

EXPLORER • DÉCOUVRIR • COMPRENDRE

NATIONAL GEOGRAPHIC

JUIN 2014

FRANCE



Les mystères du CERVEAU

Des révélations étonnantes
grâce aux nouvelles technologies

GROUPES PRISMA MEDIA

M 04020 - 177S - F: 5,20 € - RD



D: 7 € - ESP: 6,50 € - GR: 6,50 € - ITA: 6,50 € - LUX: 5,20 € - PORT: CONT. : 6,50 € - DOM: 5,20 € - MAROC: 6,50 € - TUNISIE: 7 TND - Zone CFA: Bateau: 4 000 XAF - Zone CFP: Avion: 1 800 XPF; Bateau: 650 XPF.



ÉTATS-UNIS LE CIMETIÈRE
DES DINOSAURES



NÉPAL LA MALÉDICTION
DE NAÏTRE FEMME



ROYAUME-UNI LE RAID DU
MACAREUX MOINE

BEL: 5,20 € - CH: 9,50 CHF - CAN: 7,50 CAD

Pour les rythmes de la semaine et ceux du week-end.

Nouvelle Classe V. La vie, en grand.



Passez à une autre dimension : confort de conduite absolu,
6, 7 voire 8 places sans renoncer au coffre, en salon ou face à la route...
La nouvelle Classe V est le partenaire idéal pour accompagner tous les moments d'une vie active intense.
Pour en savoir plus, contactez votre Distributeur Mercedes-Benz et rendez-vous sur www.nouvelle-classe-v.fr



Mercedes-Benz

EAU DE TOILETTE
COTON CHIC
L'ÉLÉGANCE D'ÊTRE SOI

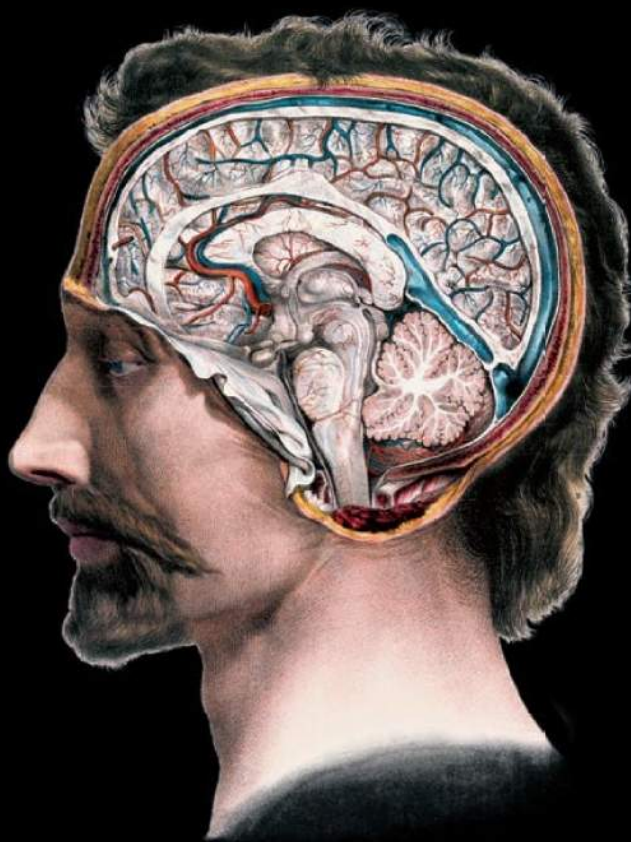


DANIEL HECHTER
PARIS

VENDU EXCLUSIVEMENT EN GRANDES SURFACES



L'ÉDITO de Jean-Pierre Vignaud, rédacteur en chef



Voyage au centre du cerveau

Aristote voyait en lui un réfrigérateur destiné à tempérer les ardeurs du cœur. Puis les anatomistes évoquèrent de mystérieuses vapeurs tourbillonnant dans la cavité de notre cerveau et voyageant à l'intérieur de notre corps. Au XVII^e siècle, on découvre – enfin ! – qu'il s'agit du siège de notre activité mentale, puis, un siècle plus tard, que le cerveau est en réalité un organe électrique. En 2014, l'aventure continue, peut-être la plus grande exploration de tous les temps. Nous vous proposons ce mois-ci de regarder comment les chercheurs utilisent les nouvelles technologies pour cartographier toujours plus précisément le cerveau. Paradoxe : plus les moyens dont nous disposons augmentent, plus nous réalisons l'incroyable complexité de l'organe de notre pensée et de nos émotions. « Nous voyons tout, dit un scientifique, rien ne nous échappe », le problème est l'énormité de ce « tout ». Dans un morceau de cerveau de souris de la taille d'un grain de sel, il y a autant de données que dans 25 000 films en haute définition.

Les recherches en cours, vertigineuses, dépassent de loin l'enjeu intellectuel ou la simple quête pour la beauté de la science. Ici se joue en grande partie notre guerre contre les maladies de Parkinson, d'Alzheimer, la dépression, la schizophrénie. On veut même faire remarcher les paralégiques. Les neurosciences nous font miroiter des miracles... Notre cerveau sera-t-il assez intelligent pour comprendre un jour comment lui-même fonctionne ?

*Pour vous faire aider,
faites-lui du pied.*



FORD KUGA

► Hayon mains libres*

Titanium 2.0 TDCi 140 ch 4x2

169€ / mois⁽¹⁾ sans condition de reprise
Entretien compris⁽²⁾

LOA IdéeFord 25 mois. 1^{er} loyer de 6 811€.

Montant total dû en cas d'acquisition : 26 465,32 €

Un crédit vous engage et doit être remboursé.

Vérifiez vos capacités de remboursement avant de vous engager.



Go Further

*En option à partir de la finition Titanium, non inclus dans le loyer mentionné. (1) Location avec option d'achat 25 mois pour un Kuga Titanium 2.0 TDCi 140ch Type 04-13. Prix maximum au 05/05/2014 : 30 000€. Prix remis : 25 200€ incluant 4 800€ de remise. Kilométrage standard 25 000 km/an. Apport : 8 251€ dont Premier Loyer de 6 811€ et Dépôt de Garantie de 1 440€ suivi de 24 loyers de 169€ (Entretien compris⁽²⁾). Option d'achat : 15 600€. Montant total dû en cas d'acquisition : 26 465,32€. Assurances facultatives. Décès-Incapacité à partir de 17,64€/mois en sus de la mensualité. Offre réservée aux particuliers pour toute commande de ce Kuga neuf du 02/06/2014 au 30/06/2014, en stock dans les concessions Ford participantes, livré avant le 30/06/2014. Sous réserve d'acceptation du dossier par Ford Credit, 34 rue de la Croix de Fer, 78174 St-Germain-en-Laye. RCS Versailles 392 315 776. N° ORIAS : 07031709. Délai légal de rétractation. (2) Entretien optionnel à 13€/mois. Modèle présenté : Ford Kuga Titanium 2.0 TDCi 140 ch 4x2 avec Jantes alliage 19" 5 branches, Phares bi-Xénon, Pack Style, Pack Mains Libres et Peinture métallisée, au prix après promotion de 28 240€, Apport, Dépôt de Garantie et Option d'achat identiques, Coût total : 29 571,16€, 24 loyers de **298,30 €/mois**. Consommation mixte : 5,3 l/100 km. Rejet de CO₂ : 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





Juin 2014

36 Les mystères du cerveau

Armés des nouvelles technologies, les scientifiques commencent à décoder le fonctionnement du cerveau. À la clé : de nombreuses thérapies.

Par Carl Zimmer Photographies de Robert Clark

60 Népal, la malédiction de naître femme

Au Népal, le suicide est la première cause de mortalité des femmes, victimes de toutes sortes de violences.

Par Marie-Amélie Carpio Photographies de Marie Dorigny

76 Comment rendre meilleur le poisson d'élevage

Nous mangeons désormais plus de poisson d'élevage que de bœuf – et ce n'est qu'un début. Deuxième volet de notre grande série sur l'alimentation mondiale.

Par Joel K. Bourne Photographies de Brian Skerry

96 À la recherche du cimetière des dinosaures

Il y a 75 millions d'années, les dinosaures régnaient sur Laramidia, une île-continent au climat chaud et humide qui couvrait une partie de l'Amérique du Nord.

Par Peter Miller Photographies de Cory Richards

116 Quand les macareux fondent sur les îles Britanniques

D'un seul coup, 2 millions d'oiseaux hauts en couleur débarquent sur des falaises pour y creuser leur terrier.

Par Tom O'Neill Photographies de Danny Green

Ci-dessus : le macareux moine colonise les côtes de l'Atlantique Nord.

PHOTO : DANNY GREEN



THE SINGLETON™

SINGLE MALT SCOTCH WHISKY

ÉCOSSAIS JUSQU'AU GOÛT™

The Singleton est né dans le Speyside, berceau des single malts écossais les plus fins. L'utilisation d'une proportion élevée de fûts de sherry, associée à un temps plus long consacré aux étapes de fermentation et de distillation font la particularité de la distillerie fondée en 1896. Le respect de ces méthodes ancestrales, et la recherche constante des meilleurs arômes, lui permettent de produire des single malts naturellement riches, délicieusement onctueux et parfaitement équilibrés. The Singleton 12 ans d'âge est la parfaite expression du caractère mœlleux et délicatement fruité typique de la distillerie.

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

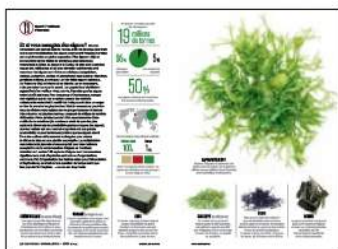
5 Édito

10 VISIONS ►

16-35 Nos ACTUS



- Les roux ressentent plus la douleur
- Imiter les manchots pour éviter les bouchons
- Des oignons qui ne font pas pleurer
- Produire de l'énergie grâce aux déchets ménagers
- Des singes sachant singer
- Charbon de paille
- Et si vous mangiez des algues ?
- Le papillon inspire les avions du futur
- Le fromage, c'est de la drogue
- Mauvaise passe pour les aficionados



En couverture

Des fibres, ici colorisées, relient les différentes régions du cerveau.
Photographie : Van Weeden et L. L. Wald, Centre d'imagerie biomédicale Martinos, Human Connectome Project

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 CHÈNE-BOURG
TÉL. : 022 880 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,
trois cartes jetées abonnement kiosques
France, un encart Multi titres Welcome
Pack sur les nouveaux abonnés et un
tout-en-un VPC sur le Coffret Livre Klimt.



- 132 Sélection NG
- 138 Voyage. Nicaragua : opération cacao !
- 146 Innover pour changer le monde



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



Piège à écureuil

Allemagne À Isernhagen, la tête d'un écureuil roux pris au piège dépasse d'une plaque d'égout. La police a libéré le rongeur en rabattant ses oreilles vers l'arrière et en faisant couler de l'huile d'olive sur son cou. Mais l'épreuve a été trop stressante pour lui, et il n'a pas survécu.

POLICE D'HANOVRE/AP IMAGES





La princesse fantôme

Angleterre Lors de la célébration du soixantième anniversaire du couronnement d'Élisabeth II, la robe de la princesse Anne a été exposée au palais de Buckingham. Âgée de 2 ans quand sa mère a accédé au trône, Anne avait été jugée trop jeune pour assister à la cérémonie.

LEFTERIS PITRAKIS, AP IMAGES







En route pour la moisson

Pologne Une grand-mère et son petit-fils sont en route pour la moisson du blé, à Policzna. Ils partagent leur carriole à cheval avec une bényvole déguisée, qui assure la promotion d'un festival itinérant. Ce costume ne fera même pas sourciller les villageois, concentrés sur leur travail aux champs.

TOMASZ TOMASZEWSKI

Insectes dans la rosée



Parfaitement immobile, un sympétrum du Piémont attend que les premiers rayons du soleil sèchent les gouttelettes de rosée qui couvrent son corps.

« Je me suis lancé dans cette série photographique il y a deux ans, un matin de printemps, quand je suis parti de chez moi très tôt. Je vis dans l'est de la France, en Franche-Comté. Il devait être 5 h 30, le jour se levait à peine et les champs étaient couverts de rosée. Les brins d'herbe mouillée formaient un tapis végétal dense, souple et humide. Quand je me suis baissé pour observer les plus petits habitants de la campagne, j'ai découvert d'authentiques bijoux vivants. J'ai été fasciné par ces insectes totalement immobiles, dont les mouvements étaient entravés par les gouttelettes de rosée qui leur donnaient une apparence cristalline. Après quelques essais, j'ai commencé à faire leurs portraits à l'aide d'un trépied et d'un appareil photo muni d'un déclencheur à distance. Les jours sans vent – l'ennemi juré de la macrophotographie –, je passe des heures à ramper dans l'herbe, trempé, à la recherche de libellules, papillons, mouches, coccinelles, coléoptères, insectes en tous genres et autres arachnides. C'est un sentiment incroyable de pénétrer dans ce monde en miniature tellement varié, auquel, en général, on n'accorde pas l'attention qu'il mérite. Un monde qui nous dévoile sa facette la plus magique à l'aube. »

LE PHOTOGRAPHE

David Chambon est un photographe français aux multiples talents. Ses sujets préférés sont la nature, le sport et, depuis peu, il se spécialise dans les macro-images. Il travaille en solo, tout en faisant partie d'un collectif de photographes baptisé « Les Tontons Shooters ».

Pour plus d'informations, rendez-vous sur son site : www.davidchambon.com



Partenaire officiel

www.kia.com

Vous n'en croirez pas vos yeux



Nouveau Kia SPORTAGE



Portes Ouvertes Kia les 14 et 15 juin ⁽⁴⁾

Le Pouvoir de Surprendre

Série limitée Révélation suréquipée



299 € ⁽¹⁾ /mois

1^{er} loyer majoré à 3 900 €
Financement en LOA sur 49 mois et 60 000 km

- Une offre de Location avec Option d'Achat ⁽²⁾
- 7 ans de garantie*
- 7 ans d'entretien pour 1 € de plus ⁽²⁾
- 7 ans de mises à jour de la cartographie**

Consommations mixtes et émissions de CO₂ du nouveau Kia Sportage : de 5,2 à 7,2 L/100 km – de 135 à 189 g/km.

* Garantie 7 ans ou 150 000 km (1^{er} des deux termes échu) valable pour tous les modèles Kia en France métropolitaine et Corse (hors DOM-TOM) et dans tous les Etats membres de l'UE ainsi qu'en Norvège, Suisse, Islande et à Gibraltar. ** Offre limitée à l'achat d'un véhicule Kia neuf équipé d'un terminal Navigation LG ou MOBIS monté en usine par Kia à compter du 1^{er} mars 2013 chez les distributeurs participants. L'offre comprend la mise à jour annuelle des cartes du terminal du véhicule, dans la limite de 6 mises à jour, sous réserve d'une installation par un réparateur agréé Kia et de la disponibilité de ladite mise à jour. (1) **Exemple de Location avec Option d'Achat (LOA)** de 49 mois et 60 000 km pour le financement d'un nouveau Kia Sportage Révélation 1,6 L essence GDI 135 ch ISG BVM6 4x2 à 24 650 € TTC au 01/01/2014, aux conditions suivantes : apport placé en **1^{er} loyer majoré à 3 900 € TTC**, suivi de **48 loyers mensuels de 299 € TTC**. Après le paiement du dernier loyer, vous pouvez restituer votre Kia Sportage selon les conditions prévues au contrat ou l'acquiescer en levant l'option d'achat. **Option d'achat : 10 900 €**. **Montant total dû avec achat en fin de contrat : 29 162,56 €** dont frais de dossier étagés du 2^e au 4^e loyer : 739,50 € (exemple hors assurance facultative). Coût mensuel de l'assurance facultative Assurance De Personne : 19,72 €/mois et s'ajoute au montant du loyer ci-dessus (3). (4) Portes ouvertes selon autorisation préfectorale le cas échéant. Conditions sur kia.com

UN CRÉDIT VOUS ENGAGE ET DOIT ÊTRE REMBOURSÉ. VÉRIFIEZ VOS CAPACITÉS DE REMBOURSEMENT AVANT DE VOUS ENGAGER.

Aucun versement sous quelque forme que ce soit, ne peut être exigé d'un particulier, avant l'obtention d'un ou plusieurs prêts d'argent. (2) Offre réservée aux personnes physiques pour tout Kia Sportage commandé entre le 01/03/2014 et le 30/06/2014 et financé en Location avec Option d'Achat Kia Finance, d'une durée de 49 mois maximum et dans la limite de 150 000 km chez tous les distributeurs Kia participants (conformément aux préconisations d'entretien du constructeur, non cessible excepté en cas d'exercice de l'option d'achat par le client auprès de l'organisme prêteur). Sous réserve d'acceptation par Kia Finance, département de CGL, Compagnie Générale de Location d'équipements, SA au capital de 58 606 156 € - 69, avenue de Flandre 59708 Marq-en-Baroeul Cedex - SIREN 303 236 186 - RCS Lille Métropole. (3) Tarification pour un client âgé de 18 à 75 ans en bonne santé et ne nécessitant pas de surprime et pour un montant correspondant au prix de vente TTC du véhicule. 



▲ Vu de face, cet agrion (*Coenagrion puella*) du groupe des demoiselles ressemble à un bijou couronné de deux pierres précieuses d'un bleu intense.

► La nuit, quand la température chute brutalement, la vapeur d'eau se condense, formant des gouttelettes qui s'accrochent au corps et aux yeux de cet insecte de l'ordre des odonates. Le poids de l'eau rend ces petits invertébrés plus vulnérables.

◀ De nombreuses espèces de la famille des chrysomélidés, à laquelle appartient ce coléoptère, arborent des couleurs vives sur la tête, le thorax et l'abdomen.



Les roux ressentent plus la douleur

La plupart des roux ne ressentent pas la douleur comme le reste de la population. La couleur de leurs cheveux est due à une mutation du gène MC1R (récepteur de la mélanocortine de type 1) de leur peau. Lequel pourrait « activer par inadvertance » dans le cerveau des récepteurs similaires, eux-mêmes responsables de l'anxiété et de la douleur, précise Anthony G. Doufas, de l'Outcomes Research Consortium (OR), une organisation de recherche sur l'anesthésie. Témoignages et observations cliniques ont depuis longtemps montré que les roux sont plus difficiles à anesthésier : il leur faut 19 % de gaz en plus pour une anesthésie générale, selon l'OR. Ils sont également plus sensibles à la douleur thermique et plus résistants aux anesthésies locales. Pas étonnant, comme le relate le *Journal of the American Dental Association*, que les roux évitent le fauteuil du dentiste dans une proportion « plus de deux fois supérieure » à celle du reste de la population — Eve Conant



**AEROFLOT — TRANSPORTEUR OFFICIEL
DE MANCHESTER UNITED**



FIABILITE TOUJOURS PLUS HAUT

La ponctualité est l'une des préoccupations majeures d'Aeroflot. Aujourd'hui, nous faisons partie des cinq compagnies aériennes les plus ponctuelles en Europe (selon les données de Flightstats, organisme d'information sur le secteur aérien). Notre flotte, l'une des plus jeunes et des plus modernes d'Europe, est principalement composée d'appareils Airbus et Boeing récents, dont l'âge moyen est légèrement supérieur à cinq ans. Nous desservons plus de 300 destinations dans plus de 60 pays.* De plus Aeroflot fait partie du réseau SkyTeam, ce qui vous permet d'accéder à plus de 1 000 destinations dans plus de 170 pays. Ce n'est donc pas un hasard si la célèbre équipe de football de Manchester United nous a fait l'honneur de nous choisir, en 2013, comme transporteur officiel de ses joueurs. Bienvenue à bord!



* Comprend les vols du groupe Aeroflot et ceux de nos partenaires en partage de code.



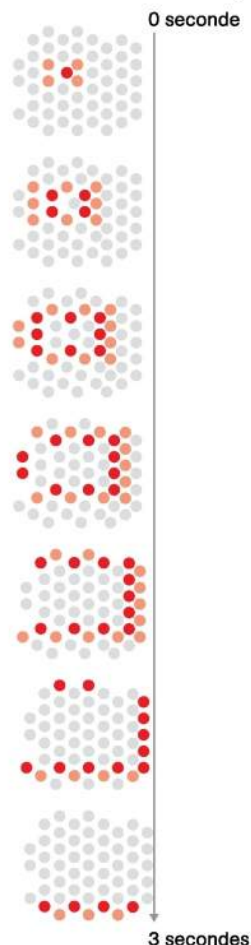
Imiter les manchots pour éviter les bouchons

Dans l'espace le plus désertique du globe, les manchots empereurs restent groupés. Pourquoi ? En Antarctique, les températures plongent jusqu'à -51°C : une foule compacte aide les mâles qui couvent les œufs à conserver leur chaleur et à économiser leur énergie. Mais, au contraire des embouteillages humains, où chaque conducteur agit individuellement, les manchots fonctionnent comme une entité. À l'automne dernier, des chercheurs ont découvert que, lorsqu'un oiseau bouge de seulement quelques centimètres, son déplacement déclenche des ondes de mouvement dans toutes les directions, car ses congénères ajustent leur position. « La spécificité des manchots empereurs est qu'ils tentent de réduire l'espace entre eux [pour rester au chaud] », précise Richard Gerum, physicien à l'université d'Erlangen-Nuremberg. Sa modélisation des « tortues » formées par les manchots (à droite) pourrait à terme aider à réguler la circulation automobile. Et reproduire les déplacements d'un manchot (et la façon dont ses voisins les compensent) permettrait à l'avenir à des voitures sans pilotes de rouler à seulement quelques centimètres les unes des autres. — *Daniel Stone*

FAIRE DES VAGUES

Les ondes de mouvement rétablissent l'espacement idéal des manchots entre eux.

Manchot en mouvement Manchot au repos



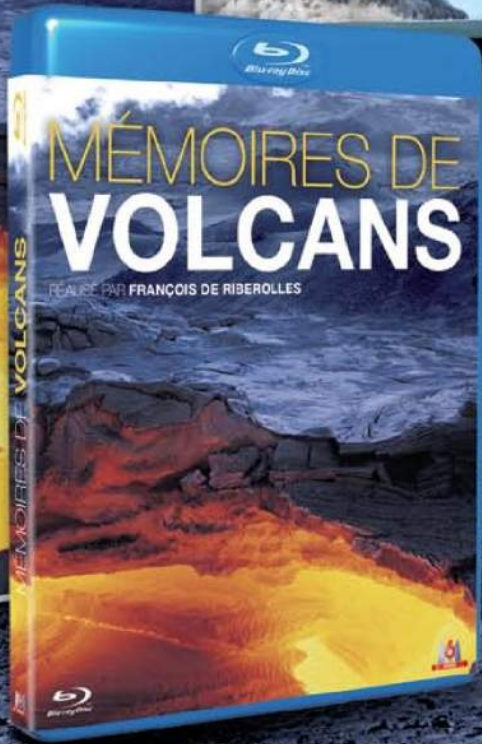
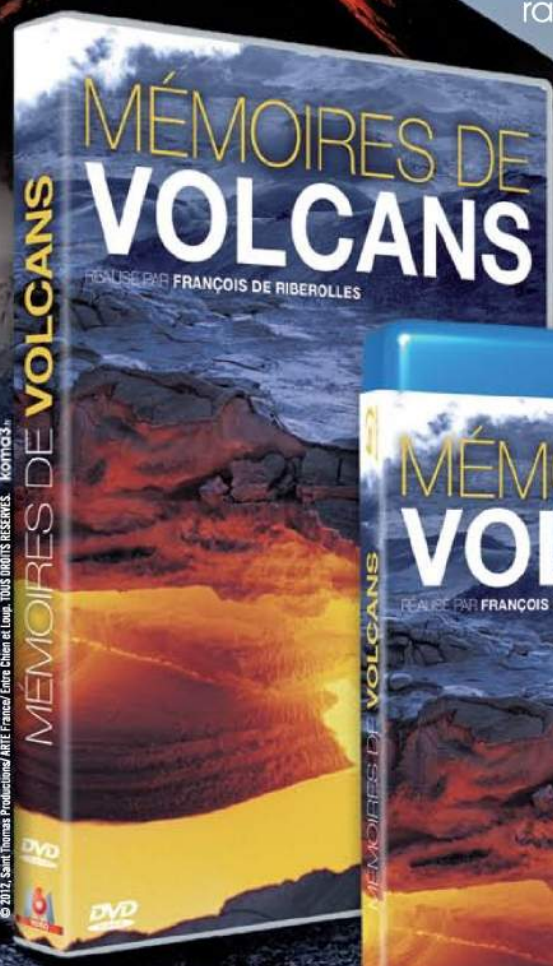
Des oignons qui ne font pas pleurer

La plupart des gens ne peuvent pas couper un oignon sans pleurer. Tout vient de ce qu'on appelle le facteur lacrymatoire : un composé déclencheur de larmes, libéré par l'oignon quand il est haché. Dans la nature, explique le chimiste Eric Block, c'est sans doute un mécanisme de défense contre les prédateurs. Voilà pourquoi des scientifiques japonais et néo-zélandais ont mis au point une variété « sans larmes », en supprimant l'enzyme qui libère la substance irritante. Ces bulbes génétiquement modifiés (à gauche) sont réservés à des études scientifiques, mais l'objectif est de parvenir naturellement, par croisements, à une version comestible. — *Catherine Zuckerman*

MÉMOIRES DE VOLCANS

RÉALISÉ PAR **FRANÇOIS DE RIBEROLLES**
SPÉCIALISTE DES VOLCANS

S'ils sont à l'origine de cataclysmes, les volcans sont aussi l'un des moteurs essentiels de l'évolution des espèces. Avec des images spectaculaires, ce documentaire raconte la vie de l'un d'eux, sur 60 millions d'années.



Un film documentaire exceptionnel

Disponible en **Blu-Ray, DVD** et **VOD** le **3 juin**

**SCIENCES
AVENIR**

**COMMENT
ÇA MARCHÉ**

**6
VIDEO**

Comment nos déchets ménagers peuvent produire de l'énergie

À mesure que la population augmente, la production collective de déchets ménagers suit la même tendance : plus de 31 millions de tonnes en France hors tri sélectif en 2013, et 227 millions de tonnes aux États-Unis. Dans les décharges modernes, les ordures sont compactées en d'immenses piles pour optimiser la capacité de stockage. Un sale boulot, mais aussi une occasion de produire de l'énergie. Pendant la décomposition, les matières organiques produisent du dioxyde de carbone et du méthane, un gaz pouvant être brûlé pour dégager de grandes quantités d'énergie. Les usines de traitement des déchets produisent ainsi plus de 3,2 milliards de kilowattheures par an en France, et 15 milliards de kilowattheures aux États-Unis (de quoi alimenter environ 1 million de foyers pendant un an). L'Agence de protection de l'environnement américaine a classé les gaz des décharges comme une méthode de production électrique efficace sur le plan environnemental, aux côtés des énergies éolienne et solaire. En quête de nouvelles sources de revenus, des collectivités locales et des entreprises privées investissent dans des technologies pour transformer les déchets en d'autres substances intéressantes – comme le pétrole brut ou l'éthanol. « Le but est d'extraire le maximum de valeur de tout ce qui transite par ces sites », explique Lynn Brown, responsable d'une société de gestion de déchets. D'autres pays testent des stratégies similaires. Un partenariat belgo-américain prévoit d'exploiter les gaz issus d'une décharge des années 1960. Preuve que les déchets peuvent être précieux, la Suède s'est déjà mise à importer des débris norvégiens pour les incinérer et satisfaire ses besoins énergétiques croissants. —Daniel Stone

COMPRESSER LA PILE

Pour minimiser le volume d'une décharge, des engins équipés de roues en acier étalent les déchets de façon régulière et les compactent. Maintenir l'intégrité structurelle de la pile peut éviter les éboulements et les effondrements inopinés.

COUVRIR LA DÉCHETTERIE

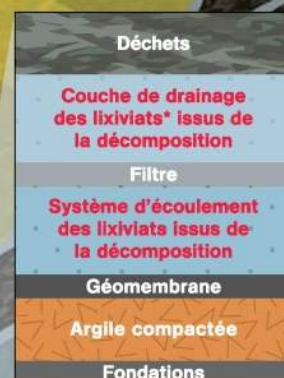
Des protections hermétiques arrêtent les précipitations, qui risquent de provoquer une érosion ou une humidité excessive. Elles empêchent aussi les gaz de s'échapper.

TAPISSER LE FOND

Des couches d'argile, de caoutchouc et de plastique résistent aux objets coupants et bloquent les fuites vers les nappes phréatiques.

TRIER LES DÉCHETS BRUTS

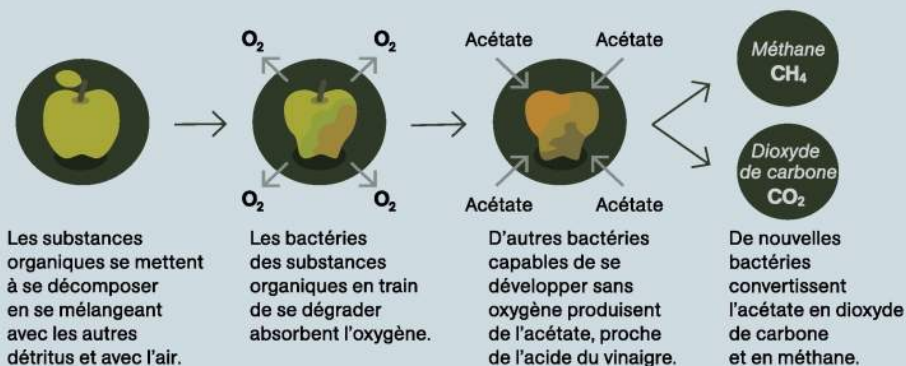
Les gestionnaires des décharges veulent moins de déchets. Triier les matériaux recyclables peut apporter des revenus additionnels et dégager de précieux espaces dans la pile.



* EAUX DE PLUIE CHARGÉES EN POLLUANTS APRÈS AVOIR TRAVERSÉ LA COUCHE DE DÉCHETS

LE PROCESSUS DE TRANSFORMATION

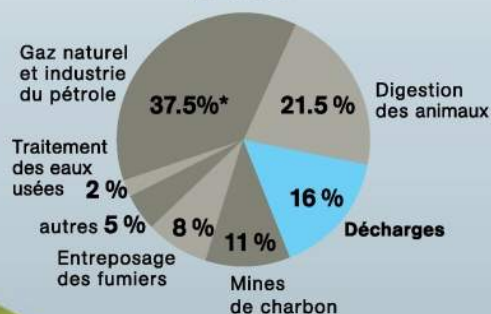
Les poubelles ne sont pas entièrement à jeter ! Lors de la décomposition, les déchets produisent du méthane, qui peut être converti en électricité.



CANALISER LES GAZ

Les gaz générés par la décomposition des déchets remontent vers la surface par des puits. Le méthane est brûlé pour produire de l'électricité ou est utilisé comme combustible.

ÉMISSIONS DE MÉTHANE AUX ÉTATS-UNIS par source



*Les différents pourcentages ne totalisent pas 100, les chiffres ayant été arrondis.



Le cafard peut vivre sans tête pendant plusieurs semaines.



Des singes sachant singer

Un singe en regarde un autre et imite ses expressions faciales : voilà ce que la primatologue Elisabetta Palagi, de l'université de Pise, a constaté au zoo de Rheine, en Allemagne. Elle étudiait des géladas, une espèce qui habite les hauts plateaux d'Éthiopie depuis quelque 3 millions d'années. Pour la chercheuse, ce fut une véritable découverte. Son observation attestait l'origine très ancienne d'un comportement auquel les êtres

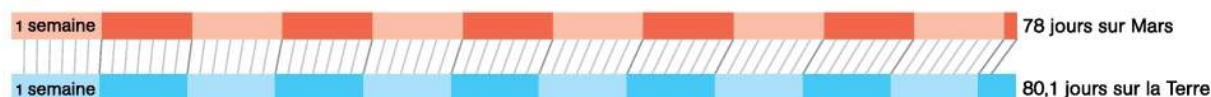
humains se livrent d'instinct : le mimétisme facial rapide. Le gélada, qui peut peser de 13 à 20 kg, est la seule espèce de primate brouteur ayant survécu. Or le mimétisme « n'est pas un comportement qui peut s'apprendre, assure Elisabetta Palagi. Si l'on n'est pas doté d'un cerveau adapté pour se comporter ainsi, on ne peut pas le faire. » Le mimétisme traduirait une forme de lien affectif.

— Catherine Zuckerman



À l'heure de Mars La recherche sur Mars peut induire un décalage horaire. Lors des premiers mois de leur mission, les scientifiques qui pilotent des rovers depuis la Terre prolongent leurs jours et leurs nuits afin de s'aligner sur la rotation de la planète rouge, légèrement plus lente que la nôtre. Pour les aider, les installations de la Nasa mettent en général des salles de repos à leur disposition. — Daniel Stone

+ 1 jour sur Mars = 24 heures + 39 minutes



L'OR
ESPRESSO

PURES ORIGINES
KENYA

Maison du Café France SNC - RCS Paris 383 885 746



EMMENEZ VOS SENS EN VOYAGE

Capsules compatibles avec les machines à café Nespresso®*.

*Marque appartenant à un tiers n'ayant aucun lien avec D.E MASTER BLENDERS 1753.



Charbon de paille

Au Sénégal, c'est chaque année la même histoire : les habitants contribuent à la déforestation en cuisinant au charbon de bois, tandis qu'à la saison sèche, les feux de brousse ravagent les jeunes arbres, accentuant encore le phénomène. Dans la région de Kaolack, au centre-ouest du pays, l'association sénégalaise Nébédây vient de mettre en place une filière qui pourrait résoudre ces problèmes. « L'idée est de couper cette paille qui s'embrase si facilement et de la transformer en un combustible : le bio-charbon, ou charbon de paille, explique Jean Goepp, directeur de Nébédây. Ainsi, on sauve deux fois la forêt ! » La paille est brûlée de façon incomplète dans des fûts transformés en pyrolyseurs, avant d'être mélangée à l'argile et à l'eau. La pâte est ensuite pressée en pains, vendus à l'unité. En ville, les premiers consommateurs ont trouvé ce charbon plus efficace, moins explosif et surtout moins cher que son homologue de bois. D'autres pays (dont la France) produisent déjà du bio-charbon à base de résidus de végétaux. —Céline Lison



Région de Kaolack (Sénégal), en 2013. En juin, à la fin de la saison sèche, la paille atteint 3 m de haut. Mêlée à de l'argile, elle devient un combustible. Si les objectifs sont tenus, la production atteindra 1 800 t en 2017, soit 15 % seulement de la consommation en charbon de bois de la ville de Kaolack.

L'OR
ESPRESSO

PURES ORIGINES
PAPOUASIE
NOUVELLE GUINEE

Maison du Café France SNC - RCS Paris 383 885 746



EMMENEZ VOS SENS EN VOYAGE

Capsules compatibles avec les machines à café Nespresso®*.

*Marque appartenant à un tiers n'ayant aucun lien avec D.E MASTER BLENDERS 1753.



**Nourrir 7 milliards
d'humains**

Et si vous mangiez des algues ?

On n'en consomme pas partout dans le monde, mais les données montrent que la commercialisation des algues pour nourrir l'espèce humaine est un phénomène en pleine expansion. Elles figurent déjà en bonne place sur les tables de nombreux pays asiatiques, notamment la Chine, le Japon et la Corée, où elles sont cuisinées depuis des millénaires et où leurs bienfaits nutritionnels sont reconnus : les algues sont riches en minéraux (magnésium, calcium, potassium, sodium et phosphore) mais aussi en vitamines, protéines et fibres, le tout pour un très faible apport calorique. Au Royaume-Uni, en Irlande et en Islande, on en consomme, mais pas autant que par le passé. Les populations bénéficiant aujourd'hui d'un meilleur niveau de vie, il semble que les algues soient plutôt mal vues. Pour beaucoup d'Occidentaux, manger des végétaux que la mer a rejetés comme des déchets malodorants reviendrait à cueillir les fruits pourris dans un verger au lieu de prendre les plus tendres. Mais le moment est peut-être venu de réviser notre opinion sur ce groupe immense et encore très méconnu de plantes marines, composé de milliers de variétés différentes. Parce qu'elles peuvent être accommodées d'une multitude de manières (de nombreux chefs de premier plan explorent désormais les possibilités gastronomiques des algues), que leur culture est bon marché et qu'elles ont une grande productivité, on peut facilement prédire que les algues seront l'une des options sérieusement envisagées pour relever le défi de la faim sur une planète surpeuplée. La multiplication des restaurants japonais a beaucoup fait pour une meilleure acceptation de la consommation d'algues en Occident. Actuellement, seules 145 espèces d'algues sont consommées régulièrement, mais d'après les estimations d'organisations comme la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), ce n'est qu'une question de temps avant que leur popularité n'explose. — *Eva van den Berg / Evalúa*



GOÉMON BLANC (ou mousse d'Irlande)

Une algue rouge très répandue sur les côtes atlantiques d'Europe et d'Amérique du Nord. Riche en polysaccharides, elle est utilisée en Irlande depuis des siècles pour donner plus de consistance aux desserts lactés.

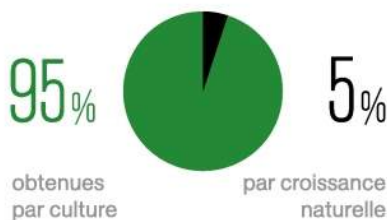


WAKAMÉ (ou fougère de mer)

C'est un ingrédient de la soupe miso japonaise, également utilisé en médecine chinoise traditionnelle. En raison de la facilité avec laquelle il se propage, il fait partie du groupe des 100 espèces invasives les plus dangereuses du monde.

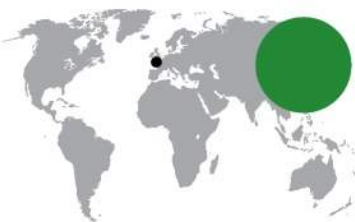
Production mondiale annuelle
de microalgues :

**19 millions
de tonnes**



50%

des algues cultivées sont destinées
à la consommation humaine.



Consommation annuelle par habitant :

Extrême-Orient

100g

Europe

1mg



Selon les espèces et leur couleur, les
algues sont divisées en trois groupes :
brune, rouge ou verte.



NORI

Ce terme regroupe plusieurs algues rouges comestibles du genre *Porphyra* et donne son nom aux aliments auxquels elles servent de base. Les feuilles enroulées autour des sushis sont à base de nori.



KAPPAPHYCUS SPP.

Espèce d'algues à croissance très rapide, dont on extrait une substance utilisée comme gélifiant dans l'industrie pharmaceutique et alimentaire.



CAULERPE (ou raisin de mer)

Ce « caviar vert », qui a une texture molle et très goûteuse, est cultivé en grande quantité aux Philippines. On le consomme cru dans du vinaigre, en apéritif ou en salade.



HIJIKI

Bien que les Japonais estiment que ses bienfaits sont nombreux pour la santé et la beauté, de récentes études mettent en garde contre sa forte teneur en arsenic inorganique. Il pousse le long des côtes rocheuses du Japon, de la Corée et de la Chine.



KOMBU

Le genre *Laminaria* comprend plus de 30 espèces d'algues brunes. La *Laminaria japonica*, ou kombu, est l'un des principaux ingrédients de la cuisine japonaise.

Les guides de voyage actualisés en temps réel !

NOUVEAU !



Sur ordinateur ou sur mobile

Retrouvez gratuitement encore plus d'adresses d'hôtels et de restaurants :
notre sélection en ligne adaptée à vos envies et à tous les budgets,
mise à jour instantanément, avec TripAdvisor.

Découvrez en librairie nos 50 destinations,
à partir de 10 € ; ainsi que les modalités
de ce nouveau service.

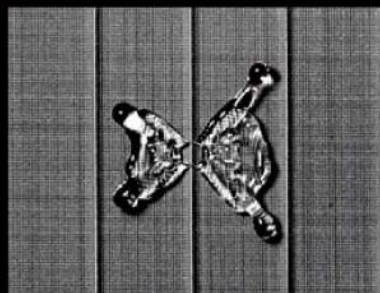
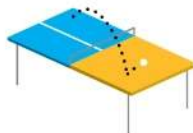
En partenariat avec
 **tripadvisor®**
la plus grande communauté
de voyageurs au monde.



Mauvaise passe pour les aficionados

« La tauromachie est le seul art dans lequel l'artiste est en danger de mort », a écrit Ernest Hemingway. Aujourd'hui, c'est son exercice lui-même qui semble menacé. Le nombre de corridas organisées chaque année en Espagne a chuté de 57 % depuis 2007, les toreros sans emploi s'exilent vers les arènes sud-américaines et la Catalogne a interdit ce spectacle séculaire. Les nationalistes des régions autonomes rejettent cette pratique jugée trop espagnole, tandis que, pour les groupes de défense des animaux, elle est trop cruelle. Une autre explication de la baisse du nombre de corridas vient de la crise économique que traverse le pays. « Quand vous êtes au chômage, explique Vicente Royuela, économiste à l'université de Barcelone, vous n'allez pas voir une corrida. » L'an dernier, à la suite d'une pétition signée par 590 000 Espagnols, le gouvernement a accordé à la tauromachie le statut de patrimoine culturel pour éviter d'autres interdictions au niveau régional. En France, en 2012, le Conseil constitutionnel, saisi par des défenseurs des animaux, a jugé que la corrida resterait légale. — Rachel Hartigan Shea





Silicium superhydrophobe

La goutte d'eau, au contact des stries de l'aile du papillon, rebondit, et reste moins en contact avec la surface. Ce principe a inspiré le film superhydrophobe ci-dessus.



Le papillon inspire les avions du futur

La structure des ailes du papillon a cette remarquable qualité de repousser l'eau. Une équipe internationale d'ingénieurs veut les prendre en exemple pour la fabrication des avions du futur. En effet, l'humidité gêne la capacité de vol, et la glace plus encore. Avec leurs crêtes très élaborées et leur revêtement cireux, les ailes des papillons évacuent une gouttelette d'eau 40 % plus vite que les feuilles de lotus, réputées pour leur hydrophobie. C'est que chaque milliseconde compte. « Si on arrive à réduire

le temps de contact avec l'eau, une surface peut rester sèche plus longtemps », souligne Kripa Varanasi, de l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT). Au bout du compte, cela signifierait des trajets aériens plus rapides et un moindre recours aux produits chimiques de dégivrage, opération qui retarde des milliers d'avions. Si l'idée prend son envol, ce sera encore une réalisation du biomimétisme à mettre à l'actif de la nature. — Daniel Stone



Le fromage, c'est de la drogue Le fromage contient d'infimes quantités de substances potentiellement addictives. Certains de ses composants viennent de la caséine, une protéine du lait concentrée pendant la fabrication du fromage. Or notre digestion dégrade la caséine, créant des substances chimiques proches de la morphine – les casomorphines. Le lait pourrait également contenir des traces de morphine, produite par le foie des vaches. Cette drogue naturelle est sans doute bénéfique pour les veaux : elle a un effet apaisant et les rend « accros » au lait, les poussant à téter pour obtenir les nutriments nécessaires. — A. R. Williams

UN HORS-SÉRIE EXCEPTIONNEL

NATIONAL GEOGRAPHIC HORS-SÉRIE

LA CHINE

NUMÉRO 4

DOCUMENTS

NATIONAL GEOGRAPHIC

HORS-SÉRIE

CHINE

UN SIÈCLE DE PHOTOS
PAR NATIONAL GEOGRAPHIC

WWW.NATIONALGEOGRAPHIC.FR

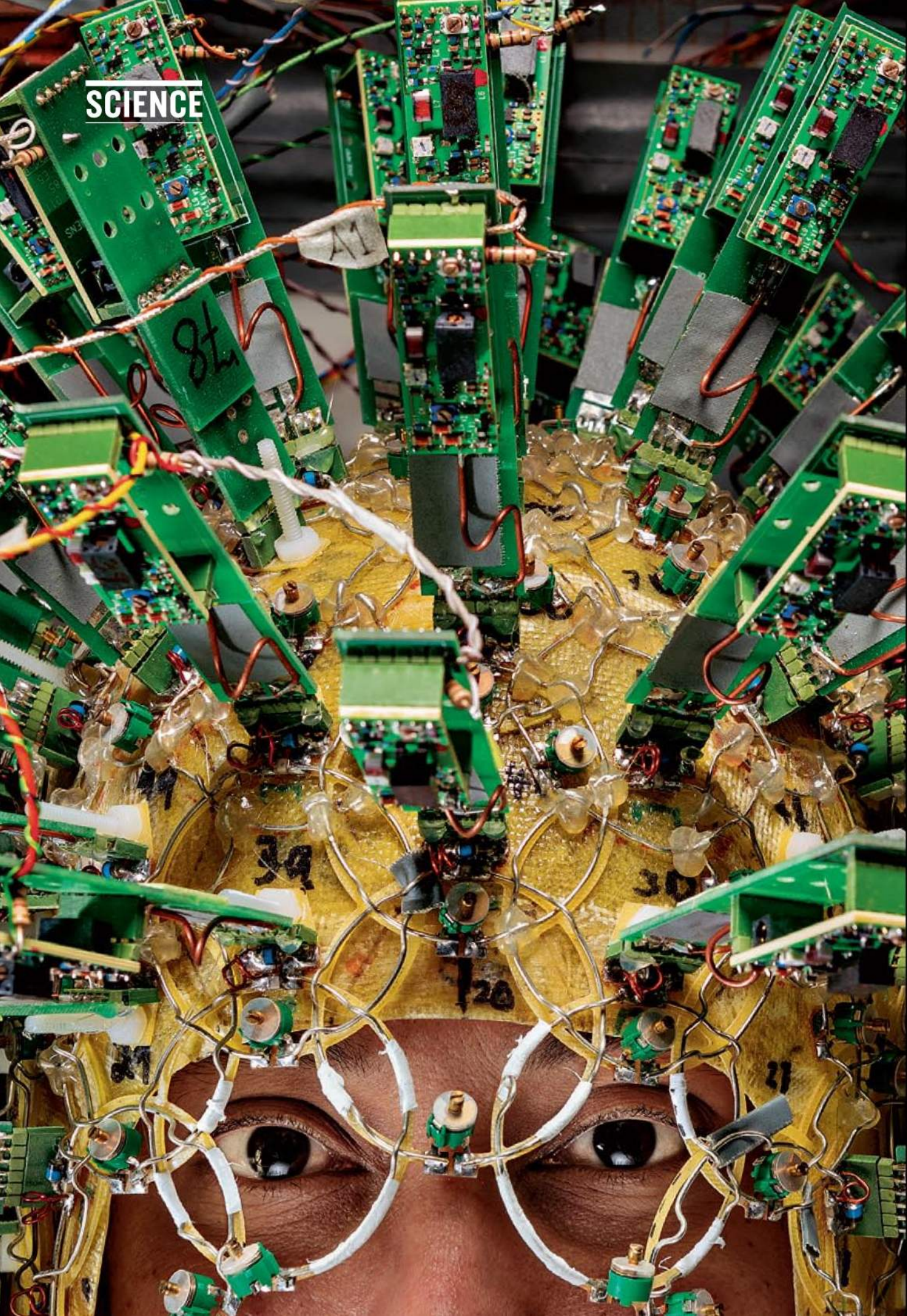
En vente chez votre marchand de journaux

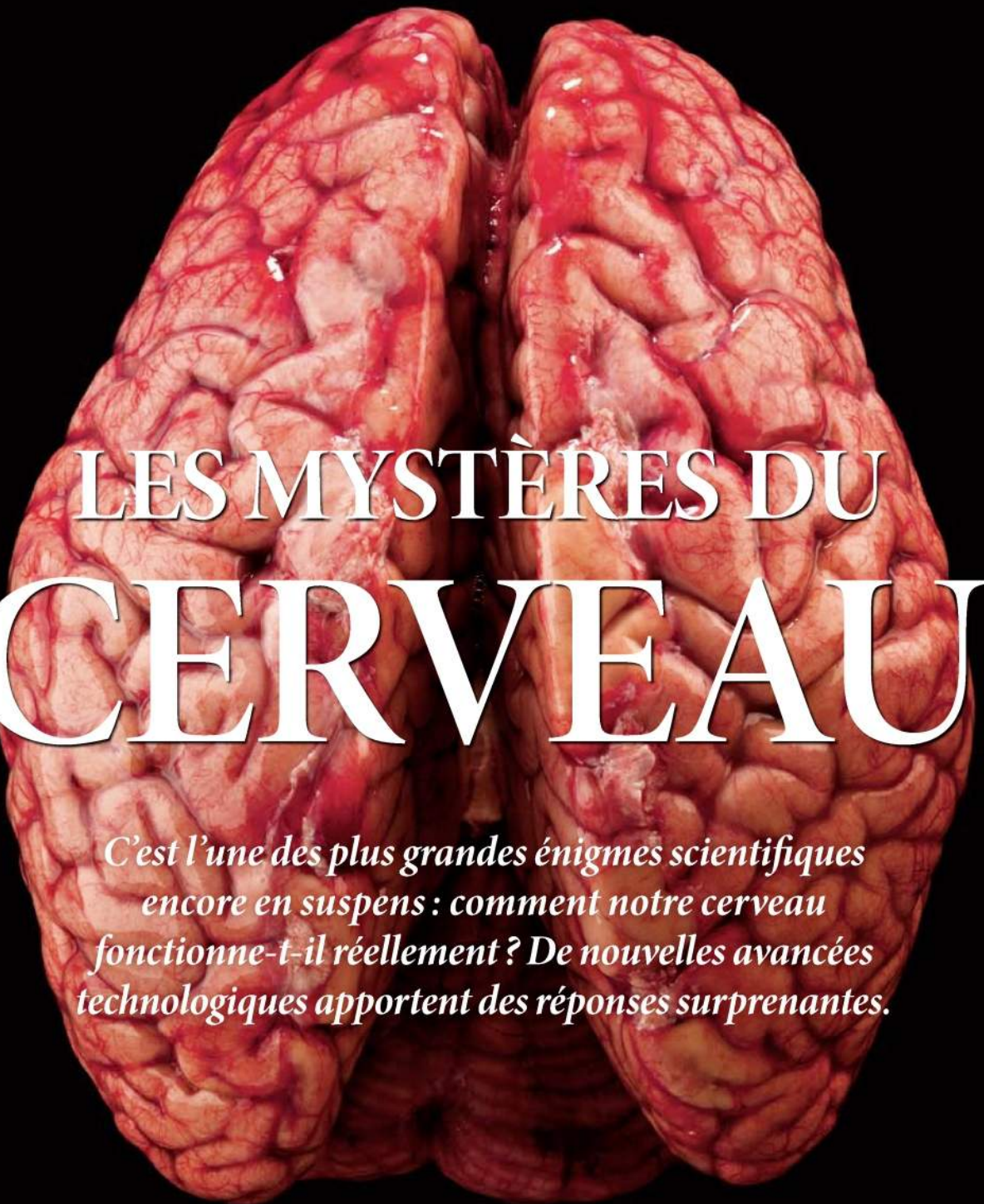


NATIONAL
GEOGRAPHIC

EXPLORER • DÉCOUVRIR • COMPRENDRE

SCIENCE





LES MYSTÈRES DU CERVEAU

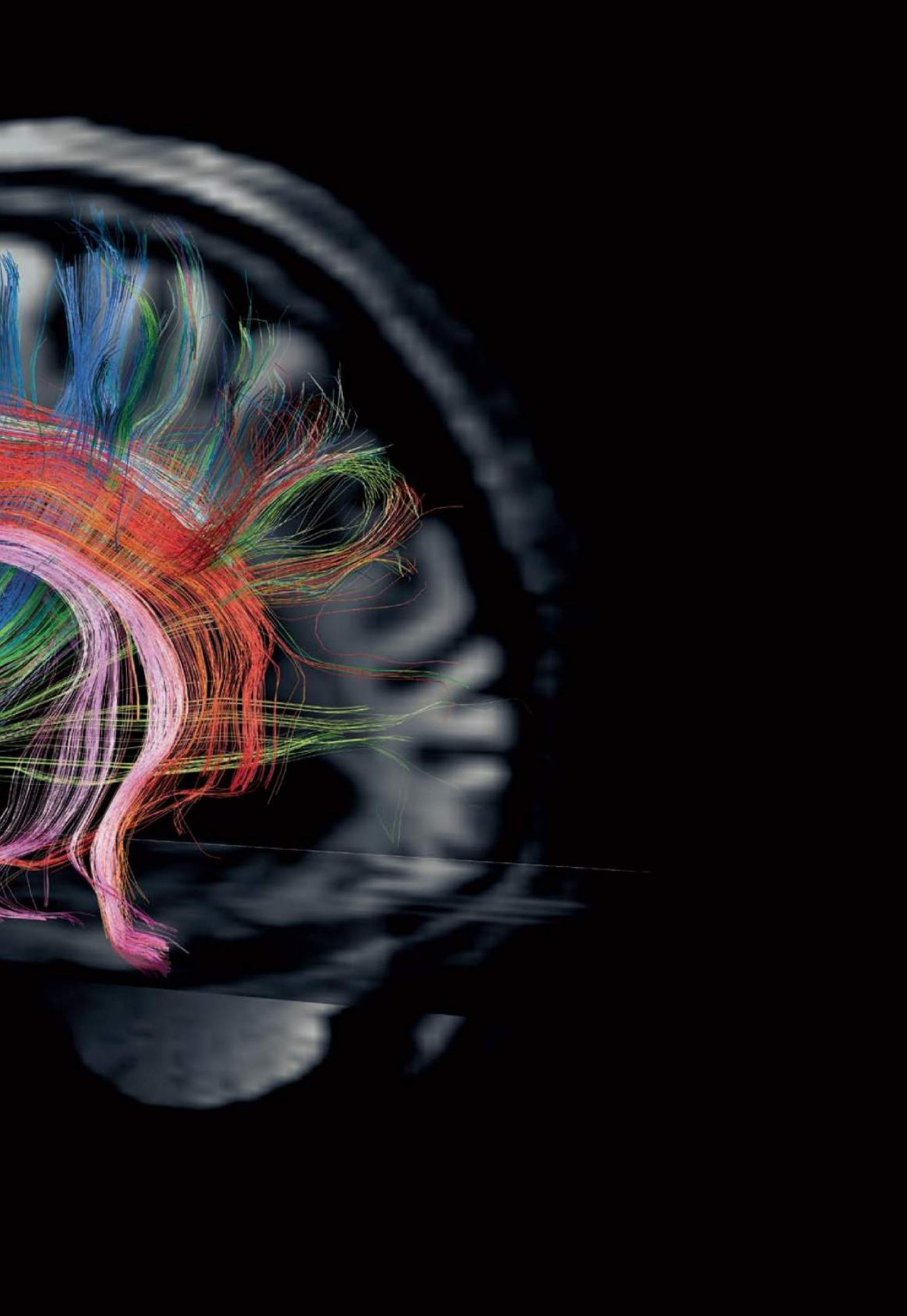
C'est l'une des plus grandes énigmes scientifiques encore en suspens : comment notre cerveau fonctionne-t-il réellement ? De nouvelles avancées technologiques apportent des réponses surprenantes.

Un ingénieur porte un casque à capteurs, au Centre d'imagerie biomédicale Martinos. Cet appareil fait partie d'un scanner cérébral, qui consomme presque autant d'énergie qu'un sous-marin nucléaire. Le champ magnétique du scanner excite les molécules d'eau du cerveau. Des antennes captent les signaux produits, et ces données sont converties par ordinateur en cartes du cerveau, comme celle figurant pages 50-51.



LES COULEURS DE LA PENSÉE

Les nombreuses régions du cerveau sont reliées entre elles par environ 160 000 km de fibres appelées matière blanche – de quoi faire quatre fois le tour de la Terre. Des images comme celle-ci, prise au Centre Martinos, révèlent pour la première fois les circuits spécifiques en jeu dans les fonctions cognitives. Les faisceaux roses et orange, par exemple, transmettent des signaux d'une importance cruciale pour le langage.



Retrouver votre cerveau va me prendre un certain temps », me prévient Van Wedeen. Caressant de la main sa barbe grisonnante, il se penche sur son écran d'ordinateur où défile une cascade de dossiers. Assis dans sa bibliothèque sans fenêtres, nous sommes cernés par des cartons de vieilles lettres piquées de moisissures, de revues scientifiques défraîchies et d'un antique projecteur de diapositives que personne n'a encore pensé à jeter.

Van Wedeen a stocké sur un disque dur des centaines de cerveaux : des images en 3D, extraordinairement détaillées, prises sur des singes, des rats et des humains – dont moi. Le chercheur m'a convié à un voyage dans ma propre tête.

« Nous ferons halte dans les principaux sites touristiques », promet-il dans un sourire.

C'est ma deuxième visite au Centre d'imagerie biomédicale Martinos, à Boston. Lors de la première, je me suis allongé sur une table couissante, dans une salle de scanner. L'arrière de ma tête reposait dans un caisson en plastique ouvert. Un radiologue m'a placé un casque blanc sur le visage. Je pouvais le voir au-dessus de moi, à travers deux trous pour les yeux, tandis qu'il vissait le casque de telle sorte que ses quatre-vingt-seize antennes miniatures soient assez

proches de mon cerveau pour capter les ondes radio que celui-ci était sur le point d'émettre. Puis les aimants qui m'entouraient ont commencé à ronronner et à biper.

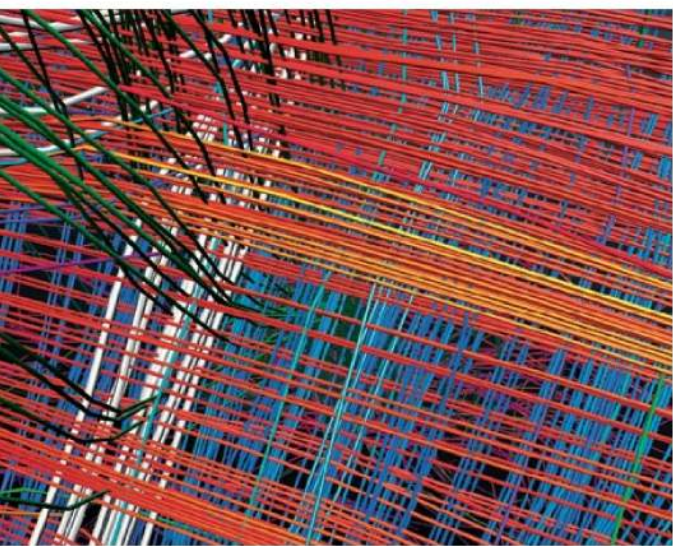
Je suis demeuré immobile pendant une heure, les yeux fermés, essayant de rester calme. Pas facile. L'appareil laissait à peine assez de place à une personne de ma constitution pour y tenir. Afin de conjurer la panique, je respirais doucement et me transportais en divers endroits de ma mémoire. Par exemple, je me rappelais comment j'avais un jour emmené ma fille de 9 ans à l'école, à pied, au milieu d'une tempête de neige.

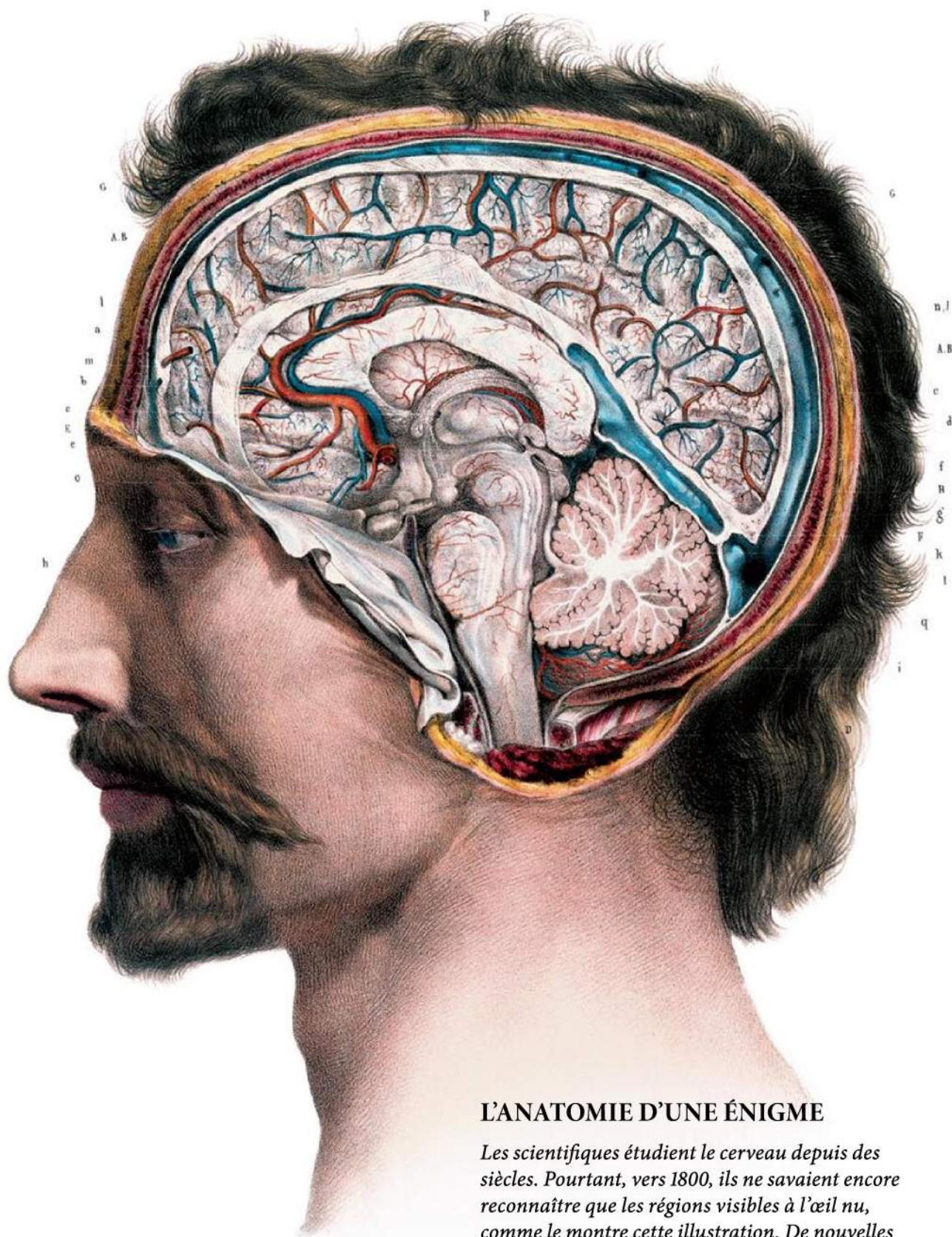
Ainsi allongé, je méditais sur le fait que toutes ces pensées et émotions étaient le produit d'un bloc de chair de 1,4 kg en cours d'examen. Ma peur, véhiculée par des impulsions électriques convergeant dans un amas de tissu nerveux en forme d'amande à l'intérieur de mon cerveau – l'amygdale –, était activée dans des régions de mon cortex frontal.

Le souvenir de la marche avec ma fille était coordonné par un ensemble de neurones en forme d'hippocampe (et portant ce nom). Celui-ci réactivait le vaste réseau de liens qui avaient été mobilisés d'un bout à l'autre de mon cerveau quand j'avais bravé le blizzard et formé ces souvenirs dans ma tête.

JE ME SOUMETTAIS À CE PROTOCOLE dans le cadre de mon enquête sur l'une des grandes révolutions scientifiques de notre temps : les avancées stupéfiantes dans la compréhension du fonctionnement du cerveau humain. Des neuroscientifiques se focalisent sur la structure fine des cellules nerveuses individuelles – les neurones. D'autres cartographient la biochimie du cerveau : ils observent comment nos milliards de neurones produisent et utilisent des protéines de milliers de sortes différentes.

D'autres, encore, dont Van Wedeen, réalisent avec une précision sans précédent des représentations du câblage de notre organe. Ce réseau d'environ 160 000 km de fibres nerveuses – la matière blanche – relie les différentes parties du cerveau, donnant naissance à nos pensées, à nos sentiments, à nos perceptions.





L'ANATOMIE D'UNE ÉNIGME

Les scientifiques étudient le cerveau depuis des siècles. Pourtant, vers 1800, ils ne savaient encore reconnaître que les régions visibles à l'œil nu, comme le montre cette illustration. De nouvelles technologies ont permis de plonger dans les profondeurs des structures cachées du cerveau. Page de gauche : cette image en haute définition révèle des fibres de matière blanche formant un quadrillage mystérieux, tels les parallèles et les méridiens d'un planisphère.

« NOUS VOYONS TOUT. RIEN NE NOUS ÉCHAPPE. » LE SEUL PROBLÈME EST L'ÉNORMITÉ DE CE « TOUT ».

Quand ils observent le cerveau en action, les neuroscientifiques peuvent aussi discerner ses défaillances. Ils commencent à établir les différences entre la structure de cerveaux ordinaires et celle de cerveaux de personnes souffrant de troubles tels que la schizophrénie, l'autisme ou la maladie d'Alzheimer. En cartographiant plus précisément le cerveau, ils pourront peut-être apprendre à diagnostiquer ces troubles grâce à leurs effets sur l'anatomie de cet organe, voire comprendre comment ces troubles surgissent.

VAN WEDEEN A FINI PAR RETROUVER les images de mon examen. Mon cerveau s'affiche sur son écran d'ordinateur. Il utilise une technique du spectre appelée l'IRM (imagerie par résonance magnétique) de diffusion, qui traduit les signaux radio émis par la matière blanche en un atlas en haute définition de ce véritable Internet cérébral.

Son appareil établit une carte des faisceaux de fibres nerveuses, lesquels forment les centaines de milliers de voies acheminant des informations d'une partie de mon cerveau à une autre. Wedeen attribue ensuite une couleur à chaque voie nerveuse. Sur l'écran, mon cerveau a l'apparence d'un feu d'artifice multicolore.

Le chercheur se concentre sur certains circuits, me désignant ceux qui importent pour le langage et pour d'autres formes de pensée. Puis il efface temporairement la plupart des voies nerveuses de mon cerveau, afin que je visualise plus aisément leur organisation. Mais, à mesure que Wedeen grossit l'image, quelque chose d'étonnant prend forme devant moi. En dépit de la complexité vertigineuse des circuits, tous se croisent à angle droit, telles les lignes d'une feuille de papier millimétré.

« Ce ne sont que des grilles », observe Van Wedeen. Quand il a révélé cette structure quadrillée du cerveau, en 2012, certains scientifiques sont restés sceptiques, se demandant s'il n'avait pas découvert qu'un aspect d'une

anatomie beaucoup plus enchevêtrée. Wedeen, lui, en est plus convaincu que jamais : cette configuration a un sens bien précis.

Où qu'il regarde, il retrouve ces grilles – dans des cerveaux d'humains, de rats, de singes. Il est possible que nos pensées circulent comme des tramways le long de ces fibres de matière blanche quand les signaux se déplacent d'une région du cerveau à une autre. « Il y a forcément des raisons simples et précises à ces grilles, soutient Wedeen en scrutant intensément l'image de mon cerveau. Mais elles nous échappent encore. »

LES MÉDECINS DU MONDE ANTIQUE croyaient le cerveau constitué de glaires. Aristote voyait en lui un réfrigérateur, refroidissant les ardeurs du cœur. Entre son époque et la Renaissance, les anatomistes certifiaient que nos perceptions, émotions, raisonnements et actions étaient le produit d'« esprits animaux » – de mystérieuses vapeurs tourbillonnant dans les cavités de notre tête et voyageant à travers notre corps.

La révolution scientifique du XVII^e siècle modifia cette vision. Thomas Willis, un médecin anglais, reconnut que le tissu à l'aspect de crème renversée du cerveau était le siège de notre monde mental. Il disséqua des cerveaux de moutons, de chiens et de patients décédés, et en réalisa les premières cartes précises.

Comprendre que le cerveau est un organe électrique prit encore un siècle. À l'intérieur de la boîte crânienne se déplacent non des esprits animaux mais des pics de tension électrique, qui en sortent ensuite pour gagner le système nerveux du corps. Et, même au XIX^e siècle, les savants savaient peu de chose des chemins qu'empruntaient ces pics.

Camillo Golgi, un médecin italien, avança que le cerveau était un réseau connecté homogène. En s'appuyant sur ses recherches, le savant espagnol Santiago Ramón y Cajal testa de nouvelles techniques : il teinta des neurones pour identifier leurs branches enchevêtrées. Cajal constata que chaque neurone est une cellule distincte.

Un neurone envoie des signaux le long de filaments – les axones. Un espace minuscule sépare les extrémités des axones de celles des neurones

Carl Zimmer a écrit l'article sur la résurrection des espèces éteintes dans le numéro d'avril 2013. Le précédent reportage photo de Robert Clark, sur le sucre, est paru dans le NG France d'août 2013.

récepteurs – les dendrites. Plus tard, les scientifiques ont découvert que les axones déversent un cocktail de produits chimiques dans cet espace pour déclencher un signal sur le neurone voisin.

Jeff Lichtman, neuroscientifique à Harvard, projette les recherches de Ramón y Cajal dans le xxi^{e} siècle. Avec son équipe, il crée des images en trois dimensions ultradétaillées des neurones, révélant chaque protubérance ou ramification. De quoi examiner au plus près la structure fine des cellules nerveuses distinctes.

Lichtman pourrait ainsi obtenir des réponses à des questions parmi les plus essentielles sur la nature du cerveau. Chaque neurone comporte en moyenne 10 000 synapses. Existe-t-il une logique dans leurs connexions avec d'autres neurones, ou sont-elles aléatoires ? Préfèrent-ils se lier à un type de neurone plutôt qu'à un autre ?

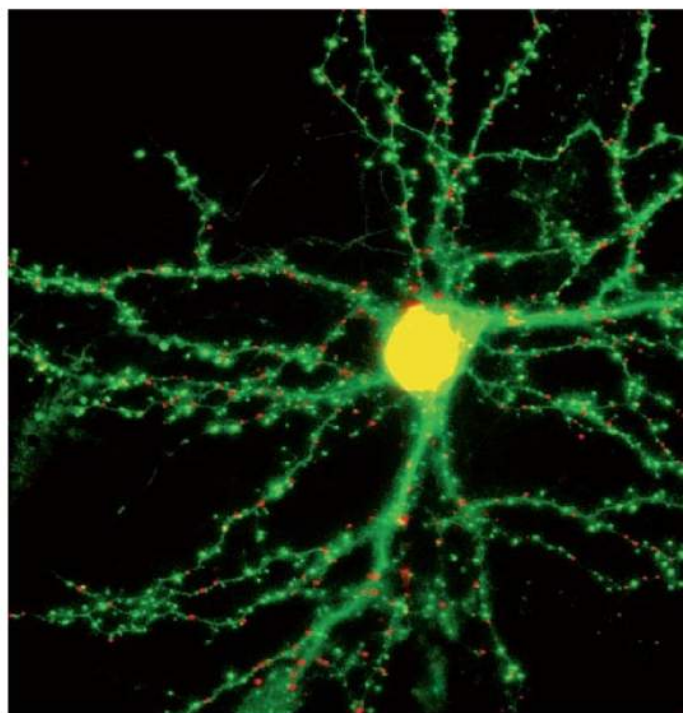
Mais comment Jeff Lichtman et son équipe parviennent-ils à produire les images ? Ils placent des fragments de cerveau de souris dans un appareil qui découpe les tissus en tranches, chacune étant plus de 1 000 fois plus fine qu'un cheveu humain. Les scientifiques prennent une image de chaque couche avec un microscope électronique, puis un ordinateur empile les images dans le bon ordre.

Peu à peu, une image en 3D prend forme – une image que les scientifiques pourront explorer. « Nous voyons tout, assure Lichtman, rien ne nous échappe. »

Le seul problème est l'énormité de ce « tout ». Jusqu'ici, le plus grand volume de cerveau de souris recréé par l'équipe avait la taille d'un grain de sel. Les données correspondantes totalisent 100 téraoctets – soit la quantité de données de quelque 25 000 films en haute définition.

Une fois ces informations recueillies, le plus dur reste à faire : élucider les règles qui président au chaos apparent du cerveau.

Un chercheur, Narayanan Kasthuri, post-doctorant dans l'équipe de Lichtman, a récemment entrepris d'examiner en détail un cylindre de cerveau de souris d'à peine 1 000 microns cubes (un volume 100 000 fois inférieur à celui d'un grain de sel). Kasthuri a choisi une zone



LA MÉMOIRE EN POINTILLÉS

Quand on acquiert un souvenir, « une modification physique se produit dans le cerveau », explique Don Arnold, de l'université de Californie du Sud. Les petits points rouges et verts sur les ramifications de ce neurone de rat montrent les endroits où celui-ci entre en contact avec d'autres neurones. À mesure que le rat acquiert de nouveaux souvenirs, de nouveaux petits points apparaissent, tandis que de plus anciens disparaissent.

autour d'un petit segment d'un unique axone, dans le but d'identifier chaque neurone traversant ce secteur. Ce minuscule fragment de cerveau était en fait un véritable nœud de serpents.

Kasthuri y a dénombré 1 000 axones et environ 80 dendrites, chacune d'entre elles étant reliée par environ 600 connexions aux autres neurones situés au sein du cylindre. Pour Lichtman, « cela nous remet les pendules à l'heure quant à la complexité du cerveau, bien plus grande qu'on ne le pensait jusqu'à présent ».

Complexe, mais pas chaotique. Lichtman et Kasthuri ont découvert que chaque neurone établit presque toutes ses connexions avec un seul autre neurone, évitant scrupuleusement toute connexion avec la quasi-totalité (suite page 47)



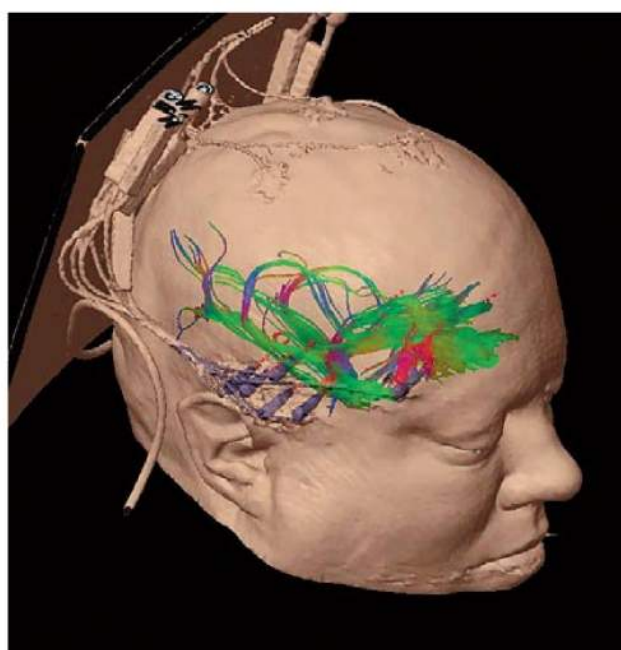


LE NEURONE DE JENNIFER ANISTON

À l'Institut de technologie de Californie et à l'université de Californie à Los Angeles (UCLA), on se sert de photos de célébrités pour étudier comment le cerveau traite ce que l'œil voit. En 2005, des scientifiques ont décelé une cellule nerveuse unique ne s'activant que lorsqu'on montrait des photos de Jennifer Aniston aux cobayes. Un autre neurone ne réagissait qu'aux photos de Halle Berry – même avec son masque de Catwoman. Des études ont ensuite suggéré qu'un nombre assez faible de neurones est impliqué dans la représentation d'une personne, d'un lieu ou d'un concept donné. Ce qui rend le cerveau terriblement efficace pour le stockage des informations.

CRÉDITS PHOTO CONSULTABLES SUR NGM.COM/BRAIN





DÉPISTAGE DE NEURONES

Comment les scientifiques ont-ils découvert le « neurone de Jennifer Aniston » ? Au Centre médical des neurosciences de l'UCLA, des électrodes sont implantées dans le cerveau de patients épileptiques – ici, Crystal Hawkins. Lors de sa prochaine crise, les électrodes en indiqueront la source avec précision. Cela permettra aux chirurgiens de déterminer quel tissu cérébral doit être retiré. Les électrodes fournissent aussi une occasion unique d'espionner des neurones fonctionnant normalement, ce qui a mené à la découverte de cellules nerveuses réagissant à des visages particuliers.

IL FAUDRA DEUX ANS POUR SCANNER LES 70 MILLIONS DE NEURONES D'UNE SOURIS.

(suite de la page 43) des autres neurones qui les enserrant. Les neurones « semblent se soucier de savoir avec qui ils se connectent », note Lichtman.

Cette configuration pointilleuse est-elle une règle générale ou une particularité de la minuscule région du cerveau de souris dont un échantillon a été prélevé ? Lichtman ne peut pas encore trancher. Avec son équipe, il lui faudra deux années supplémentaires pour réaliser une analyse des 70 millions de neurones d'une souris.

Je l'interroge sur l'analyse d'un cerveau humain entier, qui contient 1 000 fois plus de neurones que celui d'une souris. « Je n'y pense pas trop, répond Lichtman en riant. Ça me donne mal à la tête rien que d'y songer. »

QUAND LICHTMAN ACHÈVERA ce travail – s'il y parvient –, son portrait en 3D du cerveau révélera beaucoup de choses. Mais ce ne sera jamais qu'une sculpture subtilement détaillée. Les neurones de son imagerie sont des modèles creux. Les vrais neurones sont bourrés d'ADN biologique, de protéines et d'autres molécules.

Chaque type de neurone utilise un ensemble distinct de gènes pour bâtir la machinerie moléculaire dont il a besoin pour accomplir sa propre tâche. Par exemple, dans les yeux, les neurones sensibles à la lumière produisent des protéines capables de capter les photons. Ceux d'une région appelée la substance noire sécrètent la dopamine, cruciale dans le mécanisme de la récompense.

La géographie des protéines et d'autres substances chimiques est essentielle pour appréhender le fonctionnement du cerveau et de ses dérèglements. Dans la maladie de Parkinson, les neurones de la substance noire produisent moins de dopamine que la normale. Et la maladie d'Alzheimer dissémine des amas enchevêtrés de protéines dans l'ensemble du cerveau – mais les scientifiques ne comprennent pas totalement comment ces amas peuvent générer la démence dévastatrice que provoque cette maladie.

Une carte de la machinerie moléculaire du cerveau, l'Atlas Allen du cerveau, a été réalisée à l'Institut des sciences cognitives Allen, à Seattle. Les chercheurs s'y servent de cerveaux de personnes récemment décédées, donnés par

les familles des défunts. Ils utilisent l'imagerie à résonance magnétique (IRM) de chaque cerveau comme une carte routière en 3D, puis découpent l'organe en tranches d'une épaisseur microscopique montées ensuite sur des lames de verre. Enfin, ils trempent les tranches dans des produits chimiques qui révèlent la présence de gènes actifs abrités par les neurones.

À CE JOUR, LES CHERCHEURS ont cartographié les cerveaux de six personnes. Ils y ont recensé l'activité de 20 000 gènes capables de coder des protéines dans 700 zones de chaque cerveau. Une quantité de données colossale, qu'ils commencent tout juste à lire et à comprendre.

Les scientifiques estiment que, sur tous les gènes de notre ADN, 84 % s'activent quelque part dans le cerveau de l'adulte (dans un organe plus simple, tel le cœur ou le pancréas, beaucoup moins de gènes sont impliqués). Dans chacune des 700 zones étudiées, les neurones activent un groupe spécifique de gènes.

Une étude préliminaire de deux régions du cerveau avait comparé un millier de gènes dont on connaissait déjà l'importance dans le fonctionnement des neurones. D'une personne à l'autre, les régions où chacun de ces gènes était actif restaient quasiment identiques.

Le cerveau semble donc offrir un paysage génétique méticuleusement structuré. Des combinaisons de gènes spécifiques y accomplissent des tâches dans des endroits différents. Le secret de nombreuses maladies du cerveau se cache peut-être dans ce paysage, quand certains gènes y sont activés ou désactivés de façon anormale.

Toutes les données contenues dans l'Atlas Allen du cerveau sont disponibles en ligne. D'autres scientifiques peuvent les consulter. Et ils ont déjà fait de nouvelles découvertes.

Par exemple, une équipe brésilienne a utilisé ces informations pour étudier un trouble cérébral dévastateur, la maladie de Fahr. Celle-ci se caractérise par une calcification des régions profondes du cerveau, et provoque une forme de démence. Certains cas de la maladie de Fahr ont déjà été associés à une mutation du gène SLC20A2. Dans l'Atlas, (suite page 53)

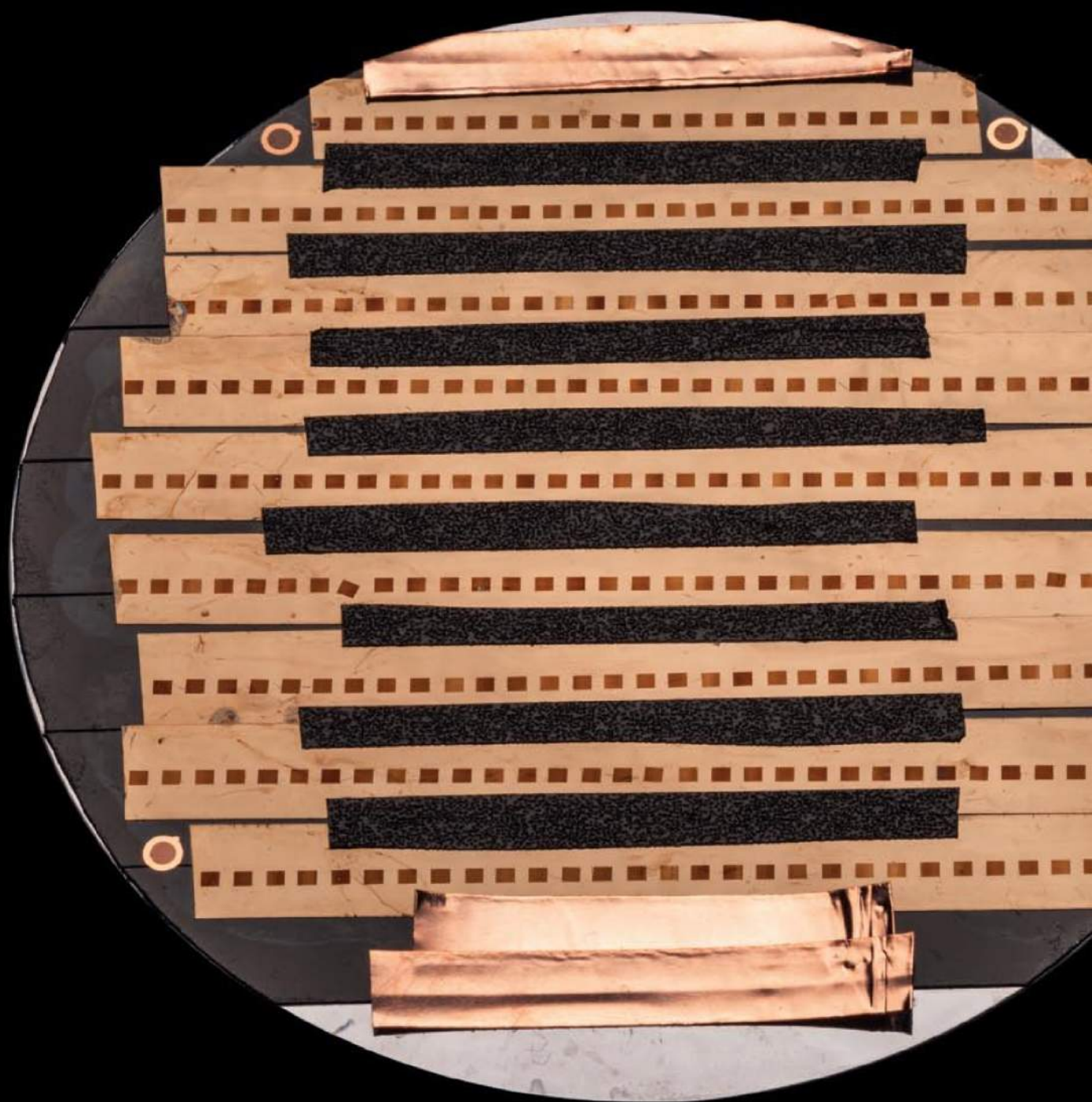
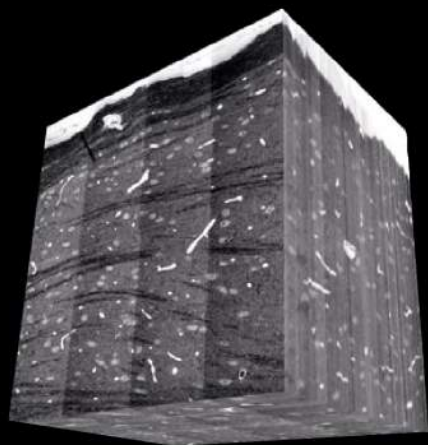
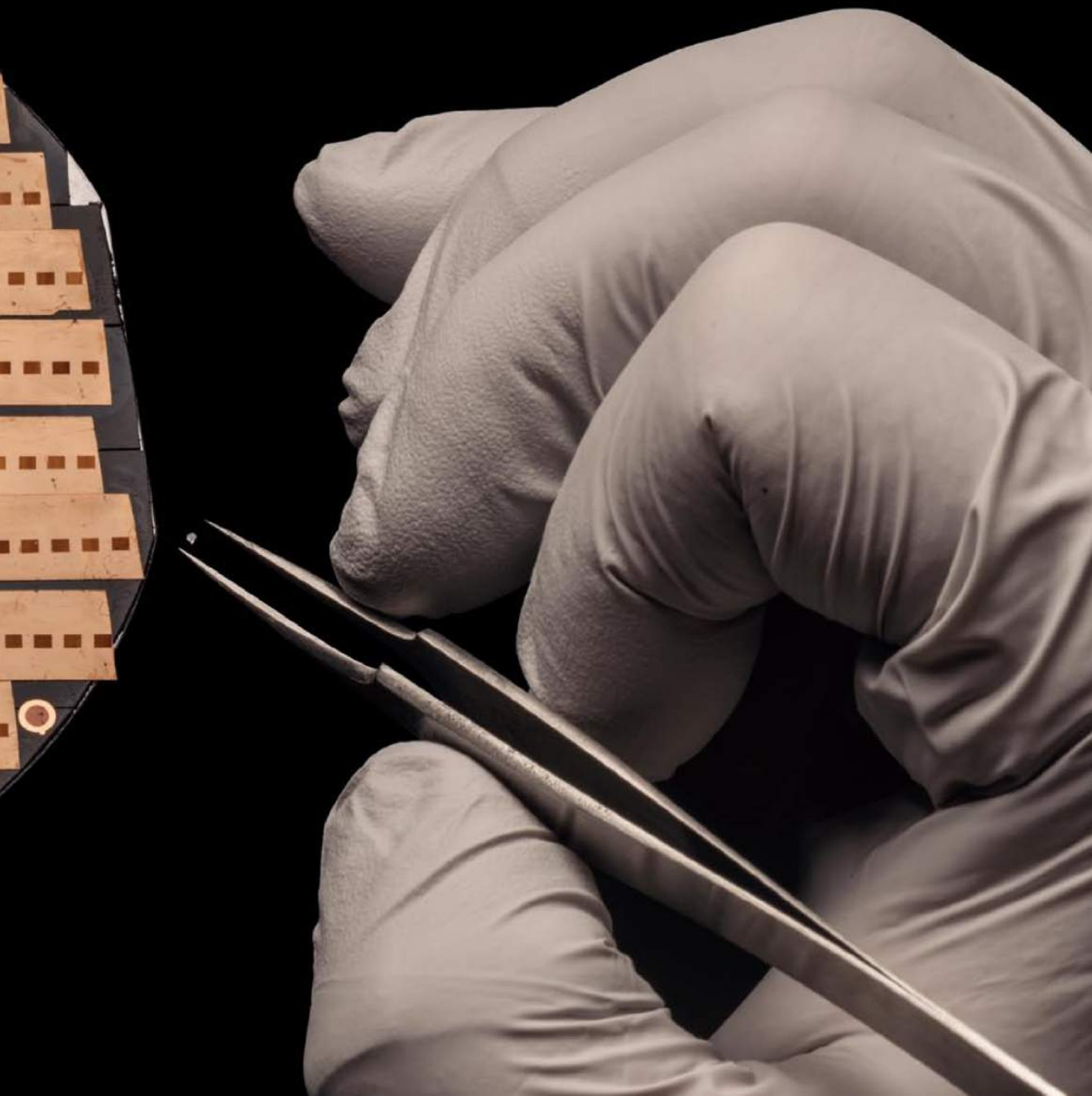


PHOTO (À DROITE, EN HAUT) : JOSH L. MORGAN, UNIVERSITÉ HARVARD ; ARTHUR WETZEL, CENTRE DE SUPERINFORMATIQUE DE PITTSBURGH



TOUTES LES BIBLIOTHÈQUES DU MONDE

Deux cents fragments d'un cerveau de souris, mesurant chacun moins d'un millième de l'épaisseur d'un cheveu humain, sont préparés afin d'être photographiés au microscope électronique. Empilées les unes sur les autres, 10 000 photomicrographies de ce type forment un modèle en 3D pas plus gros qu'un grain de sel (ici, dans une pince à épiler). Un cerveau humain visualisé à ce niveau de détail exigerait une quantité de données équivalant à l'ensemble des documents écrits de toutes les bibliothèques du monde.



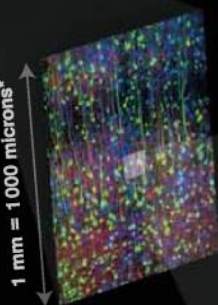
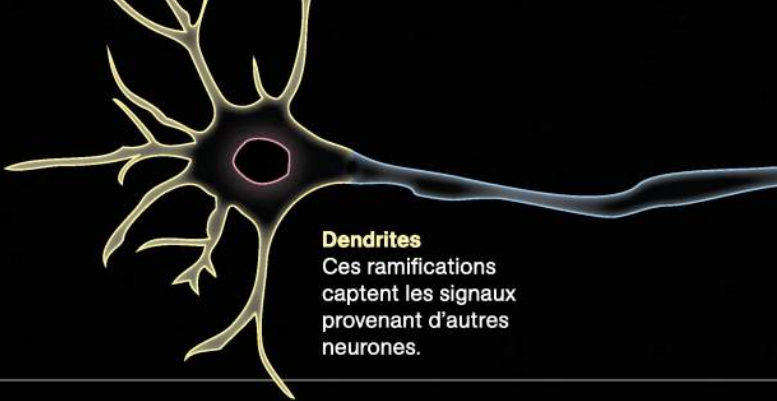
ANATOMIE D'UNE CELLULE NERVEUSE

Corps cellulaire

Chargé de la production d'énergie et de la synthèse des protéines, c'est le générateur du neurone.

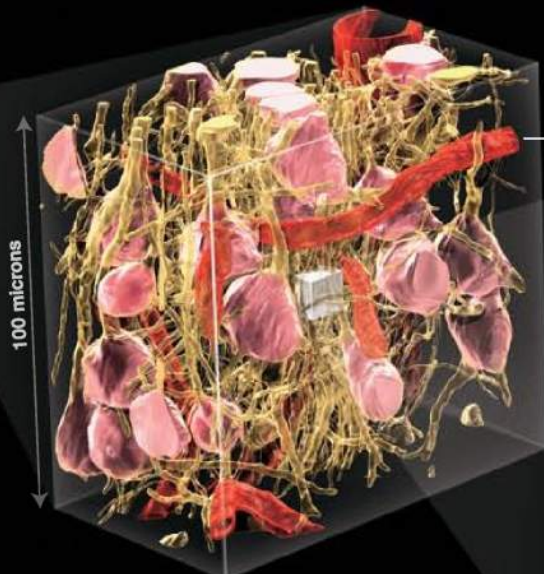
Dendrites

Ces ramifications captent les signaux provenant d'autres neurones.



Haute en réalité de 1 mm, cette image montre des cellules nerveuses disposées en couches régulières et en colonnes.

*L'image de 1 mm provient d'un ensemble de données différent de celui des autres images.



Cette section, grossie cent fois, montre des vaisseaux sanguins au milieu de corps cellulaires roses et de l'enchevêtrement de leurs axones et dendrites.

Vaisseaux sanguins

10 microns

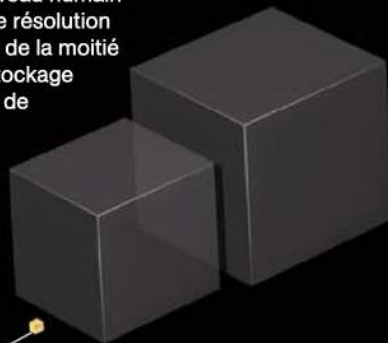


VOYAGE AU CENTRE DU CERVEAU

Pour la première fois, des scientifiques peuvent visualiser précisément comment les neurones se connectent les uns aux autres. Les trois blocs de droite ont été colorisés, mais ne sont pas des vues d'artiste. Ils représentent, à des niveaux de grossissement croissants, de véritables neurones dans une partie du cerveau d'une souris recevant des signaux du visage. La technologie pourrait bientôt rendre possible la reconstitution similaire d'un cerveau de souris entier puis, *in fine*, de l'architecture extrêmement plus complexe du cerveau humain. Cela ouvrirait la voie à des avancées dans la compréhension de la dépression, de la schizophrénie ainsi que d'autres troubles mentaux.

LA MOITIÉ DES DISQUES DURS DE LA PLANÈTE

Visualiser des neurones au niveau de détail de ces images requiert une puissance de calcul inaccessible auparavant. Produire une image d'un cerveau humain entier avec la même résolution consommerait près de la moitié de la capacité de stockage numérique actuelle de la planète.



Capacité de stockage nécessaire pour produire une image du cerveau d'une souris :
450 000 téraoctets

Capacité de stockage nécessaire pour produire une image du cerveau d'un humain :
1,3 milliard de téraoctets

Capacité de stockage mondiale, en 2012 :
2,7 milliards de téraoctets

Axone

Cette longue fibre nerveuse transmet les informations provenant du corps cellulaire sous la forme d'une impulsion électrique.

Arborisation terminale

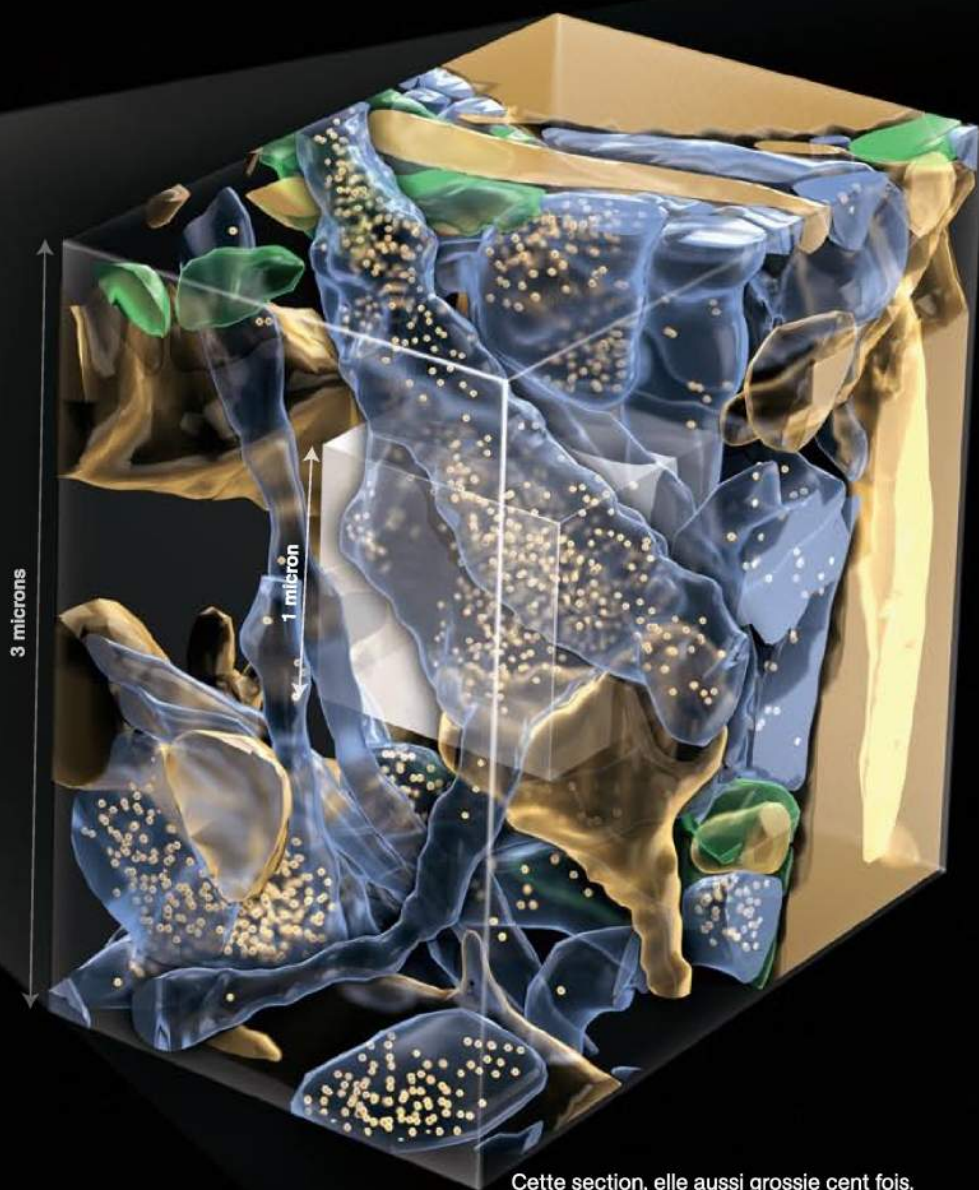
C'est l'extrémité d'une branche d'un axone, où les impulsions électriques sont déchargées. Elle libère les neurotransmetteurs, qui acheminent des messages chimiques aux dendrites d'autres cellules.

Cellules gliales

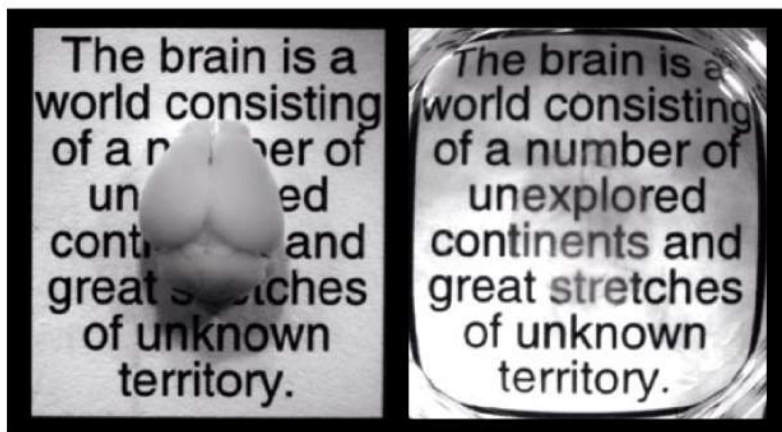
Elles sont la glu du système nerveux. Elles soutiennent, alimentent et protègent les neurones.



Également grossie cent fois, cette section montre encore plus clairement les axones (en bleu) et les dendrites (en jaune). Les épines dendritiques, en forme de bourgeons, reçoivent les informations provenant des axones d'autres cellules via les zones de contact que sont les synapses.

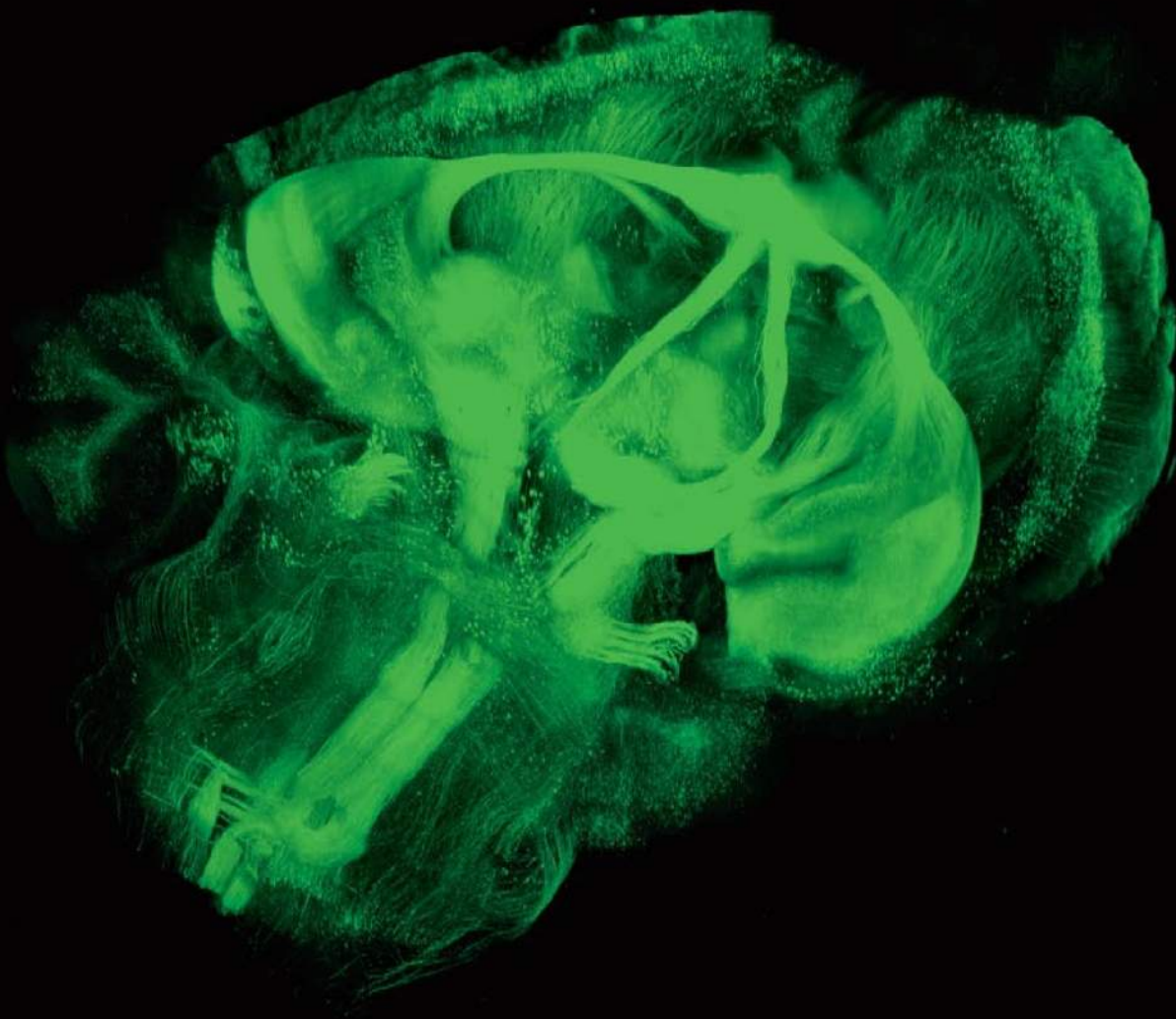


Cette section, elle aussi grossie cent fois, fait apparaître des vésicules synaptiques (grains jaunes) contenant des neurotransmetteurs. Ceux-ci convoient des messages chimiques par-delà les synapses, ce qui déclenchera l'activation ou la désactivation de la cellule nerveuse réceptrice.



CERVEAU SANS GRAISSES

Des chercheurs de l'université de Stanford trempent un cerveau de souris (à l'extrême gauche) dans des produits chimiques qui en ôtent les graisses et d'autres molécules. Il devient alors transparent (ci-contre). Des protéines qui ne se fixent que sur certains neurones peuvent ensuite être ajoutées. Ci-dessous : une protéine vert fluorescent renseigne sur l'omniprésence d'un certain type de neurone, qui ne constitue pourtant que 1 % du cerveau d'une souris.



POUR VOIR L'INTÉRIEUR DU CERVEAU, IL FAUT COMMENCER PAR LE RENDRE TRANSPARENT.

(suite de la page 47) les scientifiques ont découvert que SLC20A2 est précisément le plus actif dans les régions ciblées par la maladie.

Cependant, de toutes les nouvelles techniques de visualisation du cerveau, la plus remarquable est peut-être celle inventée par Karl Deisseroth, neuroscientifique et psychiatre à Stanford, et son équipe. Pour voir le cerveau, ils commencent par le faire disparaître.

Lors de ma visite au laboratoire de Deisseroth, l'une de ses doctorantes, Jenelle Wallace, me conduit à une table de travail. Là, une demi-douzaine d'éprouvettes sont posées sur un socle en plastique expansé. La chercheuse en saisit une et me montre le cerveau qui repose au fond. Il a la taille d'un grain de raisin. Je ne regarde pas tant le cerveau qu'à travers lui : il est presque aussi transparent qu'une bille de verre.

UN CERVEAU NORMAL de souris ou d'homme est opaque : ses cellules sont enveloppées de graisse et d'autres substances qui empêchent le passage de la lumière. Avec Kwanghun Chung, un postdoctorant, Deisseroth a conçu une méthode pour remplacer les éléments opaques par des molécules transparentes.

Un cerveau limpide permet l'observation des mécanismes d'un organe encore intact. Après avoir traité ainsi un cerveau de souris, les chercheurs peuvent le tremper dans des substances chimiques fluorescentes, qui serviront de marqueurs : elles sélectionneront certaines protéines pour se fixer ou dévoileront sur toute sa longueur une voie neurale spécifique reliant des neurones de régions reculées du cerveau.

Les scientifiques peuvent rincer la matière cérébrale et renouveler l'opération avec d'autres marqueurs, qui révéleront la localisation et la structure d'autres types de neurones. Les circuits neuronaux sont ainsi désenchevêtrés un par un.

« Il n'est pas nécessaire de démêler l'écheveau du câblage cérébral pour le voir », dit Deisseroth.

Sa méthode, baptisée CLARITY (« Clarté »), a littéralement abasourdi ses collègues. Van Wedeen a qualifié la recherche de « spectaculaire et sans équivalent dans le domaine ». Mais le but ultime de Deisseroth est de procéder de même

sur un cerveau humain. Une tâche bien plus difficile. Un cerveau humain est 3 000 fois plus grand que celui d'une souris.

Une image obtenue avec CLARITY montrant l'emplacement d'un seul type de protéine dans un seul cerveau humain générerait une quantité de données monstrueuse – environ 2 petaoctets, l'équivalent de centaines de milliers de films en haute définition. L'espoir de Deisseroth est que CLARITY révélera un jour des aspects cachés de troubles tels que l'autisme et la dépression.

Pour l'heure, il reste réaliste : « Nous avons tant de chemin à parcourir avant de pouvoir fonder des traitements sur nos analyses que je dis aux gens : "N'y songez même pas !" »

AUSSI RÉVÉLATEUR QU'UN CERVEAU transparent puisse être, il s'agira toujours d'un cerveau mort. Les scientifiques ont besoin d'outils différents pour explorer des cerveaux vivants.

Les scanners avec lesquels Wedeen discerne les structures de la matière blanche peuvent être programmés différemment afin d'enregistrer le cerveau en action. L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) permet de localiser les régions du cerveau sollicitées pendant une tâche mentale donnée. Lors des deux dernières décennies, les IRMf ont aidé à détecter des réseaux impliqués dans toutes sortes de processus mentaux – de la reconnaissance des visages à la dégustation d'une tasse de café, *via* le souvenir d'un événement traumatique.

Les images d'IRMf ont de quoi éblouir. Mais les plus puissants scanners ne peuvent enregistrer une activité qu'avec une résolution maximale de 1 mm³ – la taille d'une graine de sésame. À l'intérieur de cet espace, des centaines de milliers de neurones sont activés dans des circuits coordonnés, acheminant des signaux. Comment ces signaux donnent-ils naissance aux flux de plus grande taille révélés par les IRMf ? Mystère.

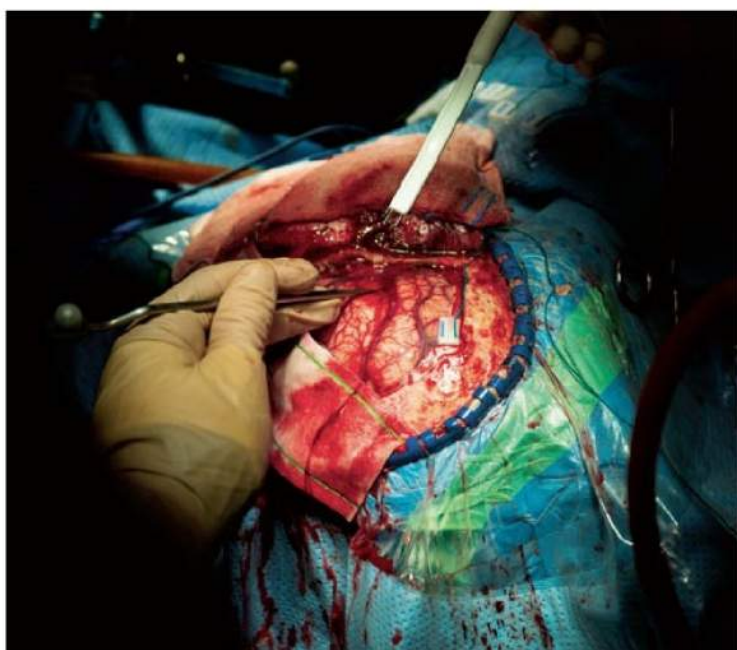
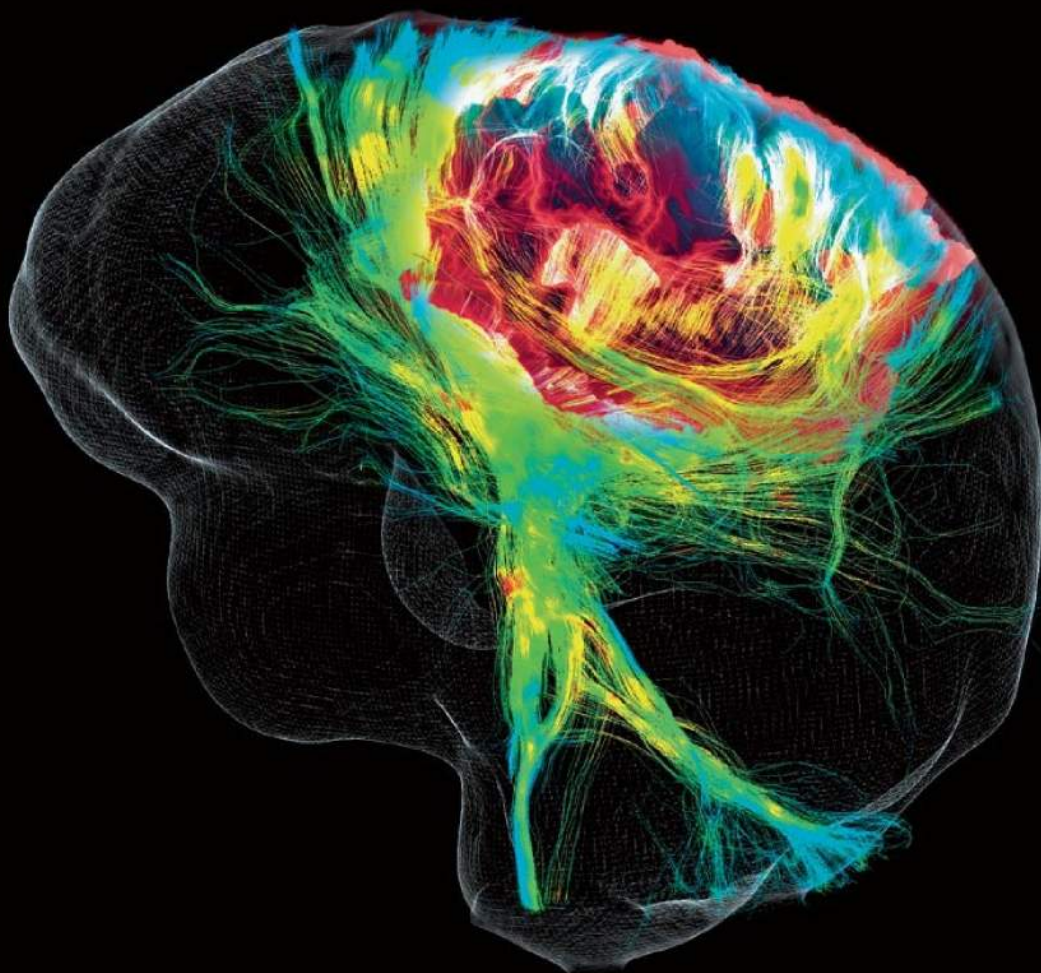
« Il y a des questions ridiculement simples à propos du cortex auxquelles nous ne pouvons absolument pas répondre », concède Clay Reid, à l'Institut de sciences cognitives Allen. Il espère répondre à certaines de ces questions en menant un programme d'expériences (suite page 57)



UNE CARTE DU CERVEAU POUR OPÉRER

Enlever une tumeur cérébrale est une opération risquée. Les chirurgiens doivent exciser la plus grande partie possible de la tumeur sans détruire des neurones voisins, vitaux pour des fonctions telles que la parole, la vue ou la mémoire, ni les fibres qui les relient entre eux. Neurochirurgien à l'université de Sherbrooke (Canada), David Fortin (à droite), se sert d'une carte en haute définition du cerveau d'un patient pour éviter les accidents.





COURANT ÉLECTRIQUE

Des scans d'un des patients de Fortin ont révélé une tumeur (en haut, en rouge) dans une région contrôlant les mouvements des mains et des pieds. En enlevant des parties de la tumeur (ci-contre), Fortin a soumis une région à un courant électrique pour déterminer si les neurones voisins étaient vitaux pour le mouvement. « Il y avait beaucoup de fonctions motrices encore actives chez ce patient, explique Maxime Descoteaux, l'un des chercheurs de l'université de Sherbrooke ayant réalisé les scans. Dans un tel cas, le chirurgien se doit d'être particulièrement prudent. »

AVEC DES MODÈLES ASSEZ PRÉCIS, LES CHERCHEURS POURRONT LIRE DANS LA TÊTE D'UNE SOURIS.

(suite de la page 53) extrêmement ambitieux : MindScope. Son objectif : comprendre comment un grand nombre de neurones accomplissent collectivement une tâche complexe.

La fonction que Reid et son équipe ont choisi d'étudier de près est la vision. Les scientifiques essaient depuis des décennies de comprendre comment nous voyons, mais ils ne l'ont fait que de façon fragmentaire. Ils ont cartographié des régions du cerveau visuel spécialisées dans différentes tâches, comme la détection des contours d'un objet ou la perception de la brillance. Ils n'ont toutefois pas pu voir toutes ces régions fonctionner ensemble – autrement dit, comment le million et quelques de neurones des régions visuelles d'un cerveau de souris rassemblent instantanément une masse d'informations donnée pour constituer l'image d'un chat.

Reid et son équipe comptent résoudre ce problème en modifiant le cerveau d'une souris, afin que ses neurones visuels émettent des flashes de lumière quand ils sont activés. Ces flashes enregistrent l'activité neurale lorsqu'une souris voit un objet spécifique – que ce soit un chat, un serpent ou un morceau de fromage appétissant.

On peut ensuite compiler les données pour créer de gigantesques modèles mathématiques de la vision. Si ces modèles sont assez précis, les chercheurs seront littéralement capables de lire dans la tête d'une souris. « Notre but est de reconstituer ce que voit une souris, explique Reid. Et je pense que nous en sommes capables. »

LES RECHERCHES DE REID sur la vision chez la souris est un autre pas vers l'objectif ultime des neurosciences : un tableau global de la façon dont cet organe extrêmement compliqué fonctionne réellement. Les scientifiques avec lesquels je me suis entretenu appellent cela une « théorie du cerveau ». On en est encore bien loin et, pour l'essentiel, le peu de résultats déjà obtenus n'ont eu aucun impact sur le traitement des patients.

Mais il y a un domaine de recherche où la cartographie de l'organe a commencé à changer la vie des gens : les interfaces cerveau-machine. À l'âge de 43 ans, Cathy Hutchinson a été victime d'un accident vasculaire cérébral massif.

Elle ne pouvait plus ni bouger ni parler. Allongée sur son lit de l'hôpital général du Massachusetts, elle s'est aperçue peu à peu que les médecins ne savaient même pas si elle était en état de mort cérébrale ou encore consciente. Sa sœur lui a demandé si elle entendait ce qu'elle lui disait. Elle a réussi à répondre en levant les yeux après chaque question.

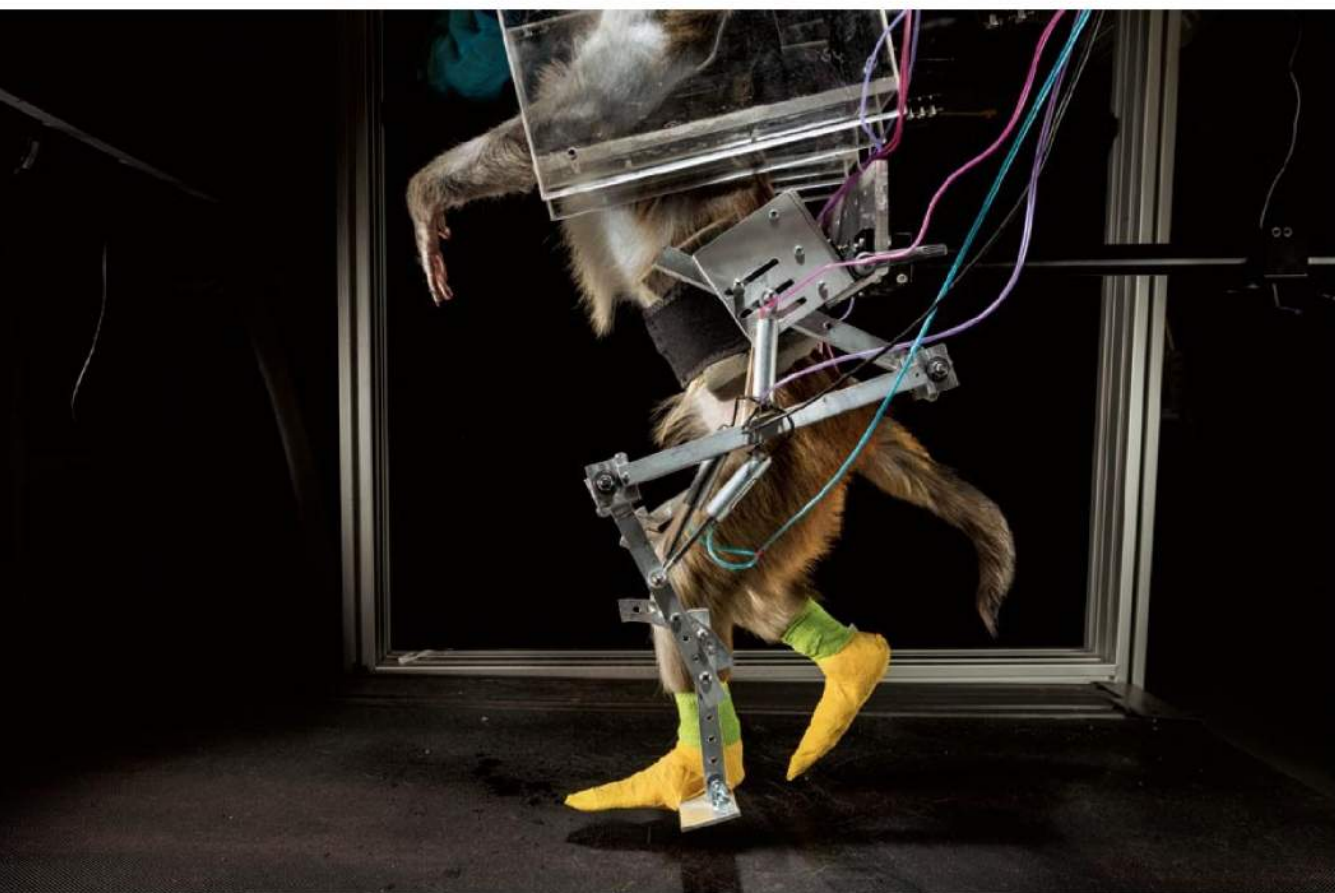
« Cela a été un tel soulagement, m'a raconté Cathy dix-sept ans plus tard, car tout le monde parlait de moi comme si j'étais mourante. »

Elle reste presque totalement paralysée et incapable de parler. Cathy communique en regardant des lettres qui apparaissent sur un écran d'ordinateur vissé sur son fauteuil roulant : une caméra suit les mouvements d'un minuscule disque de métal fixé au centre de ses lunettes.

LE CORTEX MOTEUR, qui commande les mouvements musculaires, se trouve près du sommet du cerveau. Depuis plus d'un siècle, nous savons que chaque partie du cortex correspond à une région particulière du corps. Quand des gens comme Cathy deviennent paralysés, le cortex moteur reste souvent intact. Mais il ne peut plus communiquer avec le reste du corps, car ses connexions ont été détruites.

John Donoghue, neuroscientifique à l'université Brown, voulait trouver un moyen d'aider les personnes paralysées en exploitant les signaux issus de leur cortex moteur. Parviendraient-elles à taper sur un clavier d'ordinateur ou bien à actionner une machine par la seule force de leurs pensées ? Donoghue a mis des années à mettre au point un implant.

En 2005, des chirurgiens de l'hôpital de Rhode Island ont foré un trou grand comme un jeton de poker dans le crâne de Cathy Hutchinson et y ont inséré le capteur associé à l'appareil de Donoghue. De la taille d'une coccinelle, ce capteur contenait une centaine d'aiguilles miniatures qui, en appuyant sur le cortex moteur, enregistraient les signaux émis par les neurones voisins. Un faisceau de fils électriques rattachés à ce dispositif pénétrait dans le cerveau de Cathy à travers le trou et était raccordé à un connecteur métallique planté dans son cuir chevelu.



PAR LA FORCE DE LA PENSÉE

Un macaque marche avec un exosquelette à commande pneumatique, contrôlé par un ordinateur qui lit des signaux provenant d'électrodes implantées dans son cortex moteur. Les chercheurs de l'université Duke mettent au point des appareils similaires grâce auxquels des humains paralysés pourraient marcher à nouveau.

Après cicatrisation, les chercheurs de l'université Brown ont alors branché un câble sur l'implant de Cathy. Ce câble transmettait les signaux émis par son cerveau à une batterie d'ordinateurs installés dans sa chambre.

Ceux-ci ont d'abord été entraînés à reconnaître les signaux du cortex moteur de Cathy pour déplacer un curseur sur un écran. Un tour de force accompli du premier coup. Deux ans plus tard, un bras robotisé a été couplé aux ordinateurs. Quelques séances d'entraînement plus tard, Cathy, l'ordinateur et le bras robotisé formaient déjà une équipe. « Ça semblait tout à fait naturel », m'a-t-elle confié. Si naturel que, un jour, elle a tendu le bras, attrapé une tasse de café

et l'a portée à ses lèvres. Donoghue s'en souvient : « Le sourire de Cathy quand elle a reposé la tasse, rien ne pouvait nous faire plus plaisir. »

Forts de ces succès, les scientifiques veulent aller plus loin et créer des interfaces homme-machine performantes, sûres et faciles à utiliser. À l'université Duke, Miguel Nicolelis a testé des exosquelettes qui se sanglent sur le corps. Des signaux issus du cerveau commandent chaque membre. Nicolelis a déjà réussi à faire contrôler un exosquelette complet par des singes.

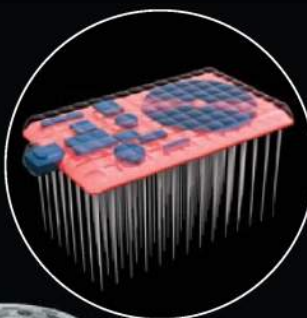
« À terme, les implants cérébraux deviendront aussi courants que les implants cardiaques, assure-t-il. J'en suis sûr et certain. »

En matière de neurosciences, prédire l'avenir est hasardeux. Les avancées du passé ont suscité de folles attentes, bien souvent déçues. « Nous ne savons pas distinguer entre des cerveaux schizophrène, autiste et normal », rappelle Christof Koch. Mais, selon lui, les neurosciences entrent dans une nouvelle ère : « Nous commençons à mettre en place les pièces du puzzle. »

Si tout va bien, un paraplégique, porteur d'un exosquelette simplifié, donnera le coup d'envoi de la Coupe du monde de football au Brésil, pays dont Nicolelis est natif. □

UN CERVEAU BIONIQUE

Si des gens blessés à la colonne vertébrale ne peuvent plus bouger, c'est parce que leur cerveau et leur corps ne communiquent plus. Les scientifiques espèrent restaurer leurs fonctions motrices à l'aide d'un squelette mécanique contrôlé par les pensées du patient. C'est un défi extrêmement ambitieux : il faudra implanter dans le cerveau les centaines de capteurs qui transmettront des ordres à l'exosquelette. Des signaux devront également circuler en sens inverse, à partir de capteurs tactiles, et informer le cerveau de la position du corps dans l'espace.



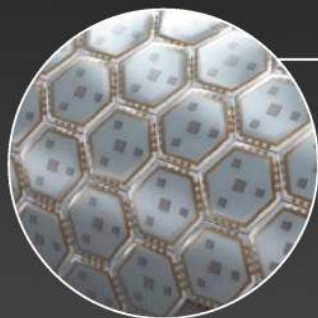
Des électrodes de l'épaisseur d'un cheveu humain sont disposées en réseaux linéaires, telles les soies d'une brosse à cheveux. Des expériences menées sur des singes (page de gauche) ont utilisé quatre batteries d'électrodes de ce type pour contrôler 2 000 neurones. Il en faudrait bien davantage pour faire remarcher un humain paralysé.

① Plusieurs batteries d'électrodes envoient des signaux à une unité de traitement centrale, dans un casque, qui compile les signaux pour les transformer en ordres cohérents.

② Ces ordres sont transmis via une connexion sans fil à un ordinateur portable. Celui-ci coordonne les mouvements complexes nécessaires à la marche.

③ De minuscules moteurs montés sur l'exosquelette exécutent les ordres de l'ordinateur pour mettre les membres et les articulations en mouvement.

④ Des capteurs tactiles fournissent un retour d'information en provenance de l'environnement.



Pour apprécier la position du corps dans l'espace, l'exosquelette est couvert de capteurs qui détectent textures, mouvements et pressions par l'intermédiaire d'un revêtement en plastique fonctionnant en grande partie comme un écran tactile. Ces informations sont retransmises au cerveau.

JASON TREAT, ÉQUIPE DU NGM ;
ANTHONY SCHICK
ILLUSTRATION : BRYAN CHRISTIE
SOURCES : MIGUEL NICOLELIS,
UNIVERSITÉ DUKE ; GORDON CHENG,
INSTITUT DES SYSTÈMES COGNITIFS,
UNIVERSITÉ TECHNIQUE DE MUNICH

REPORTAGE





NÉPAL

LA MALÉDICTION DE NAÎTRE FEMME

Mariées de force, répudiées, violées, assassinées... Nulle part au monde, les femmes ne sont aussi maltraitées.
Voici la face cachée du paradis des trekkeurs.

mère de quatre enfants, transporte de lourdes charges après sa journée de travail aux champs.



UN MARIAGE FORCÉ Nanda épouse aujourd'hui Birendra. Comme la majorité des Népalaises, elle n'a pas choisi son époux. Et impossible de savoir son âge : 17 ou 23 ans, selon les témoins. Bien que le mariage soit interdit avant 18



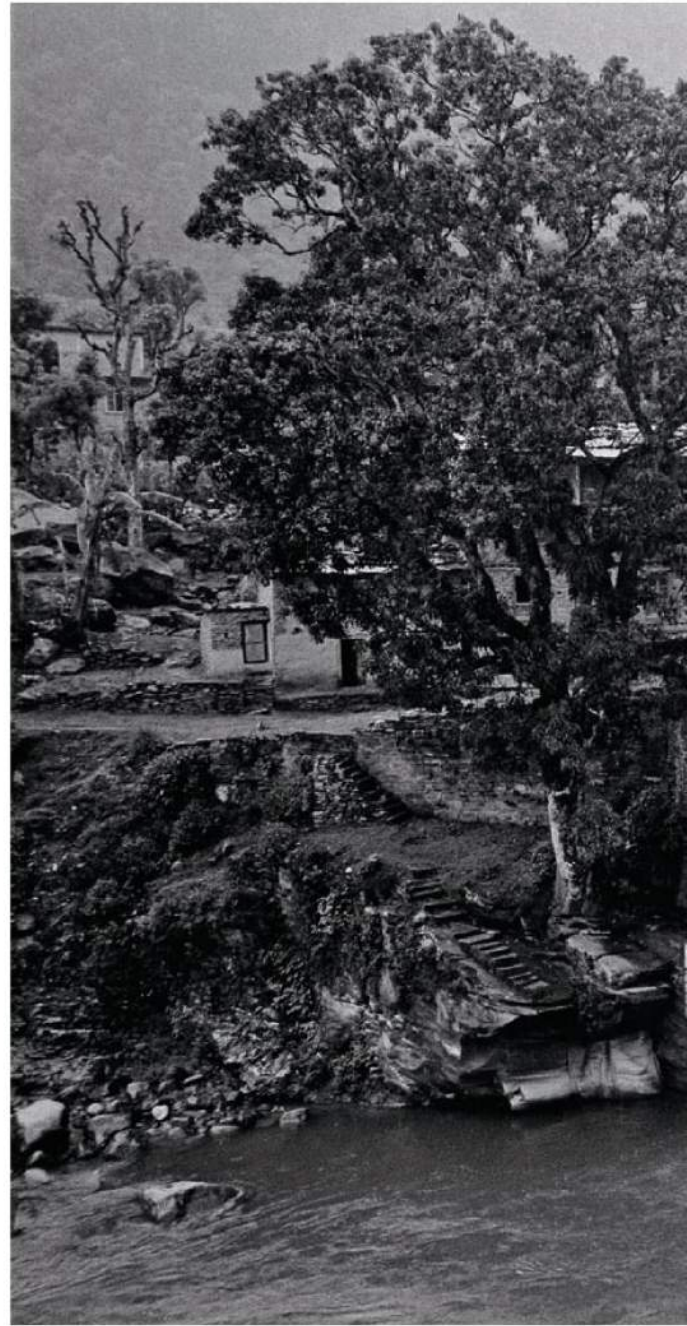
ans, dans les zones rurales, les jeunes filles sont souvent mariées dès l'adolescence, ou plus jeunes encore. Un simulacre d'enlèvement sera organisé, et la femme emmenée à dos d'homme dans la montagne.

PAR MARIE-AMÉLIE CARPIO
PHOTOGRAPHIES DE MARIE DORIGNY

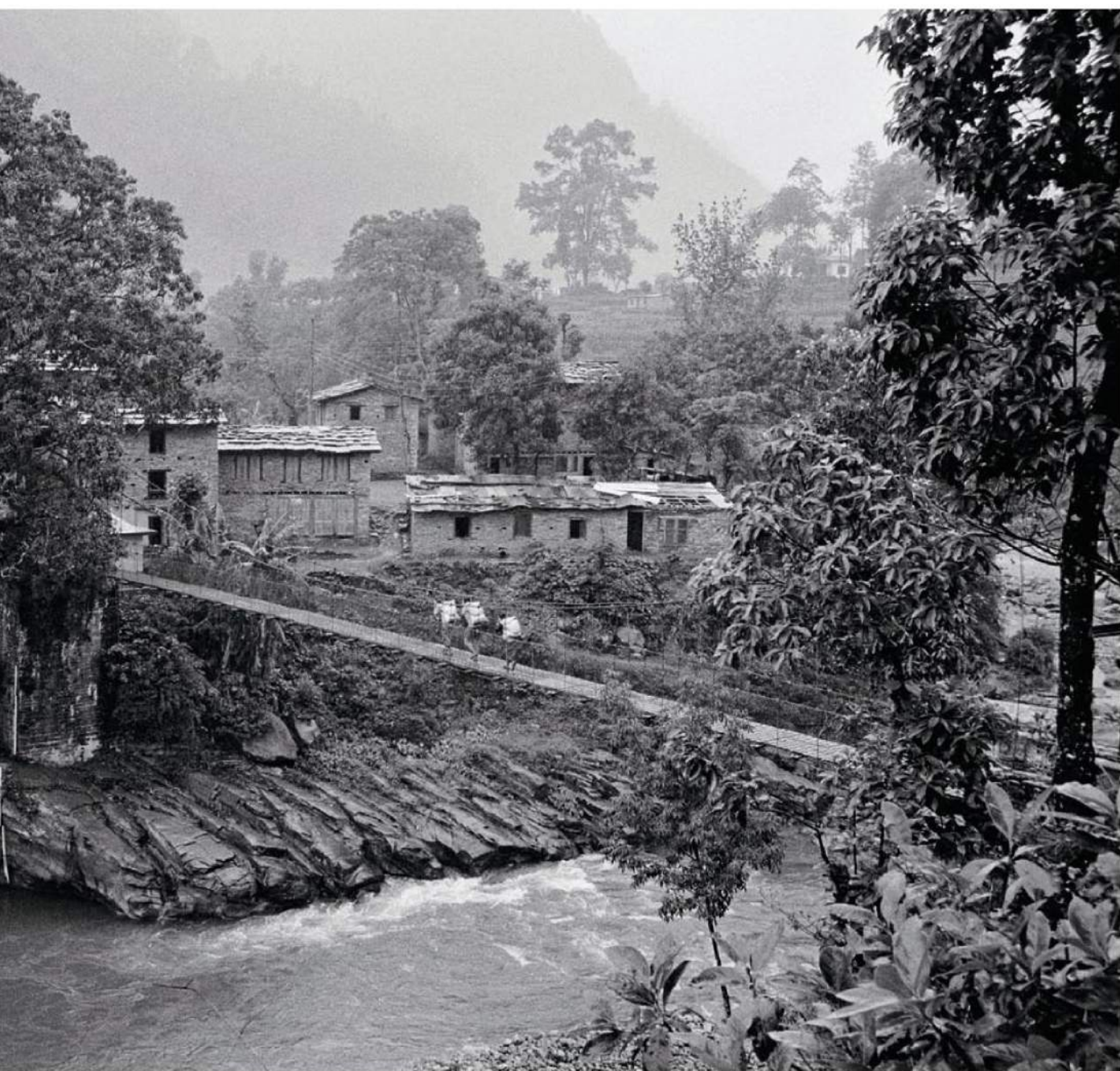
Quand je la rencontre à Kapilvastu, son village, Gudiya a presque l'air d'une apparition. Elle appartient à la communauté madeshi, qui peuple le Terai, les basses plaines népalaises frontalières de l'Inde. Avec son jean et son tee-shirt, sac à dos à l'épaule, voile turquoise posé sur ses longs cheveux noirs, elle tranche avec le cadre, un tableau traditionnel de filles en saris multicolores égaillées au milieu de masures en pisé. Il y a peu, Gudiya ne l'aurait pas déparé.

À 8 ans, elle a quitté l'école pour aider aux travaux des champs. À 14 ans, elle était mariée. À 16 ans, elle était brûlée vive par sa belle-sœur, après la mort d'un buffle qui lui avait valu d'être accusée de sorcellerie. Laissée pour morte, la jeune fille doit à ses voisins d'avoir survécu. Ils ont contacté Saathi, une ONG venant en aide aux femmes victimes de violences, dont des membres ont conduit Gudiya à l'hôpital.

Durant ses deux années de convalescence à Katmandou, elle a appris à lire, à coudre, et une certaine idée des droits des femmes. « L'ancienne Gudiya est morte, assène-t-elle. Lorsque je suis



Violences. *Entre 60 et 70 % des Népalaises seraient victimes de violences, à commencer par les brutalités domestiques qu'elles endurent au quotidien. « Probablement le pire pays au monde pour les femmes », estime la directrice d'une ONG.*



VIDÉE DE SES FORCE VIVES Dans le district de Sindhupalchok, la terre est difficile à cultiver et de faible rendement. Les récoltes ne suffisent plus à nourrir les familles, contraintes peu à peu à l'exil.

revenue au village, j'ai prévenu mon père que j'irai voir la police s'il mariait ma jeune sœur. J'ai dit aux femmes qu'elles devaient cesser les mariages précoces, mais elles se sont moquées. Il faut que notre culture change, que les filles aient accès à l'éducation pour connaître leurs droits. »

Gudiya est aussi revenue pour demander le divorce et réclamer la moitié des biens du couple lui revenant selon la loi (en pratique, des transferts de propriété opportuns à un tiers en compromettent souvent l'application). Elle en avait

besoin pour refaire sa vie dans la capitale. Son mari, lui, avait déjà pris une nouvelle épouse, selon le scénario classique de la polygamie.

Gudiya, c'est la face sombre du Népal, l'envers glauque du paradis des trekkers. Dans l'ancien royaume himalayen, les femmes restent des citoyennes de seconde zone, corsetées par les traditions et le poids des discriminations.

« En termes de degré de violence endurée quotidiennement, le Népal est probablement le pire pays du monde pour les femmes », estime

Christine Chambon, la directrice de l'ONG Planète Enfants à Katmandou. Entre 60 et 70 % des Népalaises seraient victimes de toutes formes de violence. À commencer par les brutalités domestiques, endémiques.

DANS LES DEUX PIÈCES EXIGUËS dévolues aux dépositions, au Women Cell de la police de Katmandou, c'est tous les jours le même défilé d'épouses en pleurs et de maris au coup de poing facile. « On s'est battus tous les deux, mais j'ai peut-être cogné un peu plus fort », admet du bout des lèvres un bijoutier à la jalousie malade devant son épouse au corps tuméfié. « Elle est sarcastique avec moi. Je suis l'homme, tout

n'ont aucun soutien à attendre de leur famille et n'ont souvent aucune indépendance financière, la plupart d'entre elles n'ont pas d'autre choix que de retourner avec leur conjoint. »

« 99 % des hommes de notre pays pensent encore que les femmes doivent leur obéir, renchérit Sumeetra Manandhar, avocate et conseillère bénévole au service. Les divorcées, considérées comme impures, ne sont pas acceptées. Une femme qui ne fait pas de compromis ruine sa vie. » Pour durer, les femmes doivent endurer. La leçon vaut pour toutes les confessions – hindoue, bouddhiste, musulmane – et toutes les castes. Renuka, 19 ans, est brahmane. Assise sur un matelas, dans un

Au poste de police. « *On s'est battus, mais j'ai peut-être cogné un peu fort* », explique un bijoutier. « *Elle est sarcastique avec moi. Je suis l'homme, tout de même* », se justifie un ingénieur. « *99 % des hommes de notre pays pensent que les femmes doivent leur obéir* », affirme une avocate.

de même », s'offusque un ingénieur bon teint, outré de devoir rendre des comptes. Tous les deux se voient rappeler l'existence d'une loi qui punit la violence conjugale de six mois de prison et 25 000 roupies d'amende (180 euros).

Ce service, comme les autres du même type présents dans les soixante-quinze districts du Népal, se compose exclusivement de femmes spécialisées dans les violences domestiques. Mais les plaintes atteignent rarement le tribunal. Au poste de police, un leitmotiv est rabâché aux victimes : « la nécessité du compromis ».

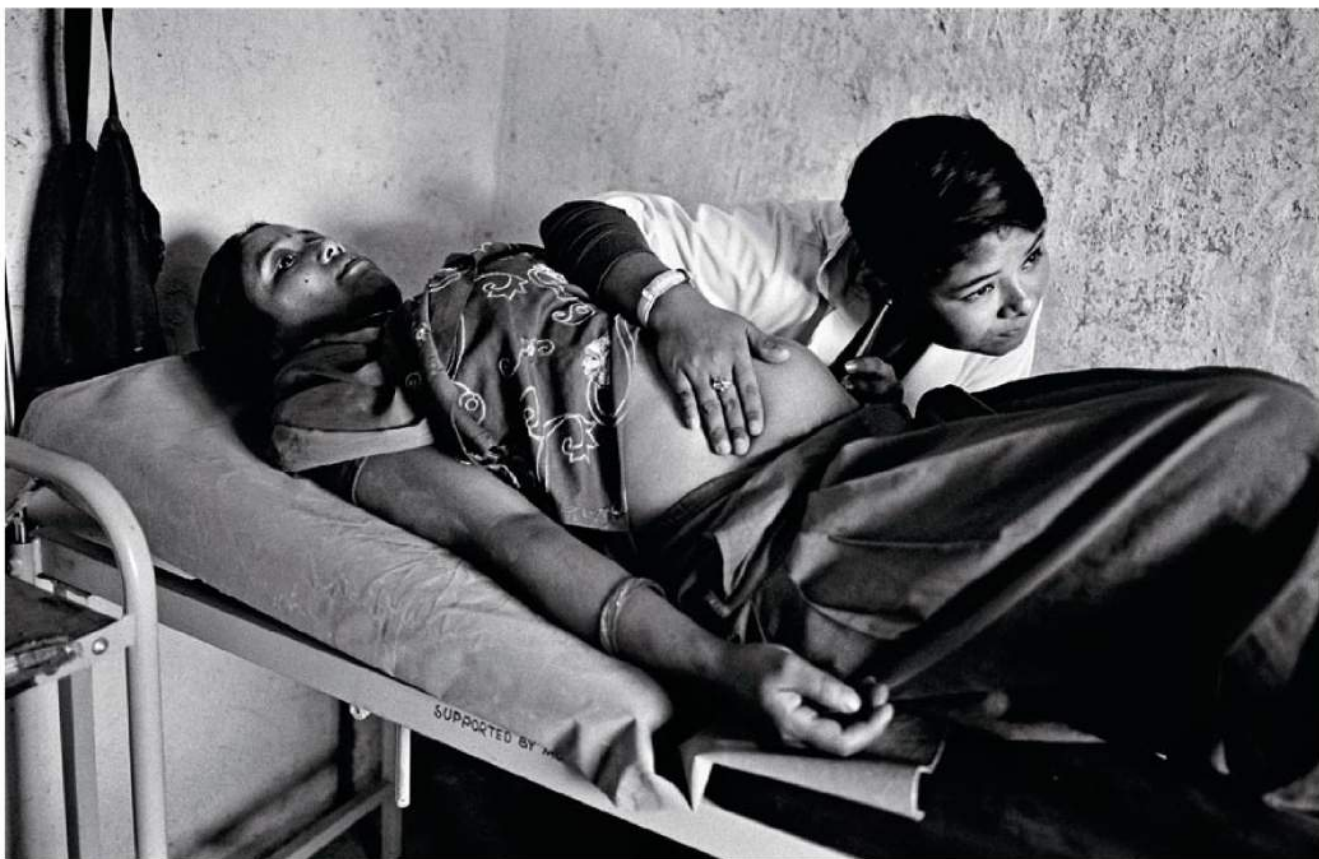
« Nous faisons en sorte que les deux parties discutent, m'explique Dudhi Maya Lama, la sous-directrice du service féminin. Dans notre culture, les femmes mariées ne peuvent pas retourner vivre chez leurs parents. Comme elles

refuge de Katmandou, elle s'efforce de langer son bébé. Gestes heurtés et malhabiles. Son torse, ses bras et son cou ont été dévorés par le feu. Sa tête est perpétuellement penchée depuis que la chair de son cou a fusionné avec celle de ses épaules. Mariée à 14 ans sur un coup de foudre, auquel ont succédé les coups de colère d'un époux violent, elle a trouvé une issue désespérée à ses noces barbares : l'immolation par le feu. « C'était une erreur, bien sûr, lâche-t-elle dans un souffle. Mais, sur le moment, je ne pouvais pas imaginer d'autre solution. »

Renuka n'est pas un cas isolé. Le suicide est devenu la première cause de mortalité chez les Népalaises âgées de 15 à 49 ans, affirme une étude du ministère de la Santé publiée en 2009. « La violence contre les femmes a toujours existé,



ELLE CROYAIT FUIR LA VIOLENCE Victime d'un époux brutal, Renuka s'est arrosée d'essence (ci-dessus). Après l'hôpital et un centre d'accueil pour femmes battues, elle retournera avec son mari, car sa mère, partie travailler au Koweït, ne peut plus l'héberger. (Ci-dessous) Médecins du Monde a développé des programmes de santé dans les villages les plus défavorisés du Sindhupalchok : construction ou rénovation de dispensaires, création de salles d'accouchement, formation d'auxiliaires de santé et de sages-femmes...



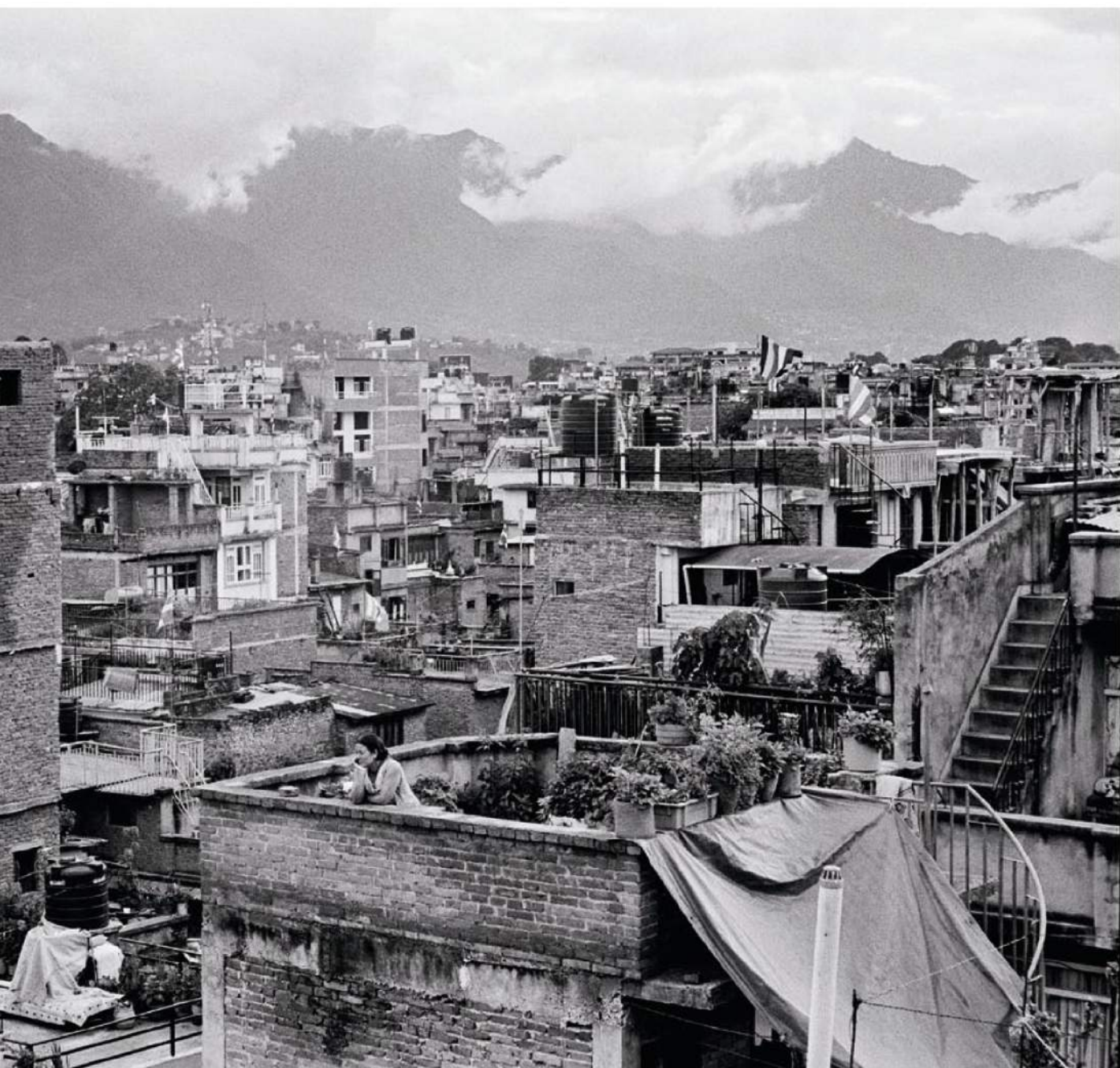
assure Pramada Shah, princesse de la famille qui a régné jusqu'à l'abolition de la monarchie, en 2008, et fondatrice de Saathi. Je gère des foyers de victimes depuis vingt ans, ils n'ont jamais été vides, mais les formes de violence ont gagné une intensité nouvelle ces dernières années. »

« **MES PARENTS SONT DES FERMIERS – moi, je voulais devenir policière**, car je ne voyais que des hommes dans la police. J'avais 13 ans quand ils m'ont dit qu'ils ne pouvaient plus payer l'école. » Babari est une jolie jeune fille de 18 ans, toute de rose vêtue. « Et puis un parent de ma mère nous a rendu visite et a promis de m'offrir une meilleure éducation en Inde. J'étais si heureuse ! » En fait d'études, l'homme a vendu Babari à un bordel d'Agra. « Deux mois plus tard, j'ai vu ma cousine arriver. Il l'avait vendue, elle aussi. Ensemble, nous avons réussi à nous échapper à la faveur d'une coupure d'électricité. » Babari est un cas d'école. Pour les Népalaises, ce début de XXI^e siècle est celui de la double peine. Aux violences traditionnelles se superposent de nouvelles agressions. Sur fond de pauvreté galopante et d'instabilité politique chronique, les trafics de femmes prospèrent. À Katmandou d'abord.

Là, l'ethnie Dong tient le business du sexe. Née dans les balbutiements de la démocratie, cette mafia monnaie son impunité contre des services aux partis politiques (intimidation ou enlèvement de rivaux) lors des élections. Mais



Vendue. « Un parent de ma mère nous a rendu visite et a promis de m'offrir une meilleure éducation en Inde. J'étais si heureuse ! » En fait d'études, l'homme a vendu Babari, 18 ans, à un bordel d'Agra. « Deux mois plus tard, j'ai vu ma cousine arriver. Il l'avait vendue, elle aussi. »



UNE MÉGAPOLE SURPEUPLÉE Un exode rural massif, amorcé durant la guerre civile, qui a gonflé la population de Katmandou et de sa vallée, celle-ci atteignant quelque 3 millions

les Népalaises s'exportent aussi. Chaque année, 7 000 à 12 000 d'entre elles seraient victimes de réseaux internationaux de prostitution.

« Depuis une dizaine d'années, elles ne sont plus simplement envoyées en Inde, mais aussi au Moyen-Orient, en Corée du Sud, en Chine et en Afrique du Sud, m'explique Sunita Denuwar, la présidente de Shakti Samuha. Cette association administre des refuges pour les victimes et a recueilli Babari. « C'est le crime organisé qui gère les réseaux aujourd'hui. » Et qui rentabilise

au maximum ses esclaves transbahutées, allant jusqu'à combiner trafic d'organes et exploitation sexuelle, le prélèvement d'un rein précédant parfois la maison close.

« Très peu de victimes de trafic portent plainte, car les familles sont souvent impliquées, souligne Laxmi Shrestha, une conseillère de l'ONG Saathi. Les filles sont illettrées, elles ne gagnent pas d'argent. Elles représentent un fardeau pour les familles pauvres. » Ces filles perdues viennent en majorité des campagnes



LA TERREUR OU LA RUE Hasrun, 25 ans, est une survivante : son mari et sa belle-mère ont tenté de la tuer en l'arrosant de kérosène et en y mettant le feu. Grâce à des ONG, son mari a été condamné à sept ans de prison. Il n'en a fait que quatre, et Hasrun a dû retourner vivre avec lui... (Ci-dessous) Elles s'appellent Sharmila, Sandhya ou Premika, elles ont 14, 15 ans... Elles ont quitté leur village, fuyant la pauvreté et la faim, un père ou un mari alcooliques et violents. À Katmandou, elles sont une proie facile pour les souteneurs.



miséreuses du pays. Le Sindhupalchok est l'un de ces districts des montagnes, à quelques heures de route de Katmandou mais déjà à des années-lumière. Le village de Batase, au flanc d'une vallée escarpée, déploie une immémoriale beauté pastorale. Avec conditions de vie à l'avenant : quelques pompes à eau, électricité intermittente et accès aux soins quasi inexistant tant le village est enclavé.

La route la plus proche est à deux heures de marche. Jusqu'à l'installation d'un dispensaire de Médecins du Monde, voilà deux ans, plus de 90 % des femmes accouchaient à domicile.

Les cultures en terrasses dégringolent vers le vide. Du riz, du maïs et quelques légumes, qui assurent tout juste la subsistance des familles. À chaque coin de sentier, des femmes ploient sous le *doko*, le panier traditionnel en bambou

LAISSÉES SEULES, les femmes sont d'autant plus vulnérables qu'elles doivent désormais faire face au réchauffement climatique. Ce bouleversement affecte les rendements agricoles, sur fond d'insécurité alimentaire grandissante. Celle-ci touche aujourd'hui 6,4 millions de personnes, soit presque un quart de la population.

Parfois, des familles entières prennent le chemin de l'exode vers Katmandou. Mais, pour beaucoup d'entre elles, le voyage se termine dans les bidonvilles, où les illusions perdues se noient dans l'alcoolisme et où sévissent des violences renouvelées contre le « sexe faible ».

Coincé entre l'aéroport et une rivière aux berges jonchées d'ordures, Manohara est le plus grand de ces bidonvilles : 4 000 migrants y végètent dans un dédale crasseux de masures de briques et de tôle ondulée. Dont la famille Maya.

Filles manquantes. *La légalisation de l'avortement, censée être une avancée en matière de droits des femmes, a débouché sur un drame : l'avortement sélectif de fœtus féminins. En 2011, les filles étaient moins nombreuses que les garçons pour la classe d'âge de 0 à 10 ans.*

leur servant pour le bois et le fourrage. « Elles portent de lourdes charges jusqu'au neuvième mois de leur grossesse et n'ont même pas le temps de s'alimenter correctement, déplore Pushpa Jirel, la sage-femme du dispensaire. Elles n'ont pas le choix, car la plupart des hommes se sont exilés. Parfois, ils restent absents pendant deux ou trois ans. »

Avec un revenu de 700 dollars par habitant et par an, le Népal reste l'un des pays les plus pauvres de la planète. Le manque de perspectives de développement y enfante des bataillons de migrants. Des hommes, en premier lieu, qui vont louer en masse leurs bras dans la capitale, en Inde et dans les pays du golfe Persique.

Les parents et leurs trois enfants s'entassent dans quelques mètres carrés, partagés avec une vingtaine de poules. Som Maya, 12 ans, la cadette, regard fixe et parole rare, reste rivée à la télévision tandis que sa mère nous raconte son histoire.

Som a été violée par un voisin, un commerçant d'une soixantaine d'années. Une hospitalisation et une tentative de suicide plus tard, elle est revenue dans le bidonville, trop pauvre pour bénéficier d'une aide psychologique. « Son agresseur nous a offert 20 000 roupies pour que nous retirions notre plainte. Mais l'argent n'est rien comparé à la vie de ma fille, personne ne voudra l'épouser maintenant », enrage sa mère, toute à sa nostalgie d'un remède pire que le mal.

« Quand j'étais jeune, la communauté savait quoi faire. Si une fille était violée, le village obligeait le garçon à l'épouser. Mais, dans les villes, les gens ne s'entraident pas. »

SI LE CONSTAT EST GLAÇANT, il n'est pourtant pas désespéré. Les bouleversements de la société népalaise ont des effets ambivalents. Dans les campagnes désertées par les hommes, les ONG s'appuient *de facto* sur les femmes.

Ainsi d'Oxfam dans le district de Surkhet, dans l'ouest du pays. « Nous avons mis en place une coopérative fonctionnant sur le microcrédit pour la production de semences », résume Mahendra Narayan Mahato, le coordinateur d'Oxfam au Népal. Sur les 1 251 membres de la coopérative, 928 sont des femmes. « Il n'y avait presque plus d'hommes dans les villages, alors nous avons bâti le programme autour d'elles. »

L'initiative a permis de créer des emplois et de freiner l'émigration des habitants. Mais elle constitue surtout un facteur d'émancipation des villageoises. « C'est toute la beauté de la chose, s'enthousiasme Netra Regmi, l'un des responsables du projet. Aujourd'hui, elles ont acquis un vrai pouvoir de décision au niveau local. »

Au-delà de ces happy ends localisés, les principaux progrès tiennent aux avancées législatives de la dernière décennie : légalisation de l'avortement, instauration du partage des biens en cas de divorce, loi contre la violence



Privées de droits. Au Népal, la citoyenneté reste le domaine réservé des hommes. Il dépend du bon vouloir des pères ou des maris de l'octroyer à leur fille ou à leur épouse. Sans l'accord préalable des mâles, pas d'existence légale.



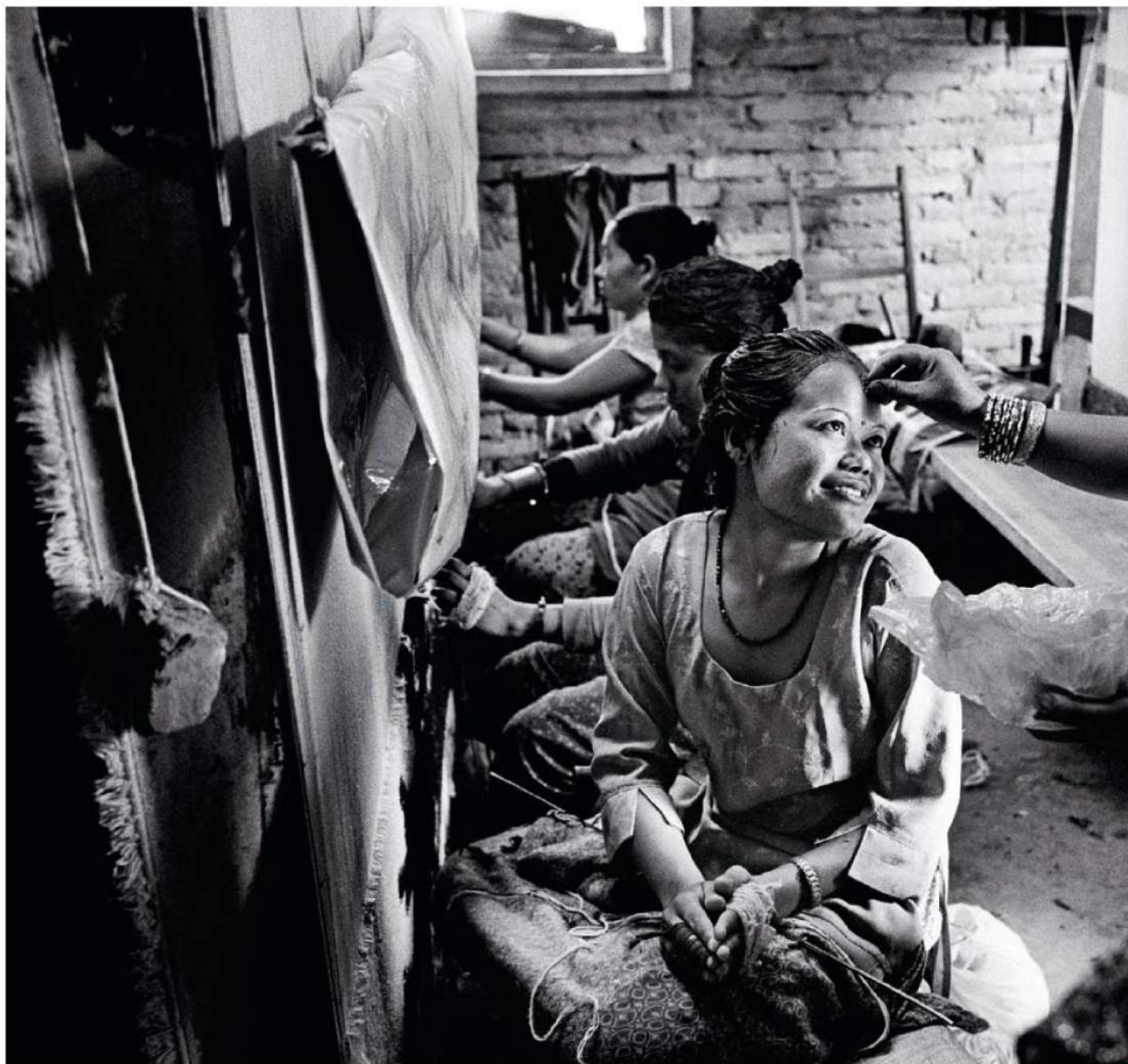
LE SIGNAL DE LA MOUSSON Dans le village de Galrabaj, l'arrivée de la mousson a donné le signal de départ pour de nouvelles cultures. Les femmes de la coopérative Sapana (le Rêve) se retrouvent pour planter le riz.

domestique. La force de ces réformes demeure toutefois limitée par une subtilité locale que nous découvrons en cours de route.

Au Népal, la citoyenneté reste le domaine réservé des hommes. Il dépend du bon vouloir des pères ou des maris de l'octroyer à leur fille ou à leur épouse. Sans l'accord préalable des mâles, pas d'existence légale. Autrement dit pas d'accès à l'éducation supérieure, à la propriété, ou à un simple compte bancaire. Ces apatrides de l'intérieur existent dans tout le pays mais se

concentrent en particulier dans le Nord-Ouest, une zone qui constitue un condensé des plus graves atteintes contre les femmes.

Dans cette foire du pire, on trouve les intouchables *badi*, encore vouées à la prostitution il y a quelques années en vertu du double stigmat de l'infériorité de leur sexe et de leur caste. Le territoire abrite aussi les *deuki*, des fillettes vendues aux temples par des parents désireux de s'attirer la faveur des dieux. Elles sont condamnées à être abusées par des fidèles persuadés de



SURVIVRE À LA MISÈRE À Manohara, le plus grand des 63 bidonvilles que compte Katmandou, les femmes tout juste arrivées de leurs villages s'efforcent de survivre dans des ateliers aux mains d'exploiteurs.

laver leurs péchés par la grâce du viol. « Entre 80 et 90 % d'entre elles sont illettrées dans le district de Dailekh, souligne Susan Parajuli, le responsable d'un programme pilote mené par Oxfam pour développer l'autonomie des femmes dans la région. Quand les maris partent à l'étranger, ils leur laissent un portable pour pouvoir les contacter, mais elles-mêmes sont incapables de passer ne serait-ce qu'un appel d'urgence, elles ne peuvent pas déchiffrer les touches. Leur apprendre à lire fait déjà une

énorme différence. Nous leur expliquons aussi l'importance d'avoir la citoyenneté, car elles n'ont aucune conscience de leurs droits. » Dans les villages où il a été institué, le programme a permis de réduire le nombre de femmes qui étaient privées de citoyenneté de 90 % à 60 %. Mais il s'est heurté à un mur au chapitre du *chhaupadi* – littéralement, « les femmes ayant leurs règles ». « Y a-t-il une femme *chhau* en ce moment ? », demande Susan Parajuli à la première personne que nous croisons dans le



hameau de Tolipani. Nous obtenons aussitôt le renseignement. Les menstruations sont l'affaire de la communauté. « Si je rentrais chez moi, le bétail mourrait », me dit Bhagwoti Gharti, 23 ans, reléguée depuis deux jours dans les combles de la bergerie. « Quelque chose de mauvais arriverait », ajoute une voisine.

CONSIDÉRÉES COMME IMPURES durant leurs règles et pendant onze jours après un accouchement, les femmes hindoues sont reléguées dans des paillotes spéciales ou dans les étables. En été, certaines sont mordues par les serpents qui élisent domicile dans les branchages des huttes ; en hiver, d'autres succombent au froid. Ces abris à l'écart sont aussi propices à des viols occasionnels. Les séjours dans l'insalubrité des étables ne sont guère plus enviables. Les serpents constituent le principal souci de Bhagwoti.

Ici comme dans nombre de villages du district, les ONG ont opté pour la politique des petits pas tant la tâche est immense. Avant l'installation d'un puits, il y a quelques mois, les habitants de Tolipani buvaient encore l'eau croupie de la mare des buffles. Dans cet extrême dénuement, la libération des femmes attendra. Quand nous quittons le village, Susan Parajuli me précise qu'à Katmandou, les femmes restent confinées dans une chambre à part pendant leurs règles. En ville, les manières sont plus polices, mais les préjugés tout aussi féroces. □

École à deux vitesses. *L'alphabétisation des filles est passée de 55 % en 2006 à 67 % en 2011 (87 % pour les garçons). Mais ces chiffres, trompeurs, servent de paravent à un système inégalitaire : écoles publiques sans moyens pour les filles contre écoles privées pour les garçons.*

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

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



La
« révolution bleue »
résoudra-t-elle
le défi
alimentaire
mondial ?

*L'élevage produit désormais
davantage de poisson que de bœuf.
Et ce n'est que le début.*

Comment rendre meilleur le poisson d'élevage

Par Joel K. Bourne

Photographies de Brian Skerry



UNE POLYCLTURE PLUS RENTABLE

Au Bangladesh, Solaiman Sheik montre des écrevisses, un produit d'exportation lucratif, pêchées dans le petit étang de son père. La famille y élève aussi des poissons et, à la saison sèche, du riz fertilisé par leurs déchets. Cette polyculture a permis de tripler la production, avec des effets environnementaux limités.

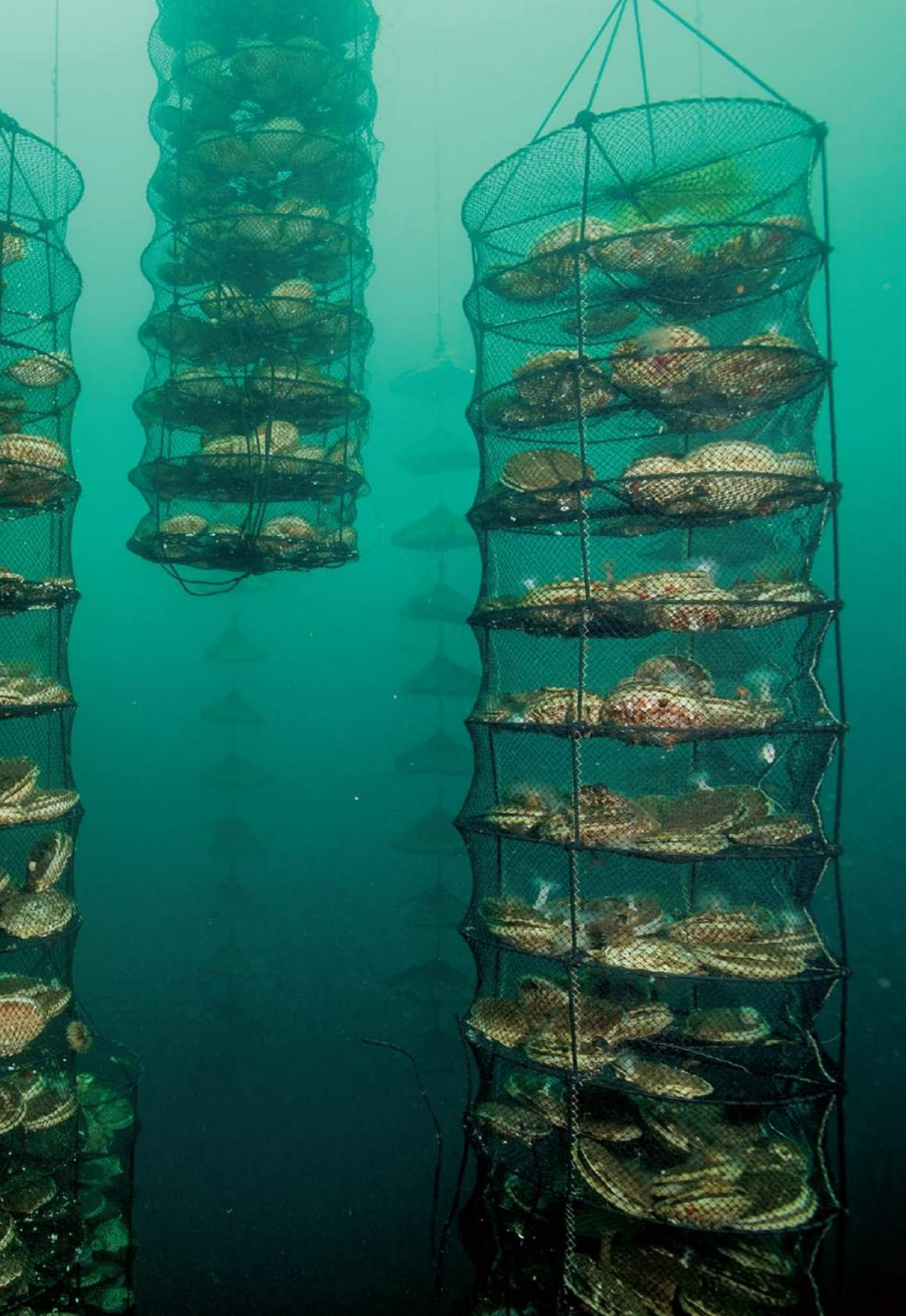
JIM RICHARDSON



DES FILTRES NATURELS POUR LES DÉCHETS

Filtres à eau naturels, des pétoncles japonais géants prospèrent sur les déchets des poissons, dans une ferme expérimentale, au large de l'île de Vancouver, au Canada. L'exploitation utilise aussi des algues et des holothuries (concombres de mer) pour consommer les déjections des cages à morues charbonnières voisines.







L'ALGUE VERTE TUEUSE

Les parcs à tilapias de Laguna de Bay, le plus grand lac des Philippines, sont étouffés par une algue qu'ils ont contribué à faire apparaître. Ce lac surexploité produit du poisson d'élevage en grande quantité. L'excès de nutriments déclenche une apparition massive d'algues qui absorbent tout l'oxygène, tuant le poisson.



L'avenir de l'alimentation

Dans un entrepôt sombre et humide, Bill Martin attrape un seau de boulettes marron qu'il déverse dans une longue cuve en béton. De gros tilapias blancs remontent en surface. Martin sourit devant leur appétit frénétique.

Il est le président de Blue Ridge Aquaculture, l'une des plus vastes fermes piscicoles couvertes du monde, située dans l'État américain de Virginie. « Le tilapia est le poisson de saint Pierre, celui avec lequel Jésus nourrissait la foule », explique-t-il de sa voix rauque. Mais, à la différence de Jésus, Martin ne donne pas son poisson. Il vend chaque jour 5 t de tilapias vivants à des magasins asiatiques, de Washington à Toronto, et prévoit d'ouvrir une autre ferme sur la côte ouest.

« Mon modèle, c'est l'industrie de la volaille, précise Bill Martin. La différence, c'est que nos poissons sont parfaitement heureux.

— Comment le savez-vous ? dis-je, observant dans la cuve un tapis de tilapias si épais que, semble-t-il, saint Pierre pourrait marcher dessus.

— En général, leur façon de montrer qu'ils sont malheureux est de mourir. Et, jusqu'ici, je n'ai pas perdu une seule cuve de poissons. »

Une zone d'activités des Appalaches peut sembler un endroit étrange pour élever des millions de poissons du Nil. Mais des fermes aquacoles de taille industrielle surgissent partout. L'activité de l'aquaculture a été multipliée par quatorze depuis 1980. En 2012, la production aquacole mondiale a excédé les 66 millions de tonnes. Pour la première fois, elle a nettement dépassé la production de bœuf, représentant près de la moitié des poissons et crustacés consommés sur la Terre. On s'attend à ce que la croissance de la population et des revenus augmente encore la demande d'au moins 35 % en seulement vingt ans. Avec la stagnation des prises

de poissons sauvages, estiment les experts, c'est de l'élevage que proviendra quasiment toute cette nourriture marine supplémentaire.

« Obtenir toutes les protéines dont nous avons besoin à partir des seuls poissons sauvages est impossible, affirme Rosamond Naylor, spécialiste des politiques alimentaires à l'université Stanford. Mais les gens sont méfiants à l'idée de recréer des élevages intensifs en pleine mer. C'est pourquoi ils veulent que ce soit au point dès le départ. » Or il existe de bonnes raisons de s'inquiéter.

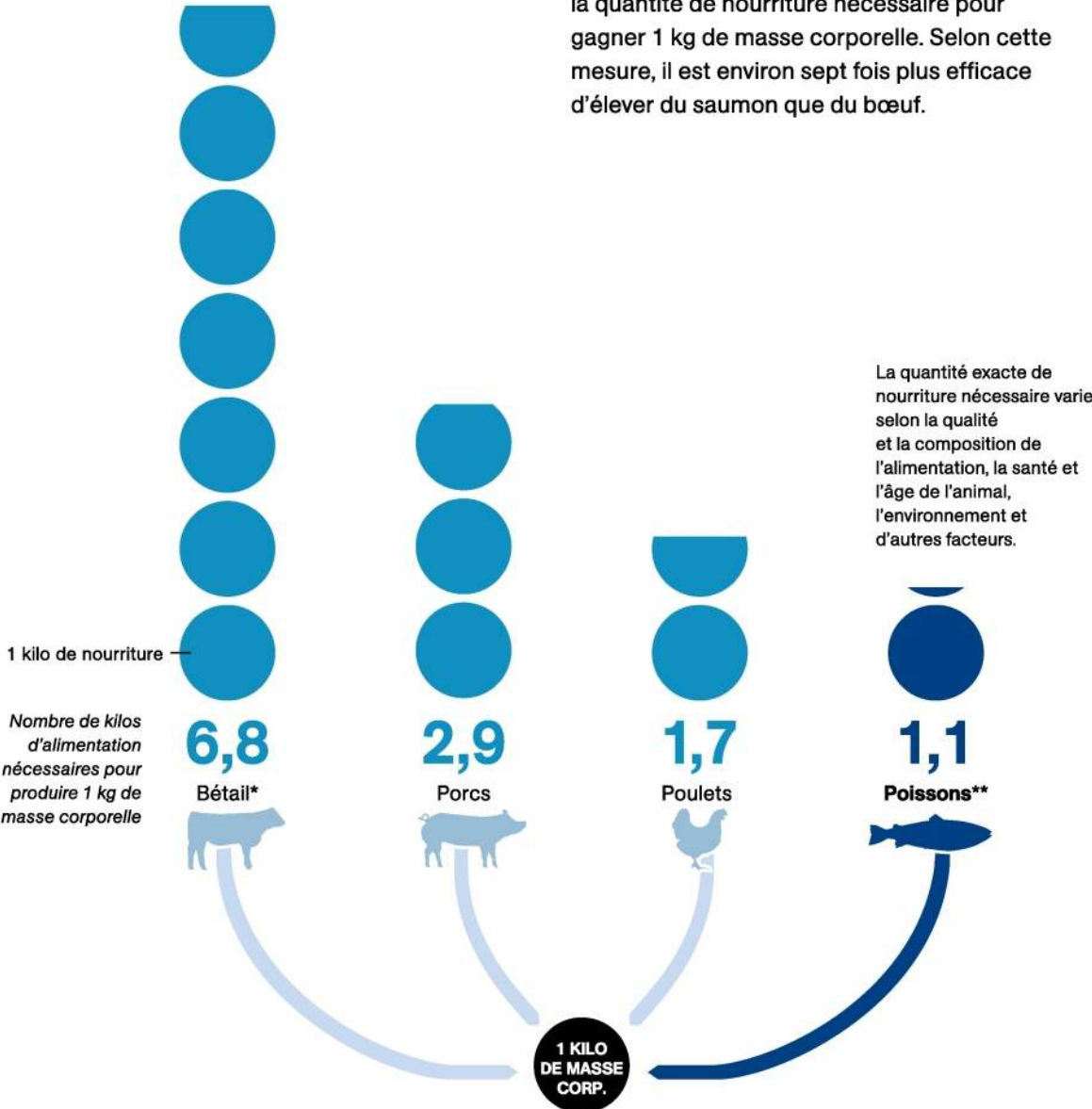
LA NOUVELLE « RÉVOLUTION BLEUE » a déversé en masse dans le rayon des surgelés du saumon, de la crevette et du tilapia sous vide et pas chers. Mais elle s'est accompagnée de nombreuses tares de l'agriculture terrestre : habitats détruits, eaux polluées, menaces sur la sécurité alimentaire.

Dans les années 1980, les bulldozers ont rasé de vastes étendues de mangroves au profit des fermes qui produisent désormais une bonne partie des crevettes de la planète. La pollution engendrée – un cocktail putride de nitrogène, de phosphore et de poissons morts – est un danger omniprésent en Asie, où se situent neuf fermes aquacoles sur dix. Pour garder le poisson en vie dans des parcs grouillants, des éleveurs asiatiques recourent à des antibiotiques et à des pesticides interdits en Europe, aux États-Unis et au Japon.

Ailleurs dans le monde, les fermes aquacoles ne sont pas à l'abri des problèmes. Parasites, pollution et maladies se sont abattus sur les parcs à saumons de l'Atlantique qui, depuis trente ans, ont envahi les fjords, de la Norvège à la

Kilos pour 1 kilo

Les diverses sources de protéines animales de notre régime alimentaire pèsent de façon différente sur les ressources naturelles. Le «taux de conversion alimentaire» évalue la quantité de nourriture nécessaire pour gagner 1 kg de masse corporelle. Selon cette mesure, il est environ sept fois plus efficace d'élever du saumon que du bœuf.



*Taux pour des vaches de race Hereford; il peut changer selon l'espèce de bétail.
**Taux pour le saumon; celui pour les autres poissons est un peu plus élevé.

GRAPHIQUES ET TABLEAUX: VIRGINIA W. MASON ET JASON TREAT, ÉQUIPE DU NGM; SHELLEY SPERRY.
SOURCES: MALCOLM BEVERIDGE, WORLD FISH; RODNEY HILL, UNIVERSITÉ DE L'IDAHO; ROBERT SWICK, UNIVERSITÉ DE NOUVELLE ANGLETERRE, AUSTRALIE;
BUREAU DU DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE ET DE L'HORTICULTURE, ROYAUME-UNI.

L'élevage progresse, les prises sauvages stagnent

Avec la hausse de la demande et la surexploitation de nombreuses espèces de poissons, près de la moitié des produits de la mer sont désormais issus de l'aquaculture. Celle-ci connaît une croissance à deux chiffres depuis des décennies, notamment en Asie où se trouvent 90 % des fermes aquacoles.

Pays exportateurs vers la Chine

En milliards de dollars (2013)

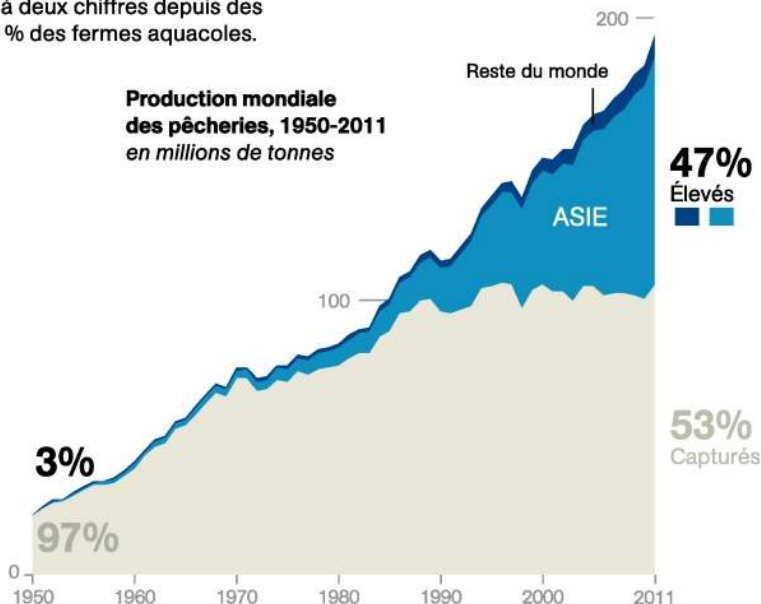


Pays importateurs de la Chine



Production mondiale des pêcheries, 1950-2011

en millions de tonnes



Patagonie. En 2012, les fermes à saumons écosaisées ont perdu près de 10 % de leurs poissons à cause d'une maladie amibienne des branchies. En 2011, une épidémie a quasiment tué l'industrie de la crevette au Mozambique.

LE PROBLÈME N'EST PAS L'aquaculture, mais son intensification accélérée. En Chine, les paysans élevaient des carpes dans les rizières il y a au moins 2 500 ans. Mais, avec une production aquacole de 42 millions de tonnes par an, les parcs à poissons y bordent désormais nombre de fleuves, lacs et côtes. Les éleveurs utilisent des aliments concentrés pour faire grandir au plus vite des espèces de carpes et de tilapias à croissance rapide dont ils bourrent leurs étangs.

« J'ai été influencé par la révolution verte des céréales et du riz », explique Li Sifa, généticien piscicole à l'université de l'Océan, à Shanghai. L'industrie chinoise du tilapia repose sur l'espèce à croissance accélérée qu'il a développée. Elle produit 1,5 million de tonnes par an, destinées pour l'essentiel à l'exportation.

« L'important, c'est la matière première, ajoute Li. Une bonne variété peut favoriser une industrie forte, qui nourrira plus de gens. Faire un meilleur poisson et en plus grande quantité pour que les fermiers puissent s'enrichir et les gens manger à leur faim, voilà mon devoir. »

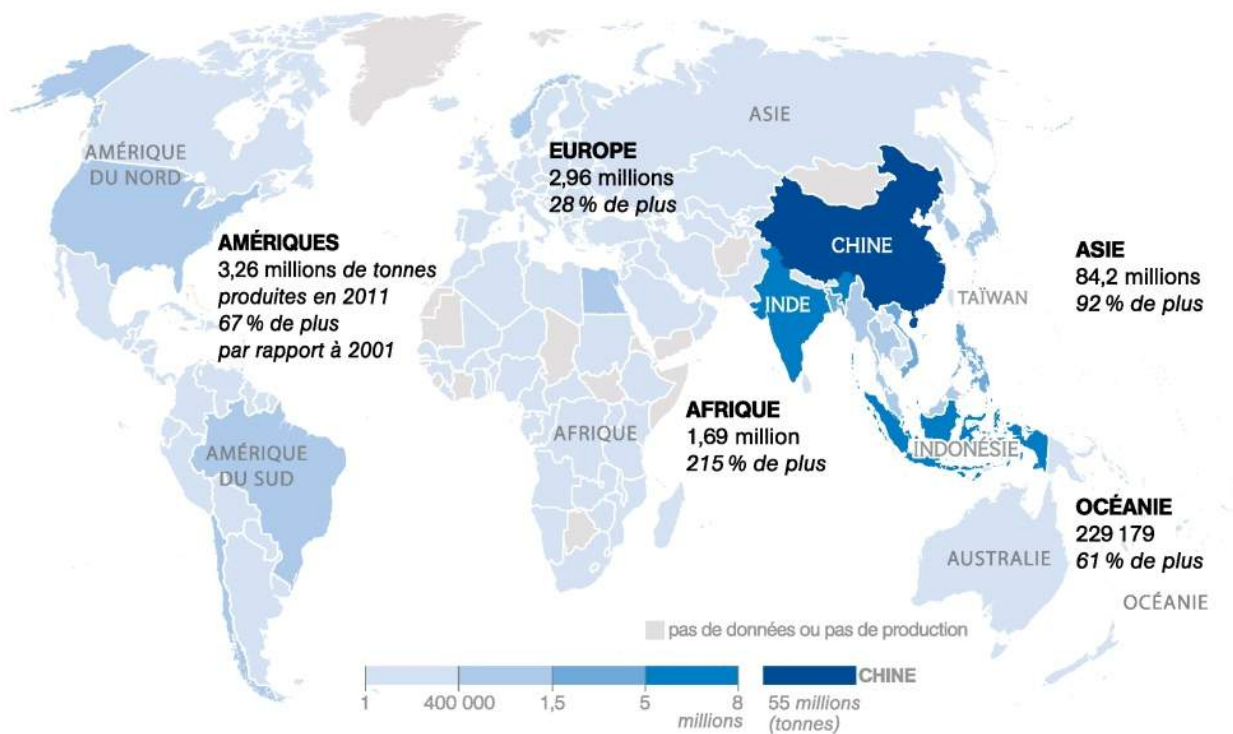
Mais comment procéder sans entraîner maladies et pollution ? Pour l'éleveur de tilapias Bill Martin, la solution est simple : il faut élever

le poisson dans des bassins à terre et non dans des parcs en mer. « L'environnement est alors contrôlé à 100 % et l'impact sur les océans aussi proche que possible de zéro ».

L'usine de Martin ne laisse toutefois pas l'air et le sol en paix, et son exploitation coûte cher. Pour garder les poissons en vie, il a besoin d'un système de traitement des eaux de la taille de celui d'une petite ville ; l'électricité pour l'alimenter provient du charbon. Martin recycle près de 85 % de l'eau dans ses cuves. Le reste, dense en ammoniac et en déchets de poisson, est évacué vers la station d'épuration locale, tandis que de gros volumes de déchets solides vont à la décharge. Pour remplacer l'eau perdue, il faut pomper plus de 1 million de mètres cubes par jour dans un aquifère souterrain.

Martin voudrait recycler 99 % de l'eau et produire son électricité à faible émission de carbone grâce à la méthanisation des déchets. Des objectifs qui devront attendre quelques années avant d'être atteints. Et si, pour Martin, l'avenir passe par les systèmes de recyclage, peu d'entreprises recourent pour l'heure aux bassins à terre.

À 13 KM DES CÔTES DU PANAMÁ, c'est la solution opposée qu'a choisie Brian O'Hanlon. Le président d'Open Blue et moi sommes étendus au fond d'une énorme cage à poissons en forme de losange, à 20 m sous la surface bleu cobalt de la mer des Caraïbes. Nous regardons la lente et hypnotique giration de 40 000 cobias au-dessus



de nous. Les bulles échappées de nos détenteurs s'élèvent à leur rencontre. À la différence des tilapias de Martin ou même des saumons d'un parc commercial, ces jeunes individus de 4 kg disposent de beaucoup d'espace.

O'HANLON, 34 ANS, a grandi à New York. Ses parents et grands-parents vendaient déjà du poisson. Dans les années 1990, l'effondrement de la pêche à la morue dans l'Atlantique Nord et les taxes à l'importation sur le saumon norvégien ont eu raison de l'affaire familiale. Son père et ses oncles ne cessaient de dire que le poisson d'élevage était le futur de la filière. C'est ainsi que, dès l'adolescence, O'Hanlon s'est mis à élever des vivaneaux campêche dans une cuve géante, dans la cave de la maison familiale. Aujourd'hui, il dirige la plus grande ferme de pleine mer du monde : 200 employés, un grand incubateur à terre et une flottille de bateaux orange desservant une douzaine de cages géantes d'une capacité totale de 1 million de cobias.

Les éleveurs apprécient le taux de reproduction explosif de ce poisson. Comme le saumon, il est rempli des bons acides gras oméga-3. L'an dernier, O'Hanlon en a expédié 800 t dans des restaurants raffinés de tous les États-Unis. Il espère doubler ce chiffre l'an prochain et finir par dégager des profits.

En pleine mer, les coûts d'entretien et d'exploitation sont élevés. Les fermes à saumons sont le plus souvent installées dans des baies protégées,

à proximité du rivage. Or les vagues qui passent par-dessus les cages de Brian O'Hanlon peuvent mesurer jusqu'à 6 m de haut ; et ce brassage évite la pollution et les maladies.

Ici, non seulement le taux de remplissage des cages est très inférieur à celui d'une ferme à saumons ordinaire, mais, immergées en eau profonde, celles-ci sont constamment lavées par le courant. Jusqu'à présent, O'Hanlon n'a pas eu besoin de traiter ses cobias avec des antibiotiques, et les chercheurs de l'université de Miami n'ont pas détecté de traces de déchets de poissons à l'extérieur de ses cages. Leur hypothèse est que ces détritiques, une fois dilués, sont dévorés par du plancton sous-alimenté, les eaux du large étant pauvres en nutriments. « C'est le futur, assure O'Hanlon une fois que nous avons regagné son skiff orange. Voilà ce que cette industrie devra faire pour continuer sa croissance, notamment sous les tropiques... Les systèmes de recyclage comme celui de Bill Martin ne produiront jamais assez de biomasse, ajoute-t-il. Il leur est impossible de monter en puissance en proportion de la demande. C'est comme pour l'engraissement industriel du bœuf : vous vous retrouvez à entasser tant de poissons que vous essayez seulement de les maintenir en vie. Vous ne leur fournissez pas ce qui serait le meilleur environnement possible. »

Que vous élevez des poissons dans une cage, au large, ou dans une cuve filtrée, à terre, vous devez les nourrir. Les poissons (suite page 94)



DES ÉLEVAGES LOIN DES CÔTES

Open Blue, la plus vaste ferme aquacole en pleine mer du monde, se situe à 13 km au large de la côte du Panamá. Là, des cages à poissons sont sorties de l'eau avant leur nettoyage. Au sommet de chaque cage, un plongeur pompe de l'air comprimé dans le caisson central pour faire remonter la structure. L'avenir de notre alimentation pourrait passer par ces fermes marines.



EXAMEN AVANT RÉCOLTE

Un plongeur prélève un cobia de 5 kg dans l'un des douze parcs d'Open Blue. Ceux-ci pourraient contenir des centaines de milliers de poissons chacun. Mais, moins peuplés et mieux balayés par les eaux que les parcs à saumons proches des côtes, ils polluent peu. Le cobia produit une huile aussi saine que le saumon.







DES FERMES MARINES SANS ENGRAIS

À l'aube, sur la côte de la province chinoise du Fujian, des cultivateurs d'algues travaillent à leurs champs aquatiques. Avec ce type de ferme, la Chine produit un supplément de 12 millions de tonnes de nourriture par an – sans terre, ni eau, ni engrais, à l'exception des effluents côtiers. Les océans recouvrent 71 % de la surface du globe mais, pour l'heure, fournissent moins de 2 % de notre alimentation.

GEORGE STEINMETZ



En Chine, les paysans élevaient des carpes dans les rizières, il y a au moins 2 500 ans. Elles gobaient les insectes nuisibles et les herbes, fertilisant le riz avant de se changer à leur tour en nourriture.

(suite de la page 87) présentent cependant un gros avantage sur les animaux terrestres : ils réclament bien moins de nourriture en raison de leur sang froid et, parce qu'ils évoluent dans un environnement liquide, ils n'ont pas à dépenser d'énergie pour combattre la gravité.

Il faut environ 1 kg d'aliments pour produire 1 kg de poisson d'élevage ; mais il en faut 2 pour produire 1 kg de poulet, 3 pour 1 kg de porc, et près de 7 pour 1 kg de bœuf. En tant que source de protéines animales susceptible de subvenir aux besoins de 9 milliards d'individus tout en puisant le moins possible les ressources de la Terre, l'aquaculture constitue un bon pari d'avenir – en particulier pour l'élevage de poissons omnivores tels que le tilapia, la carpe et le poisson-chat.

Cependant, certains poissons d'élevage prisés des consommateurs aisés ont un inconvénient : ce sont des carnivores voraces. Le cobia est un bon animal d'élevage car sa croissance est rapide. À l'état sauvage, son régime est constitué de petits poissons ou de crustacés procurant un mélange parfait de nutriments (dont les oméga-3, chers aux cardiologues). Mais les éleveurs de cobias les nourrissent avec des boulettes contenant jusqu'à 25 % de farine de poisson et 5 % d'huile de poisson – le reste étant surtout des céréales. La farine et l'huile proviennent de poissons fourrage tels que les sardines ou les anchois qui forment d'énormes bancs au large des côtes sud-américaines du Pacifique.

CES RÉSERVES DE POISSONS figurent parmi les plus grandes du monde. Mais elles pourraient s'effondrer de façon spectaculaire. La part de l'aquaculture dans la capture de poissons fourrage a presque doublé depuis 2000. Elle engloutit près de 70 % de la production mondiale de farine et 90 % de l'huile de poisson.

Le marché est si tendu que de nombreux pays envoient des navires en Antarctique pour y récolter plus de 200 000 t par an de petit krill, une source alimentaire majeure pour les manchots, les phoques et les baleines. Même si la plus

grande partie du krill se retrouve dans des produits pharmaceutiques, les détracteurs de l'aquaculture voient là un délire écologique : on siphonne le bas de la chaîne alimentaire pour produire en masse des tranches de protéines relativement bon marché.

POUR LEUR DÉFENSE, les aquaculteurs sont devenus plus efficaces. Ils élèvent des poissons omnivores comme le tilapia et utilisent des aliments contenant du soja et d'autres céréales. L'alimentation pour saumons ne contient que 10 % de farine de poisson. Et la quantité de poissons fourrage utilisée par kilo produit a chuté de près de 80 % par rapport à il y a quinze ans.

Cette quantité pourrait diminuer bien davantage, avance Rick Barrows, qui développe depuis trente ans des aliments pour poissons dans son laboratoire du département de l'Agriculture des États-Unis (USDA), à Bozeman, dans le Montana. « Les poissons n'ont pas besoin de manger de farine de poisson, assène-t-il. Ils ont besoin de nutriments. Depuis douze ans, nous nourrissons des truites arc-en-ciel avec un régime essentiellement végétarien. L'aquaculture pourrait sortir de l'alimentation à base de farine de poisson si elle le voulait. »

Remplacer l'huile de poisson s'avère plus délicat, car elle contient ces fameux acides gras oméga-3. Dans la mer, ceux-ci sont produits par les algues, puis transmis le long de la chaîne alimentaire, se concentrant de plus en plus en cours de route. Des firmes productrices d'aliments pour l'aquaculture ont déjà commencé à extraire les oméga-3 directement des algues, selon le processus utilisé pour enrichir des œufs et du jus d'orange aux oméga-3. Et il existerait une solution encore plus rapide, selon Rosamond Naylor, de l'université Stanford : modifier génétiquement de l'huile de colza pour produire des niveaux élevés d'oméga-3.

Au final, trouver comment nourrir le poisson d'élevage pourrait s'avérer plus crucial pour la planète que de savoir où l'élever. « Ce n'est pas

parce qu'on commençait à manquer d'espace sur les zones côtières qu'est née l'idée de se déplacer en pleine mer et sur terre», explique Stephen Cross, de l'université de Victoria (Canada), qui a été consultant pour l'industrie aquacole pendant des décennies. Même si la pollution des fermes à saumons côtières a terni la réputation de toute l'industrie, dit-il, celles-ci sont dorénavant dix à quinze fois plus productives que dans les années 1980 et 1990, tout en polluant nettement moins. Dans un coin reculé de l'île de Vancouver, Stephen Cross est d'ailleurs en train d'essayer quelque chose de nouveau et d'encore moins néfaste.

Son idée vient de la Chine ancienne. Il y a plus de 1 000 ans, sous la dynastie Tang, les fermiers chinois développèrent dans leurs petites exploitations familiales une polyculture complexe de carpes, cochons, canards et légumes. Le fumier des canards et des cochons servait à fertiliser les algues de la mare, mangées par les carpes. Puis celles-ci étaient transférées dans les rizières inondées, où, omnivores, elles gobaient les insectes nuisibles et les herbes, et fertilisaient le riz avant de se changer à leur tour en nourriture. Cette polyculture «carpe et rizière» a formé la base du régime poisson-riz de la Chine traditionnelle, nourrissant des millions de Chinois pendant des siècles. Elle reste pratiquée sur plus de 3 millions d'hectares de rizières dans le pays.

STEPHEN CROSS a mis au point une polyculture dans un fjord de la côte de Colombie-Britannique. Il nourrit une seule espèce, la morue charbonnière, un long poisson robuste originaire du Pacifique Nord. Un peu en aval du courant, il a suspendu des paniers remplis de coques, d'huîtres, de pétoncles et de moules, qui se nourrissent des petites déjections du poisson. À côté des paniers, Cross fait pousser de longues rangées de laminaires sucrées, des plantes aquatiques utilisées dans les soupes et les sushis, ainsi que pour la production de bioéthanol. Elles filtrent encore plus l'eau, transformant presque tout résidu de nitrate et de phosphore en tissu végétal. Au fond de la mer, à 25 m sous les parcs à poissons, des holothuries – mets de choix en Chine et au Japon – aspirent les déchets organiques plus lourds laissés par les autres espèces. Selon Cross, son système pourrait être adapté dans les fermes existantes et servir de filtre à eau géant, générant plus de nourriture et de profit.

PERRY RASO possède, lui, 12 millions d'animaux aquatiques, qu'il ne nourrit pas. Installé à Matunuck, sur la côte de l'État américain de Rhode Island, il donne quant à lui dans la monoculture. Raso est ostréiculteur et fait figure de représentant d'une nouvelle génération d'éleveurs de coquillages. Un élément-clé de la durabilité est de se nourrir au plus bas dans la chaîne alimentaire. Les coquillages sont juste un cran au-dessus du fond. Outre le fait qu'ils sont sains, peu gras et riches en oméga-3, ils nettoient l'eau des excès de nutriments.

Raso a démarré sa ferme durant sa dernière année d'université et a rapidement commencé à écouler ses huîtres sur les marchés locaux. Il fournit maintenant 800 personnes par jour en été au Matunuck Oyster Bar. Parallèlement, l'université de Rhode Island l'envoie comme enseignant en Afrique, où l'aquaculture est en train d'exploser et où la population a désespérément besoin de protéines saines et abordables.

À quelques centaines de kilomètres plus au nord, dans les eaux claires et glacées de Casco Bay, deux marins du Maine, Paul Dobbins et Tollef Olson, sont encore descendus d'un cran dans la chaîne alimentaire. En 2009, ils ont lancé la première ferme commerciale de kelp aux États-Unis. Ils ont démarré avec 900 m linéaires de cette longue algue brune. L'an passé, ils en ont cultivé 9 km. Ils récoltent trois espèces, qui peuvent gagner jusqu'à 13 cm par jour, même en hiver. Leur entreprise vend le kelp fraîchement congelé comme salade hautement nutritive, pour les restaurants, les écoles et les hôpitaux de la côte. Des délégations venues d'Asie, où l'industrie des algues pèse 3,6 milliards d'euros, ont visité la ferme.

Alors, vive le kelp dans toutes les assiettes ? « Nous l'appelons le légume vertueux, raconte Dobbins, parce que nous pouvons créer un produit alimentaire nutritif, sans terre arable, sans eau douce, sans engrais et sans pesticides, tout en participant au nettoyage de l'océan. Je pense que l'océan donnerait sa bénédiction. » □

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.

L'Afrique peut-elle nourrir la planète?

DANS NOTRE PROCHAIN NUMÉRO
Comment les entreprises internationales s'emparent des terres africaines.

EXPÉDITION



À la recherche du cimetière des dinosaures

Il y a environ 75 millions d'années, l'Ouest de l'Amérique du Nord était une île-continent, Laramidia. Au cœur de ce territoire, au climat très chaud et humide, les dinosaures régnaient en maître. Aujourd'hui, leurs fossiles ont beaucoup à nous apprendre.

LE CHASSEUR DE FOSSILES

Le paléontologue Joe Sertich recherche des fossiles dans un désert du sud de l'État américain de l'Utah. Il racle le sol sous un rocher où il a repéré des fragments de la peau et du squelette d'un jeune dinosaure.



PARTIE DE CHASSE DANS LES BAD-LANDS

Par une fraîche soirée de printemps, Joe Sertich et Billy Doran, un bénévole, marchent sur une ligne de crête. C'est souvent la seule possibilité de se déplacer d'un endroit à l'autre dans les bad-lands fossilifères du sud de l'Utah.





DES CORNES POUR SÉDUIRE

Kosmocerotops richardsoni, un herbivore de la taille d'un rhinocéros, vivait sur Laramidia. Il arborait cinq cornes autour de sa tête et dix sur l'arrière de sa collerette en forme d'éventail. Ces excroissances servaient peut-être à impressionner les partenaires sexuels potentiels.

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE L'UTAH

Par Peter Miller

Photographies de Cory Richards

Les frères Miller ressemblent plus à des explorateurs qu'à des chercheurs. Une croûte de poussière séchée leur recouvre la barbe, et de grosses lunettes protègent leurs yeux du sable soulevé par les vents du désert. Ce sont des hommes massifs, de près de 2 mètres. Avec la confiance tranquille d'individus habitués à crapahuter en pleine nature, ils cheminent sur une crête en lame de couteau, dans le sud de l'Utah.

Pendant que Ian attaque la roche sédimentaire calcaire à la pioche, Dane tente de se rouler une cigarette entre deux rafales. En ce printemps 2013, les Miller traquent les fossiles aux côtés de Scott Sampson, conservateur en chef du Muséum de la nature et des sciences de Denver, et de Joe Sertich, le paléontologue spécialiste des dinosaures au muséum. Ils explorent une région particulièrement reculée, dédale d'à-pics et de ravins, dans le parc national de Grand Staircase-Escalante National Monument, aux vastes étendues sauvages quasi dépourvues de routes.

Sampson, Sertich et les Miller recherchent de nouveaux gisements de fossiles. En parallèle, le reste de leur équipe étudie des gisements dénichés les années précédentes. Sampson peut à peine contenir sa joie de se trouver « là où aucun paléontologue n'est allé auparavant », avec la perspective de découvrir encore plus de trésors du « continent perdu » de Laramidia.

Cette immense île tout en longueur s'étirait jadis sur 6 500 km, de l'océan Arctique au golfe du Mexique. Laramidia s'est formée il y a 90 millions d'années, au crétacé supérieur, quand la montée des eaux a inondé le centre de l'Amérique du Nord, coupant le continent en deux. À présent, Laramidia est enfouie sous les États de l'Ouest américain. On ne peut y accéder que dans des terres arides et érodées telles que ces bad-lands où le vent et la pluie ont mis des gisements riches en fossiles à la portée des pioches et des pelles.

Depuis 2000, Sampson a codirigé plusieurs expéditions dans les étendues de Laramidia, fouillant surtout la formation de Kaiparowits. Ce dépôt épais de 800 m, formé il y a 77 à 75 millions d'années, a révélé des milliers de fossiles de plantes et d'animaux, depuis des pommes de pin et des crocodiles jusqu'à des tortues et des dinosaures. Surtout de dinosaures.

Pendant ses quelque 20 millions d'années d'existence, Laramidia semble avoir été une usine à dinosaures, produisant grands et petits modèles de façon intensive et avec une diversité surprenante d'espèces. Selon les chercheurs, comprendre les raisons (suite page 107)

Collaborateur régulier du NGM, Peter Miller a écrit « Quand la météo devient folle » (septembre 2012). Cory Richards a réalisé les photos pour « Les grottes secrètes du Népal » (octobre 2012).

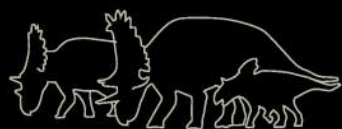


Des marécages torrides qui grouillaient de dinosaures

Des herbivores à cornes et à bec de canard se rassemblent au bord d'une rivière, il y a 77 millions d'années, dans une région occupée aujourd'hui par le sud du désert de l'Utah. Perché sur un arbre, un carnivore appelé *Talos*, un théropode à l'allure d'oiseau, observe la scène. Cet habitat nourrissait une grande concentration d'espèces sur Laramidia. Il ressemblait peut-être aux zones marécageuses subtropicales du nord de la Louisiane.



Parasaurolophus



Utahceratops



Talos



Kosmocerotops

ILLUSTRATION : RAÚL MARTÍN
SOURCE : SCOTT SAMPSON,
MUSEUM OF LA NATURE
ET DES SCIENCES DE DENVER



LE PETIT-COUSIN DU T-REX

Geoffrey Leonard, du Muséum d'histoire naturelle de l'Utah, époussette un adulte et un jeune *Teratophoneus*. Le *Teratophoneus* était sans doute un terrible carnivore, à l'instar du *Tyrannosaurus rex*, son plus grand cousin.

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE L'UTAH





LARAMIDIA

APPALACHIA

Dinosaur Park

Two Medicine

Judith River

Kaiparowits

Fruitland

Chenal intérieur occidental

Chenal du Labrador

Chenal Hudson

Trait de côte actuel

L'Amérique du Nord,
il y a 77 millions
d'années

■ Site de fossiles de dinosaures

0 300 km

RYAN MORRIS, ÉQUIPE DU NGM
SOURCE: RON BLAKEY, COLORADO PLATEAU GEOSYSTEMS

(suite de la page 101) d'une telle profusion pourrait livrer des informations cruciales sur l'interaction entre écologie et évolution.

« Cet endroit est jonché d'ossements, précise Sampson. J'ai trouvé des morceaux d'une tortue un peu partout sur ce versant, mais j'ignore où se trouve le reste de l'animal. » Il ramasse un petit débris beige et le lèche pour voir s'il s'agit d'un os poreux ou d'un fragment de roche. « Si c'est de l'os, ça collera à la langue. Si c'est de la roche, ça ne collera pas. » Celui-là colle.

LA CHASSE AUX FOSSILES a toujours et obstinément utilisé des techniques rudimentaires. Le travail de terrain n'a pas connu de révolution depuis la grande « ruée vers l'os » du XIX^e siècle, quand les découvertes dans l'Ouest sauvage avaient déclenché une folle course aux fossiles. Des équipes de savants, de cow-boys et de baroudeurs exhumaient dans les bad-lands des os de pattes géants, en recourant au même matériel – pioches, pelles et plâtre – que celui employé aujourd'hui par les paléontologues.

« Nous utilisons les mêmes techniques parce qu'elles fonctionnent », explique Ian Miller, le responsable du département des sciences de la Terre au muséum de Denver. Son outil préféré est une pioche de 3 kg au manche en noyer.

L'une des premières découvertes marquantes dans le Kaiparowits date de 2002. Un bénévole, Duncan Everhart, a repéré un os de mâchoire dans le sol. L'os était attaché à un énorme crâne enfoui à l'envers, celui d'un hadrosaure – ou dinosaure à bec de canard – long de 9 m, aux mâchoires hérissées de 800 dents. Le musée surmonté d'une crête prononcée a permis de

classer l'animal dans le genre *Gryposaurus* (lézard à nez crochu), décrit pour la première fois il y a un siècle. Ce géant de l'Utah semblait « gonflé aux stéroïdes, décrit Sampson, tel un Arnold Schwarzenegger des dinosaures à bec de canard ». Sampson et Terry Gates ont baptisé la nouvelle espèce *Gryposaurus monumentensis*, du nom du site où elle avait été trouvée.

La même année, Mike Getty, aujourd'hui préparateur en chef au muséum de Denver, a découvert non loin de là une autre créature inédite, un dinosaure haut de 2 m. Ce carnivore à deux pattes, couvert sans doute de plumes, est devenu *Hagryphus giganteus* – le dieu géant à l'allure d'oiseau des déserts de l'Ouest.

D'autres espèces ont suivi : des dinosaures à tête en forme de dôme ou à armure en plaques, un cousin de *Tyrannosaurus rex*, des parents à mâchoires en forme de faucille de *Velociraptor*, et plusieurs nouveaux dinosaures à cornes, tous plus extravagants les uns que les autres. Prenons le monstre que Sampson et ses collègues ont baptisé *Kosmoceratops richardsoni* en 2010 : parent du tricératops et de la taille d'un rhinocéros, il arborait quinze cornes sur sa tête. Un record.

Des spécimens relevant des mêmes familles que la plupart de ces animaux avaient déjà été exhumés sur des sites du crétacé supérieur dans l'Alberta, le Montana et le Wyoming, également localisés à l'époque sur la côte orientale de Laramidia. Mais les dinosaures de l'Utah étaient différents. « Presque chaque animal mis au jour révélait une nouvelle espèce », souligne Sampson. Et ce n'était pas seulement le cas pour les dinosaures, mais aussi pour les mammifères, les poissons, les lézards, les tortues, les crocodiles. « L'ensemble de la faune, semblait-il, était nouvelle pour la science. »

Quelque chose avait isolé les dinosaures du sud de Laramidia de leurs cousins du nord, présumaient les chercheurs. Livrée à elle-même, chaque communauté animale avait évolué de façon différente – tout comme les fameux pinsons de Darwin, aux Galápagos, où ceux-ci avaient engendré une espèce propre sur chaque île.

Mais l'idée qu'une barrière physique telle qu'une chaîne de montagnes ou un grand fleuve ait pu maintenir une (suite page 110)

UN MONDE PERDU

Il y a environ 77 millions d'années, au crétacé supérieur, une mer peu profonde coupait l'Amérique du Nord en deux. La Terre était alors bien plus chaude qu'aujourd'hui. Sur Laramidia, la masse terrestre émergée située à l'ouest, l'évolution tournait à plein régime, si l'on en croit des fossiles découverts récemment. De nouvelles espèces de dinosaures et d'autres animaux, distinctes de celles du nord de l'île, apparaissaient en grand nombre dans le sud.



UN INCROYABLE GISEMENT DE FOSSILES

Un segment d'un demi-mètre de long de la queue d'un hadrosaure (dinosaur à bec de canard) reste exposé au vent et à la pluie, dans une strate de grès de la formation de Kaiparowits (ci-dessus). On découvre tant d'hadrosaures dans ce gisement que « nous n'avons même pas collecté celui-là », explique Joe Sertich.

Une autre queue d'hadrosaure (ci-dessous) est protégée par la coque de plâtre utilisée pour son transport jusqu'au Muséum à Salt Lake City. Une branche fossile (à droite) provient d'une espèce éteinte de conifères, semblables aux séquoias actuels, qui dominaient peut-être jadis les forêts de Laramidia.





(suite de la page 107) séparation entre les animaux du sud et du nord laissait Sampson et ses collaborateurs sceptiques. Des montagnes peuvent barrer le passage à certains animaux, estime celui-ci, mais d'autres parviendront toujours à les contourner. Quant aux cours d'eau, « il est difficile d'imaginer qu'un fleuve coule des dizaines ou des centaines de millénaires. Tôt ou tard surviennent des périodes de sécheresse pendant lesquelles les rivières tarissent ».

CE SOIR-LÀ, NOUS SOMMES ASSIS devant notre feu de camp, près du lit d'une rivière asséchée. Sampson esquisse une autre explication à la répartition des dinosaures laramidiens. Tandis qu'il parle, le chien de Ian Miller dresse soudain ses oreilles, croyant avoir entendu un bruit dans l'obscurité. Dans la journée, nous avons aperçu des traces de puma. Mais le berger australien n'est pas inquiet au point de se lever.

La théorie qui a les faveurs de Sampson se fonde sur des travaux réalisés dans les années 1980 par le paléontologue Thomas Lehman. Et si les variations des conditions environnementales avaient séparé les animaux sur Laramidia ?

Une fois qu'une espèce de dinosaures s'était répandue sur un territoire assez vaste, les populations vivant d'un bout à l'autre de celui-ci finissaient tôt ou tard par s'adapter, *via* la sélection naturelle, à des zones climatiques et à des végétations différentes. Au final, des membres des deux populations ont pu évoluer de façon si hétérogène que, même s'ils se rencontraient, ils ne se reconnaissaient plus comme des partenaires sexuels potentiels. À ce stade, les deux populations étaient devenues deux espèces distinctes.

En plus de la sélection naturelle, un autre facteur de l'évolution a pu encourager la divergence, avancent Sampson et ses collègues : la sélection sexuelle. Les caractères étranges qui différencient les animaux du sud de Laramidia, surtout parmi les dinosaures herbivores, évoquent des exemples typiques de sélection sexuelle.

La sélection naturelle agit plutôt sur des traits essentiels à la lutte pour la survie, comme les membres et les dents. La sélection sexuelle porte sur des caractères indispensables à la compétition pour la conquête de partenaires, tels que



ATTENTION, CHANTIER !

C'est à l'aide d'une scie pour pierre à fil diamanté que Carol Lucking, du Muséum de la nature et des sciences de Denver, découpe une plaque de grès renfermant des ossements d'un jeune hadrosaure, dans le parc naturel de Grand Staircase-Escalante National Monument.



les bois des cerfs et les queues des paons. Les cornes, pointes et collerettes des herbivores de l'Utah n'étaient certainement pas d'un grand secours contre des prédateurs.

Par exemple, les cornes des cératopsiens étaient plutôt adaptées aux rivalités avec d'autres individus de la même espèce pour la suprématie sur un territoire. Et leurs collerettes, qui étaient trop fines pour résister à des combats, servaient sans doute à impressionner le sexe opposé, selon Scott Sampson : « Elles étaient surtout destinées à la parade nuptiale. »

Autre problème : la taille gigantesque de ces dinosaures. Comment autant de géants d'espèces variées – plus nombreuses que la savane africaine n'en a jamais compté – ont-ils pu survivre sur Laramidia ? N'avaient-ils pas besoin de plus d'espace ? Effectuer un voyage de 1 500 km entre l'Utah et l'Alberta ne constituait sans doute pas une épreuve insurmontable pour, mettons, des dinosaures de 9 m de long. Mais alors, comment se fait-il qu'il n'y ait pas eu plus de croisements ? C'est ici que les plantes entrent en jeu, me confie Ian Miller. *(suite page 114)*



PETIT MAIS RAPIDE

Un carnivore de la famille des dromaeosauridés partage le monte-charge du Muséum d'histoire naturelle de l'Utah avec le commissaire d'exposition Tim Lee. Cousin de *Velociraptor*, il était peut-être couvert de plumes. Une chose est cependant certaine : il courait très vite.

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE L'UTAH





(suite de la page 111) C'est le matin, sur le site d'un nouveau gisement de végétaux fossiles que Miller a découvert sur la crête. Assis sur une corniche en surplomb du paysage aride et accidenté, quasi dépourvu de végétation, le chercheur tape avec son marteau sur une roche de la taille d'une pastèque, avant de la fendre parfaitement en deux blocs égaux. À l'intérieur, on peut voir des empreintes en miroir d'une feuille intacte, avec tous les détails d'un spécimen qui serait tombé la veille dans une mare.

« La région n'était pas un désert voilà 75 millions d'années, précise Miller. Nous avons trouvé plus de plantes grimpantes dans cette formation rocheuse que dans aucune autre. Ici, la forêt ressemblait sans doute à une jungle, avec des lianes entortillées autour des arbres. Nous avons aussi trouvé des nénuphars et des laitues d'eau. Nous savons donc qu'il y avait des étangs avec de la végétation flottante. Et de grandes rivières. Cela évoque l'Amazonie, avec un lit principal, mais aussi des bras et des lacs tellement saturés de



LES TRACES D'UN LONG RÈGNE

Ces empreintes de théropode mesurant jusqu'à 43 cm sont visibles au Flag Point, près de la ville de Kanab. Elles ont été gravées dans le sol 100 millions d'années avant que Laramidia ne devienne une île – preuve que les dinosaures régnèrent très longtemps dans l'Ouest américain.

sédiments qu'ils en prennent une teinte noire. Voilà sans doute de quoi avait l'air la petite mare dans laquelle cette feuille est tombée. »

SI LA VÉGÉTATION ÉTAIT SI TOUFFUE et luxuriante dans cette partie de Laramidia, avance Miller, les animaux n'avaient pas besoin de s'en éloigner beaucoup. Même le plus grand hadrosaure pouvait manger à sa faim dans un périmètre relativement restreint. C'est ce que l'on constate de nos jours dans les forêts tropicales humides, précise le chercheur : de nombreuses espèces partageant des espaces réduits.

Toute l'île-continent était peut-être organisée ainsi, en une série de zones écologiques. Chacune recevait des quantités variables de précipitations ou d'ensoleillement selon sa latitude, et chacune fournissait à son propre groupe de dinosaures de quoi se nourrir.

« Nous n'avons pas encore assez travaillé, estime Ian Miller. À bien des égards, cela reste une hypothèse. Mais si nous sommes dans le vrai, et s'il y avait ces petites populations régionales, qui se déplaçaient peu et avaient peu de relations avec les autres populations, la sélection sexuelle pouvait jouer de façon très rapide. »

Le paysage luxuriant qui aurait rendu ce phénomène possible ressemblait plus aux bayous de la Louisiane « qu'à ce que l'on voit ici à notre époque », rappelle Scott Sampson. Mais toute comparaison de ce genre est nécessairement imparfaite, ajoute-t-il, dans la mesure où la Terre était très différente il y a 75 millions d'années : « Nous en sommes vraiment encore à tâtonner dans le noir quand il s'agit de comprendre les dynamiques écologiques. »

Voilà pourquoi, année après année, Sampson et son équipe retournent dans ces bad-lands de l'Utah. Là, chaque expédition dans le désert leur en apprend un peu plus sur la faune et la flore de Laramidia. « À chaque roche que l'on fend en deux, confie Miller, on se dit : "Oh mon Dieu, je n'ai jamais vu cela auparavant. C'est complètement nouveau. Inconnu de la science." » □

Bourse de la NGS Les recherches scientifiques abordées dans cet article ont été en partie financées grâce à votre adhésion à la National Geographic Society.

Quand les macareux fondent sur les îles Britanniques

*D'avril à mai, sans qu'on sache d'où ils surgissent,
près de 2 millions de macareux moines s'abattent
comme un tourbillon sur les côtes déchiquetées
d'Écosse, du pays de Galles, d'Irlande...
Nos reporters racontent le ballet fantastique.*



EN TOURNÉE DE RAVITAILLEMENT

Paré à l'atterrissage, un macareux moine apporte à manger à ses petits, dans les îles Treshnish, en Écosse. Les parents effectuent jusqu'à huit sorties par jour pour trouver de la nourriture, et chacun peut transporter plus de vingt poissons dans son bec.





À SON POSTE D'OBSERVATION

Un macareux surveille son domaine, dans la réserve de Hermaness, dans les îles Shetland. Les macareux creusent leurs terriers près des falaises. Ils disposent ainsi d'un accès rapide à la mer et peuvent avoir à l'œil les mouettes et les autres oiseaux qui dérobent leur pêche.



AINSI ROUCOULENT LES MACAREUX

Lors de la parade nuptiale, les macareux frottent leurs becs l'un contre l'autre et les font claquer. Sur l'île de Skomer, au pays de Galles, ce couple arbore le bec strié orange et le tour d'œil éclatant caractéristiques de la période de la reproduction.





Par Tom O'Neill
Photographies de Danny Green



ttention, ils arrivent ! Des battements d'ailes frénétiques, une éclaboussure noir et blanc pour corps, l'éclair orange d'un bec si gros qu'il semble tiré d'un dessin animé : aux premiers jours d'avril, un tourbillon de vie s'abat sur les cimes de falaises sombres et désertées des mois durant. Les macareux moines, les plus charmants des oiseaux marins, sont de retour.

Les moines, les plus petits des quatre espèces de macareux, déferlent sur les îles déchiquetées et les côtes de Grande-Bretagne. Ils apprécient en particulier les endroits sauvages, inhabités, et surtout dénués de prédateurs. Où et comment *Fratercula arctica* (soit « petit frère de l'Arctique », ainsi nommé pour sa capuche noire de moine) vit-il le reste de l'année ? Nul ne le sait avec certitude. Quelque part dans les immensités des mers arctiques, solitaire et loin des regards, il vole, se nourrit et flotte sur les vagues.

Mais voilà le printemps ! C'est le carnaval des macareux ! Ces oiseaux marins n'ont qu'une raison de séjourner à terre : se reproduire. Ils deviennent alors sociaux, se font la cour, forment des couples et se chamaillent. Les îles Britanniques, lieu de ce reportage photo, attirent près du dixième d'une population totale estimée à 20 millions d'individus (aucun chiffre n'est sûr) ; et l'Islande en accueille près de la moitié, sur des zones de nidification pouvant compter plusieurs dizaines de milliers de couples.

LE MACAREUX CHANGE DE COSTUME à la saison des amours. Son bec grossit et devient plus brillant, des plumes blanches remplacent les noires, et des ornements apparaissent autour des yeux. Après s'être accouplé, souvent avec le même partenaire d'année en année, le macareux moine use de son large bec et de ses pattes palmées pour creuser un terrier dans le sol meuble (à certains endroits, les oiseaux nichent parmi les pierres et les rochers). La femelle pond un œuf, que chaque membre du couple couve à tour de rôle, sous une aile. La quête de nourriture procède du même partage des tâches. La femelle effectue néanmoins davantage de voyages, rapportant de la mer des becquées de poisson qu'elle doit défendre contre la convoitise des skuas, des goélands et d'autres pirates de l'air.

Au contraire des colonies de pingouins – souvent installées à l'étroit, bruyantes et sous-alimentées –, celles de macareux sont d'ordinaire tranquilles et conviviales. Dans les îles Britanniques, où sa chasse est interdite depuis un siècle (elle reste autorisée en Islande), cet oiseau d'environ 20 cm

GRAND REMUE-MÉNAGE DE PRINTEMPS

Ce macareux porte des tiges sèches et des feuilles fraîches qui serviront à délimiter son terrier. Ses semblables « ramassent tout ce qui traîne », précise Mike Harris, un chercheur. Ils présentent en particulier les plumes, les bouts de corde et de papier, ainsi que les algues.



TERRIER, DOUX TERRIER

Après un coup d'œil hors de son terrier, un macareux arrache une fleur pour décorer sa demeure temporaire, sur l'île de Skomer, où 6 000 couples nidifient. Le terrier est en général profond de 1 m ou plus, garantissant la sécurité de l'œuf et de l'oisillon. Il est exceptionnel d'apercevoir ce dernier : il reste dissimulé pendant environ six semaines. Puis, une nuit, il prend son envol.



de haut peut se montrer étonnamment peu craintif, acceptant même les visiteurs humains. Iain Morrison organise depuis quarante-deux ans des journées d'observation ornithologique dans les îles Treshnish, en Écosse. Le constat s'est imposé à lui, assure-t-il : « La fréquentation des macareux rend les gens heureux. J'appelle ça la macareux-thérapie. »

LES AMIS DES MACAREUX COMMENCENT pourtant à se faire du souci. Les populations ont décliné lors de la dernière décennie. Dans certaines colonies d'Islande, de Norvège et sans doute des îles Shetland, en Écosse, presque aucune naissance n'a été observée. Les petits poissons dont l'espèce est friande, notamment les anguilles de sable (lançons), les sprats et les harengs se font rares, et leur taille diminue. En outre, le réchauffement des eaux semble avoir bouleversé la chaîne alimentaire.

« Les macareux peinent à élever leurs petits », affirme sans détour Mike Harris, qui étudie la colonie de l'île de May, en Écosse. L'espérance de vie moyenne du macareux atteint 30 ans et, comme tout oiseau qui vit longtemps, « il peut se permettre d'interrompre le cycle de la reproduction pendant quelques années, en attendant que les choses s'améliorent. Mais le phénomène actuel se prolonge et risque d'affecter toute la population ».

Quelques rares sites, comme celui de l'île de Skomer, au pays de Galles, offrent toutefois matière à se réjouir. Ici, pour des raisons en partie incomprises, le nombre de macareux est en augmentation et chaque terrier abrite un oisillon. Au mois d'août, les nouveau-nés peuvent se lancer dans la vie avec confiance. Ils descendent les pentes raides en se dandinant, avant de nager et de s'envoler pour affronter, seuls, les longs et rudes mois d'hiver. Ils connaissent le chemin du retour. Tant il est vrai qu'un macareux moine ne saurait rater la grande fête des amours printanières. — *Tom O'Neill*

DES DIFFÉRENDS TERRITORIAUX

Gonflant leurs ailes et ouvrant le bec, deux macareux s'affrontent, sur l'île de Skomer. Le plus souvent, les combats ont pour objet la possession d'un terrier. Un pincement dans le cou y met généralement un terme.







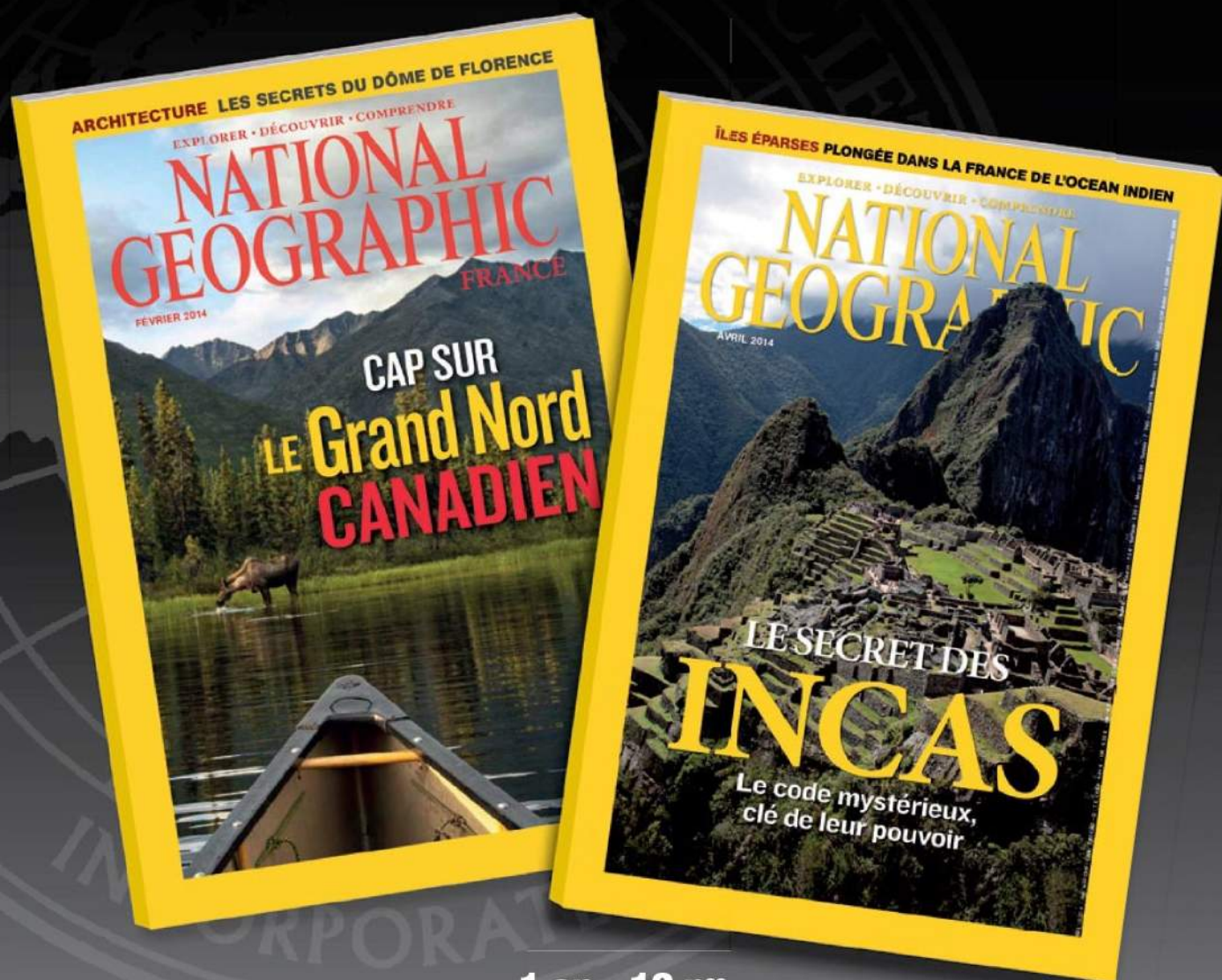


SIX MOIS DE VILLÉGIATURE

D'avril à août, des macareux s'installent sur les falaises brumeuses de la réserve de Hermaness. Nombre d'entre eux retrouvent leur partenaire et leur terrier de l'année précédente. Quelle est la vie de ces oiseaux pendant l'hiver ? Mystère.

ABONNEZ-VOUS À NATIONAL

Et bénéficiez de plus de **35%**



1 an - 12 n^{os}

Profitez de vos avantages abonnés :



Vous réalisez une économie de plus de **35%** par rapport au prix de vente au numéro.



Vous recevez votre magazine **chaque mois à domicile.**



La **garantie du tarif** pendant toute la durée de l'abonnement.

GEOGRAPHIC

DE RÉDUCTION*

Chaque mois, vivez avec National Geographic des aventures exceptionnelles dans le monde entier. Devenez membre de la National Geographic Society et suivez nos explorateurs dans leurs missions extrêmes, participez aux découvertes scientifiques les plus récentes.



Vous gérez votre abonnement
en ligne sur www.prismashop.nationalgeographic.fr

BON D'ABONNEMENT

Bulletin à compléter et à retourner sans affranchir à :

National Geographic

Libre réponse 91149 - 62069 Arras Cedex 09.

☐ **OUI**, je m'abonne à National Geographic pour 12 numéros **au tarif exceptionnel de 39€** au lieu de 62€^{10*} soit **plus de 35% de réduction.**

☐ Je souhaite offrir un abonnement.

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

Je souhaite offrir cet abonnement à :

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville

E-mail

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 :

NGE177D

L'abonnement, c'est aussi sur :

www.prismashop.nationalgeographic.fr

ou au 0 826 963 964 (0,15€/min)

*Par rapport au prix de vente au numéro. Offre réservée aux nouveaux abonnés en France Métropolitaine, valable 2 mois. Délai de réception de votre 1^{er} numéro : 4 semaines environ après enregistrement de votre règlement. 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. Photos non contractuelles.



Au Nicaragua, petit pays producteur de cacao, des fèves partiellement torréfiées sont vendues sur les marchés.

Quand les Mayas payaient en chocolat

Chez les Mayas, le cacao était un produit si rare qu'il était utilisé comme monnaie. Sa consommation était réservée à l'élite et aux dieux. À ces derniers les Indiens offraient des fèves de cacao écrasées mélangées à leur propre sang, qu'ils

recueillaient en se perçant ou en s'entaillant le langage ou les lobes d'oreilles. Au Mexique, la boisson chocolatée de couleur rouge existe toujours. Le sang a juste été remplacé par une poudre obtenue à partir des graines de rocouyer, un arbuste tropical.

À DÉCOUVRIR
Choco-Story,
le musée
gourmand
du Chocolat,
à Paris (10°).



LE DEUIL DU GEAI

On croyait ce comportement réservé à certains primates. Une étude vient de montrer que le geai buissonnier d'Amérique du Nord (*Aphelocoma californica*) se manifeste bruyamment lors du décès de l'un de ses semblables. Ces beaux passereaux bleus peuvent ainsi piétiner, pousser des cris d'alarme, des pépiements soutenus, voire même arrêter de se nourrir pendant un à deux jours. Un rite funéraire, qui vise aussi à informer de la présence éventuelle d'un prédateur...

■ LU DANS **sur le blog lecrapaud.fr**

3,5 millions de km²

C'est la surface du gigantesque amas de déchets plastiques flottant au nord de l'océan Pacifique. Six fois la superficie de la France ! Surnommé le « sixième continent », il a été repéré en 1997, et ne cesse d'enfler depuis, nourri par le jeu des courants marins. Les conséquences pour la biodiversité s'avèrent dramatiques. Cette masse toxique est composée pour l'essentiel de micro-résidus de plastique en suspension à la surface et jusqu'à 30 m de profondeur. Des lambeaux si petits qu'ils sont facilement ingérés par les espèces marines.

À DÉCOUVRIR lors du Téci-verdi, le festival de la diversité biologique et culturelle, à Niort, du 26 au 29 juin 2014.



C'est votre photo !

En reportage en Islande, Vincent Piccerelle a fait cette rencontre étrange : « Imaginez un tracteur au milieu d'un fjord, sur une plage de galets et de poussière de lave. Aucune habitation ni terrain propice à l'agriculture dans les environs. Difficile d'imaginer plus étrange ! J'ai aimé le mystère qui entoure l'histoire de cette machine. J'ai envie de la voir comme un symbole écologique, un message nous disant : "Ci-gît la machine. Ici, l'Homme a ressuscité." La vérité doit être beaucoup moins héroïque... »

Partagez vos photos sur notre site : <http://communaute.nationalgeographic.fr>



Cette intaille, une pierre dure et fine gravée, de bague romaine a été découverte sur le chantier de Blois.

Fouilles archéologiques en direct

Cinquante sites en cours de fouilles dans l'Hexagone seront ouverts au public en juin. Parmi eux, le chantier de l'Inrap à Blois. Il s'étend sur plus de 1 hectare, sur la rive gauche de la Loire. Depuis octobre 2013, les archéologues y ont mis au jour des vestiges gaulois, en particulier une tombe datant de la période charnière des IV^e et III^e siècles avant J.-C., et des vestiges gallo-romains. Ces derniers sont constitués d'une zone d'habitat et d'un sanctuaire, identifié notamment grâce à la présence d'ex-votos, de petits morceaux de bronze représentant des yeux. L'occupation quasi ininterrompue du secteur entre les périodes gauloise et romaine tient probablement au fait qu'il devait déjà être un point de passage de la Loire, en particulier pour le commerce.

À DÉCOUVRIR lors des Journées nationales de l'archéologie, du 6 au 8 juin 2014 dans toute la France.
Renseignements : journees-archeologie.fr



Il suffit de presser le bouton pour que le TEC Torch crache sa lame incandescente.

On vient d'inventer le « sabre de feu »

Si le sabre-laser appartient encore au domaine de la science-fiction, une société texane a mis au point ce qui s'en rapproche le plus à ce jour : le TEC Torch. L'objet a la taille d'une lampe torche. Sa flamme provient d'une réaction chimique provoquée par des particules d'oxyde de cuivre, de magnésium et d'aluminium. Le « sabre » projette ainsi une flamme brûlant à plus de 2700°C, à laquelle un embout donne

la forme d'une lame. L'outil, qui découpe les métaux, a été créé spécialement pour la police et les premiers secours, afin de venir en aide plus efficacement aux victimes d'accident.

LU DANS *Angry Birds, Star Wars, quelle science se cache derrière la fiction ?*, éditions National Geographic.

LE TIGRE EST-IL VRAIMENT MORT ?

Le thylacine est classé parmi les espèces disparues depuis 1936, date de la mort du dernier spécimen connu dans un zoo australien. Plus connu sous le nom de tigre de Tasmanie, en raison de son pelage rayé, il ressemblait surtout à un chien ou à un loup. Pourtant l'animal était apparenté au... kangourou et au koala ! Il l'est peut-être encore, d'ailleurs : même s'il a été déclaré éteint, des rumeurs font état de sa survie dans certaines régions reculées de Tasmanie mais aussi sur le continent australien, et peut-être en Nouvelle-Guinée.

LU DANS *Animaux disparus, Histoire et archives photographiques*, par Errol Fuller, éditions Delachaux et Niestlé.



Attraction humaine

Au Myanmar, c'est souvent à la force des bras que les grandes roues tournent dans les fêtes foraines. Pour pallier les fréquentes coupures d'électricité qui sévissent dans le pays, des équipes de forains ont en effet l'habitude d'escalader les manèges et de les actionner en utilisant le poids de leur corps.

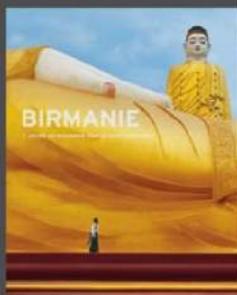


LU DANS *Birmanie, 7 jours au Myanmar* par 30 photographes, les Éditions du Pacifique.



EN HAUT : TARA SOSROWARDYOYO

80 CADEAUX POUR NOS ABONNÉS



10 livres

Birmanie, 7 jours au Myanmar par 30 photographes sont à gagner au 0826 963 964 à partir du 4 juin 2014, à 9 h (0,15 €/min). Les gagnants seront les premiers à appeler. Offre limitée à 1 livre par foyer.

30 entrées

à Choco-Story, le musée gourmand du Chocolat, sont à gagner au 0826 963 964 à partir du 4 juin 2014, à 9 h (0,15 €/min). Les gagnants seront les premiers à appeler. Offre limitée à 2 invitations par foyer.



20 livres

Angry Birds, Star Wars, quelle science se cache derrière la fiction ? sont à gagner au 0826 963 964 à partir du 5 juin 2014, à 9 h (0,15 €/min). Les gagnants seront les premiers à appeler. Offre limitée à 1 livre par foyer.



20 livres

Angry Birds, furieusement savants ! La physique est un jeu sont à gagner au 0826 963 964 à partir du 5 juin 2014, à 9 h (0,15 €/min). Les gagnants seront les premiers à appeler. Offre limitée à 2 invitations par foyer.



ACHETER SON MAGAZINE NE SERA PLUS UNE AVENTURE !



Presstalis RCS Paris : 529 326 050 - © Esprit de Formes 2014 - Crédit photo : Getty Images



L'APPLICATION POUR :

- **Explorer** l'offre presse magazine
- **Découvrir** les couvertures, les sommaires...
- **Être alerté** dès la parution de votre titre préféré
- **Géolocaliser** le point de vente le plus proche où le titre est disponible
appeler directement le point de vente, **connaître** ses horaires



À TÉLÉCHARGER
DÈS LE
2
JUN

presstalis



TÉLÉCHARGEZ-LA DÈS MAINTENANT
SUR VOTRE SMARTPHONE

Disponible sur iPhone
App Store

Disponible sur
Google play



1973 Bain de jouvence en Floride

Dans ce spa de St. Petersburg, en Floride, les femmes pouvaient naguère barboter chaque lundi, mercredi et vendredi dans un bain à remous à 43 °C, au milieu de statues très dévêtues. Les hommes y avaient accès le mardi, le jeudi et le samedi. Quant à ce qui se passait le dimanche, aucune information n'est disponible. Ce cliché a été publié pour la première fois dans le *National Geographic* de novembre 1973 pour accompagner un article intitulé « Le cœur en pleine expansion – et en pleine tourmente – de la Floride ». Le spa a fermé depuis longtemps et les visiteurs qui en poussent la porte de nos jours viennent y chercher un réconfort d'un autre genre : c'est devenu un débit de boissons.

—Margaret G. Zackowitz



Nicaragua, opération cacao !

VERS 1860, ALORS QUE LE CACAO DU NICARAGUA FAIT RÊVER LE MONDE ENTIER, LE FRANÇAIS ÉMILE-JUSTIN MENIER DÉCIDE D'ACQUÉRIR DES TERRES AU CŒUR DE L'AMÉRIQUE CENTRALE POUR CULTIVER SES PROPRES FÈVES... NOUS SOMMES PARTIS SUR LES TRACES DE L'AVENTURIER.

Par Céline Lison

Photographies de Teddy Seguin

Les bâtiments des ex-plantations Menier sont encore debout, entre le lac Nicaragua et l'océan Pacifique. Le nom du chocolatier a disparu, tandis que la production de cacao redémarre lentement dans le pays.



pourtant jamais vu. José récoltait les cabosses arrivées à maturité, avant de mettre les fèves à fermenter et à sécher. Ensuite, un bateau emportait la cargaison vers Noisiel (Seine-et-Marne). Là, le cacao était transformé en chocolat.

L'AFFAIRE, BIEN RODÉE, avait démarré dans les années 1860. À l'époque, Émile-Justin Menier, héritier de l'empire industriel paternel, choisit de délaisser la production de médicaments au profit du chocolat. Une denrée qui, jusqu'alors, sert surtout à enrober... les gélules. Émile-Justin Menier a entendu parler du cacao du Nicaragua, considéré comme l'un des meilleurs du monde et réservé à la couronne d'Espagne. Décidé à garder la main sur l'ensemble de sa production et à en assurer la qualité, il achète des terres sur place et arme des navires en vue du transport des fèves. L'aventure du chocolat Menier est lancée.

Au Nicaragua, le sol fertile ne demande qu'à produire. Des milliers de plants sont mis en terre, irrigués par un système de canaux et de vannes – des techniques de pointe déjà utilisées en France. Comme dans son usine de chocolat française, Émile-Justin Menier souhaite élever le niveau de vie de ses employés. La petite vallée nicaraguayenne devient un modèle. Mais, en 1879, Menier apprend une très mauvaise nouvelle : le projet de

La publicité propose de « goûter un vrai instant d'autrefois ». Pour José Perez qui, à 82 ans, tient pour la première fois de sa vie une tablette de chocolat Menier, le slogan a une saveur particulière. À 12 ans, il s'en souvient, il travaillait dans l'une des deux plantations de la marque, à Nandaime, son petit village du Nicaragua, 9 000 km à l'ouest de la France. Des tablettes comme celle que je viens de lui apporter, il n'en avait



pourtant jamais vu. José récoltait les cabosses arrivées à maturité, avant de mettre les fèves à fermenter et à sécher. Ensuite, un bateau emportait la cargaison vers Noisiel (Seine-et-Marne). Là, le cacao était transformé en chocolat.

L'AFFAIRE, BIEN RODÉE, avait démarré dans les années 1860. À l'époque, Émile-Justin Menier, héritier de l'empire industriel paternel, choisit de délaisser la production de médicaments au profit du chocolat. Une denrée qui, jusqu'alors, sert surtout à enrober... les gélules. Émile-Justin Menier a entendu parler du cacao du Nicaragua, considéré comme l'un des meilleurs du monde et réservé à la couronne d'Espagne. Décidé à garder la main sur l'ensemble de sa production et à en assurer la qualité, il achète des terres sur place et arme des navires en vue du transport des fèves. L'aventure du chocolat Menier est lancée.

Au Nicaragua, le sol fertile ne demande qu'à produire. Des milliers de plants sont mis en terre, irrigués par un système de canaux et de vannes – des techniques de pointe déjà utilisées en France. Comme dans son usine de chocolat française, Émile-Justin Menier souhaite élever le niveau de vie de ses employés. La petite vallée nicaraguayenne devient un modèle. Mais, en 1879, Menier apprend une très mauvaise nouvelle : le projet de

La publicité propose de « goûter un vrai instant d'autrefois ». Pour José Perez qui, à 82 ans, tient pour la première fois de sa vie une tablette de chocolat Menier, le slogan a une saveur particulière. À 12 ans, il s'en souvient, il travaillait dans l'une des deux plantations de la marque, à Nandaime, son petit village du Nicaragua, 9 000 km à l'ouest de la France. Des tablettes comme celle que je viens de lui apporter, il n'en avait



Chez lui, Jorge Gomez a préparé un pinolillo et des friandises qu'il offre aux passants. Une fois sa porte ouverte, son salon devient devanture de boutique.

attention. Dans une allée, une vendeuse verse une louche de liquide brun clair où flottent des glaçons dans un sac en plastique. Une paille, un nœud, et le tour est joué : pour 10 córdobas (moins de 30 centimes d'euro), voilà une boisson rafraîchissante cacaotée qui vous tient au corps pendant des heures. Cette dégustation me rappelle des lectures faites avant mon

départ. Des documents prétendent que, au début des années 1910, Pierre Lardet, un journaliste français, avait effectué par hasard un séjour dans un village indien du Nicaragua. Là, on lui aurait fait goûter une boisson mêlant banane et cacao. Séduit, il aurait reconstitué la recette à son retour en France, avant de la commercialiser. Le Banania était né ! Les marchés, les « cafés » de bord de route et même les particuliers dans les villes ont chacun une recette de boisson au cacao, du simple *fresco de cacao* du marché (élaboré avec des fèves grillées et moulues et mélangé à du lait) au *masa de cacao* (une pâte de cacao râpée et mélangée à de l'eau), en passant par le *tiste*, au parfum de cannelle et de clou de girofle. L'ancêtre du Banania se cacherait-il derrière l'un de ces trois breuvages ?

POUR TOUTE RÉPONSE, Carlos José Mann me sourit. Responsable de Momotombo, l'une des meilleures chocolateries artisanales du pays, ce solide gaillard a « appris » le cacao voilà huit ans, lors d'un voyage à travers le pays. « Ici, peu de gens mangent





Des petits paysans profitent de la hausse des cours pour replanter des cacaoyers.

des barres de chocolat : c'est très cher. Mais le cacao fait partie de notre héritage, de notre culture. Il y a une très forte tradition de boissons nourrissantes. Les fermiers mais aussi les enfants en ont besoin. Depuis cinq cents ans et l'arrivée des Espagnols, la recette a bien sûr évolué. Mais malgré l'introduction des sodas, ça reste notre boisson nationale ! »

L'HOMME JOINT LE GESTE À LA PAROLE.

Dans une carafe, il verse une poudre de banane plantain séchée mélangée à du maïs moulu, puis ajoute du cacao, du miel, du lait et de la poudre de graines de *jicaro* – ou calebassier ailé, qui pousse dans le sud du pays. Son *pinolillo* est savoureux. Mais je n'ai toujours pas vu de plantations de cacao dans le pays. Beaucoup d'entre elles ont été victimes de maladies ou de destructions lors des guerres. « La plupart des grandes plantations sont situées dans le Nord, précise Carlos Jose Mann. Le Sud

commence tout juste à redémarrer. » Les cours du cacao, au plus haut, poussent des paysans à retenter l'expérience. Soutenus par des ONG, de tout petits planteurs se lancent dans la région de Rivas, à quelques kilomètres de la vallée Menier et du lac Nicaragua. À travers une petite forêt touffue de bananiers, de manguiers et d'une

Au soleil couchant, Granada prend tout son charme colonial (ci-dessus). Sur l'immensité du lac Nicaragua, un ferry relie San Jorge et l'île d'Ometepe, (ci-dessous), qui abrite le volcan Concepción, de très riches écosystèmes et des pétroglyphes précolombiens.



multitude d'arbres fruitiers, Nagua, une villageoise d'une trentaine d'années, relève le défi : « Mon grand-père possédait déjà des cacaoyers sur ce terrain. Il vendait sa récolte au marché local, pour la boisson. Il y a deux ans, j'ai planté 300 *criollos*, l'espèce native du pays, explique-t-elle fièrement. J'aurai mes premières cabosses dans deux ou trois ans, et ma production sera jointe à celle d'autres petits producteurs pour être exportée. »

À QUELQUES KILOMÈTRES DE LÀ, au pied du volcan Mombacho, changement d'échelle. Cinq espèces de cacaoyers, des caféiers, des bananiers et du bétail sont réunis sur des dizaines d'hectares. Formée aux États-Unis, Karina Conrado dirige la vaste exploitation familiale. Le nom de la ferme, San Emilio, est brodé sur son polo bleu à côté de son patronyme. Les yeux rivés sur sa tablette numérique, elle inscrit, au fur et à mesure des pesées, les quantités de cacao récoltées. Pendant ce temps, Francisco, le gérant de l'exploitation, examine les cacaoyers poussant auprès des caféiers. « Ces deux arbres, m'explique-t-il, ont les mêmes besoins : de l'ombre et une protection contre le vent. Ils poussent bien ensemble. Et quand il faut les traiter, je préfère utiliser de l'ail, du chili ou de la chaux plutôt que des pesticides. C'est plus sain et bien moins cher ! »... La gestion de la plantation n'a finalement pas tellement changé depuis l'époque Menier. □

Pourquoi y aller ?

Le Nicaragua est devenu très sûr depuis la fin de la guerre civile, au début des années 1980. Il se dit même qu'on y est plus en sécurité que partout ailleurs en Amérique centrale. Aussi magnifique que le Costa Rica voisin, le Nicaragua accueille bien moins de touristes et, du coup, conserve son authenticité. Une chaîne de vingt-six volcans, deux océans, des forêts superbes et de belles rencontres avec les « Nicas » vous y attendent. Voir sur www.visitnicaragua.com/ (en espagnol).

Avec qui partir ?

Nomade Aventure propose quatre voyages au Nicaragua : de la randonnée pure au combiné multi-activités, en passant par le transport local pour visiter le pays. Sur certains voyages, des nuits chez l'habitant sont proposées. Une excellente façon de s'imprégner de la culture locale. www.nomade-aventure.com



OBJECTIF

JAPON

LE COMPOSTELLE NIPPON

IL FUT CRÉÉ IL Y A DOUZE SIÈCLES et, depuis, le chemin de pèlerinage de l'île de Shikoku (l'une des quatre îles principales du Japon, dans le Sud-Est) compte encore parmi les plus populaires. Selon la légende, le moine Kobo Daishi (774-835), fondateur de l'école Shingon, une branche ésotérique du bouddhisme japonais, l'aurait tracé pour sa propre formation spirituelle. Son effort a porté ses fruits car, depuis sa mort, on parle de lui comme du « grand saint ». Les *henro* (pèlerins) peuvent de nos jours rallier les quatre-vingt-huit temples de l'île. Ils sont aisément reconnaissables à leurs tenues blanches – à l'instar de celles de deuil. Au Japon, cette couleur indique que le pèlerin a renoncé à sa vie passée et qu'il est prêt à mourir. Le reste de l'équipement traditionnel se compose d'un chapeau de paille pointu, d'une veste blanche, d'une étoile en coton de soie portée autour du cou et du *nôkyô-chô*, le carnet dans lequel les pèlerins recueillent le sceau à l'encre rouge et la calligraphie en sanskrit des édifices où ils sont entrés pour prier. Au total, la visite des quatre-vingt-huit temples s'étire sur quelque 1 400 km ! À pied, il faut compter un peu plus de deux mois. Mais le jeu en vaut la chandelle : à la fin du trajet, le marcheur est censé s'être libéré de toutes ses passions matérielles et peut alors voir ses vœux s'exaucer. Pour les moins téméraires, le trajet peut désormais s'effectuer en transport en commun. – Sylvia Guirand



PRÉPAREZ VOTRE VOYAGE au Japon avec la nouvelle édition papier du *Guide National Geographic*. En sus, bénéficiez d'un accès exclusif au site Internet TripAdvisor/National Geographic. Vous pourrez parcourir les sélections d'adresses et de bons plans, tout en vous nourrissant d'anecdotes historiques sur le pays. De l'effervescence de Tokyo en passant par les neiges du mont Fuji ou encore les temples ancestraux : suivez le guide !



Crédit photos / © BERNIER, Anthony / Publicis Events France

RENAULT CAPTUR : VIVEZ L'INSTANT

Premier Crossover urbain de Renault, Captur au design fun et sportif permet de profiter de chaque instant de la vie. Captur est également pratique, agile et astucieux. Captur joue l'originalité avec ses peintures bi-tons et son offre de personnalisation pour se sentir unique dans les moindres détails. Sa tablette numérique Renault R-Link, permet d'accéder en toute simplicité à des fonctionnalités innovantes et pratiques : navigation TomTom LIVE®, multimédia, téléphonie, informations véhicule, ainsi qu'un catalogue d'applications téléchargeables via le R-Link Store.

www.renault.fr

LES CROISIÈRES «ÉTÉ INDIEN»



Droits photo : Pulsman P#1CF5C82

TAAJ CROISIÈRES propose cet automne deux croisières d'exception : Chine-Japon et USA-Canada. Ces croisières aux escales atypiques et aux panoramas majestueux d'une beauté déconcertante, se dérouleront pendant l'été indien, quand le temps est encore doux et clément, pour profiter au mieux de la nature proposée par ces périple. À bord de luxueux bateaux où tout est confort et bien-être, la décoration élégante et la restauration raffinée contribueront au bonheur de cette expérience inoubliable.

www.taaj-croisieres.fr/prestiges.htm

MAX HAVELAAR

A partir du 31 mars, la Banane Bio et Equitable issue de l'agriculture biologique et labellisée Fairtrade / Max Havelaar sera dans tous vos magasins Carrefour. Ici, vous achetez des bananes Bio et équitables de qualité. Là-bas, grâce à votre achat équitable, vous assurez aux petits producteurs et à leurs familles, un prix minimum garanti et le versement d'une prime de développement de 4 centimes d'euros au kilo.

www.nosgaranties.maxhavelaarfrance.org



NIKON 1 AW1

Le Nikon 1 AW1 est le premier appareil photo numérique à objectif interchangeable au monde à pouvoir être utilisé sous l'eau. Alliance parfaite de performance, de robustesse et de design, le Nikon 1 AW1 est l'appareil photo le plus polyvalent au monde. Étanche (jusqu'à 15 m), anti-choc (jusqu'à une hauteur de 2 m), résistant au gel (jusqu'à -10°C) et étanche à la poussière, cet appareil photo compact à objectif interchangeable capture le meilleur de l'action en toutes circonstances.

www.nikon.fr



SKØLL PHOSPHO ILLUMINE SON FORMAT 33 CL !

À l'occasion de son 1er anniversaire, SKØLL marque le coup dans les bars et boîtes de nuit en lançant sa deuxième édition limitée ! Adaptée aux points de vente les plus branchés, la bouteille réagit à la lumière UV et fait briller son casque viking la nuit. Avec un design épuré, cette nouvelle édition limitée venue du Nord met en avant une partie de son Thorkill*, emblème de SKØLL !

Signe de reconnaissance entre « Vikings », ce format 33 cl statuaire installe un rituel de consommation à la bouteille, ainsi que son univers nordique dans les établissements les plus frais du territoire.

* Thorkill : casque viking, icône de la marque SKØLL

www.brasseries-kronenbourg.com

L'abus d'alcool est dangereux pour la santé.

A consommer avec modération



LE MOIS PROCHAIN

Juillet 2014



ROBIN HAMMOND

Afrique, le futur grenier du monde

Les terres agricoles fertiles du continent noir sont très convoitées.

L'épopée d'Alexandre le Grand

En 334 av. J.-C., un jeune Macédonien part à la conquête de la Perse et devient le super-héros de l'Antiquité.

À pied dans le désert du Hedjaz

Poursuivant son périple de 34 000 km, Paul Salopek gagne l'Arabie saoudite. En chemin, il rencontre un passé légendaire fait de caravanes et de pèlerins, d'empires passés et perdus.

Plongée au cœur des grottes chinoises

La Chine détient la plus grande concentration mondiale de pics et de cavités karstiques.

Le combat du méroü géant

Au large de la côte sud-ouest de la Floride, le méroü géant se bat pour survivre.

NATIONAL GEOGRAPHIC
FRANCE

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,
CARTOGAPHE 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 Guillaune, *préhistoire* ;
André Langaney, *anthropologie* ;
Pierre Lasserre, *océanographie* ;
Hervé Le Guyader, *biologie* ;
Hervé Le Treut, *climatologie* ;
Anny-Chantal Levasseur-Regourd, *astronomie* ;
Jean Malaure, *ethnologie* ;
François Ramade, *écologie* ;
Alain Zivie, *égyptologie*.

et pour ce numéro : Bernard Mazoyer, *professeur des Universités-Praticien Hospitalier*; directeur du Groupe d'Imagerie Neurofonctionnelle, UMR5296 CNRS CEA Université de Bordeaux.

TRADUCTEURS, RÉVISEUR, CARTOGAPHE,
RÉDACTEUR-GRAPHISTE, SECRÉTAIRE DE RÉDACTION
Philippe Babo, Béatrice Bocard, Philippe Bonnet,
Jean-François Chaix, Sonia Constantin, Bernard Cucchi,
Joëlle Hauzeur, Sophie Hervier, Hélène Inayetian,
Marie-Pascale Lesco, 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 MEDIA et VIVA

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
Editions 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 Recrut, *Directeur des ventes* (01 73 05 56 76)
Nathalie Lefebvre du Prey, *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); Caroline Hemmendinger
(01 73 05 69 80); Sabine Zimmermann (01 73 05 64 69)
Responsable Luxe Pôle Premium :
Constance Dufour (01 73 05 64 23)
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 : juin 2014.
Diffusion : Prestatils. 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.prisma-shop.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\$

Inspirer le désir de protéger la planète

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 SOCIETY

CHAIRMAN AND CEO Gary E. Knell

EXECUTIVE MANAGEMENT

LEGAL AND INTERNATIONAL EDITIONS: Terrence B. Adamson
MISSION PROGRAMS: Terry D. Garcia
COMMUNICATIONS: Betty Hudson
GROUP EDITORIAL DIRECTOR: Chris Johns
CHIEF MARKETING OFFICER: Amy Maniatis
PUBLISHING AND DIGITAL MEDIA: Declan Moore
TELEVISION PRODUCTION: Brooke Runnett
CHIEF FINANCIAL OFFICER: Tracie A. Winbiger
CHIEF TECHNOLOGY OFFICER: Jonathan Young

BOARD OF TRUSTEES

CHAIRMAN: John Fahey

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.,
Francis Saul II, Ted Waitt, Tracy R. Wolstencroft

INTERNATIONAL PUBLISHING

SENIOR VICE PRESIDENT : Yulia Petrossian Boyle
VICE PRESIDENT, DIGITAL : Ross Goldberg
VICE PRESIDENT, BOOK PUBLISHING : Rachel Love

Cynthia Combs, Ariel Delaco-Lohr, Kelly Hoover,
Diana Jaksic, Jennifer Liu, Rachelle Perez,
Desiree Sullivan

COMMUNICATIONS

VICE PRESIDENT : Beth Forster

EXPLORERS-IN-RESIDENCE

Robert Ballard, Lee R. Berger, James Cameron, Jared
Diamond, Sylvia Earle, J. Michael Fay, Beverly Joubert,
Derek Joubert, Louise Leakey, Meave Leakey, Enric Sala,
Spencer Wells.

Copyright © 2014 National Geographic Society

All rights reserved. National Geographic and Yellow Border: Registered
Trademarks © Marcos Registradas. National Geographic assumes no
responsibility for unsolicited materials.

NATIONAL GEOGRAPHIC MAGAZINE

EDITOR IN CHIEF Chris Johns

CREATIVE DIRECTOR: Bill Marr
EXECUTIVE EDITORS: Dennis R. Dimick (*Environment*),
Susan Goldberg (*Text*), Jamie Shreeve (*Science*),
Matt Mansfield (*Digital Content*)

MANAGING EDITOR: David Brindley
DIRECTOR OF PHOTOGRAPHY: Sarah Leen (Print),
Keith Jenkins (Digital)

DEPUTY PHOTOGRAPHY DIRECTOR: Ken Geiger

DEPUTY TEXT DIRECTOR: Marc Silver

DEPUTY CREATIVE DIRECTOR: Kaitlin Yarnall

DEPARTMENT DIRECTORS ART: Juan Velasco

DEPARTMENTS: Margaret G. Zackowitz

DESIGN: David C. Whitmore E-PUBLISHING: Lisa Lytton

MULTIMEDIA: Mike Schmidt RESEARCH: Alice Jones

INTERNATIONAL EDITIONS

EDITORIAL DIRECTOR: Amy Kolczak

DEPUTY EDITORIAL DIRECTOR: Darren Smith

PHOTOGRAPHIC LIAISON: Laura L. Ford

PRODUCTION SPECIALIST: Sharon Jacobs

EDITORS ARABIC Alsaad Omar Almenhaly • BRAZIL Matthew
Shirts • BULGARIA Krassimir Dumev • CHINA Ye Nan
CROATIA Hrvoje Prčić • CZECHIA Tomáš Tureček
ESTONIA Erkki Peetsalu • FARSI Babak Nikkhab Bahrami
FRANCE Jean-Pierre Vignaud • GEORGIA Levan Butkhuizi
GERMANY Erwin Brunner • GREECE N.S. Margaritis
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 Gonzalez
Vichis • LATVIA Linda Liepina • 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 Rili • SLOVENIA Marija Javornik
SPAIN Josep Cabello • TAIWAN Yungshih Lee
THAILAND Kowit Phadungruangkij • TURKEY Nesibe Bat
UKRAINE Olga Valchysheva



Grâce à la méthode de cette professeure des écoles, linguiste de formation, les enfants apprennent mieux et plus vite.

Céline Alvarez réinvente l'école

Le petit garçon semble captivé. Inlassablement, son doigt suit le contour rugueux de la lettre « M » tandis qu'il répète : « mmmm, mmmm. » Puis il passe au « U », au « R ». Soudain, son visage s'éclaire : « Mmmurrrr. Mur ! », s'exclame-t-il, victorieux. Théophile vient d'avoir 4 ans et commence à lire. Un an plus tôt, il ne parlait pas le français. Il fait partie des vingt-cinq élèves de la classe maternelle expérimentale de Céline Alvarez. En 2011, à 31 ans, elle s'est promis de faire bouger l'école de l'intérieur : impossible de se résigner à ce que 40 % des élèves sortent de CM2 avec de graves lacunes ! Elle clame que tout se joue avant 6 ans. Et se fait fort de montrer qu'avec d'autres méthodes – scientifiques et déjà éprouvées – on peut changer la donne. Au ministère de l'Éducation nationale, la *pasionaria* dérange mais intrigue. S'il existe une chance qu'elle ait raison, peut-on passer à côté ? Céline Alvarez obtient ce qu'elle demande : une classe d'enfants de 3 à 6 ans en zone d'éducation prioritaire, à Gennevilliers (Hauts-de-Seine). Et carte blanche pendant trois ans avec évaluation scientifique annuelle. Ici, le matériel est surtout sensoriel. Chaque enfant choisit son activité, qu'il mène seul ou à plusieurs : associer une image à un mot, former le puzzle des continents, boutonner un tissu... « En donnant à trois camarades le même nombre de cubes, de carrés, de bâtons et de billes [représentant les milliers, les centaines, les dizaines et les unités], l'enfant comprend concrètement ce qu'est une division », précise Céline Alvarez. Et les zones de mémorisation du cerveau s'activent grâce aux gestes effectués. « Pour apprendre, l'être humain doit être attentif, engagé. Il doit recevoir un retour d'information sur ce qu'il est en train de faire et pouvoir répéter sa tâche. C'est scientifiquement fondé. » Résultats ? Dès la première année, les élèves sont autonomes, épanouis. Ils ont plusieurs mois d'avance sur la « norme ». Les plus âgés savent lire. Céline Alvarez espère réitérer l'expérience dès septembre. Sur toutes les classes d'une école. – Céline Lison



Une pédagogie inspirée de Maria Montessori

<http://lamaternelledesenfants.wordpress.com/>

L'Histoire éclaire le présent



ca Histoire
M'INTÉRESSE

EXPLORER LE PASSÉ POUR COMPRENDRE LE PRÉSENT

MAI-JUIN 2014 N°24 5,95 €

VOYAGE DANS LA FRANCE DES ANNÉES 50

LES LETTRES CODÉES DE MARIE-ANTOINETTE

DEPUIS QUAND ON PROTÈGE LA NATURE ?

LE JOUR J
HEURE PAR HEURE
PAR CEUX QUI Y ÉTAIENT

SEXE, GUERRE ET PASSION
LES DIEUX GRECS

NOUVEAU

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



