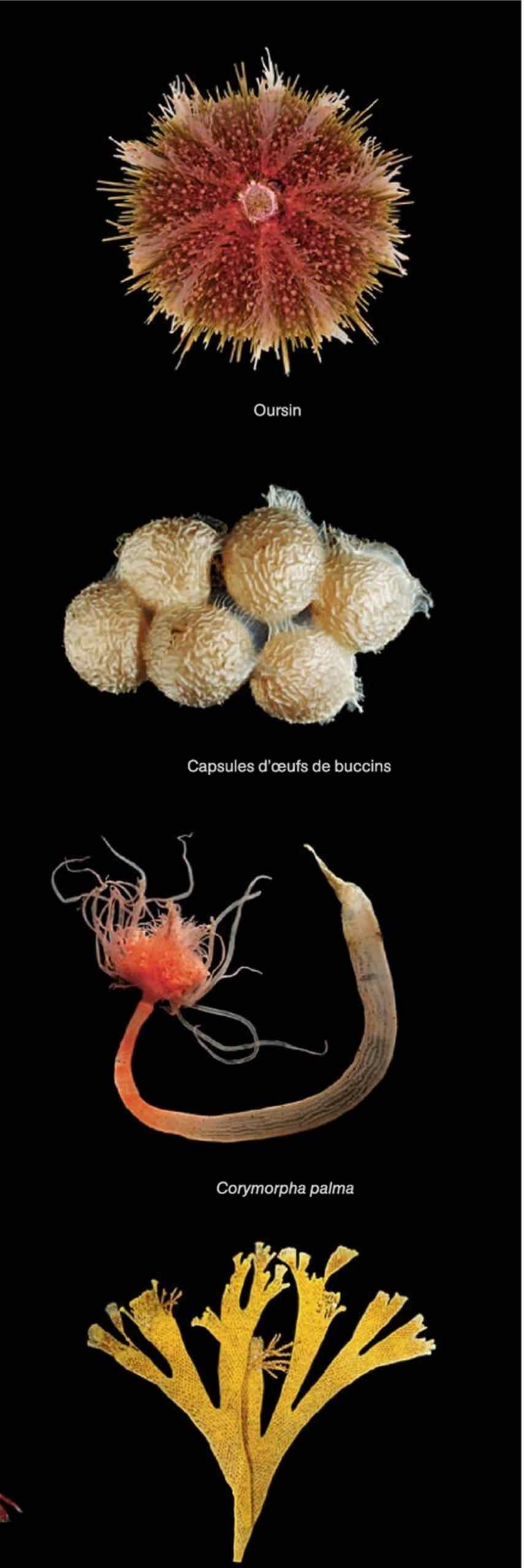


Solaster

Margarites rose du Nord

Coque du Groenland

Crevette *Spirontocaris phippsii*



Oursin

Capsules d'œufs de buccins

Corymorpha palma

Bryozoaire colonial

(suite de la page 123) copépodes se modifient à cause du changement climatique dans l'Arctique, les mergules nains réagiront fortement. »

Comment la faune des copépodes changerait-elle ? L'une des espèces les plus grosses et grasses, *Calanus glacialis,* dépend d'eaux très froides et de la glace de mer, sous laquelle poussent les algues dont elle se nourrit. *Calanus finmarchicus,* une espèce plus petite, abonde dans l'Atlantique Nord et suit souvent les courants menant vers l'Arctique, mais elle n'y prospère pas. Il suffirait de quelques degrés de plus dans l'océan Arctique pour modifier cet équilibre.

Avec des températures plus élevées et la diminution de la banquise, *C. finmarchicus* pourrait remplacer *C. glacialis,* au préjudice du mergule nain. La morue polaire, le hareng et des oiseaux de mer se nourrissent aussi de ces gros et gras copépodes ; et des mammifères tels que le phoque annelé et le béluga dépendent des poissons qui s'en nourrissent. Bref, *C. glacialis* est la clé de voûte des espèces dans l'Arctique.

Pour capturer des mergules nains, Grémillet et Fort étalent des « tapis de nœuds » où les oiseaux se prennent les doigts, puis les pèsent, les mesurent et les baguent. Ils fixent sur certains individus un instrument miniaturisé (un enregistreur de durée-profondeur ou bien un géolocalisateur) à une patte ou au plumage du poitrail. Les géolocalisateurs suivent la trajectoire des migrations vers le sud après la couvée. Les enregistreurs de durée-profondeur déterminent la profondeur d'un plongeon, sa durée et le nombre d'heures consacrées à l'alimentation.

Les deux chercheurs ont déjà travaillé au Groenland et au Spitzberg. Ils y ont appris qu'en hiver, les mergules nains doivent s'acharner dix heures durant pour satisfaire leurs besoins énergétiques, car ils n'ont que le fin *Calanus finmarchicus* à manger. Qu'arriverait-il s'il n'y avait que cette ressource alimentaire en été, avec les poussins à nourrir et à couver ?

Pour l'heure, face à un changement progressif, les mergules nains ont fait preuve d'une souplesse admirable. Oui, mais jusqu'à quand ? s'interroge Jérôme Fort : « Nous pensons qu'il y aura un point de rupture. »

L'ours bloque l'issue et se rapproche à amples foulées. D'un seul coup, j'ai l'impression que nous sommes trois morceaux de viande posés sur une assiette.

UN LUNDI DE LA FIN AOÛT, après deux échecs, le *Polaris* réussit à atteindre le cap Fligely, sur la côte nord de l'île Rodolphe, elle-même la plus au nord de l'archipel. Là, Paul Rose et moi nous échappons pour atteindre le sommet du glacier couronnant l'île. Notre ascension au départ de la plage est prudente : deux ours blancs ont été repérés dans les parages la nuit dernière, et un autre ce matin. Ils ont dû s'éloigner. Tout paraît dégagé sur la côte. Comme toujours, un garde nous accompagne. Alexeï Kabanihin, un jeune Russe, transporte des fusées éclairantes, une radio et un Saiga calibre 12 avec un chargeur contenant des balles à blanc et des balles réelles.

Le grand dôme de glace s'élève doucement du cap ouest, où nous avons abordé, et forme un arc vers l'intérieur de l'île. Au loin, le *Polaris* flotte sur la mer bleu acier. Chaussés de crampons et munis de piolets, nous attaquons la pente. Kabanihin suit derrière nous. La glace molle en surface et dure en dessous rend la marche aisée. Après une journée de confinement sur le bateau, l'escapade nous ravit. Mais, alors que nous approchons du sommet, une voix dans la radio de Kabanihin jette un froid sur notre bonne humeur. C'est Maria Gavrilo.

« Paul, un ours vous a sentis. Et il vient vers vous. Il grimpe sur le glacier. Je vous recommande de redescendre.

Nous nous regardons mutuellement.

— *Roger.* Bien compris, Maria », lance Rose.

Il éteint la radio. À cet instant, nous ignorons la situation où se débat Maria : les membres de l'expédition sont dispersés en trop grand nombre sur l'île, ses appels à la prudence restent sans réponses et des ours se baladent un peu partout.

Pouvons-nous monter un peu plus haut ? Paul Rose interroge Kabanihin, qui secoue la tête et croise les bras : *niet* définitif. « Une minute ? », le supplie Rose. Voyant le pauvre garçon indécis, nous nous mettons à courir, cent vingt-six ans à nous deux et adolescents dans l'âme. Nous galopons, hors d'atteinte de l'autorité et du bon sens, vers un endroit très proche du point le plus élevé de la masse continentale la plus septentrionale de l'Eurasie. Là, je demande à Paul Rose de prendre les coordonnées.

Il fait son rapport : 81 degrés, 50,428 minutes Nord. Altitude : 174 m. J'écris à la va-vite sur mon calepin. Puis nous nous précipitons vers Kabanihin, qui paraît inquiet. Pas autant toutefois qu'il le sera d'ici peu.

En descendant le dôme incurvé, nous découvrons un ours blanc entre nous et le bateau, et nous en apercevons un autre plus loin sur notre gauche. Le premier avance dans notre direction ; l'autre, assis, tourne la tête et nous regarde évoluer. Je réalise la gravité de la situation quand Kabanihin me tend une fusée éclairante. Nous piétinons sur place. Le garde nous ordonne de ne pas nous séparer et de garder notre calme. Lui-même a l'air très nerveux. Ce glacier est énorme, et c'est le territoire des ours. Nous tentons de passer en diagonale entre eux, mais celui

---

Cette expédition du projet Pristine Seas a été en partie financée par Blancpain, par Davidoff Cool Water et par votre adhésion à la National Geographic Society.

de tête bloque l'issue et se rapproche délibérément à amples foulées. D'un seul coup, j'ai l'impression que nous sommes trois morceaux de viande posés sur une assiette blanche.

Je surveille d'un œil l'ours de gauche, que je m'attends à voir charger à tout moment, tandis que Kabanihin est distrait par l'autre. Le garde pose son fusil sur la glace, me reprend la fusée éclairante, la décapsule et la lance vers – mais pas précisément sur – l'ours le plus proche. Une lumière rouge phosphorescente éclate et ricoche sur le glacier. L'ours se dégage sur la gauche à grands pas, ouvrant une issue.

Nous avons eu de la chance. Comme nous le rappellera Sala, si nous avions été tués, ou si l'ours l'avait été, les conséquences auraient été désastreuses pour l'expédition.

SUR LA CÔTE NORD-EST de l'île Hayes, presque au centre de l'archipel, s'éparpillent les ruines d'un vieil avant-poste météorologique. C'est la station Krenkel, très active à l'ère soviétique. Créée en 1957, elle se développa jusqu'à englober plusieurs hautes antennes fixées à des haubans, une rampe de lancement pour petites fusées de recherche, une mini-voie ferrée pour les vivres et le matériel, ainsi que des dizaines de bâtiments. À l'apogée de la station, 200 personnes y vivaient et travaillaient. Elles sont douze aujourd'hui. Et deux chiens, qui nous accueillent sur la plage avec curiosité, Romanenko, Garankina, Fay et moi. Notre présence a été signalée au chef de la base, lequel nous laisse déambuler librement sur son petit royaume d'épaves.

Romanenko évoque la croissance de la station, entre 1967 et 1987. Sur une autre île, une base aérienne abritait des bombardiers soviétiques à grand rayon d'action qui, toujours en alerte, ne cessaient de décoller et de survoler l'Arctique – à l'instar des bombardiers américains. Mais l'ambition de la station Krenkel était scientifique, voire modestement internationaliste. Un accord de collaboration avait été signé avec des météorologues français. Puis, au début des années 1990, l'Union soviétique s'effondra. Pour ne rien arranger, en 2001, un incendie dévasta la station. Le personnel fut évacué, mais jamais remplacé. Il embarqua pour le continent à bord de bateaux et d'hélicoptères, abandonnant les petites maisons, la salle de loisirs avec ses deux pianos, sa table de billard et sa bibliothèque. « C'est la fin de l'Empire », dit Romanenko – en français –, sans s'embarrasser d'un imparfait. La fin d'un empire : il est assez âgé pour s'en souvenir.

Plus d'un empire a chuté depuis qu'une expédition austro-hongroise a débarqué sur ces îles, en 1873. Plus d'un drapeau fut hissé, qui ne claque plus au vent. Plus d'une promesse géologique a été déçue – par exemple l'existence d'un continent arctique. Le pôle Nord est réel, c'est un point déterminable, sinon visible, mais les premiers explorateurs qui passèrent par cet archipel avec leurs chiens de traîneau et leurs navires capables d'avancer à travers la glace n'ont pas réussi à le trouver. L'archipel François-Joseph était une étape sur la glorieuse route polaire menant à la frustration et à la désillusion.

Krenkel fait partie de cet archipel, et ces terres relèvent de la compétence du parc national de l'Arctique russe (sans bénéficier de la même protection). C'est pourquoi les autorités du parc ont lancé une opération de nettoyage de la station. Elles envisagent d'inclure le site dans un grand musée en plein air. Mais elles auront à prendre des décisions délicates sur la limite entre réhabilitation et préservation. Quand un lieu devient une décharge de l'Histoire, qu'est-ce qui est Histoire et qu'est-ce qui est décharge ?

LES DÉCISIONS QUE MOSCOU PRENDRA sur un éventuel regain d'activités militaires dans l'Arctique seront plus délicates encore, et bien plus lourdes de conséquences. Au début de novembre 2013, deux mois après la fin de notre périple, le ministre russe de la Défense, Sergueï Choïgou, a notifié le déploiement d'une escadre de vaisseaux de guerre brise-glaces pour protéger les nouvelles routes maritimes transarctiques, ainsi que les gisements potentiels de pétrole et de gaz. L'Arctique abrite 95 % des réserves de gaz naturel et 60 % des réserves de pétrole russes, selon l'agence de presse Novosti (chiffres de 2011). L'essentiel de ces gisements se situent en mers de Barents et de Kara. *(suite page 134)*

MANGE-TOUT Sur la banquise, les ours mangent surtout des phoques et, à terre, des oiseaux et des œufs. Celui-ci a brouté des jours durant près du rocher Rubini… puis a mâché un appareil photo automatique.

(suite de la page 131) La répartition des gisements découverts et le réchauffement climatique poussent la Russie à regarder plus loin au nord. Choïgou a aussi annoncé la réouverture de la base aérienne sur l'archipel François-Joseph.

Si elle se concrétise, cette poussée de fièvre possessive sera-t-elle compatible avec la protection des écosystèmes arctiques ? Enric Sala, qui est un tranquille optimiste, veut le croire. Après tout, Vladimir Poutine est réputé pour ses sympathies écologistes – mais qui peut être sûr de quoi que ce soit avec Poutine ? Sala espère que l'archipel François-Joseph bénéficiera bientôt d'une protection totale en tant que parc national et se dit convaincu qu'une présence militaire renforcée permettra de l'« appliquer effectivement ».

LA QUESTION DE LA GLACE, qui sous-tend ces problèmes, ne trouvera pas de réponse avec une seule expédition. On peut prendre des mesures et des photos, comparer la couverture glaciaire d'aujourd'hui et celle d'hier, la cause et l'effet n'en restent pas moins une affaire vaste et complexe. Les scientifiques de notre expédition se sont livrés à ce que font toujours de bons scientifiques de terrain : ils ont accumulé des observations quantitatives sur des détails.

Plongeant encore et encore dans les eaux glaciales, Alan Friedlander a identifié seize espèces de poissons arctiques en zone peu profonde, et il commence à s'interroger sur la raison d'une aussi faible diversité. Kike Ballesteros a aussi passé ses journées engoncé dans une combinaison thermique, doigts gourds et pommettes rouges, réalisant un inventaire détaillé et une estimation de la biomasse des algues marines – une première dans ce domaine. Daria Martynova a cherché des échantillons de copépodes dans une colonne d'eau et évalué la pénétration de *Calanus finmarchicus*, l'espèce nord-atlantique, dans le royaume arctique de *Calanus glacialis*.

À terre, Maria Gavrilo et son équipe ont recensé mouettes blanches et tridactyles, guillemots de Brünnich, mergules nains, eiders à duvet et goélands bourgmestres ; ils ont mesuré, pesé, bagué et posé des géolocalisateurs. Forest Rohwer et son élève Steven Quistad ont capturé des virus par milliards dans des substances hospitalières comme la vase des plages et le guano ; ils en tireront des informations en séquençant leur ADN dans leur laboratoire, aux États-Unis. Mike Fay a collecté et identifié plus de trente espèces de plantes à fleurs.

Tous ces efforts, toutes les recherches menées au cours de cette expédition et les observations recueillies permettront de répondre à de petites questions au sein de la grande : la communauté

Le poussin de mergule que je tenais venait d'éclore. C'était une boule de duvet noir de la taille d'une prune, avec un bec au milieu.

planctonique est-elle en train de changer ? Les mouettes tridactyles et les guillemots de Brünnich se reproduisent-ils autant que jadis ? La faune du plancher océanique ou la faune terrestre sont-elles affectées par les changements de température ? Les ours blancs se concentrent-ils davantage sur ces îles, où ils sont pris au piège maintenant que la banquise disparaît de l'archipel François-Joseph pendant l'été ? Les changements planctoniques ont-ils un effet sensible sur la population des mergules nains ? Dans l'écologie, tout est interconnecté.

QUANT À MOI, JE GARDE LE SOUVENIR durable d'un épisode qui s'est déroulé au début de notre périple, sur l'île Hooker, où je me trouvais avec David Grémillet et Jérôme Fort. Nous avions passé un long après-midi près de leurs tapis de nœuds avec un résultat modeste. Ils n'avaient attrapé et traité que trois mergules

SOUS BONNE GARDE **Ce garde russe de l'expédition conserve son arme même au sein des ruines de la station Krenkel. En 2011, un ours y a tué un résident.**

nains. À cette vitesse, il leur faudrait changer de tactique ou de site. Alors que Fort et moi rassemblions le matériel, Grémillet a aperçu un mergule adulte caché entre les rochers, là où ils font leurs nids, et l'a attrapé. Puis il a découvert un poussin et l'a capturé aussi. Il s'est alors tourné vers nous, un oiseau dans chaque main.

Il faut deux mains pour mesurer et baguer un oiseau, et quatre pour prendre un échantillon de sang. Après une journée trop tranquille, les deux chercheurs étaient soudain très occupés. David Grémillet m'a tendu le poussin. En le recueillant dans mes deux mains en coupe pour le protéger du vent, je me suis senti privilégié. Les mergules nains vivent longtemps, jusqu'à vingt ans, mais ils se reproduisent lentement, au rythme d'un poussin par an. La période entre l'éclosion et les premières plumes, époque où les jeunes sont les plus vulnérables, dure environ vingt-cinq jours. Le poussin que je tenais venait d'éclore. C'était une boule de duvet noir de la taille d'une prune, avec un bec au milieu. Une petite chose confiante et impuissante. Peu après, je l'ai tendu avec précaution à Grémillet, qui l'a reposé dans son nid.

Tout en me rappelant ce moment, je me demande où se trouve cet oiseau. A-t-il survécu à ses vingt-cinq jours dans les rochers ? Ayant grandi, s'est-il envolé pour trouver une aire d'hivernage loin de l'archipel François-Joseph, tel un exemple vivant de l'intrépidité et de la résistance des mergules nains ? □

Rubrique réalisée par Marie-Amélie Carpio et Céline Lison

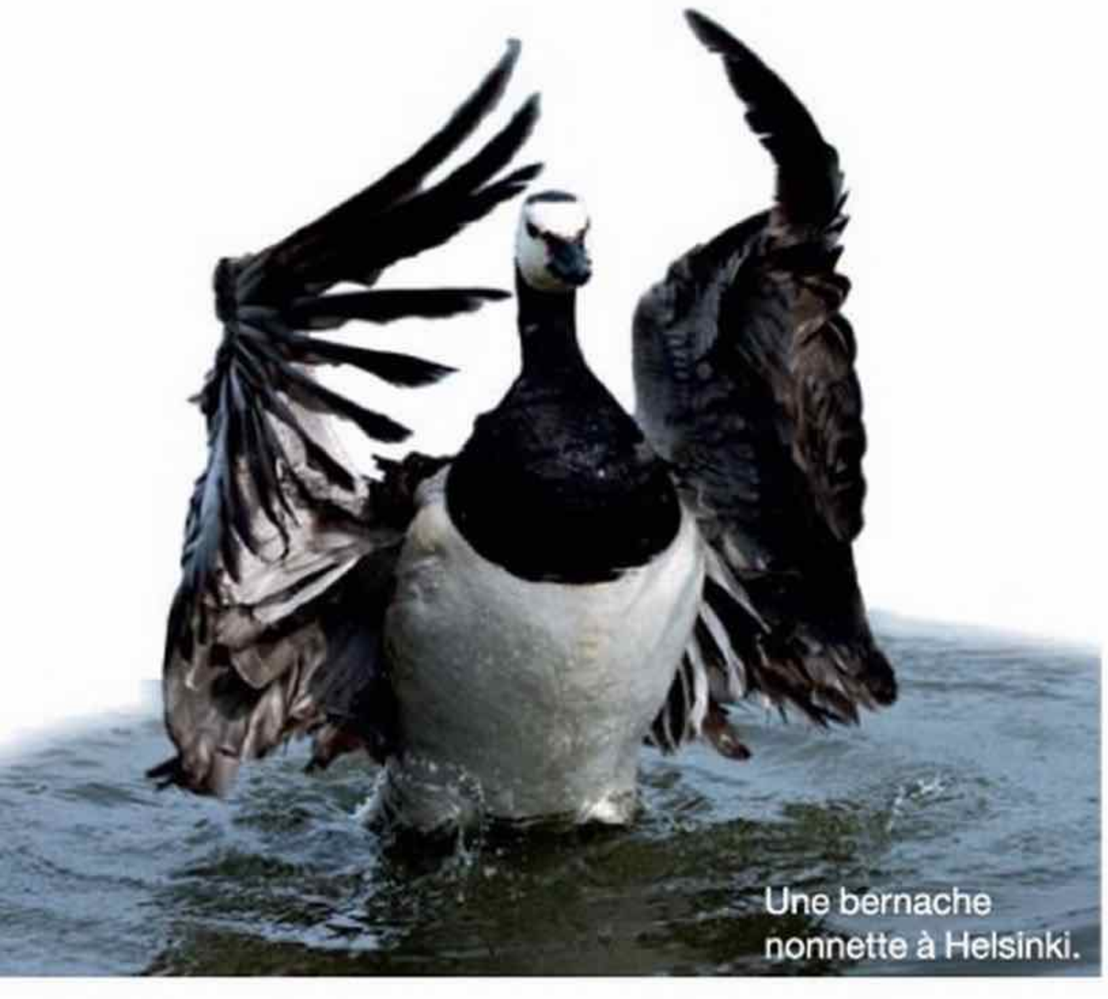
L'Univers compte des milliards de galaxies. Celle du Tourbillon est voisine de la nôtre : moins de 30 millions d'années-lumière les séparent.

La machine à remonter le temps

Il peut entrevoir les limites de l'Univers observable : des galaxies situées à 13 milliards d'années-lumière. Autrement dit, il remonte le temps. Car la lumière des objets qu'il scrute a été émise il y a 13 milliards d'années ! Planté dans le désert d'Atacama (Chili), le Very Large Telescope (VLT) ne saurait mieux porter son nom. Ce télescope optique figure parmi les plus puissants du monde. Il permet d'observer des objets quatre milliards de fois moins lumineux que ceux perceptibles à l'œil nu.

L'instrument peut ainsi voir les myriades de galaxies s'étendant au-delà de notre Voie lactée – à 2,5 millions d'années-lumière pour celle d'Andromède, la grosse galaxie la plus proche. Un vertigineux voyage dans le temps, grâce auquel les astronomes espèrent mieux saisir les origines et l'histoire du cosmos.

À DÉCOUVRIR DANS le documentaire *Hidden Universe,* de Russell Scott, projeté à la Géode, à Paris, à partir du 15 octobre.



Une bernache nonnette à Helsinki.

L'oiseau du Carême

Au Moyen Âge, les observateurs de la nature avaient parfois du mal à classifier les animaux. Deux palmipèdes, la bernache nonnette et la bernache cravant, ont un temps été prises pour… des espèces aquatiques. La forme de leur tête ressemblait à celle des anatifes, des crustacés. En outre, nul n'avait vu les œufs ou le nid de ces oiseaux de l'extrême nord de l'Europe. Cette erreur a eu son utilité : assimilé à un poisson, le volatile restait autorisé dans les assiettes pendant le Carême. C'est un dominicain, Albert le Grand, qui fut le premier à mettre bon ordre dans la classification des bernaches, au XIII^e^ siècle.

LU DANS *Histoire de l'ornithologie,* de Valérie Chansigaud, éditions Delachaux et Niestlé. En librairie le 16 octobre.

EN HAUT : *HIDDEN UNIVERSE ;* EN BAS : LUDOVIC PÉRON

Le chocolat cru procure les mêmes bénéfices que le chocolat traditionnel (photo), mais en plus concentré.

Des vertus du chocolat cru

Le chocolat cru est LA nouvelle tendance. Les tablettes classiques sont issues de fèves torréfiées, chauffées jusqu'à 150 °C. Pour le chocolat dit «cru», la température ne dépasse pas 46 °C, contribuant à préserver les nutriments du cacao. Mieux : ses vertus tonifiantes et antioxydantes s'accentuent lorsqu'on le marie avec des plantes. De nouvelles recettes empruntent aux médecines ancestrales, et remplacent le cacao par du chocolat cru. Son association avec la spiruline, une algue riche en protéines et en sels minéraux, s'inspire des Mayas et des Aztèques, tandis que son mélange avec la physalis, une baie aux propriétés antioxydantes, vient des cuisiniers incas.

À DÉCOUVRIR le 31 octobre à la conférence «Chocolat et plantes médicinales : usages d'hier pour superaliments d'aujourd'hui et de demain», par Christiane Tixier et Laurence Alemanno, au Salon du chocolat, porte de Versailles, à Paris (du 29 octobre au 2 novembre).

Requins fichés

Confondre un requin-baleine avec un autre ? Impossible pour les scientifiques. Ce poisson – le plus grand du monde avec ses 18 m – se distingue en effet par la répartition des traits et des taches parsemant sa robe gris-bleu. Des motifs uniques et potentiellement reconnaissables. Pour en analyser les combinaisons complexes, les photos des requins-baleines sont traitées par un logiciel similaire à celui dont la Nasa se sert pour cartographier les constellations.

LU DANS *Rencontres sous-marines,* de Fred Buyle et Alexandrine Civard-Racinais, éditions Glénat. En librairie le 8 octobre.

C'est votre photo !

L'auteur de notre photo du mois, Réhahn, a une prédilection pour les portraits. Lors d'un séjour au Rajasthan, en Inde, il a été frappé par cette petite fille, croisée dans les rues de Jaipur. «Arzu a 10 ans. Elle fait des tours de magie dans les rues depuis quatre ans, tous les jours du matin au soir. Elle gagne environ 130 dollars par mois en haute saison. Cet argent lui permet d'aider sa famille, en particulier ses deux jeunes frères. Quand je lui ai demandé quel était son rêve, elle m'a répondu que c'était d'aller à l'école.» De ses pérégrinations en Inde, Réhahn a tiré un livre autoédité, à paraître ce mois-ci, *Portraits du Rajasthan*.

EN HAUT : SALON DU CHOCOLAT ; FRED BUYLE, *RENCONTRES SOUS-MARINES*, GLÉNAT ; EN BAS : RÉHAHN

Le bébé et les statistiques

À peine sorti du ventre de sa mère, le petit humain est déjà capable d'élaborer des probabilités ! Des expériences récentes viennent de mettre en avant les capacités d'abstraction de bébés âgés de quelques mois – en particulier leurs aptitudes en matière de calcul statistique. Placés devant une urne contenant plusieurs objets bleus et un seul objet jaune, ils manifestent leur surprise quand ce dernier en est extrait. L'étonnement joue également dans l'autre sens. Devant une boîte dont ils ignorent le contenu mais dont surgissent des objets bleus, l'apparition soudaine d'un objet jaune laisse les bébés tout aussi interdits. Deux réactions qui montrent que, très tôt, leur cerveau est capable de prendre en compte des probabilités.

À DÉCOUVRIR DANS l'exposition «C3RV34U, l'expo neuroludique», à la Cité des sciences et de l'industrie (Paris).

La soif de l'or

Une ruée vers l'or version brésilienne : dans les années 1980, 50 000 personnes – ouvriers, intellectuels et paysans – s'arment de pioches et prennent le chemin de la mine de Serra Pelada, dans le nord du pays. Cette fosse à ciel ouvert de la taille d'un stade de football plonge à 70 m de profondeur. Fermée en 1992, la mine a rouvert en 2013, mais avec une exploitation mécanisée.

À DÉCOUVRIR DANS le documentaire *Le Sel de la terre*, de Wim Wenders et Juliano Ribeiro Salgado. En salles le 15 octobre.

La mine de Serra Pelada était placée sous haute surveillance. Les mineurs et la police militaire s'y affrontaient souvent.

EN HAUT : ROBERT CLARK, NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE ; CI-DESSUS : SEBASTIÃO SALGADO

4 300 heures

Présentation du chaland *Arles Rhône 3* au Musée départemental Arles antique.

C'est le temps de plongée cumulé, étalé sur seulement six mois, qui a été nécessaire pour fouiller et renflouer un chaland gallo-romain retrouvé dans le Rhône, à Arles. Remonter à la surface cette barge vieille de 2 000 ans, la mieux préservée de l'Antiquité, a constitué un tour de force. La fragilité de l'épave et ses 31 m de longueur, mais aussi le courant et l'opacité des eaux du fleuve rendaient les opérations périlleuses. Des scaphandriers spécialisés ont prêté main-forte aux archéologues-plongeurs. Pour relever le défi, une solution inédite a été retenue : la découpe du bateau à la scie, en dix tronçons.

VU DANS **Le DVD *Du fleuve au musée, l'étonnant destin d'une épave gallo-romaine,* de Stéphane Bégoin. Collection « Des racines et des ailes », Francetv distribution.**

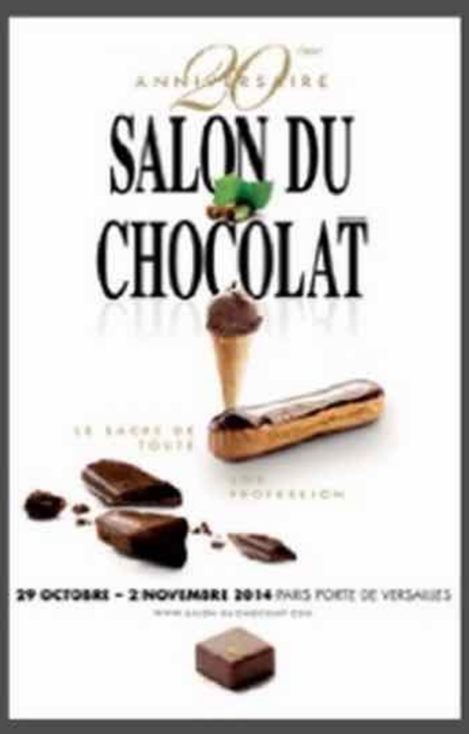
1 % **C'est la portion de territoire habité en Australie.**
Citadins à 90 %, les 23 millions d'Australiens se concentrent sur cette part infime, située pour l'essentiel sur les rivages de l'île. Si le développement industriel, l'exploitation forestière et minière n'ont pas épargné les écosystèmes du pays, les immensités sauvages abondent en parcs nationaux et autres réserves naturelles.

LU DANS ***Australie, l'île-continent,* de Olivier Grunewald et Bernadette Gilbertas, éditions de La Martinière.**

255 CADEAUX
POUR NOS ABONNÉS

100 places pour le film *Hidden Universe,* à la Géode, sont à gagner au 0826 963 964 à partir du 7 octobre 2014, à 9 heures (0,15 €/min). Les gagnants seront les premiers à appeler. Offre limitée à 2 places par foyer.

40 places pour le 20e Salon du chocolat (www.salon-du-chocolat.com) sont à gagner au 0826 963 964 à partir du 7 octobre 2014, à 9 heures (0,15 €/min). Les gagnants seront les premiers à appeler. Offre limitée à 2 invitations par foyer.



100 places pour l'exposition « C3RV34U, l'expo neuroludique », à la Cité des sciences et de l'industrie, sont à gagner au 0826 963 964 à partir du 8 octobre 2014, à 9 heures (0,15 €/min). Les gagnants seront les premiers à appeler. Offre limitée à 2 places par foyer.

15 DVD de l'émission « Du fleuve au musée, l'étonnant destin d'une épave gallo-romaine » sont à gagner au 0826 963 964 à partir du 8 octobre 2014, à 9 heures (0,15 €/min). Les gagnants seront les premiers à appeler. Offre limitée à 1 DVD par foyer.

EN HAUT : RÉMI BÉNALI

prismaSHOP le kiosque officiel de NATIONAL GEOGRAPHIC

Abonnez-vous en ligne sur
www.prismashop.nationalgeographic.fr

Bénéficiez de
10%
DE RÉDUCTION SUPPLÉMENTAIRE
avec le code promo
NGEAP

NOUVEAU
Disponible en version numérique !

Abonnez-vous sur votre smartphone !

1 Téléchargez votre application de lecture Flashcode
2 Scannez le code ci-contre
3 Choisissez votre offre et validez votre abonnement !

Le zoom

Rubrique réalisée par l'archiviste Bill Bonner

1959. Y a quelqu'un ?

Un chargé du recensement armé d'un mégaphone interpelle les occupants du phare de Deer Island, dans le port de Boston (Massachusetts). A-t-il été entendu ? Eh bien, oui : si on zoome sur le cliché, on distingue un homme avec une casquette, près de la balustrade, qui tient aussi un mégaphone. Cette photo a vraisemblablement été achetée (sans être jamais publiée) pour notre article de novembre 1959 sur le recensement aux États-Unis. « Une armée de 160 000 personnes se prépare à comptabiliser les têtes dans tout le pays, écrivaient les journalistes Albert W. Atwood et Lonnelle Aikman. Pour satisfaire une nation curieuse d'elle-même, des enquêteurs itinérants vont arpenter les routes de campagne, braver les ruelles sombres, chevaucher des mules, ramer sur des barques et bourlinguer en jeep ou en autoneige. » Les mégaphones étaient en option. — *Margaret G. Zackowitz*

PHOTO : UPI/NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE

Sur la piste du nabab

Au début du XIXe siècle, l'homme le plus riche des États-Unis est un immigré français. Son nom : Stephen Girard. Philadelphie, sa ville d'adoption, porte encore sa marque.

Par **VIVIANE THIVENT**
Photographies de **TEDDY SEGUIN**

Trente minutes déjà que je cherche l'horizon des yeux. En vain. Même en ruine, cette prison n'a que des murs froids à offrir au regard. Dans un recoin, j'aperçois une ombre. Un jeune homme barbu, en robe noire et talons aiguilles, m'ouvre les bras : « *I am Edith Piaf, the voice of Paris !* » À côté de lui, une beauté blonde s'étire en costume de Napoléon pendant qu'une femme tour Eiffel ouvre la porte à Marie-Antoinette, suivie d'un soldat de la Révolution américaine et d'une patineuse en jupette rose.

Je suis à l'Eastern State Penitentiary de Philadelphie, un 12 juillet, jour du très officieux Bastille Day. Une célébration de la prise de la Bastille qui tient plus du spectacle décalé que de la reconstitution historique. « Le mois de juillet a toujours été creux question clientèle, avoue Terry Berch McNally, alias Marie-Antoinette, patronne d'un restaurant voisin. Aussi, pour doper les ventes, j'ai créé cet événement il y a vingt et un ans. » Ce qui n'était au début qu'une plaisanterie où quelques originaux déguisés brandissaient des baguettes sur un parking s'est transformé en une énorme fête populaire rendant hommage aux icônes de la culture et de l'histoire hexagonales. Dans un décor 100 % *frenchy*, des pastèques et des poupées gonflables sont tranchées à la guillotine pendant que Jeanne d'Arc, Édith Piaf ou Napoléon donnent de la voix sur scène, façon cabaret.

C'est ici que j'avais pensé commencer mon enquête sur Étienne – Stephen en anglais – Girard, un Français né à Bordeaux en 1750 et connu pour être le quatrième homme le plus riche de l'histoire des États-Unis. « Connu » semble cependant être un bien grand mot au vu des mornes réponses glanées

français de Philadelphie

Legs du magnat à Philadelphie, le Girard College éduquait à l'origine des orphelins blancs. Il s'ouvrit aux Noirs en 1968 et aux femmes en 1984 – ce qu'illustre la statue ci-dessus. Inspiré du Parthénon, l'édifice principal fut au XIX^e^ siècle la deuxième construction la plus coûteuse des États-Unis, après le Capitole.

au pénitencier. « Girard ? Jamais entendu parler. » « C'est le nom d'une avenue, non ? » Les gens du coin ne semblent pas vraiment portés sur l'Histoire.

« Girard… comme le Girard College ? » Enfin une interlocutrice avertie ! Elle s'empare de ma carte et pointe un rectangle posé de travers sur le si parfait damier formé par Philadelphie, première ville américaine planifiée, au XVII^e siècle. Le bâtiment se situe à dix minutes de marche, plus au nord.

Philadelphie est une ville francophile. Rittenhouse Square (ci-dessus), conçu à la manière du parc Monceau, à Paris, en témoigne. Tout comme le Bastille Day, célébration délirante de la prise de la Bastille, organisée chaque année dans une prison désaffectée, redécorée pour l'occasion de divers symboles français.

AU MILIEU DE MAISONS en briques rouges, le Girard College est un choc visuel. Dans un écrin de verdure bien gardé se dresse un colossal temple grec. Elizabeth Laurent vient à ma rencontre. Elle est conservatrice d'un musée consacré à Stephen Girard, situé au dernier étage de l'édifice.

« À sa mort, en 1831, Girard a laissé toute sa fortune à la ville de Philadelphie, ainsi qu'une liste de volontés, explique-t-elle. L'une d'entre elles était d'ériger, ici même, une école où tous les garçons blancs, orphelins de père, pourraient avoir accès à une éducation concrète, gratuite et non religieuse. » Une volonté réajustée depuis puisque les pensionnaires actuels du Girard College sont en majorité des filles afro-américaines.

La conservatrice pousse une porte surdimensionnée et pénètre dans le temple, le Founder's Hall. À l'intérieur repose la dépouille de Stephen Girard. Aux murs figurent des représentations de celui-ci en armateur, en banquier, en fermier ou en philanthrope. Étrangement, il a toujours le même âge. « Comme Girard avait une difformité à l'œil droit, il a toujours refusé qu'on le représente de son vivant. On ne lui connaît qu'un portrait réaliste, effectué de mémoire par un peintre qui l'avait croisé quelques mois avant sa mort. » Toutes les représentations du personnage ne sont que des copies de cette toile initiale. Ainsi est-il passé à la postérité sous la forme d'un éternel vieillard.

Une injustice puisque l'homme a réussi très jeune. Fils d'un négociant, le Bordelais prend la mer à 14 ans et devient capitaine de son propre navire à 23 ans. Pris dans la révolution américaine, il se retrouve bloqué à Philadelphie en 1776 et décide de s'y installer, puis de prendre la nationalité américaine deux ans plus tard. À l'époque, la ville est *the place to be* : elle accueille la rédaction et la signature de la déclaration d'indépendance américaine, le 4 juillet 1776, obtenue avec le soutien énergique de la France.

La francophilie de la cité est aussi alimentée par l'afflux postérieur de réfugiés français drainés par la révolution de 1789 et par celle de 1802, en Haïti. Jusqu'à 10 % des

CARTES DU NGM/FRANCE

Au sommet de la tour du City Hall (ci-contre), inspiré du Louvre, trône une statue de William Penn, le fondateur de Philadelphie. La prospérité de la ville, que traverse le fleuve Delaware (ci-dessus), doit beaucoup au commerce maritime. C'est aussi grâce à celui-ci que Girard a bâti sa fortune.

Philadelphiens parlent alors la langue de Molière. De ces liens historiques entre les deux pays subsistent aussi des vestiges architecturaux. Le City Hall, la mairie, inauguré en 1901, évoque le Louvre. Le centre-ville compte des immeubles haussmanniens, d'une douzaine d'étages plus hauts que leurs aînés parisiens. Rittenhouse Square a, quant à lui, de faux-airs de Montmartre avec ses peintres, ses musiciens et ses brasseries.

LA PREMIÈRE DEMEURE DE GIRARD se situait au bord du fleuve Delaware, mais il n'en reste aucune trace. Dans les environs, je tombe sur un spectaculaire quatre-mâts de 1904. Un rappel du fructueux passé d'armateur de Stephen Girard, mais aussi de la nouvelle vocation maritime de Philadelphie, une ville hier industrielle qui renaît aujourd'hui grâce à son port de marchandises.

Deux siècles plus tôt, c'est déjà grâce à la mer et au négoce avec les Antilles et la Chine que Girard s'enrichit. « Il calculait tout, m'avait précisé Elizabeth Laurent. Le plus petit détail comptait… ça, c'était Girard. » Un travailleur acharné, doué pour les affaires, économe et parfois héroïque. En 1793, lors de la grande épidémie de fièvre jaune qui tua 5 000 habitants sur 45 000, il est l'un des rares notables à rester à Philadelphie, tandis que 17 000 résidents préfèrent fuir, dont le président George Washington. Il gère alors un hôpital et apporte lui-même des soins aux malades.

Ironie du sort, Stephen Girard accroît encore sa fortune grâce à cet épisode. Lorsqu'il fonde en 1812 la Girard's Bank, les Philadelphiens ont confiance en lui et n'hésitent pas à y placer leurs économies. Très patriote, le magnat contribue à financer la seconde guerre d'indépendance américaine, qui oppose à nouveau la récente nation à l'Angleterre entre 1812 et 1815. Il aide même James Monroe, le cinquième président des États-Unis, à payer ses dettes – non sans lui réclamer des intérêts.

Il se lance aussi dans la culture maraîchère, avec l'acquisition, en 1797, d'une ferme au sud de Philadelphie – à proximité de l'actuelle station de métro Oregon. Sur place, des habitants du quartier me conduisent vers le bâtiment en question. Il est intact, vide et agrémenté d'une statue du grand homme. « Girard venait très souvent ici, assure la pétulante Ann Christinzio. Non pour profiter de l'air de la campagne, mais pour cultiver la terre, surveiller ses employés et vendre le fruit de son labeur. » On ne se refait pas.

Légués à Philadelphie, les 200 ha de champs ont été transformés entre 1906 et 1916 en une banlieue idéale, la première du genre : plus de 400 maisons mitoyennes, toutes pareilles, pourvues de l'eau chaude et de l'électricité. D'abord louées aux classes moyennes pour financer le Girard College, elles ont été revendues à des particuliers dans les années 1950 et maintenues telles quelles jusqu'à aujourd'hui, devenant une part imprévue de l'héritage de Stephen Girard. □

Pourquoi y aller ? Parce qu'il s'agit du berceau historique des États-Unis ; que le centre-ville, assez petit, peut se découvrir à pied ; qu'il fourmille d'événements culturels, de bars-clubs de jazz, d'arts de la rue et de musées stupéfiants (ne ratez pas les concerts de l'Art After 5, tous les vendredis soir, au musée des Beaux-Arts). Le site de l'office du tourisme de Philadelphie regorge d'informations utiles : www.discoverphl.fr
Quand partir ? En été, le climat est chaud et très humide, et les hivers sont rudes. Les intersaisons sont plus douces.
Où séjourner ? À l'hôtel Monaco, dans le quartier historique, ou à l'hôtel Palomar, dans le quartier français.

ENVIES

ACTUALITÉS COMMERCIALES

FORD ECOSPORT

Une personnalité affirmée, des technologies innovantes, c'est avec cette combinaison gagnante que Ford agrandit sa famille de SUV. Le Ford EcoSport, nouveau crossover compact, est aussi innovant qu'astucieux. Il propose notamment le système Ford SYNC avec AppLink qui vous permet de vous connecter à vos applications préférées et de les commander au seul son de votre voix. De plus, performance et économie sont désormais possible grâce au moteur 1.0 EcoBoost, été élu «Moteur International de l'Année» pour la troisième année consécutive. Bien plus qu'une voiture, vous trouverez en ce SUV compact, le partenaire de toutes vos aventures !

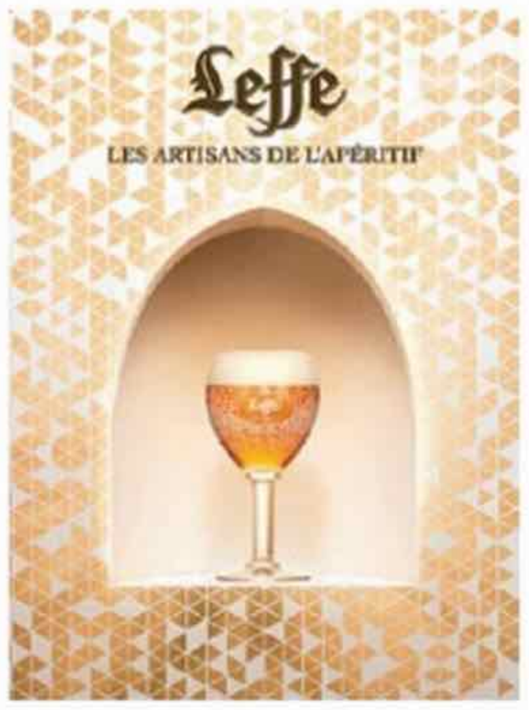
www.ford.fr

GLACIER EXPRESS, L'EXPRESS LE PLUS LENT DU MONDE

Un voyage qui met tous les sens en éveil : de St-Moritz à Zermatt ou inversement en sept heures et demie. Il existe certes des moyens plus rapides de se déplacer, mais aucun d'entre eux n'est cependant aussi beau que le Glacier Express qui traverse 91 tunnels et 291 ponts. Eté comme hiver, ses voitures panoramiques vous offrent une vue imprenable sur la nature environnante, que ce soit vers le bas, en contemplant les gorges du Rhin d'une profondeur de 400 m, ou vers le haut en franchissant le col de l'Oberalp à 2.033 m d'altitude ou en admirant le Cervin. Sans parler des falaises vertigineuses, des lacs de montagne ou des villages authentiques, tous plus magnifiques les uns que les autres. Une visite virtuelle vous invite à découvrir l'incroyable parcours du Glacier Express. Qu'attendez-vous donc pour monter à bord ?

www.suisse.com/glacierexpress

LA RENCONTRE ENTRE LES ARTISANS DE L'APERITIF ET L'ARTISTE CHARLES KAISIN



Les Artisans de l'Apéritif, nouvelle campagne de communication de la marque, c'est l'histoire de rencontres entre le maître brasseur de LEFFE, Charles Nouwen, et de nombreux artisans, notamment maîtres fromagers ou charcutiers. Pour aller toujours plus loin dans la recherche de l'excellence, LEFFE a cette fois rencontré Charles Kaisin, célèbre designer, afin de lui confier, le temps d'une série limitée, un nouveau design de son verre Calice. Edition limitée, à 10 000 exemplaires, les amateurs de LEFFE peuvent retrouver le nouveau verre calice en exclusivité sur le site *www.leffervescence.com*

L'abus d'alcool est dangereux pour la santé. À consommer avec modération.

NOKIA LUMIA 930

Le Nokia Lumia 930 est un smartphone haut de gamme qui intègre toutes les dernières innovations technologiques de Microsoft et les expériences Lumia pour offrir le nec plus ultra. Dans un design raffiné, avec un contour métallique en aluminium et un dos en polycarbonate avec de nouvelles couleurs vives, le Lumia 930 est un smartphone complet : un appareil photo et vidéo de haute qualité, un GPS avec des cartes de 190 pays, un bureau mobile avec Office, une plateforme d'échange et de stockage, votre carnet d'adresses intégrant de multiples réseaux sociaux, etc… avec un rapport qualité prix très attractif dans le segment des smartphones haut de gamme.

www.microsoft.com

LE SALON DES MONTRES

Avancé d'un mois par rapport aux éditions précédentes, le Salon «Les Montres» donne rendez-vous aux passionnées de belles mécaniques horlogères les 9, 10 et 11 octobre, place Saint-Germain-des-Prés à Paris. Orchestré par Arnaud et Jean Lassaussois, propriétaires des boutiques Les Montres, cette 11èmeédition réunit 15 marques parmi les plus prestigieuses de l'Horlogerie mondiale haut de gamme. Gratuit et ouvert à tous, cet événement invite à voyager au cœur du savoir-faire horloger, dévoile les dernières nouveautés des marques et offre l'opportunité d'acquérir sur place les montres présentées. Une immersion d'exception dans les arcanes de la belle horlogerie !

www.boutiquelesmontres.com

Inspirer le désir de protéger la planète

NATIONAL GEOGRAPHIC FRANCE

National Geographic Society est enregistrée à Washington, D.C. comme organisation scientifique et éducative à but non lucratif dont la vocation est «d'augmenter et de diffuser les connaissances géographiques».

NATIONAL GEOGRAPHIC FRANCE

13, rue Henri-Barbusse - 92624 Gennevilliers Cedex
Standard : 01 73 05 60 96

RÉDACTEUR EN CHEF JEAN-PIERRE VRIGNAUD
RÉDACTRICE EN CHEF ADJOINTE Catherine Ritchie
CHEF DE STUDIO Christian Levesque
REPORTER Céline Lison
SECRÉTAIRE DE RÉDACTION Fabien Maréchal
CARTOGRAPHE Emmanuel Vire
ASSISTANTE DE LA RÉDACTION Nadège Lucas

CONSULTANTS SCIENTIFIQUES
Philippe Bouchet, *systématique*
Jean Chaline, *paléontologie*
Françoise Claro, *zoologie*
Bernard Dézert, *géographie*
Jean-Yves Empereur, *archéologie*
Jean-Claude Gall, *géologie*
Jean Guilaine, *préhistoire*
André Langaney, *anthropologie*
Pierre Lasserre, *océanographie*
Hervé Le Guyader, *biologie*
Hervé Le Treut, *climatologie*
Anny-Chantal Levasseur-Regourd, *astronomie*
Jean Malaurie, *ethnologie*
François Ramade, *écologie*
Alain Zivie, *égyptologie*

ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO :
Emanuela Ascoli, Philippe Babo, Béatrice Bocard, Philippe Bonnet, Jean-François Chaix, Sonia Constantin, Bernard Cucchi, Sylvie Porté, Sophie Hervier, Hélène Inayetian, Marie-Pascale Lescot, Hugues Piolet, Hélène Verger

Licence de la NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY
Magazine mensuel édité par : **NG France**
Siège social : 13, rue Henri-Barbusse, 92624 Gennevilliers Cedex
Société en Nom Collectif au capital de 5 892 154,52 €
Ses principaux associés sont : PRISMA MÉDIA et VIVIA

MARTIN TRAUTMANN, **DIRECTEUR DE LA PUBLICATION**
MARTIN TRAUTMANN, PIERRE RIANDET, **GÉRANTS**
13, rue Henri-Barbusse, 92624 Gennevilliers Cedex
Tél. : 01 73 05 60 96

FABRICE ROLLET, **DIRECTEUR COMMERCIAL**
Éditions National Geographic
Tél. : 01 73 05 35 37

MARKETING Delphine Schapira, **Directrice Marketing**
Julie Le Floch, **Chef de groupe**
DIFFUSION
Serge Hayek, **Directeur Commercial Réseau** (01 73 05 64 71)
Bruno Recurt, **Directeur des ventes** (01 73 05 56 76)
Nathalie Lefebvre du Preÿ, **Directrice Marketing Client** (01 73 05 53 20)
Charles Jouvin, **Directeur Marketing Opérationnel** (01 73 05 53 28)

PUBLICITÉ
DIRECTEUR EXÉCUTIF PRISMA PUB :
Philipp Schmidt (01 73 05 51 88)
DIRECTRICE COMMERCIALE : Virginie Lubot (01 73 05 64 50)
DIRECTRICE COMMERCIALE (opérations spéciales) :
Géraldine Pangrazzi (01 73 05 47 49)
DIRECTEUR DE PUBLICITÉ :
Arnaud Maillard (01 73 05 49 81)
DIRECTRICES DE CLIENTÈLE :
Evelyne Allain Tholy (01 73 05 64 24); Karine Azoulay (01 73 05 69 80); Sabine Zimmermann (01 73 05 64 69)
DIRECTRICE DE PUBLICITÉ – SECTEUR AUTOMOBILE ET LUXE :
Dominique Bellanger (01 73 05 45 28)
Responsable Back Office : Céline Baude (01 73 05 64 67)
Responsable Exécution : Laurence Prêtre (01 73 05 64 94)
Assistante Commerciale : Corinne Prod'homme (01 73 05 64 50)

FABRICATION
Stéphane Roussiès, Maria Pastor
Imprimé en Pologne : RR Donnelley, ul. Obr. Modlina 11, 30-733 Kraków, Poland

Dépôt légal : octobre 2014.
Diffusion : Presstalis. ISSN 1297-1715.
Commission paritaire : 1214 K 79161.

SERVICE ABONNEMENTS
NATIONAL GEOGRAPHIC FRANCE ET DOM-TOM
62066 Arras Cedex 09. Tél. : 0 811 23 22 21
www.prismashop.nationalgeographic.fr

VENTE AU NUMÉRO ET CONSULTATION : Tél. : 0 811 23 22 21 (prix d'une communication locale)

Abonnement
France : 1 an - 12 numéros : 45 €
Belgique : 1 an - 12 numéros : 45 €
Suisse : 14 mois - 14 numéros : 79 CHF
(Suisse et Belgique : offre valable pour un premier abonnement)
Canada : 1 an - 12 numéros : 73 CAN$

PRESIDENT AND CEO Gary E. Knell
INSPIRE • ILLUMINATE • TEACH
SCIENCE AND EXPLORATION: Terry D. Garcia
MEDIA: Declan Moore
EDUCATION: Melina Gerosa Bellows
EXECUTIVE MANAGEMENT
LEGAL AND INTERNATIONAL PUBLISHING: Terry Adamson
CHIEF OF STAFF: Tara Bunch
COMMUNICATIONS: Betty Hudson
CONTENT: Chris Johns
NG STUDIOS: Brooke Runnette
TALENT AND DIVERSITY: Thomas A. Sabló
OPERATIONS: Tracie A. Winbigler
INTERNATIONAL PUBLISHING
SENIOR VICE PRESIDENT: Yulia Petrossian Boyle
VICE PRESIDENT OF STRATEGIC DEVELOPMENT: Ross Goldberg
VICE PRESIDENT OF INTERNATIONAL PUBLISHING AND BUSINESS DEVELOPMENT: Rachel Love
Cynthia Combs, Ariel Delaco-Lohr, Kelly Hoover, Diana Jaksic, Jennifer Liu, Rachelle Perez, Desiree Sullivan
COMMUNICATIONS
VICE PRESIDENT: Beth Foster
BOARD OF TRUSTEES
CHAIRMAN: John Fahey
Dawn L. Arnall, Wanda M. Austin, Michael R. Bonsignore, Jean N. Case, Alexandra Grosvenor Eller, Roger A. Enrico, Gilbert M. Grosvenor, William R. Harvey, Gary E. Knell, Maria E. Lagomasino, Nigel Morris, George Muñoz, Reg Murphy, Patrick F. Noonan, Peter H. Raven, Edward P. Roski, Jr., B. Francis Saul II, Ted Waitt, Tracy R. Wolstencroft
RESEARCH AND EXPLORATION COMMITTEE
CHAIRMAN: Peter H. Raven
VICE CHAIRMAN: John M. Francis
Paul A. Baker, Kamaljit S. Bawa, Colin A. Chapman, Keith Clarke, J. Emmett Duffy, Carol P. Harden, Kirk Johnson, Jonathan B. Losos, John O'Loughlin, Naomi E. Pierce, Jeremy A. Sabloff, Monica L. Smith, Thomas B. Smith, Wirt H. Wills
EXPLORERS-IN-RESIDENCE
Robert Ballard, Lee R. Berger, James Cameron, Sylvia Earle, J. Michael Fay, Beverly Joubert, Dereck Joubert, Louise Leakey, Meave Leakey, Enric Sala, Spencer Wells

Copyright © 2014 National Geographic Society
All rights reserved. National Geographic and Yellow Border: Registered Trademarks ® Marcas Registradas. National Geographic assumes no responsibility for unsolicited materials.

NATIONAL GEOGRAPHIC MAGAZINE

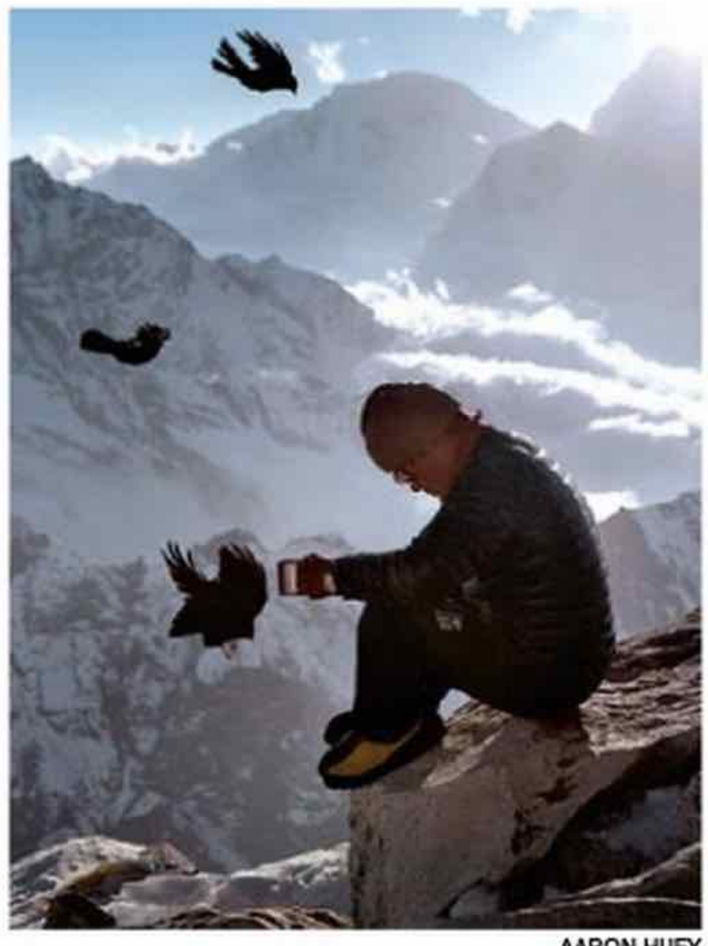
EDITOR IN CHIEF **Susan Goldberg**
CREATIVE DIRECTOR Bill Marr
EXECUTIVE EDITORS
Dennis R. Dimick *(Environment)*,
Keith Jenkins *(Digital)*
Jamie Shreeve *(Science)*
DIRECTOR OF PHOTOGRAPHY Sarah Leen
MANAGING EDITOR David Brindley

INTERNATIONAL EDITIONS
EDITORIAL DIRECTOR: Amy Kolczak.
DEPUTY EDITORIAL DIRECTOR: Darren Smith.
PHOTOGRAPHIC LIAISON: Laura L. Ford
PRODUCTION: Sharon Jacobs

EDITORS
ARABIC Alsaad Omar Almenhaly
AZERBAIJAN Seymur Teymurov
BRAZIL Angélica Santa Cruz
BULGARIA Krassimir Drumev
CHINA Bin Wang
CROATIA Hrvoje Prćić
CZECHIA Tomáš Tureček
ESTONIA Erkki Peetsalu
FARSI Babak Nikkhah Bahrami
FRANCE Jean-Pierre Vrignaud
GEORGIA Levan Butkhuzi
GERMANY Florian Gless
GREECE Christos Zerefos
HUNGARY Tamás Vitray
INDIA Niloufer Venkatraman
INDONESIA Didi Kaspi Kasim
ISRAEL Daphne Raz
ITALY Marco Cattaneo
JAPAN Shigeo Otsuka
KOREA Sun-ok Nam
LATIN AMERICA Fernanda González Vilchis
LATVIA Linda Liepiņa
LITHUANIA Frederikas Jansonas
MONGOLIA Delgerjargal Anbat
NETHERLANDS/BELGIUM Aart Aarsbergen
NORDIC COUNTRIES Karen Gunn
POLAND Martyna Wojciechowska
PORTUGAL Gonçalo Pereira
ROMANIA Cristian Lascu
RUSSIA Alexander Grek
SERBIA Igor Rill
SLOVENIA Marija Javornik
SPAIN Josep Cabello
TAIWAN Yungshih Lee
THAILAND Kowit Phadungruangkij
TURKEY Nesibe Bat
UKRAINE Olga Valchyshen

Le mois prochain

Novembre 2014



AARON HUEY

Sherpa au repos.

Le jour où l'Everest s'est écroulé

C'est le plus grave accident d'alpinisme de l'histoire de l'Everest : seize porteurs de haute montagne népalais sont morts en avril dernier. Quel est l'avenir des sherpas ?

Macaques au Maroc

Récit d'une année passée parmi les macaques de Barbarie. Ces animaux en danger d'extinction se montrent des parents très attentionnés.

Les zombies de la nature

Des coccinelles zombies qui prennent possession d'un corps ! Ce n'est pas le scénario d'un film de science-fiction, mais l'attaque bien réelle d'organismes parasites.

La tombe royale du Pérou

Des archéologues ont exhumé une extraordinaire sépulture Huari, épargnée par les pillards depuis plus d'un millénaire.

Les ultras de l'entrecôte

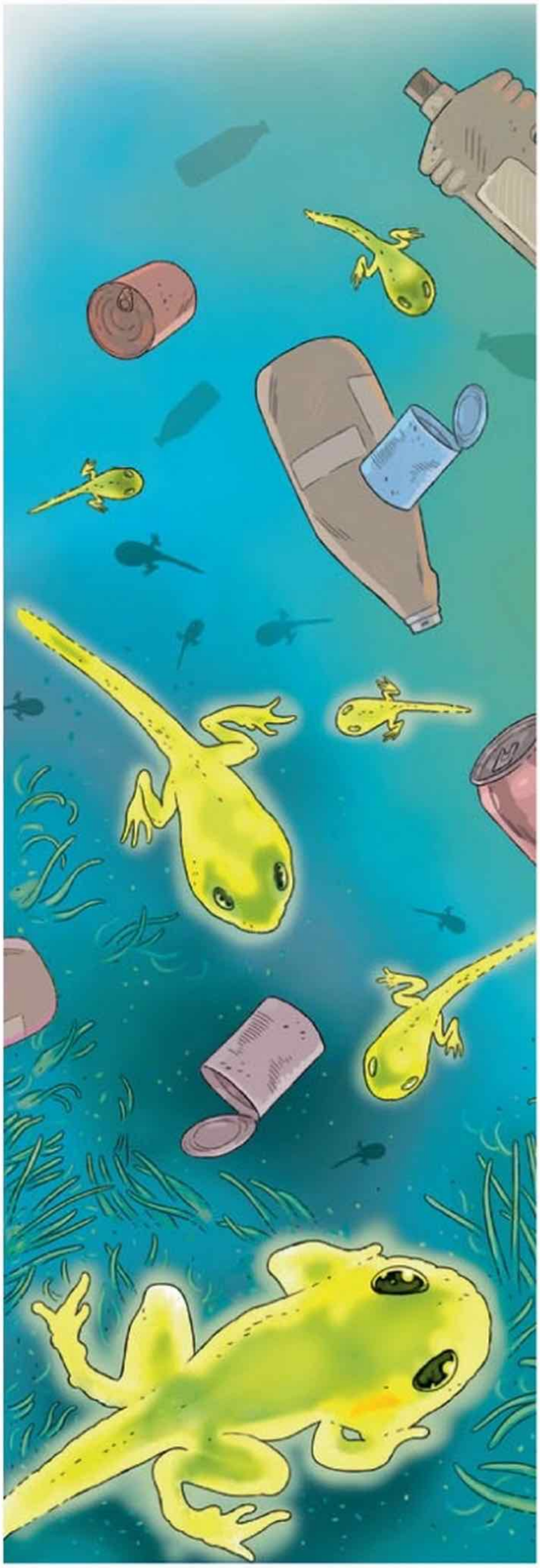
Un Français moyen mange plus de 20 kg de bœuf par an. Mauvais pour la santé, cruel pour les animaux, notre régime ultra-carné est-il soutenable ?

Biologiste et spécialiste des hormones, Barbara Demeneix a trouvé le moyen de faire de la larve de la grenouille un lanceur d'alerte antipollution.

Têtards fluo pour eaux polluées

Barbara Demeneix a débuté sa carrière par de la recherche fondamentale sur les juvéniles de grenouilles. Elle ne se doutait pas qu'elle en tirerait un moyen de détecter des substances chimiques aussi invisibles que redoutables. « Environ dix semaines après sa naissance, le têtard se métamorphose en grenouille sous l'influence d'une hormone thyroïdienne, la T3, explique la chercheuse (CNRS-Muséum national d'histoire naturelle de Paris). Pour comprendre ce processus, j'ai utilisé des têtards, modifiés génétiquement de façon à devenir fluorescents là où agit la T3 : dans les branchies, le cerveau et les pattes en devenir. » La biologiste aurait pu s'arrêter là. Mais, en 2001, plusieurs études montrent que nombre de molécules présentes dans les pesticides, les emballages en plastique et en métal, les médicaments, les produits d'entretien et les cosmétiques ressemblent fort à cette T3. À tel point que ces substances, des perturbateurs endocriniens, gênent son action dans l'organisme en prenant sa place. S'il ne s'était agi que du têtard, l'affaire aurait pu en rester là. Mais la T3 joue un rôle crucial chez tous les vertébrés. Chez le fœtus humain, elle est notamment nécessaire à la maturation du cerveau : sans un taux suffisant au bon moment, c'est le crétinisme assuré. Barbara Demeneix réalise alors que, utilisés avant leur métamorphose, et en présence de perturbateurs endocriniens, les têtards transgéniques deviennent fluorescents. Un brevet est déposé et, en 2006, la société WatchFrog est créée pour produire et commercialiser un test de qualité de l'eau. Soucieux de vérifier celle qu'ils rejettent, des entreprises pharmaceutiques, des hôpitaux et des stations d'épuration s'y intéressent. En pratique, l'eau à tester est prélevée sur le terrain et apportée en laboratoire. Là, confinés dans une boîte hermétique, les embryons sont mis en contact avec le liquide. Le verdict tombe au bout de trois jours : plus l'intensité du vert fluo du têtard varie, plus la perturbation est importante. – *Céline Lison*

Pour en savoir plus : www.watchfrog.fr



Un excès de pesticides dans l'eau et le têtard vire au fluo.

ILLUSTRATION : RAPHAËL DROMMELSCHLAGER

L'Histoire éclaire le présent

Disponible sur www.prismashop.fr le kiosque officiel de Ça m'intéresse Histoire

Et sur votre tablette

Télécharger dans l'App Store

DISPONIBLE SUR Google play

L'INTENSITÉ
D'UNE LÉGENDE*

PHŒNIX
GRIMBERGEN
1128

1128
GRIMBERGEN
BIÈRE D'ABBAYE - ABDIJBIER

BLONDE

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ. À CONSOMMER AVEC MODÉRATION.

BK RCS Strasbourg 775 614 308

*Grimbergen Blonde, l'intensité de ses arômes de fruits mûrs et d'épices, la légende de la marque née en 1128