

NOVEMBRE 2023

ENQUÊTE
DES MILLIONS
D'APATRIDES
AU BAN DES
SOCIÉTÉS

EXPÉDITION
UN LAC DE LAVE
DÉCOUVERT AUX
CONFINES GLACÉES
DU MONDE

NATIONAL GEOGRAPHIC FRANCE

CHANGER D'AIR

LES NOUVELLES TECHNOLOGIES
POUR CAPTurer LE CO₂
DANS L'ATMOSPHÈRE VONT-ELLES
SAUVER LA PLANÈTE ?



PM PRISMA MEDIA CPPAP

L 13636 - 290 - F - 5,50 € - RD



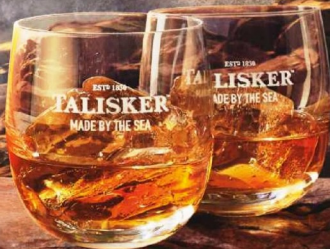
BE: 6 € - CH: 9,50 CHF - CA: 9,99 CAD - DE: 7,49 € - ES: 7 € - GR: 7 € - IT: 7 € - LU: 6 € - PT: 7 € - DOM Ardon: 6 € - DOM Batumi: 6 € - MA: 6 \$ MAD - TH: 10 THB - ZONE CFA Batumi: 4 000 XAF - ZONE CFP Batumi: 850 XPF - ZONE CFP Ardon: 1 600 XPF



TALISKER™
SINGLE MALT SCOTCH WHISKY

Intensément **SAUVAGE***

*Talisker se distingue par l'intensité de ses notes tourbées, iodées et subtilement épicées, à l'image du terroir de l'île de Skye, façonné par la mer.



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

Haro sur le CO₂

PAR **FREDÉRIC VALLOIS** DIRECTEUR DE L'ÉDITION FRANÇAISE

2400 milliards.

Depuis le milieu du XIX^e siècle, les activités humaines ont rejeté près de 2400 milliards de tonnes de dioxyde de carbone, ou CO₂, dans l'atmosphère, contribuant ainsi de manière déterminante au réchauffement de la planète. Or, pour limiter la hausse de la température globale à 2 °C d'ici à 2100, on estime que les émissions de CO₂ ne devront pas dépasser le seuil des 3000 milliards de tonnes en cumulé... Dans une conférence donnée au Collège de France, en 2017, l'expert du climat Jean-Marc Jancovici avait résumé en ces termes le défi colossal qui nous attend : « Sur le siècle qui vient, nos enfants et petits-enfants auront le droit d'émettre un sixième de ce que nous avons émis jusqu'à présent, alors que l'humanité est trois fois plus nombreuse. » Réduire les émissions de CO₂ ne suffit donc plus ; il faut désormais extraire ce gaz et le stocker à grande échelle.

La science progresse rapidement dans ce domaine et plusieurs innovations technologiques sont en cours de développement. À ce jour, deux méthodes principales d'élimination du CO₂ se dégagent : d'une part, les techniques dites « terrestres » (plantation de forêts, exploitation de la biomasse...), qui permettent d'enfouir le carbone en surface ou plus profondément ; d'autre part, les techniques dites « marines » (restauration des écosystèmes, agriculture sous-marine...), qui permettent de stocker le CO₂ dans les sédiments des fonds marins et en eau profonde. Plusieurs pays – dont les États-Unis, l'Islande ou l'Australie – investissent déjà massivement dans ces nouveaux procédés. De son côté, la France a présenté sa stratégie CCUS (pour « captage, stockage et utilisation du CO₂ ») en juillet dernier, qui vise à capter le carbone sur les sites industriels les plus polluants de l'Hexagone et à le stocker dans des bassins sédimentaires.

Ces technologies prometteuses n'en sont pas moins controversées. Certaines d'entre elles coûtent très cher et restent complexes à mettre en œuvre : c'est le cas notamment du captage direct dans l'air, qui nécessite des ventilateurs et des filtres géants, eux-mêmes énergivores. Mais, surtout, des voix critiques s'élèvent pour rappeler qu'elles nous déresponsabilisent et nous détournent du vrai problème de fond : la réduction des émissions de CO₂ à la source.

Il semblerait de toute façon que nous n'ayons plus le luxe ni de choisir ni d'attendre. Dans son dernier rapport, le Giec a appelé à agir sur tous les fronts pour réduire drastiquement la concentration de CO₂ atmosphérique d'ici à 2050. La course contre la montre a commencé.



SOMMAIRE

REGARDER



En couverture

En Islande, un dôme géodésique, propriété de l'entreprise Carbfix, combine de l'eau avec du dioxyde de carbone capturé et réinjecte le mélange dans le sous-sol, où il reste prisonnier de la roche.

Photo: Davide Monteleone

Ce numéro comporte un encart WWF jeté pour tous les abonnés.

10

Beaux brins de plumes

Deux photographes allemands braquent leurs objectifs sur les plumes – selon eux « les chefs-d'œuvre sans doute les plus poétiques de l'évolution ».

PHOTOGRAPHIES DE
HEIDI ET HANS-JÜRGEN KOCH

EXPLORER

19

LA GRANDE IDÉE

Presque seuls au monde

Les Sentinelles ont
choisi de vivre coupés
du monde – lequel ne
les laisse quère en paix.

PAR ADAM GOODHEART

LES ACTUALITÉS

Couches-culottes, papillon et pendentif

Où il est question de l'importance de la taille des taches sur l'aile d'un papillon, de la seconde vie des couches dans le BTP et des promesses génétiques d'un pendentif vieux de 20 000 ans p. 25



26

DÉCRYPTAGE

Les maîtres de l'art du camouflage

Les phasmes savent s'y prendre pour tromper leurs prédateurs.

PAR ALLIE YANG

L'OBJET

Somptueux trésor millénaire

En Chine, le brocart redore son blason.

PAR RONAN O'CONNELLp.28

À SUIVRE

La photo parfaite..... p.132

La sélection..... p.136

Le making of p.139

Le mois prochain..... p.142



ENQUÊTES ET REPORTAGES

Le feu sous la glace

Des chercheurs partent en quête d'un rare phénomène volcanique.

PAR FREDDIE WILKINSON
PHOTOGRAPHIES DE
RENAN ÖZTÜRK

..... p. 32

Un nouveau souffle

Capter le CO₂, à très grande échelle est le nouvel enjeu de la lutte pour le climat.

PAR SAM HOWE VERHOVEK
PHOTOGRAPHIES DE
DAVIDE MONTELEONE

..... p. 60

En ligne de bataille

En Antarctique, des orques ont mis au point une technique de chasse imparable.

PAR NATASHA DALY
PHOTOGRAPHIES DE
BERTIE GREGORY

..... p. 94

Voyage au bout de la nuit

Arrêt sur images sur les apatrides du monde.

PAR MARIE-AMÉLIE CARPIO
PHOTOGRAPHIES DE
WILLIAM DANIELS

..... p. 102

Renouer avec le passé

Des Indiens Quechuas rebâtissent un pont inca depuis cinq siècles.

PAR ABBY SEWELL
PHOTOGRAPHIES DE
JEFF HEIMSATH

..... p. 120

CI-DESSUS : L'expédition vers le volcan de l'île Saunders comptait notamment l'alpiniste Carla Pérez et le photographe Matt Irving (en reflet dans les lunettes).

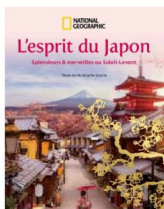


TÉLÉVISION

Chronologie d'un meurtre

Il y a soixante ans, le 22 novembre 1963, l'assassinat du président américain John Fitzgerald Kennedy survient sous les yeux du monde entier – déchainant passions et rumeurs complotistes. Ce documentaire en trois parties raconte la dernière journée de JFK heure par heure, avant et après le drame, en multipliant les témoignages et les images rares. Une façon inédite de comprendre un événement qui a marqué l'histoire planétaire.

JFK: Un jour dans l'histoire, dimanche 5 novembre, à 21 heures, sur la chaîne National Geographic.



LIVRE

Luxe, calme et volupté

Aller au Japon, c'est plonger dans un autre monde : nature magnifiée, culture millénaire, raffinement culinaire... En 160 pages colorées et richement illustrées, ce livre vous fera parcourir la diversité, entre surprises et incontournables, de ce fascinant archipel.

L'Esprit du Japon : splendeurs et merveilles au Soleil-Levant, de Rodolphe Gomis, éd. National Geographic.

HORS-SÉRIE

D'Apollo à Artemis

La course à la Lune n'avait plus été aussi intense depuis cinquante ans. Retrouvez les découvertes des dernières décennies, les missions phares sur notre satellite et l'avenir de son exploration, avec la mise en perspective du spationaute Thomas Pesquet.

Objectif Lune, hors-série National Geographic, en kiosque.



TÉLÉVISION

Monstres des mers

Les eaux du monde entier regorgent de poissons aussi improbables que gigantesques. Suivez la quête du spécialiste de la pêche Cyril Chauquet pour comprendre et protéger ces géants.

Derniers Géants, tous les samedis à partir du 4 novembre, à 18 h 20 sur National Geographic Wild.

Futur robotique, site néolithique et retour épidémique

VOS NEWS PRÉFÉRÉES SUR NATIONALGEOGRAPHIC.FR



SCIENCE

La première conférence de presse humains-robots a eu lieu cet été. L'occasion de revenir sur un aspect clé de notre avenir commun.



HISTOIRE

Une enceinte cérémonielle datant de 5 000 ans a été mise au jour sur l'île d'Arran, en Écosse. Que dit ce vaste site des rites du Néolithique ?



SANTÉ PUBLIQUE

La saison froide revient et, avec elle, la Covid – et ses nouveaux variants. Vaccination, tests, isolement : un rappel utile des bons gestes.



Voici vos t-shirts en coton bio et la livraison plus durable qui va avec.

Cartons 100 % recyclables, chargements optimisés
et 37000 véhicules électriques
pour assurer une livraison plus durable.

La Poste. Ça crée des liens entre nous.

Retrouvez tous nos engagements environnementaux sur www.laposte.fr/agir-pour-la-planete

— ITALIE —

À la découverte des Pouilles

Au sud-est de l'Italie, la région des Pouilles séduit les voyageurs depuis des siècles.
À vélo ou à pied, voici six itinéraires pour sillonner le talon de la botte italienne.
Rédigé par : Daniel James Clarke



Les touristes viennent de loin et en nombre pour visiter les Pouilles et se laisser porter par le charme et la culture de la région. Grâce à ses multiples pistes cyclables et *cammini* (sentiers pédestres), les itinéraires ne manquent pas pour explorer ses six provinces.

CICLOVIA DELL'OFANTO

POUR LES CYCLISTES AVENTUREUX

La province de Barletta-Andria-Trani est traversée par la Ciclovia dell'Ofanto. Sur 150 km, cette véloroute destinée aux cyclistes expérimentés part du village médiéval de Rocchetta Sant'Antonio, dans les montagnes de la Daunie, jusqu'à la vallée de l'Ofanto, pour terminer sa course dans les marais salants de Margherita di Savoia. Vous pourrez vous reposer dans des gîtes ruraux et déguster un Nero di Troia au sein des domaines viticoles, ou encore visiter le site archéologique de Canne della Battaglia, qui retrace la bataille historique entre les Romains et les Carthaginois.

VIA MICAELICA

UN CIRCUIT PÉDESTRE HISTORIQUE

Marchez sur les pas d'innombrables pèlerins en empruntant les cinq tronçons de la Via Micaelica (Via Francigena del Gargano). À travers la province de Foggia, cet itinéraire de difficulté moyenne de 110 km est un prolongement de la célèbre Via Francigena, qui relie Canterbury à Rome. Jalonné de lieux saints, le tracé s'étend de la ville de Troia, perchée au sommet d'une colline, jusqu'au sanctuaire de San Michele Arcangelo de Monte Sant'Angelo, installé au cœur d'une grotte, dans la péninsule du Gargano.

ANELLO DEL SALENTO

LE BORD DE MER À VÉLO

Explorez les trois provinces de la péninsule du Salento (englobant celle de Lecce et une partie de celles de Brindisi et Taranto) en suivant cette boucle de plus de 330 km, accessible, mais en grande partie en voie partagée. Depuis la grande ville de Lecce, réputée pour ses monuments en pierre calcaire de style baroque, le circuit complet vous emmène sur

la plage de Torre dell'Orso, avec ses falaises et ses eaux cristallines, et au cœur de charmantes cités balnéaires comme Leuca et Gallipoli. Une randonnée à vélo idéale pour celles et ceux en quête de produits du terroir, comme la fameuse *puccia*, un pain cuit au feu de bois, le poulcuet dans un pot en terre cuite ou encore les pâtes *maritati* à la ricotta.

VIA PEUCETA

UNE PROMENADE D'ÉTÉ

S'éloignant de la côte de Bari, la Via Peuceta offre aux amateurs d'histoire des sentiers souvent très accessibles dans l'arrière-pays. Des oliveraies denses au plateau aride du Karst, dans la sous-région des Murge, vous pouvez y contempler une variété de paysages et des vestiges de la province. L'occasion de plonger dans l'histoire des *borghi* (petits villages médiévaux), des *trulli* (huttes en pierre sèche aux toits coniques), du site néolithique normand et des cathédrales de Balsignano, tandis que les habitats troglodytiques baptisés *Sassi di Matera*, dans la région de Basilicate, vous attendent à la fin de ce long parcours.

VIA ELLENICA

ENTRE PANORAMAS ET SITES CLASSÉS

La Via Ellenica propose deux itinéraires bien distincts. Le premier relie Brindisi à Martina Franca, et fait halte dans les plus magnifiques villes des Pouilles, à l'image d'Ostuni et de ses façades blanches, ou encore d'Alberobello et de ses parcelles de *trulli*, inscrites au patrimoine mondial de l'UNESCO. Le deuxième traverse la province de Tarente sur 150 km, et promet des vues à couper le souffle.

CICLOVIA DELL'ACQUEDOTTO PUGLIESE

PÉDALER EN TOUTE SÉRÉNITÉ

Les cyclistes moins expérimentés opéreront pour la Ciclovia dell'Acquedotto. Reliant Cisternino à Ceglie Messapica dans la province de Brindisi, cet itinéraire sans dénivelé met à l'honneur un aqueduc du XIX^e siècle, véritable prouesse technique de son époque. Un circuit de 16 km longe la voie de service du canal principal, à travers la vallée d'Itria et ses oliveraies.



De gauche à droite : cyclistes passant devant des huttes traditionnelles (*trulli*), à Alberobello, dans les Pouilles, en Italie ; Polignano a Mare, dans les Pouilles, en Italie ; *puccia* (pain cuit au feu de bois)

PLANIFIEZ VOTRE VOYAGE

Des vols directs sont régulièrement proposés de Stansted à Bari et Brindisi. Des vols saisonniers depuis Gatwick sont également possibles. Rendez-vous sur weareinpuglia.it #weareinPUGLIA





Les plumages spectaculaires
- telles les chatoyantes
et longues plumes caudales
du paradisier royal - ont
évolué pour remplir une
fonction essentielle: attirer
les partenaires potentielles.

R E G A R D E R

NATIONAL GEOGRAPHIC



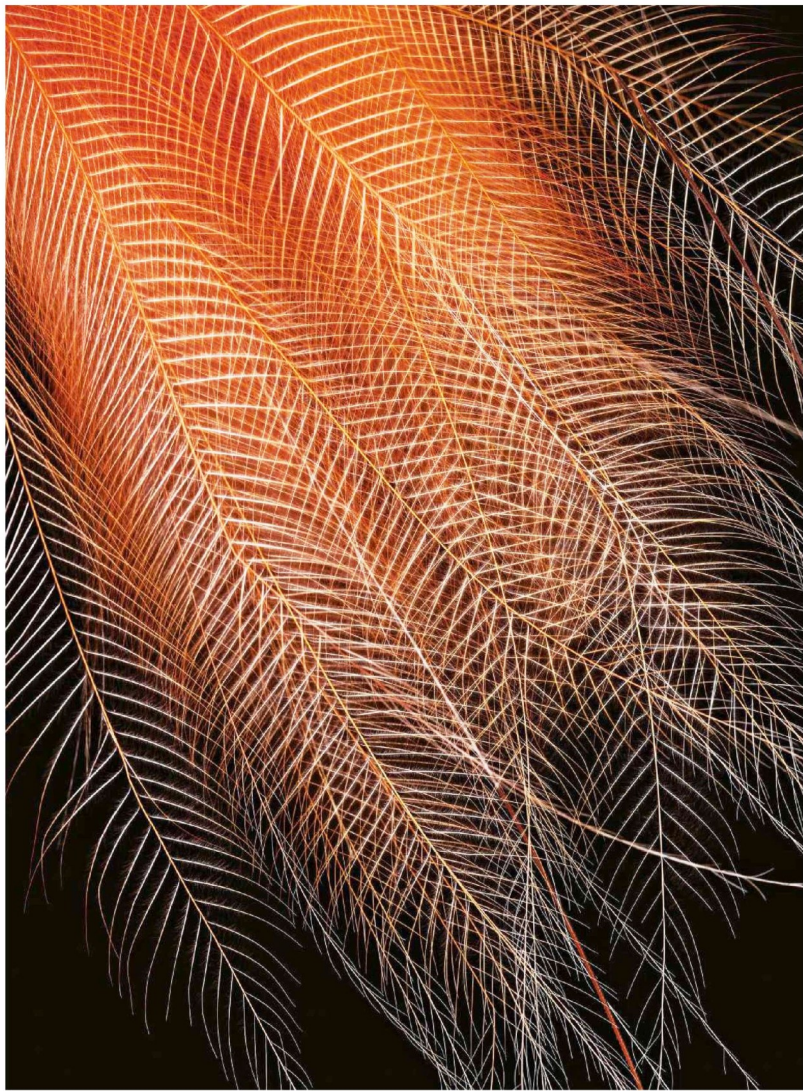
LA TERRE SOUS TOUTS LES ANGLES



BEAUX BRINS DE PLUMES

En se penchant sur le plumage, deux photographes plongent dans la science de la beauté.

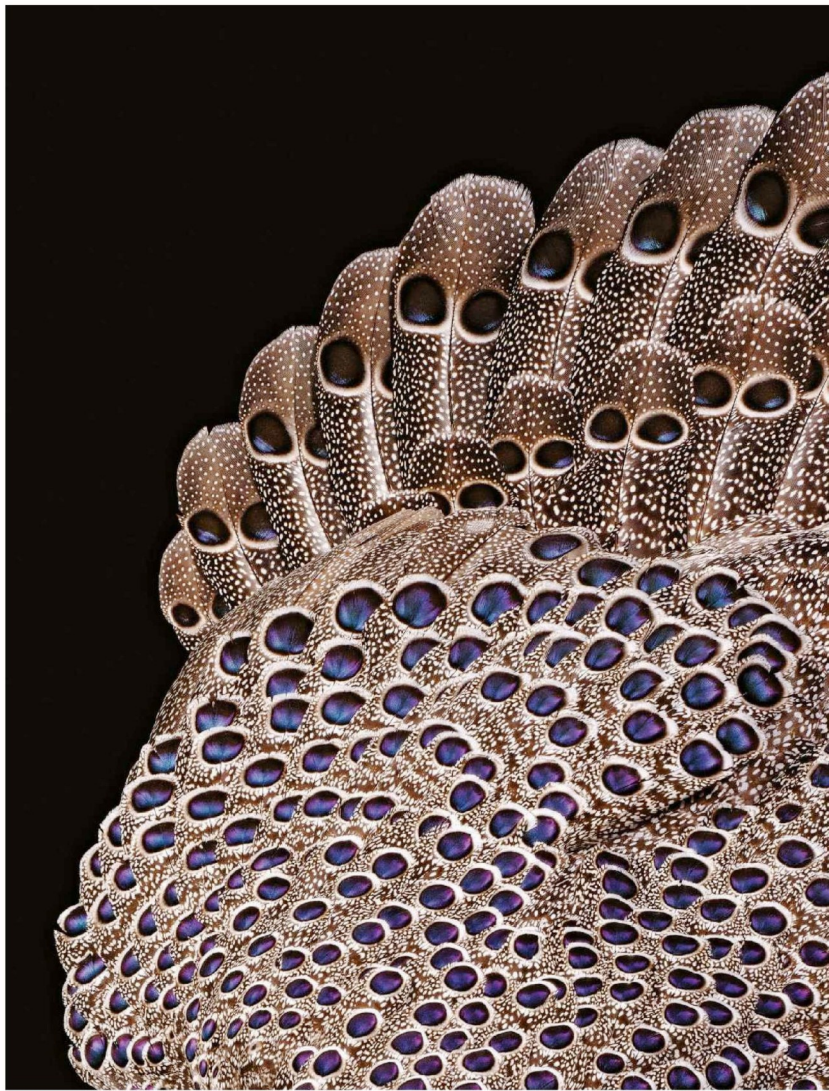
PHOTOGRAPHIES D'HEIDI ET HANS-JÜRGEN KOCH



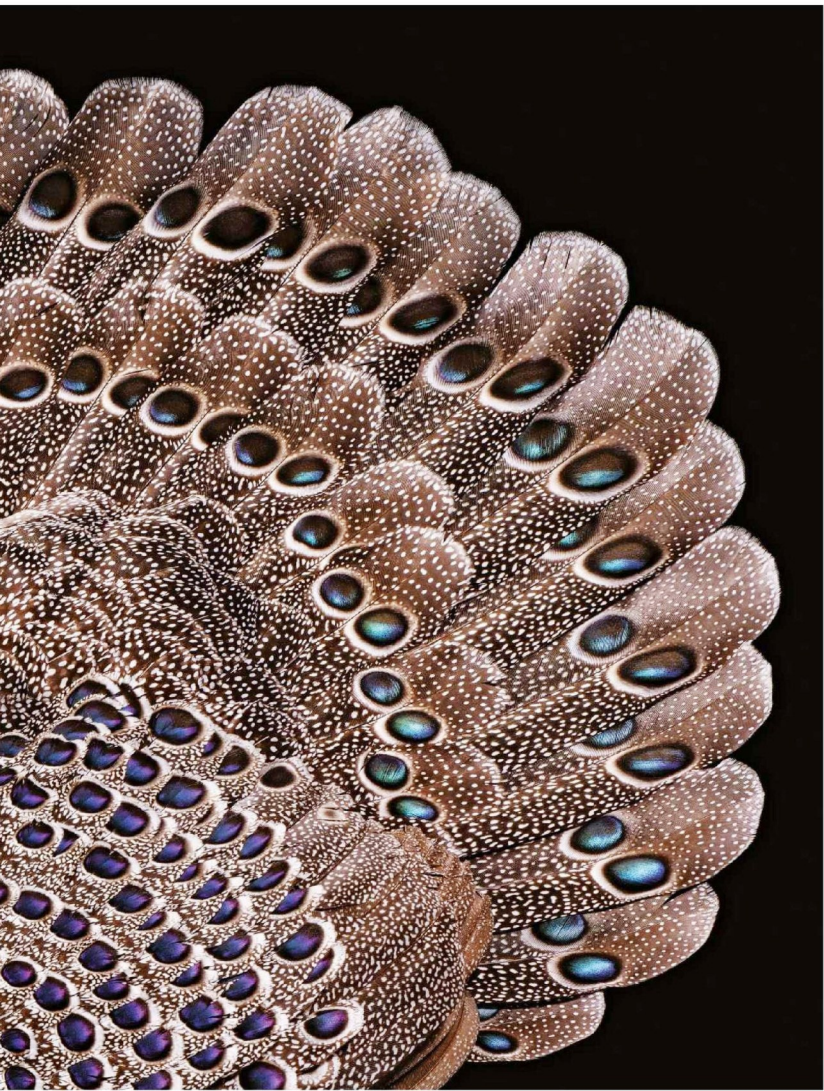
Chez les paradisiers de Raggi, le vaporeux plumage caudal du mâle joue un rôle fondamental dans les parades nuptiales collectives, quand les mâles se pavangent en espérant se démarquer de leurs rivaux pour gagner les faveurs des femelles.



La Nouvelle-Guinée abrite plusieurs espèces de paradisiers, dont les paradisiers bleus, chez qui les mâles arborent deux belles rectrices. Durant la danse nuptiale, ils se suspendent tête en bas, leurs plumes caudales recourbées vers le ciel.



Même si, chez les éperonniers chinois, mâles et femelles arborent des plumes dorsales et caudales ornées d'ocelles brillantes, ce sont les mâles qui en tirent le mieux profit. Lors de rituels de séduction élaborés, ils dressent et ébouriffent



ce panache – qui peut atteindre près de 40 cm de long – pour exhiber leur beauté majestueuse. Ces oiseaux prospèrent dans les zones de plaines et les collines boisées au Bangladesh, dans le nord-est de l'Inde et en Asie du Sud-Est.

DERRIÈRE LES PHOTOS

À TRAVERS LEUR TRAVAIL SUR LES PLUMES, HEIDI ET HANS-JÜRGEN KOCH SE SONT ENVOLÉS DANS L'ÉBOURIFFANTE HISTOIRE DE L'ÉVOLUTION.

EN 1860, CHARLES DARWIN écrivait : « La vue d'une plume sur la queue d'un paon, chaque fois que je l'observe, me rend malade ! » En effet, à ses yeux, ces plumes étaient si extravagantes qu'elles pouvaient être un obstacle à la survie. Son exaspération face à cette élégance en apparence inexplicable l'a finalement mené à l'idée de la sélection sexuelle. Même si cette forme de sélection naturelle est bien comprise aujourd'hui, le plumage du paon reste souvent un mystère pour les observateurs, explique Heidi Koch. Elle et son mari, Hans-Jürgen, ont justement passé les dernières années à immortaliser leur beauté en détail.

Le couple de photographes allemands braque ses objectifs sur la vie sauvage, des souris de laboratoire aux bourdons, depuis plus de trente ans. Pourtant, ils ne se voient pas comme

photographes animaliers, mais plutôt comme photographes des formes de vie. En 2020, les Koch ont commencé à s'intéresser aux plumages et, en particulier, aux exemples les plus fascinants du musée d'histoire naturelle de Berlin et de collections privées allemandes. Pour leur travail, ils ont utilisé le procédé du *focus stacking*, qui fusionne des images identiques, prises avec différentes mises au point, pour créer une plus grande profondeur de champ.

Baptisé *Feathers: Poetic Masterpiece of Evolution*, leur projet est une ode à l'allure des oiseaux et à l'évolution. Ainsi se sont-ils plongés dans la biologie évolutionniste, s'interrogeant sur la nature, comme Charles Darwin il y a plus de cent cinquante ans. « À la fin, raconte Heidi Koch, nous arrivions vraiment à comprendre cet homme. » —ANNIE ROTH



Chacune de ces plumes d'espèces marines ou côtières, issues d'une collection privée allemande, a une histoire à raconter sur l'évolution, expliquent les deux photographes.



ON PEUT S'EN PASSER.
SAUF QUAND ON
EN A BESOIN.



ANNULATION • FRAIS MÉDICAUX À L'ÉTRANGER • RAPATRIEMENT

En France et à l'étranger, **protégez tous vos voyages de l'année.**

NICARAGUA, ÎLES MARQUISES, ARGENTINE...
CYRIL CHAQUET ET SON ÉQUIPE Y ONT RENDEZ-VOUS
AVEC DES **POISSONS GÉANTS !**

DERNIERS GÉANTS

TOUS LES SAMEDIS **18.20**



NATIONAL
GEOGRAPHIC

WILD

DISPONIBLE AVEC

CANAL+

CANAL 116



Presque seuls au monde

LES HABITANTS DE L'ÎLE DE NORTH SENTINEL VIVENT ISOLÉS, REJETANT
TOUTE INTRUSION. MAIS NOUS NE LES LAISSONS GUÈRE EN PAIX.

PAR ADAM GOODHEART

E

EN NOVEMBRE 2018, UN JEUNE MISSIONNAIRE américain est parti à la nage d'un bateau de pêche pour rejoindre une plage perdue dans l'océan Indien et a été tué par des insulaires munis d'arcs et de flèches. La nouvelle de cette rencontre fatale, survenue sur l'île de North Sentinel – un petit bout de terre situé dans l'archipel des Andaman –, fascina le monde entier. La plupart des gens ignoraient jusqu'à l'existence d'un tel endroit à notre époque : une île dont les habitants chasseurs-cueilleurs vivaient toujours dans un isolement quasi total.

Sûr de lui, le jeune missionnaire évangéliste de 26 ans, John Allen Chau, cherchait à convertir les autochtones d'un lieu qui était pour lui peut-être « le dernier bastion de Satan ». Sa brève visite leur conféra finalement une autre forme de gloire, bien caractéristique du XXI^e siècle : en l'espace de quelques jours, à leur insu, la réalité de leur existence devint un phénomène viral.

À BIEN DES ÉGARDS, NORTH
SENTINEL DEMEURE UNE *TERRA*
INCOGNITA. PERSONNE, À PART
LES SENTINELLES, NE SAIT QUELLE
LANGUE ILS PARLENT, QUELLES
LOIS LES GOUVERNENT, QUEL DIEU
ILS POURRAIENT HONORER.

Depuis la mort de Chau, les Sentinelles, ainsi que les étrangers appellent les membres de cette tribu, sont devenus l'objet d'un culte mondial. Tapez « île de North Sentinel » dans un moteur de recherche et vous pourrez passer des semaines à lire des articles, écouter des podcasts, parcourir des blogs et des posts de réseaux sociaux. Vous pourrez zoomer sur des images de l'île prises par des satellites, des hélicoptères et des avions. La page en français des Sentinelles sur Wikipédia compte près de 2 000 mots, et des comptes de réseaux sociaux parodiques leur sont consacrés. Ils figurent dans des centaines de vidéo sur YouTube cumulant plus de 100 millions de vues.

Nombreux sont les fans des insulaires qui voient en eux des héros romantiques : rejetant résolument le monde interconnecté, ils seraient les pratiquants les plus radicaux de la désintoxication numérique. Quelques douzaines de membres d'une tribu munis de flèches et d'arcs faits à la main semblent, d'une certaine manière, plus puissants – plus authentiquement humains – que des milliards d'autres Terriens cramponnés à leur smartphone.

À bien des égards, North Sentinel demeure une *terra incognita*. Aucun visiteur n'a cartographié l'intérieur de l'île (un peu plus grande que la ville de Nantes) recouvert par la forêt ou conversé avec ses résidents. Personne ne sait à combien se chiffre sa population, estimée entre 50 et 200 habitants. Personne, à part les Sentinelles eux-mêmes, ne sait quelle langue ils parlent, quelles lois les gouvernent, quel dieu ils pourraient honorer et même le nom de la tribu dans sa propre langue. Depuis les bateaux et les avions qui passent au large, on peut les apercevoir pêchant au harpon dans les hauts-fonds, poussant à la perche leur pirogue dans le lagon et bandant les arcs avec lesquels ils chassent le gibier.

Selon Survival International, une organisation de défense des droits des peuples indigènes dans le monde, plus d'une centaine de tribus vivent isolées dans des régions allant de la forêt amazonienne à l'océan Indien et l'Indonésie. Tribu solitaire sur une petite île éloignée, les Sentinelles sont peut-être le peuple le plus isolé du monde.

En 1975, *National Geographic* avait publié des photos spectaculaires montrant certains d'entre eux tirant des flèches en direction d'une expédition



maritime « de prise de contact » menée par des anthropologues et des cinéastes indiens. Ces images ont contribué à leur donner l'image d'un peuple hostile et anachronique auprès du grand public.

Il n'est pas tout à fait juste de dire que les insulaires vivent coupés de la modernité : ils habitent l'époque actuelle, comme nous. Ils n'ignorent pas non plus la technologie : un arc de Sentinelle est un outil puissant et magnifiquement travaillé ; ils le manient avec une incroyable agilité et fabriquent les pointes des flèches avec du métal récupéré, peut-être dans l'épave d'un bateau tout proche. Il n'empêche, la majeure partie des 10 000 dernières années de



l'histoire humaine est passée très au large de North Sentinel. Et, quelle que soit la quantité d'informations qu'ont glanée ses habitants sur le monde extérieur grâce à leurs contacts visuels – probablement très nombreux –, ils ne peuvent en aucune manière savoir que leur demeure est parmi les dernières de ce genre sur la planète.

Il ne semble pas y avoir d'explication simple sur la façon dont les Sentinelles, parmi toutes les communautés humaines sur Terre, se sont débrouillés pour rester aussi isolés aussi longtemps. De temps à autre au cours des deux derniers siècles – d'abord quand les Britanniques ont étendu leur empire sur



« THE MISSION » est le fascinant récit de la mort de John Allen Chau en 2018, raconté par National Geographic

Documentary Films au travers d'interviews exclusives et d'un accès inédit aux plans secrets, aux journaux intimes et aux archives vidéo de John Allen Chau. Le film examine la mythologie de l'exploration qui l'a inspiré, la communauté évangélique qui a soutenu sa quête, et le chagrin de son père à mesure que la soif d'aventure de son jeune fils a fini par devenir une obsession fatale. *The Mission* sera bientôt proposé en streaming sur Disney+.

les îles Andaman dans les années 1850 puis, plus tard, après que l'Inde a pris le contrôle de l'archipel, divers étrangers ont essayé d'entrer en contact avec les habitants de North Sentinel. De 1967 au début des années 2000, des anthropologues du gouvernement indien ont quelquefois réussi à s'approcher de la plage en bateau – à deux reprises, en 1991, ils en ont été suffisamment près pour pouvoir donner des noix de coco et des bananes aux insulaires qui étaient dans l'eau. Le plus souvent, quand des intrus les approchent de trop près, les Sentinelles se fondent dans la végétation ou répondent comme ils le firent avec John Allen Chau: d'abord par des gestes et des exclamations de mise en garde et, si cela échoue, par des volées de flèches.

La raison pour laquelle la tribu a si farouchement maintenu ses défenses est, en revanche, peut-être moins mystérieuse. L'archipel des Andaman comprend une centaine d'îles, dont certaines abritaient jadis des communautés indigènes prospères, qui ressemblaient sans doute aux Sentinelles sur les plans linguistique et culturel. Au XIX^e siècle, les Britanniques ont fait des incursions dans ces îles et établi une colonie pénitentiaire sur l'une des plus grandes, qui a hébergé des dizaines de milliers de prisonniers à l'issue de l'échec d'une révolte en Inde britannique en 1857. Les conséquences qui s'ensuivirent furent horribles: les insulaires furent dévastés par les maladies et la violence, et leurs cultures ancestrales effacées au nom de la volonté européenne de les «évangéliser» et de les «civiliser».

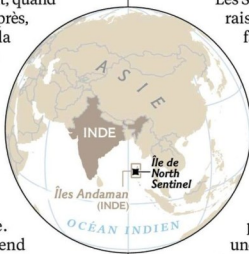
Même si les Sentinelles ne disposaient pas de bateaux capables de les emmener au-delà de leur lagon, ils ont sans aucun doute reçu la visite d'insulaires voisins qui ont pu les mettre en garde contre le sort terrible qui les attendaient avec les colonisateurs. Et, au moins en une occasion, North Sentinel a fait l'expérience d'une invasion. En 1880, l'officier britannique et anthropologue autodidacte Maurice Vidal Portman leur a rendu visite «dans l'intention de se lier d'amitié avec les habitants», ainsi qu'il le décrit par la suite. Plus précisément, il débarqua

avec un groupe important d'hommes armés qui parcoururent l'île en long et en large durant deux semaines avant de capturer quatre enfants et un couple âgé, qui furent amenés jusqu'à la colonie pénitentiaire. Sur place, les six captifs tombèrent malades, et le couple mourut. Les enfants souffrants furent réexpédiés dans leur île, chargés de présents. On ne peut qu'imaginer les microbes étrangers qu'ils rapportèrent aussi chez eux.

Les Sentinelles avaient donc de bonnes raisons de répondre comme ils l'ont fait en 2004, quand un hélicoptère des gardes-côtes indiens a survolé l'île à basse altitude pour confirmer que ses habitants avaient survécu au tsunami dans l'océan Indien. Un homme est sorti du couvert végétal en courant et a tiré une flèche en direction de l'hélicoptère. Les gardes-côtes sont rentrés avec une photographie saisissante: une silhouette sur une plage, son arc dirigé vers les intrus aériens. Aucun trait de l'homme n'est visible, mais sa silhouette floue sur fond de sable blanc éclatant possède à la fois l'intemporalité d'une peinture rupestre du Paléolithique et l'immédiateté d'un panneau Stop. Malgré leur réserve mondiale connue, les Sentinelles ont lancé leur message haut et fort: laissez-nous tranquilles.

Si vous voyagez dans les îles Andaman, l'une des choses les plus étranges que vous découvrirez à propos des Sentinelles est à quel point, en réalité, ils ne sont pas isolés, du moins sur le plan géographique: une trentaine de kilomètres seulement les séparent des plages où les touristes plongent en toute tranquillité.

Lors de ma première visite dans l'archipel, il y a vingt-cinq ans, j'ai décidé de voyager, de façon aussi stupide qu'illégale, vers la côte de North Sentinel (les eaux environnantes sont strictement interdites d'accès et les gardes-côtes et la marine indienne y patrouillent régulièrement). J'ai payé des pêcheurs de l'île Andaman du Sud – dont les 200 000 habitants sont presque tous à l'origine des immigrants d'Inde continentale – pour me faire traverser le chenal dans leur petit bateau à moteur, à la nuit tombée. Arrivés



AU XIX^e SIÈCLE, LES BRITANNIQUES ONT
FAIT DES INCURSIONS DANS LES ANDAMAN
ET ÉTABLI UNE COLONIE PÉNITENTIAIRE.
LES INSULAIRES ONT ÉTÉ DÉVASTÉS
PAR LES MALADIES ET LA VIOLENCE.

à l'aube au large du récif de North Sentinel, nous avons aperçu trois Sentinelles en haut des arbres et vu deux hommes poussant leur pirogue sur le lagon. Tandis que je prenais des photos et des notes, mon guide a attiré mon attention. Une muraille de nuages noirs se dirigeait vers nous. Après cinq heures particulièrement stressantes, nous avons regagné Andaman du Sud, mais la soudaine mousson avait failli nous noyer. Nous sommes quand même rentrés à temps pour le déjeuner.

J'ai voyagé vers les Andaman plus récemment à bord d'un avion d'Air India bourré de touristes, l'un des dix vols quotidiens à partir du continent. Les voyageurs peuvent profiter sur place d'un complexe avec spa abritant soixante-douze bungalows de luxe – la plupart avec leur piscine privée – prétendument inspirés par l'habitat traditionnel.

Les Sentinelles ne peuvent pas voir ces bungalows depuis chez eux, mais ils peuvent en toute vraisemblance remarquer le brouillard gris-jaune qui plane au-dessus de Port Blair, la capitale administrative de l'île. Ces chasseurs-cueilleurs aux yeux perçants ont certainement observé le monde extérieur aussi attentivement que celui-ci les a observés ; d'autant plus, probablement, que nos bateaux et nos engins volants sont désormais des éléments familiers de leur environnement.

Dans d'autres îles des Andaman, j'ai trouvé des plages dont les eaux cristallines étaient envahies de débris flottants venus des pays voisins : des tongs, des applicateurs de tampons hygiéniques et d'innombrables bouteilles d'eau. Ces débris arrivent aussi, à coup sûr, sur les côtes de l'île de North Sentinel. L'anthropologue indien Vishvajit Pandya, qui a fait quelques incursions en bateau dans les années 2000 pour observer les Sentinelles à une distance prudente, m'a dit que, une fois, il en avait vu se servir d'une bâche en plastique bleu, peut-être tombée d'un bateau, comme d'un toit pour une maison.

La vérité est que nous, les 8 milliards d'autres habitants de cette planète, sommes déjà en train d'empiéter inexorablement sur les Sentinelles, sans relâche et sans retenue, comme le premier colon venu. Le changement climatique, la surpêche, la pollution et les déchets plastiques poursuivront leur campagne de dévastation sur les plantes et les animaux dont les Sentinelles ont besoin pour vivre.

Pourtant, la mystique de la petite île ne donne aucun signe de faiblesse. Pour l'heure, l'isolement de North Sentinel ne sert pas seulement ses habitants, mais aussi le reste d'entre nous. Son éloignement, détaché de l'espace et du temps ordinaires, nous sert de fantôme réconfortant : tant que perdurent les Sentinelles, nous pouvons nous dire que notre planète elle-même demeure, à un minuscule degré, inviolée. □

L'historien **Adam Goodheart** a extrait cet article de son dernier livre, *The Last Island: Discovery, Defiance, and the Most Elusive Tribe on Earth*. Il a été consultant et apparaît dans le film produit par National Geographic *The Mission*.

DÉNIGREMENT SÉCULAIRE

Les habitants des îles Andaman ont longtemps figuré parmi les communautés les plus incomprises du monde : exotisés, fétichisés et démonisés. Sans avoir visité les îles, Marco Polo au ^{xiii} siècle les décrivait comme « une race des plus grossières et sauvages, avec des têtes, des yeux et des dents comme ceux des chiens. Ils sont très cruels et tuent et mangent tous les étrangers sur qui ils mettent la main. » Environ six cents ans plus tard, Arthur Conan Doyle choisissait un Andamanais – un « nain impie » avec « des yeux venimeux, menaçants » – comme adversaire meurtrier de Sherlock Holmes dans *Le Signe des quatre*. Les Andamanais ont continué à intéresser les promoteurs des théories raciales jusque tard dans le ^{xx} siècle. Le baron Egon Rudolf Ernst Adolf Hans Dubslaff von Eickstedt, un anthropologue allemand dont les travaux sur l'hygiénisme et l'eugénisme raciaux ont influencé les nazis, visita les îles Andaman dans les années 1920. Il qualifia ses habitants d'humains de « type chimpanzoïde primitif ». En réalité, les Andamanais sont tout sauf primitifs. Ces dernières décennies, leur culture complexe a été documentée par l'anthropologue indien Vishvajit Pandya. Ils développent un art corporel très riche : des textes historiques écrits à même la peau avec des motifs peints à l'ocre et à l'argile blanche, effacés et refaits à mesure que les besoins de leur porteur et les circonstances changent, ainsi que des scarifications rituelles. Dans ses motifs sont écrites les éloges et les épopées des îles. Et malgré des décennies de propos calomnieux à l'égard des Andamanais, les présentant comme des adeptes du cannibalisme et des chasseurs de tête, c'étaient des Britanniques qui rentraient parfois de leurs « expéditions punitives » dans les années 1920 et 1930 avec des têtes d'insulaires coupées en guise de trophées. Aujourd'hui les autochtones des îles Andaman – incluant les Sentinelles – s'élèvent à quelques centaines de personnes. Avant la colonisation, ils étaient au moins dix fois plus nombreux. – A. G.



EXPLORER

PERDU EN ARCTIQUE



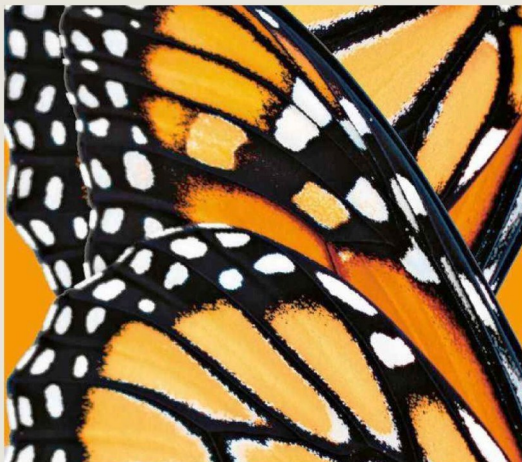
En streaming dès maintenant



DES NOUVELLES
DU MONDE
DE LA SCIENCE
ET DE L'INNOVATION

Des couches-culottes béton

En Indonésie, des couches-culottes usagées ont été intégrées à la fabrication d'un béton composite assez solide pour bâtir les murs et les sols d'une maison, selon *Scientific Reports*. Une piste pour la transformation de déchets non biodégradables en matériaux de construction. —PATRICIA EDMONDS



ADAPTATION CHROMATIQUE

LA MARQUE DU MONARQUE

LES MOTIFS BLANCS SUR LES AILES DE CE PAPILLON POURRAIENT LUI DONNER UN COUP DE POUCE PENDANT SA MIGRATION.

Certains monarques parcourent des milliers de kilomètres chaque année, depuis le sud du Canada jusqu'aux montagnes près de Mexico. Selon une nouvelle étude, les ailes de ceux qui arrivent au Mexique pour y passer l'hiver portent des taches blanches 3% plus grandes que celles des individus des échantillons d'autres sections de la migration nord-américaine. Ces motifs noir et blanc créeraient des microtourbillons d'air chaud et froid permettant de réduire la traînée quand les papillons volent en plein soleil. Certes, 3% semble dérisoire, mais, pour un insecte si léger qui doit traverser un continent, une petite différence peut apporter un réel avantage, selon les chercheurs. Ce type de propriétés réductrices de la traînée a déjà été observé sur les ailes d'oiseaux marins et pourrait améliorer la conception des appareils aéroportés. « Pour développer des drones volant plus longtemps et utilisant l'énergie solaire, c'est ce qu'il y a de mieux à analyser », souligne Mostafa Hassanalian, coauteur de l'étude et maître de conférences en ingénierie mécanique à l'École des mines du Nouveau-Mexique (NMT). —JASON BITTEL

PALÉOBILOGIE

Pendentif, ADN humain et dents de cervidés

De l'ADN des premiers humains a été extrait d'un pendentif en dent de cervidé (photo). Il a sans doute transité via la peau de celui ou celle qui le portait, il y a 20 000 ans environ. L'étude de l'ADN présent sur des outils, des pointes de flèche et des aiguilles en dents ou en os d'animaux pourrait livrer des informations sur la division génrée des activités humaines d'alors.

—TOM METCALFE



LES MAÎTRES DE L'ART DU CAMOUFLAGE

À CHAQUE STADE DE LEUR VIE, LES PHASMES SONT DES PROIES SACHANT TROMPER LEURS PRÉDATEURS AVEC INGÉNIOSITÉ.

PAR ALLIE YANG

PHOTOGRAPHIES DE LEVON BISS

CES INSECTES HERBIVORES RESSEMBLENT À DES FEUILLES, des brindilles ou de l'écorce, et se fondent souvent dans la végétation – jusqu'à devenir quasi invisibles. La stratégie est efficace : voulant grignoter un insecte, leurs prédateurs ne s'occupent guère de ce qui a l'allure d'une plante.

À l'image de la flore qu'ils imitent, la plupart des phasmes bougent peu, explique l'entomologiste Thies Büscher. Occupant une niche écologique sans concurrence pour l'accès aux ressources, ils ont évolué au fil du temps pour s'adapter à leur environnement : ainsi, certains sont devenus plus marron dans les habitats arides, ou verts dans les forêts tropicales.

Le camouflage peut faire partie de chaque stade de leur vie. À l'âge adulte, le phasme scorpion (*Extatosoma tiaratum*) prend des airs de feuille morte recroquevillée ; ses œufs ressemblent à des graines et ses nymphes à des fourmis, puis à de l'écorce. Les œufs sont prisés des fourmis du genre *Leptomyrmex*, qui les rapportent dans leur nid, mais n'en mangent que le capitulum, une excroissance riche en nutriments. Lorsqu'ils éclosent, ces phasmes ont la même apparence que leurs gardiennes, ce qui leur évite d'être dévorés. Ils grimpent ensuite dans les arbres, où ils deviennent vite impossibles à distinguer de l'écorce, puis du feuillage. En somme, leur cycle de vie raconte l'histoire de leur écosystème.

Comme pour le phasme scorpion, la plupart des œufs de ces insectes ressemblent à des graines. Ainsi, ceux d'une espèce indonésienne, *Phyllium letiranti* (1), évoquent les graines de la coccinelle géante. D'autres caractéristiques augmentent aussi leurs chances de survie, souligne Thies Büscher. Leur capsule résistante peut réguler l'humidité et les rayonnements solaires, et leurs taches noires brillantes jouent un rôle thermorégulateur. D'autres, comme ceux d'*Orestes draegeri* (2), portent de minuscules poils les maintenant en place. Autre exemple : *Ramulus mikado*, présent partout au Japon. Les chercheurs pensaient que les oiseaux mangeaient et dispersaient ses œufs ; or des expériences ont montré que son secret résidait sans doute dans un sacrifice doux-amer : les mères dévorées entières par les volatiles portent souvent des œufs qui, eux, survivent. □

PULCHRIPHYLLIUM GIGANTEUM

La phyllie géante entame sa vie avec une couleur brun-rouge, puis devient verte après avoir mangé les feuilles de son environnement.

BACILLUS ROSSII

Dans le coin gauche, en haut, un phasme de Rossi – ou phasme étrusque.





HETEROPTERYX DILATATA

Le phasme géant de Malaisie se pare de vert ou de brun et replie ses pattes épineuses sur ses ennemis.

Le photographe Levon Biss est spécialisé dans les sujets minuscules. Il a passé des heures à nettoyer ces œufs de phasmes avec de l'eau distillée et un unique poil de pinceau, sous un microscope. Les œufs photographiés sur cette image composite mesurent en moyenne 3 mm de long.

SOMPTUEUX TRÉSOR MILLÉNAIRE

UN DES ARTS ANCESTRAUX LES PLUS
VÉNÉRÉS DE CHINE EST AUJOURD'HUI
CÉLÉBRÉ PAR LA JEUNESSE LOCALE.

PAR RONAN O'CONNELL



Sur les métiers à tisser traditionnels, complexes, les tisserands doivent effectuer des dizaines de manipulations. On disait jadis qu'un pouce de brocart valait une once d'or. Les fleurs en sont un motif classique.

DES FLAMMES, DES BÊTES, DES ARMES ET des étoiles surgissent de métiers à tisser en bois pour orner des brocards. Ces étoffes en soie apparues il y a 1300 ans, et autrefois réservées à l'élite chinoise, sont aujourd'hui populaires auprès des créateurs de mode.

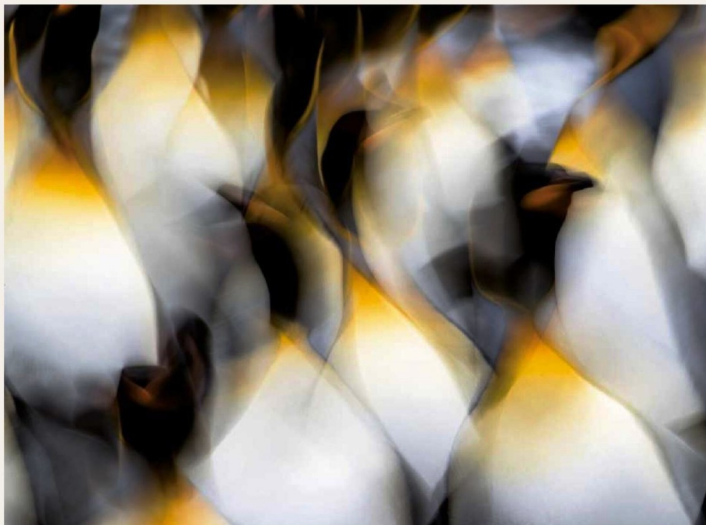
Cet art est si complexe que même les artisans les plus chevronnés ne produisent qu'environ 5 cm de tissu par jour. Les métiers à tisser traditionnels peuvent mesurer 5,5 m de long, être composés de milliers de pièces et demander des dizaines de manipulations différentes, au point que les tisserands s'aident de paroles de chansons pour mémoriser le processus.

Le brocart est né en Chine sous la dynastie Tang (618-907). Des variantes régionales se sont développées, notamment à Nankin et Chengdu, qui abritent des musées de la soie où les touristes peuvent aujourd'hui acheter des étoles et des sacs en brocart authentique.

Ce tissu élaboré ne peut pas être produit en usine. «Il ne peut être tissé que sur un métier traditionnel», explique Feng Zhao, directeur honoraire du musée national de la Soie, à Hangzhou. Cette authenticité séduit les Chinois d'un certain âge, qui considèrent cette étoffe comme un précieux symbole de leur patrimoine culturel.

Et, de plus en plus, la nouvelle vague des créateurs de mode chinois collabore avec des tisserands traditionnels pour orner ses collections de phénix, de nuages ou de dragons. En 2022, la styliste Chen Liwen a ainsi créé des accessoires arborant la figure classique du tigre, destinés à la génération Z. Le brocart d'hier semble ainsi nouer des liens solides avec la Chine de demain. □





JASPER DOEST

LE MEILLEUR D'INSTAGRAM

OUI

Un Explorateur pour National Geographic dont le travail porte sur la relation entre l'homme et la nature.

OÙ

La plaine de Salisbury sur l'île de Géorgie du Sud.

QUOI

Un appareil photo hybride équipé d'un téléobjectif.

En mars dernier, Jasper Doest est parti en reportage pour une expédition de National Geographic dans les eaux glacées de l'Antarctique – et a été émerveillé par la vie sauvage sur l'île de Géorgie du Sud. Après avoir été un terrain de chasse durant près de deux siècles, cette zone désormais protégée est connue pour l'abondance de sa faune et accueille notamment l'une des plus grandes colonies de manchots royaux du monde. Jasper Doest a photographié les déplacements frénétiques de ces oiseaux tandis qu'ils se dandinaient sur la rive, nageaient ou localisaient leur oisillon parmi des milliers de petits.

National Geographic compte plus de 450 millions d'abonnés sur Instagram.

Rejoignez-les sur [@natgeo](#), [@natgeotravel](#), [@natgeointhefield](#), [@natgeoadventure](#), [@natgeoyourshot](#), [@natgeotv](#), [@natgeowild](#) et [@natgeodocs](#)

Pour réfléchir et agir avec un temps d'avance



Actuellement en vente

Toute la presse est sur prismashop.fr

Rejoignez la communauté Harvard Business Review France sur



Le feu sous la glace.....	p. 32
Un nouveau souffle	p. 60
En ligne de bataille.....	p. 94
Voyage au bout de la nuit.....	p. 102
Renouer avec le passé.....	p. 120

| ENQUÊTES ET REPORTAGES



102

ILS SERAIENT 10 MILLIONS DANS LE MONDE : CES HOMMES, FEMMES ET ENFANTS APATRIDES OU À RISQUE D'APATRIDIE, « QU'AUCUN ÉTAT NE CONSIDÈRE COMME SES RESSORTISSANTS », SONT AU CŒUR DU REPORTAGE DU PHOTOGRAPHE WILLIAM DANIELS.

EXPÉDITION

LE FEU SOUS LA GLACE

LES SCIENTIFIQUES SOUPÇONNAIENT DEPUIS LONGTEMPS QU'UNE ÎLE VOLCANIQUE DE L'ATLANTIQUE SUD RENFERMAIT UN **LAC DE LAVE**. POUR L'ÉtudIER, ILS ONT DÛ S'AVENTURER DANS L'UN DES LIEUX **LES PLUS RECULÉS** DE LA PLANÈTE.

PAR FREDDIE WILKINSON
PHOTOGRAPHIES DE RENAN OZTURK



Le mont Michael émerge du brouillard qui nappe l'île Saunders. Bien que située dans l'une des régions volcaniques les plus actives du monde - à environ 2 400 km de la pointe de l'Amérique du Sud -, celle-ci est rarement visitée par les chercheurs.

Des manchots
peuplent les pentes
couvertes de cendres
de l'île Saunders, l'une
des onze que compte
l'archipel des Sandwich
du Sud. Le site est un
lieu de reproduction
essentiel pour plus de
3 millions de manchots
papous, Adélie et
à jugulaire, et de
gorfous macaronis.





S



SUR UNE CRÊTE COUVERTE DE GLACE, à environ 900 m au-dessus de la houle furieuse de l'océan Atlantique Sud, Emma Nicholson prend une profonde inspiration derrière son respirateur, vérifie son baudrier et s'engage dans la bouche béante d'un volcan en activité.

Il est un peu plus de 16 heures sur le sommet battu par les vents du mont Michael, point culminant de l'île Saunders. Située dans l'archipel inhabité des Sandwich du Sud, celle-ci est l'un des endroits les plus isolés de la planète – à environ 800 km de la station de recherche permanente la plus proche, en Géorgie du Sud, et à plus de 1600 km du moindre trafic maritime. En fait, les personnes se trouvant le plus près de la jeune femme et de ses compagnons d'aventure sont les sept astronautes de la *Station spatiale*



Depuis la timonerie de l'*Australis*, la volcanologue britannique Emma Nicholson observe le paysage à l'approche de l'île Saunders. Une tentative manquée de gagner le sommet de son volcan, en 2019, lui avait laissé le sentiment d'un « travail inachevé ».

internationale, qui passe à quelque 400 km au-dessus d'eux toutes les quatre-vingt-dix minutes. Après des années de préparation et un voyage tortueux de 2 250 km dans des mers tumultueuses et truffées d'icebergs, la volcanologue de 33 ans est sur le point de devenir la première scientifique à explorer l'intérieur du cratère du mont Michael. Elle espère y recueillir de nouveaux indices sur les processus à l'œuvre dans les entrailles de la planète. Mais le volcan ne livre pas facilement ses secrets.

À première vue, l'intérieur du cratère semble sans danger. Emma Nicholson et son partenaire de recherches, João Lages, descendent prudemment à l'aide d'une corde d'escalade – tous deux comprennent que, quelque part en contrebas, ce terrain apparemment sûr pourrait se

transformer en une paroi de glace instable. Au fil de leur descente, le vent se calme et des pans de ciel bleu apparaissent. La volcanologue découvre à travers son masque un cercle de parois quasi verticales de roche et de glace recouvertes de cendres.

Équipés d'un ordinateur et d'une caméra thermique, João Lages et Emma Nicholson s'enfoncent encore plus profondément dans la montagne. Au-dessous d'eux, la pente douce débouche brusquement sur le vide, sans qu'ils parviennent à distinguer le fond du cratère. En regardant autour d'elle, la scientifique prend toute la mesure de l'environnement où elle se trouve : un lieu qui porte les marques de l'une des plus grandes démonstrations de puissance de la nature.

(suite page 42)

Le mont Michael
crache un mélange de
gaz, alors que l'équipe
s'apprête à débarquer
du matériel sur l'île. Le
capitaine de l'*Australis*
suit de près la météo
de l'Atlantique Sud,
précisant qu'ils n'ont
guère le droit à l'erreur :
« Personne ne peut
venir vous chercher en
cas de problème. »







Le photographe
Ryan Valasek nage en
combinaison étanche,
non loin de l'*Australis*.
L'équipe a pu compter
sur cet équipement
pour se protéger
des eaux glaciales
de l'Atlantique Sud,
dont les températures
peuvent plonger
en dessous de zéro.



(suite de la page 37)

Pour un volcanographe, être le premier à plonger son regard dans un gouffre obscur menant vers les profondeurs de la planète représente le moment le plus attendu d'une carrière. Une seule chose échappe à la scientifique, celle-là même qui l'a amenée dans ce lieu perdu : où se trouve le lac de lave ?

Une traction rassurante s'exerce sur son baudrier. La corde, Emma Nicholson le sait, est reliée à un point d'ancrage des plus fiables, au sommet : la guide de montagne Carla Pérez, devenue en 2019 la première femme à gravir l'Everest et le K2 la même année. La traction est un petit rappel à son adresse pour qu'elle fasse attention à elle et n'aille pas trop loin.

LE 2 FÉVRIER 1775, le capitaine britannique James Cook se tenait avec lassitude sur le bastingage de l'arrière de son navire, le *Resolution*, et contemplait une île morne et enneigée. Le navigateur était en mer depuis deux ans et demi pour sa deuxième expédition, et le paysage sinistre correspondait à son état d'esprit. « La plus horrible côte du monde »,

déclara-t-il à propos de l'archipel qu'il baptisa îles Sandwich du Sud, en hommage à l'un de ses soutiens, le comte de Sandwich. Ces îles, écrivait-il, sont « condamnées par la nature [...] à ne jamais recevoir la chaleur des rayons du soleil ».

Il fallut attendre des décennies pour que les scientifiques comprennent que l'une d'entre elles, l'île Saunders, possédait sa propre source de chaleur. Et, même à cette époque, ce lieu glacé et balayé par les vents, situé au milieu de nulle part, n'intéressait personne.

« Comme les îles Sandwich du Sud sont difficiles d'accès et qu'il est compliqué d'y débarquer et d'y travailler, il faut vraiment avoir de bonnes raisons pour y aller », résume John Smellie, professeur de géologie à l'université de Leicester, en Angleterre. L'archipel, formé par le déplacement de la plaque tectonique sud-américaine sous la plaque des Sandwich, est pourtant l'un des environnements les plus simples du monde pour l'étude de la volcanologie.

« C'est une véritable usine à croûte terrestre, poursuit l'universitaire. On peut examiner ce qui se passe dans les magmas depuis leur formation jusqu'à leur remontée à la surface... parce que les variables y sont très peu nombreuses. »

John Smellie est l'une des rares personnes à avoir visité l'île Saunders. Lors d'une expédition en 1997, il était en train de prélever des échantillons à son extrémité nord, quand il a remarqué que le panache du mont Michael était anormalement dense. « On aurait dit qu'il soufflait et haletait, et ces caractéristiques m'ont surpris », raconte-t-il. Cela lui a rappelé le mont Erebus, un volcan en Antarctique abritant un lac de lave permanent. Le scientifique et un de ses amis du British Antarctic Survey ont cherché à identifier une signature thermique correspondant au cratère sommital du mont Michael, grâce à un radiomètre embarqué à bord d'un satellite. Ayant observé des températures moyennes de 300 °C, tous deux ont supposé qu'ils avaient bien affaire à un lac de lave, l'un des phénomènes les plus rares de la volcanologie.

Bien que le monde compte environ 1 350 volcans potentiellement actifs, la présence actuelle d'un lac de lave permanent n'est attestée que dans huit d'entre eux. En général, après une éruption, la lave exposée à l'atmosphère refroidit et forme un bouchon de roche compact, emprisonnant la chaleur et les gaz à l'intérieur (et risquant de déclencher une nouvelle explosion). Mais, dans les volcans à conduit ouvert, la cheminée qui relie la surface à la chambre magmatique en profondeur n'est pas obstruée. Pour qu'un lac de lave se forme, la pression doit être assez forte pour pousser la lave jusqu'à la surface. Et pour qu'il subsiste, la pression doit continuer à s'exercer, et le rapport entre la chaleur provenant de l'intérieur de la colonne de magma et le taux de refroidissement doit être parfaitement équilibré, afin de maintenir la lave en fusion. Pour John Smellie, c'est le mot « capricieux » qui décrit le mieux les niveaux de pression pompant la lave dans le cratère du mont Michael : « Elle va et vient, peut-être pendant des mois, mais nos recherches montrent qu'elle continue à s'exercer aussi pendant des mois. »

Parce que ces volcans à conduit ouvert permettent aux scientifiques d'échantillonner et d'analyser les gaz et la lave, ils sont considérés comme un laboratoire essentiel pour mieux comprendre les éruptions volcaniques et aider à les prévoir et à en limiter les risques.

 La National Geographic Society, dédiée à la révélation et à la protection des merveilles du monde, finance les recherches en volcanologie de l'Exploratrice Emma Nicholson depuis 2022.

En 2019, une autre équipe de volcanologues a utilisé des données satellitaires à haute résolution pour actualiser la découverte de John Smellie et détecté une anomalie de plus de 9940 m² de large à la surface du cratère. Comme Smellie, ils en ont déduit qu'il s'agissait d'un lac de lave. Leur étude a attiré l'attention d'une nouvelle professeure de volcanologie de l'University College de Londres, Emma Nicholson. Qui savait très bien que, si précise que soit l'imagerie satellitaire, le seul moyen de confirmer – et d'étudier – la présence d'un lac de lave était de gravir le mont Michael et de collecter des échantillons dans le cratère. Le fait qu'aucun géologue de terrain n'ait travaillé sur l'île Saunders depuis vingt ans a nourri sa motivation.

« Plus jeune, j'adorais me perdre, errer, explorer », raconte la volcanologue. Ses parents, tous deux de fervents randonneurs, l'ont encouragée à suivre sa passion pour l'aventure. Lors d'un séjour aux États-Unis avec sa famille, quand elle avait 6 ans, une excursion à la découverte du volcan du mont Saint Helens a été déterminante pour son parcours. « Tous les arbres étaient encore couchés dans une seule direction, se souvient-elle. Il y avait des cendres partout, même plus de dix ans après l'éruption. Je me rappelle avoir voulu comprendre quelles forces avaient bien pu créer ce paysage. »

En 2020, Emma Nicholson a rejoint une expédition d'étude des îles Sandwich du Sud. Après avoir jeté l'ancre au large de l'île Saunders, elle a tenté, avec d'autres scientifiques, la première ascension du mont Michael. Mais les mauvaises conditions météorologiques ont contraint l'équipe à faire demi-tour – un crève-cœur pour la volcanologue.

L N NOVEMBRE DERNIER, j'ai retrouvé celle qui était entre-temps devenue Exploratrice pour National Geographic dans les îles Malouines, pour un nouveau voyage sur l'île Saunders. La jeune femme avait monté une expédition pour réaliser la première ascension du mont Michael et la première étude de terrain de son cratère.

L'Australis, voilier à moteur à coque en acier, nous attendait à quai à Port Stanley.

Notre expédition aurait semblé ridiculement petite au capitaine Cook. Ben Wallis, 43 ans, le capitaine australien, et deux autres membres d'équipage étaient à la manœuvre. Emma Nicholson, avec ses collègues João Lages, 30 ans, géochimiste et volcanologue, et Kieran Wood, 37 ans, ingénieur en aérospatiale et spécialiste des drones déjà présent lors de l'expédition de 2020, formaient l'équipe scientifique. Le photographe Renan Ozturk, 43 ans, dirigeait une équipe de quatre personnes chargées de la

S'IL EXISTE QUELQUE 1 350 VOLCANS POTENTIELLEMENT ACTIFS DANS LE MONDE, LA PRÉSENCE DE LACS DE LAVE PERMANENTS N'EST ATTESTÉE QUE DANS HUIT D'ENTRE EUX.

communication. Enfin, Carla Pérez, 39 ans, alpiniste équatorienne et l'une des rares femmes à avoir atteint le sommet de l'Everest sans oxygène, devait conduire l'expédition pendant les phases d'ascension et de redescente du mont.

Ben Wallis avait déjà emmené l'*Australis* dans les îles Sandwich du Sud. L'expérience avait été éprouvante. « Je préfère ne pas en parler », me dit-il sur le moment. Il n'était pas le seul à redouter cette partie de l'océan. Notre route frôlerait le passage de Drake, entre la pointe de l'Amérique du Sud et l'Antarctique, là où les océans Pacifique et Atlantique se rencontrent et forment les eaux les plus dangereuses de la planète. À cette latitude, aucune masse continentale ne vient entraver le vent ou les courants et la hauteur des vagues peut atteindre jusqu'à 12 m.

Des semaines après que je lui avais posé la question pour la première fois, le laconique capitaine a fini par me livrer un récit haletant : celui d'une traversée au cours de laquelle il avait survécu en pleine mer à une tempête dont les vents avaient dépassé les 145 km/h sur son anémomètre – avant qu'il cesse de le consulter.

Depuis plus de vingt ans qu'il naviguait sur des petits bateaux autour de la péninsule Antarctique, il effectuait régulièrement quatre ou cinq traversées aller-retour du passage de Drake chaque été. Mais il lui avait fallu plusieurs années, reconnaissait-il, avant de se sentir prêt pour entreprendre un nouveau voyage vers les îles Sandwich du Sud.

(suite page 50)

L'équipe érige
des murs de neige
pour protéger les
tentes des vents
violents. L'eau potable
représentait un plus
grand défi pour elle,
qui avait prévu de faire
fondre de la neige.
Or celle-ci s'est avérée
souillée par des
composés chimiques
provenant du volcan.



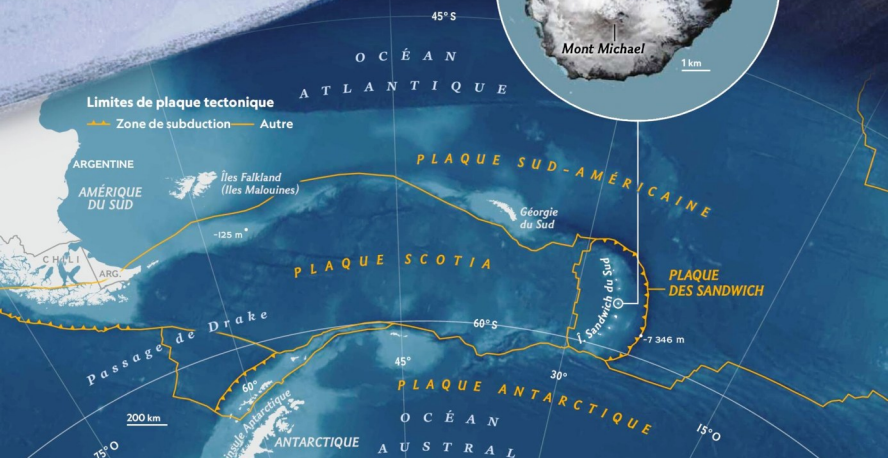
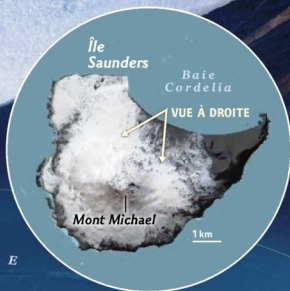


UN PHÉNOMÈNE RARE

Sur les quelque 1350 volcans potentiellement actifs sur Terre, seuls neuf, dont le mont Michael, abritent un lac de lave permanent : une masse ardente de roche en fusion qui peut s'accumuler durant des dizaines d'années dans un cratère. Rares mais riches en informations, ces lacs aident les scientifiques à étudier et à prévoir des phénomènes se produisant en général sans pouvoir être observés. Leur présence indique aussi que ces volcans sont moins susceptibles d'entrer violemment en éruption.

AU MILIEU DES GLACES

Les onze îles de l'archipel des Sandwich du Sud, long de 386 km, se sont formées par la subduction de la plaque tectonique sud-américaine sous la plaque des Sandwich. Isolées, inhabitées et en grande partie recouvertes de glace, elles ont quasi toutes des antécédents d'activité volcanique.



LAC EN FORMATION

Un cycle de convection fait monter le magma d'un réservoir souterrain. Une fois à la surface, le magma est appelé lave. La chaleur constante du sous-sol empêche le lac de lave de refroidir et de se solidifier.

Le mont Michael libère des gaz provenant, chaque jour, d'environ 38 millions de litres de magma, ce qui est assez pour éjecter quelque 230 t de dioxyde de soufre dans l'air.

Mont Michael
894 m

CRATÈRE
450 m de diamètre

ANCIEN CRATÈRE

CHEMINÉE
SECONDAIRE

Gaz

2

Lave

1150 °C

Lac de lave

Plus grand

diamètre

150 m*

Bulle
de gaz

Les lacs de lave reflètent des changements dans un plus large réseau de conduits magmatiques. L'accumulation de gaz peut élever le niveau d'un lac; une éruption latérale peut le vider temporairement.

Diamètre
en 2022
15 m

CHEMINÉE

② DÉGAZAGE

En atteignant la surface du lac, le magma émet de la chaleur et des gaz formant un panache. Refroidissement et dégazage cristallisent une partie de la roche en fusion, qui devient plus dense et plus lourde.



① MONTÉE

Lorsque le magma monte, les gaz – principalement de la vapeur d'eau, des dioxydes de carbone et de soufre – forment des bulles qui augmentent sa flottabilité.



③ REDESCENTE

Le magma dégazé – mi-liquide, mi-cristallisé – redescend dans la cheminée. Il peut rester sous terre ou se mélanger à du magma frais, riche en gaz, et remonter.

RÉSERVOIR MAGMATIQUE
(plusieurs kilomètres plus bas)





Au beau milieu
des vents mugissants
qui balayent
le mont Michael,
l'auteur Freddie
Wilkinson s'informe
par radio des
prévisions météo
auprès de l'équipage
de l'*Australis*, lors de
la première tentative
pour atteindre
le bord du cratère.

(suite de la page 43)

« Ce qui [les] rend différentes, c'est qu'elles sont hors du monde », m'expliqua Ben Wallis. En d'autres termes, ce chapelet d'îles se trouvait hors de portée des avions basés à terre, et peu de navires traversaient la région. Ce qui signifiait qu'« il n'y a personne pour venir vous chercher en cas de problème », conclut-il.

QUAND NOUS AVONS PRIS LA MER, le premier jour, les vents étaient faibles. Nous en avons donc profité pour nous détendre sur le pont, simplement couverts de coupe-vent. Mais, chaque jour, la température fraîchissait légèrement et nous y passions moins de temps. Au cinquième jour de notre traversée, l'île de Géorgie du Sud était en vue. L'endroit était autrefois un centre prospère de chasse à la baleine.

Après un bref arrêt au port de Grytviken, où nous nous sommes enregistrés auprès des autorités britanniques qui gèrent le sanctuaire marin de la Géorgie du Sud et des îles Sandwich du Sud, nous avons quitté l'abri protecteur des côtes géorgiennes pour nous enfoncer plus avant dans l'Atlantique Sud. Des icebergs commençaient à apparaître à l'horizon. À l'aide du radar et protégés par la coque en acier du voilier, nous avons zigzagué dans le dédale formé par ces énormes écueils luisants, jusqu'à ce que, dans l'après-midi de notre huitième jour en mer, l'île Saunders surgisse brusquement du brouillard.

Minuscule croissant de 8 km de long émergeant de l'océan Atlantique Sud, l'île ne présente aucun mouillage sûr. Notre meilleure option restait la baie Cordelia, qui offre une protection minimale contre le vent et la houle, mais qui est aussi bordée de hauts-fonds que les cartes marines qualifient de « mauvais » et de « non hydrographiés ».

Alors que nous nous dirigeons vers la terre, les nuages qui enveloppaient l'île étaient en train de se dissiper et nous avons pour la première fois aperçu le mont Michael : l'apparence basse, ramassée et presque parfaitement symétrique d'une montagne qui, sans offrir un spectacle grandiose, n'en était pas moins imposante.

Ben Wallis a fait passer l'*Australis* sous les falaises qui surplombent l'extrémité nord de la plage et a jeté l'ancre. Notre temps était compté :

selon lui, nous pouvions rester seize jours tout au plus avant que les conditions météo nous obligent à partir. La tonne d'équipement stockée en toute sécurité dans le gaillard d'avant a été répartie entre nos cabines exiguës ; le matériel serait transporté en canot pneumatique jusqu'à la plage le lendemain matin.

Pendant les préparatifs, le photographe Ryan Valasek poussa soudain un cri depuis le pont : « Regardez-moi ça ! » Nous avons tous rejoint la timonerie : un nuage scintillant en forme de soucoupe apparut dans le ciel nocturne au-dessus du mont Michael. Mes yeux ont d'abord distingué des taches rouges et violet foncé dans la nuit étoilée. Le Soleil s'était couché depuis déjà deux heures. J'ai alors réalisé lentement que la lumière provenait de l'intérieur du volcan. Tandis que nous scrutons le ciel, la palette de couleurs semblait changer graduellement : le rouge brique vira à l'écarlate, puis à l'orange, le violet foncé s'adoucissant jusqu'à devenir pourpre. Dehors, les mains agrippées au bastingage, Emma Nicholson

(suite page 54)





CI-DESSUS

Enveloppés par le brouillard et fouettés par le vent et la neige au sommet du mont Michael, Emma Nicholson (à gauche) et l'ingénieur en aérospatiale Kieran Wood utilisent un ordinateur portable connecté à une caméra thermique pour rechercher des indices de la présence de lave à l'intérieur du cratère.



CI-CONTRE

La guide de montagne Carla Pérez conduit les membres de l'équipe sur les derniers mètres de l'ascension qui fait d'eux les premiers à fouler le sommet du mont Michael. Derrière elle, Emma Nicholson transporte un appareil conçu pour échantillonner et mesurer les gaz volcaniques émis par le cratère.



Emma Nicholson et
João Lages observent
l'intérieur du cratère
du mont Michael.
Les parois abruptes et
les couches de cendres
témoignent d'éruptions
antérieures. « Il est
clair qu'il a eu un passé
bien plus explosif que
ce que nous voyons
aujourd'hui », note la
volcanologue.



(suite de la page 50) tremblait à la fois de froid et d'excitation. Le spectacle incandescent auquel nous assistions, projeté sur la face inférieure d'un nuage, fut la première manifestation concrète de ce qu'elle était venue chercher à l'autre bout du monde : de la lave.

Le matin, nous nous sommes levés tôt et avons revêtu des combinaisons étanches par-dessus plusieurs couches de polaire, pour résister aux températures glaciales de l'eau. Bien que la mer fut suffisamment calme pour nous permettre de sortir du canot pneumatique de 4 m de l'*Australis* et d'atteindre le rivage sans difficulté, le ressac était encore assez puissant pour risquer de submerger le bateau chaque fois que nous débarquions notre chargement.

D'énormes éléphants de mer australs et des phoques de Weddell plus petits reposaient au ras de l'eau, tandis que des milliers de manchots papous, de manchots à jugulaire et de pétrels géants occupaient les collines brunes et grises désolées séparant la mer des pentes enneigées de la montagne. Une cacophonie de criaillements résonnait à nos oreilles. Pour éviter toute guerre de territoire avec la faune, nous avons décidé d'établir notre camp de base sur un champ de neige peu profonde, à 750 m de la plage.

Ce soir-là, l'île Saunders nous a révélé son premier obstacle. En bordure du camp, João et Emma testaient l'acidité de la neige, que nous avions l'intention de faire fondre pour obtenir de l'eau buvable. Les résultats ont laissé Emma sans voix. L'eau de l'île – du moins, dans les environs immédiats du camp – n'était pas potable.

LORS DE SA PREMIÈRE NUIT sur place, alors qu'elle était allongée à côté de Carla dans leur tente, les idées n'ont cessé de trotter dans la tête d'Emma. L'absence d'eau potable obligerait à mettre fin à l'expédition si une autre source d'eau ne pouvait être trouvée. Mais cette neige souillée faisait aussi partie des raisons pour lesquelles elle était revenue sur l'île Saunders.

Environ un dixième de l'humanité vit dans un rayon de 96 km autour d'un volcan et est confronté à toute une série de risques potentiels liés à l'activité volcanique. Tout aussi menaçants que les éruptions, mais pourtant bien moins étudiés, figurent les effets à long terme de la

consommation d'eau et de l'inhalation d'air contaminés par les volcans à conduit ouvert, qui expulsent souvent un mélange de gaz. La vapeur d'eau et les dioxydes de carbone et de soufre constituent en général plus de 90 % du panache d'un volcan. Mais, quand la lave est proche de la surface, elle émet aussi du fluor, du chlore et du brome – des éléments très acides. Les pentes de neige du mont Michael constituent une zone de prélèvements idéale pour évaluer l'impact de tels volcans sur la nappe phréatique. « Il n'y a pas de sources externes de pollution », a souligné Emma Nicholson, expliquant que presque « tous les produits chimiques mesurés dans la neige ou les eaux souterraines viennent du volcan ».

Une meilleure compréhension de ce processus pourrait permettre d'aider les populations vivant dans ces environnements à trouver des solutions à long terme, notamment en matière de traitement de l'eau et d'alertes ciblées sur la qualité de l'air. Mais, pour étudier correctement ce phénomène durant les quelques jours dont elle disposait sur l'île Saunders, la

(suite page 58)





CI-DESSUS

Sous sa tente, Emma Nicholson ajoute un stabilisateur chimique pour préserver les échantillons d'eau recueillis sous le panache du volcan qu'elle étudiera dans son laboratoire. On en sait peu sur les risques sanitaires à long terme liés à l'exposition aux éléments à l'état de traces libérés par les volcans à conduit ouvert.

CI-CONTRE

Une vague charriant des morceaux de glace déferle sur Renan Ozturk, alors qu'un canot l'attend pour le ramener vers l'*Australis*. La météo a en effet contraint des membres de l'équipe à nager au-delà des brisants pour quitter l'île.

MATT IRVING



Carla Pérez regarde le coucher du soleil depuis l'*Australis*, alors que le voilier tangue dans des vagues de 4,5 m. Le trajet retour de l'île Saunders à Port Stanley, dans les Malouines, aura duré onze jours. L'équipage a dû affronter les vents dominants et une mer agitée.





(suite de la page 54) volcanologue devrait prélever systématiquement des échantillons sous le panache de fumée depuis l'intérieur du cratère jusqu'au sommet du volcan.

Le lendemain, Carla constitua une équipe pour remédier au problème d'eau potable. En canot pneumatique, l'équipage transporta près de 500 l d'eau produite par le dessalinisateur de l'*Australis* jusqu'à la plage, que l'équipe de Carla achemina sur 750 m jusqu'au camp. Pendant ce temps-là, Emma, Kieran et moi avons passé la journée à explorer la montagne et à prélever des échantillons de neige.

Cette nuit-là, dans sa tente, dont la toile claquait sous le vent, Emma Nicholson fit soigneusement fondre chaque échantillon de neige, y ajoutant ensuite de l'acide nitrique pour en préserver la composition en vue de son étude en laboratoire – une opération délicate avec un produit chimique hautement corrosif utilisé à l'intérieur d'un abri secoué par les rafales.

LE LENDEMAIN, NOUS AVONS EFFECTUÉ notre première tentative d'ascension du mont Michael. Alors que nous nous trouvions à 60 m du sommet, un signal d'alarme aigu nous transperça les oreilles malgré le rugissement du vent. Emma et Carla portaient des capteurs pour nous avertir de la présence de dioxyde de soufre. Nous avons enfilé les encombrants respirateurs sous nos lunettes de ski et avons poursuivi l'ascension.

À mesure que nous grimpons, les conditions météo se détérioraient. Le vent se renforçait, et d'épais nuages recouvraient la montagne. Kieran tenta de lancer un drone équipé d'un capteur thermique, qui se retrouva immédiatement pris dans des vents tourbillonnants, avant d'être récupéré en hâte. D'autres équipements souffrirent aussi : plusieurs appareils photo rendirent l'âme et un GPS portable se dérégla.

« Nous devons nous enclencher », m'a crié Carla, indiquant que l'opération était nécessaire au cas où des crevasses seraient dissimulées sous la neige. Nous nous sommes tous attachés à la corde et j'ai conduit le groupe dans la pénombre.

Après avoir tâtonné sur une trentaine de mètres dans la tempête, il m'a semblé trouver le bord du cratère, mais, entre les vents de 100 km/h et l'épais brouillard, je n'arrivais pas à

voir plus loin que ma main. Le reste du groupe m'a rejoint. Emma a sorti de son sac un instrument de la taille d'une mallette auquel étaient fixés plusieurs petits bouts de tuyaux flexibles : il s'agissait d'un capteur qui enregistrerait les principaux gaz du panache. Kieran a poursuivi son ascension pour reconnaître les lieux.

Dix minutes après avoir disparu dans le nuage, il est revenu, tout sourire : « C'est beaucoup mieux là-haut. Je crois que j'ai trouvé le sommet. »

Un peu plus tard, nous nous sommes tous serrés dans les bras, sur le point culminant de la montagne. Le ciel était bleu, mais d'épais nuages remplissaient le cratère, semblable à un chaudron de sorcière. L'idée d'en explorer l'intérieur dans ces conditions – ou d'attendre que le temps se lève – semblait absurde.

Nous avions accompli la première ascension, mais nous n'avions toujours aucune idée de ce que le volcan renfermait.

Le jour suivant, nous nous sommes entassés dans une tente pour examiner les prévisions et discuter des options. Par radio depuis l'*Australis*, Ben nous informa qu'un système dépressionnaire arrivant dans quelques jours provoquerait des « conditions de mer dangereuses » – c'était la première fois que nous l'entendions utiliser cette expression. Nous espérons rester quelques jours de plus, mais il était temps de quitter l'île Saunders. Pourtant, Emma tenait absolument à retourner au sommet. Entre les pannes d'équipement et les conditions extrêmes, elle n'avait pu recueillir avec Kieran qu'une petite quantité de données. « Nous n'avons toujours pas résolu le mystère de l'existence d'un lac de lave au sommet du mont Michael », a souligné le volcanologue. Et puis elle n'avait pas collecté suffisamment d'échantillons de glace et de gaz pour pouvoir étudier l'influence du volcan sur l'eau.

Malgré tout, il restait une lueur d'espoir : une accalmie était prévue avant l'arrivée du prochain système dépressionnaire. Nous avons alors décidé de diviser l'équipe en deux : Kieran et moi leverions le camp pendant que Carla reconduirait Emma, Renan et João au sommet. Si tout se passait bien, ils descendraient directement du sommet jusqu'à la plage, où le canot nous ramènerait à l'abri, à bord de l'*Australis*.

La traction de Carla sur la corde atteint Emma au moment où elle tente d'obtenir une vue dégagée du fond du cratère du mont Michael, espérant apercevoir une tache orange lumineuse en contrebas. Même si elle désire ardemment

confirmer la présence du lac de lave, il reste d'autres tâches scientifiques importantes à accomplir, notamment les prélèvements de gaz. L'équipe a placé le dispositif d'échantillonnage dans la partie la plus épaisse du panache, afin d'enregistrer les concentrations de gaz les plus élevées, qui fourniront une mine de données.

Des collègues de João, à l'université de Palerme, ont mis au point le capteur pour un tel cas de figure et, alors qu'il installe le dispositif au bord du cratère, le chercheur, d'ordinaire réservé, pousse un hurlement perçant, entre cri d'extase et cri de guerre.

Un peu avant, Renan Ozturk a décidé lui aussi de se risquer à faire voler le drone une dernière fois, malgré les vents imprévisibles. Alors qu'il s'efforce encore de manœuvrer le petit appareil, l'écran du contrôleur de vol dévoile au même moment le fond noir du cratère. Le vent s'est calmé, et voici qu'il apparaît : le neuvième lac de lave actif du monde.

L'ovale rougeoyant ressemble plus à une mare, mais Emma peut enfin pousser un soupir de soulagement : « C'est manifestement de la lave proche de la surface, explique la volcanologue, qui alimente le panache de gaz que nous sommes en train de mesurer. » Pendant ce temps, loin en contrebas, un reflet gris recouvre la mer. Des morceaux de banquise ayant dérivé au nord depuis l'Antarctique cernent la baie Cordelia. Certains ont la taille de petits rochers, d'autres sont aussi gros que des réfrigérateurs. « Il y a mieux comme conditions », commente par radio Dave Roberts, le second de Ben Wallis.

COMME IL EST TROP DANGEREUX de débarquer l'annexe sur la plage, Kieran et moi, vêtus de nos encombrantes combinaisons étanches, tirons notre matériel à travers les déferlantes jusqu'au canot pneumatique ancré non loin du rivage. Pendant des heures, l'équipage fait de nombreux allers-retours pour transborder nos équipements sur l'*Australis*. Enfin, Emma, Carla, Renan et João nous rejoignent sur la plage pour nous annoncer la nouvelle de la découverte du lac de lave. Mais nous n'avons pas le temps de célébrer l'événement.

Une heure avant le coucher du soleil, alors que la plage est plongée dans la pénombre, nous réalisons que nous allons devoir quitter l'île à la nage. Plus tôt pendant le voyage, j'avais plaisanté sur cette possibilité – mais à ce moment précis, cela ne faisait plus rire personne.

L'un après l'autre, les membres de l'équipe enjambent les morceaux de glace, puis, entre deux vagues aussi hautes qu'eux, tentent de

**NOUS RÉALISONS ALORS QUE NOUS ALLONS
DEVOIR QUITTER L'ÎLE À LA NAGE. PLUS TÔT,
J'AVAIS PLAISANTÉ SUR CETTE POSSIBILITÉ ;
LÀ, ÇA NE FAISAIT PLUS RIRE PERSONNE.**

nager jusqu'au canot pneumatique. Au moment où nous ne sommes plus que trois sur la plage, il fait nuit noire. Un petit point lumineux danse dans le noir d'encre : ce sont Ben et Dave qui nous attendent dans le canot, au-delà des brisants. Ils sont à moins de 30 m, mais, dans l'obscurité, avec les vagues et le champ de mines des morceaux de glace, j'ai l'impression que des kilomètres nous séparent.

« Nous sommes prêts à vous récupérer », grésille la voix de Ben dans la radio. Je glisse celle-ci dans ma combinaison étanche, puis nous nous prenons par les bras João, notre cameraman Matt Irving et moi, et entrons dans l'eau. Après quelques pas, une vague puissante nous renverse. Je bois la tasse. À peine remonté à la surface, me voilà embarqué par la houle vers la vague suivante. La tête de nouveau sous l'eau, j'espère ne pas me faire assommer par un bloc de glace. Le froid me mord le visage. En rouvrant les yeux, je distingue le mont Michael qui se dessine dans le ciel nocturne, mais le halo irréel qui l'entourait jusque-là a disparu.

Maladroitement, je nage comme je peux en direction du point lumineux. Puis je sens les mains de Dave, des mains de marin incroyablement fortes, m'extraire de l'eau et me déposer sur le fond du canot qui tangué. Ben remet alors les gaz et nous emmène. Direction l'*Australis* – et la maison. □

Freddie Wilkinson a relaté la première ascension hivernale du K2 dans le numéro de février 2022.
Renan Ozturk a réalisé les photos de l'article sur l'expédition Franklin pour le numéro d'août 2023.



Au large de la Norvège, des scientifiques contrôlent un mésocosme - un milieu expérimental clos - afin de voir comment l'eau de mer absorbe le CO₂ de l'air à partir de substances alcalines. Ils s'interrogent sur la possibilité d'accélérer ce processus naturel.

LE MAKING OF

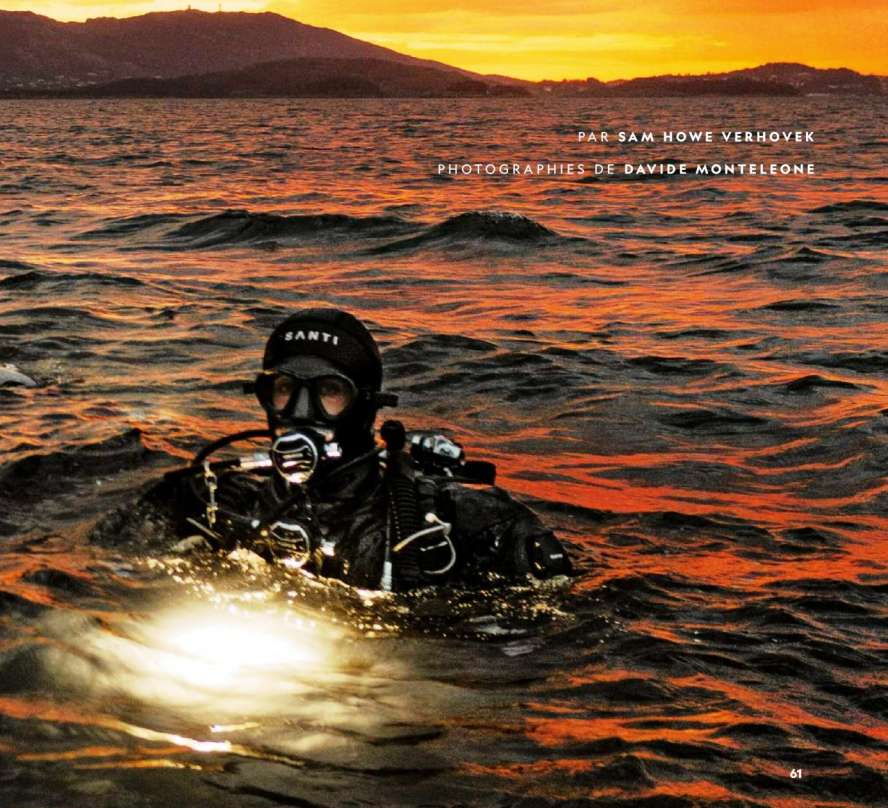
Découvrez les coulisses de cette photo p. 139

RÉDUIRE À **ZÉRO LES ÉMISSIONS DE CO₂** NE SAUVERA PAS
LE MONDE. NOUS DEVRONS AUSSI L'EXTRAIRE **À GRANDE ÉCHELLE**
DE L'ATMOSPHÈRE. UNE TELLE ENTREPRISE NÉCESSITERA UN EFFORT PLANÉTAIRE, **LE PLUS**
AMBITIEUX DE L'HISTOIRE DE L'HUMANITÉ.

UN NOUVEAU SOUFFLE

PAR SAM HOWE VERHOVEK

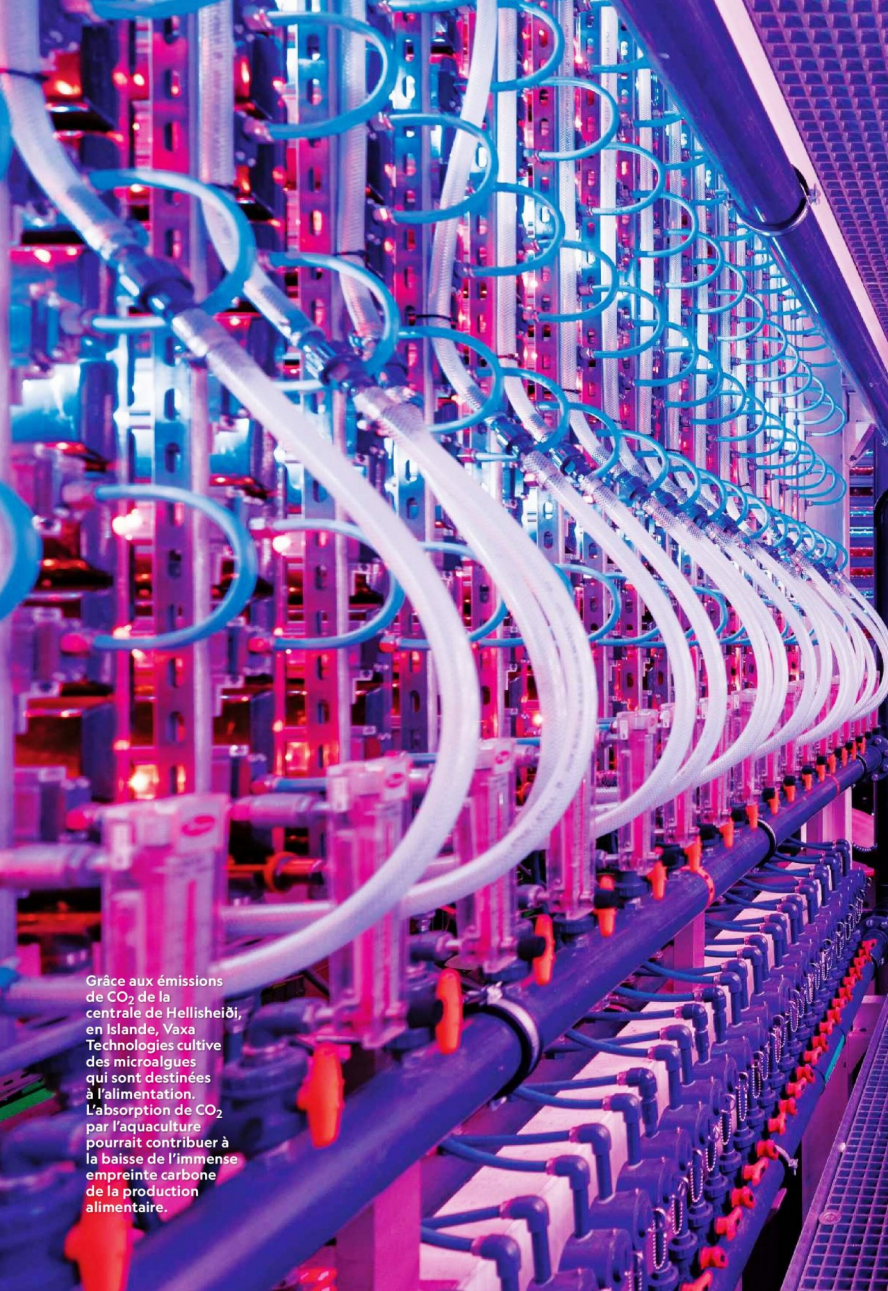
PHOTOGRAPHIES DE DAVIDE MONTELEONE





La centrale électrique de Drax, au Royaume-Uni, amorce une transition du charbon aux granules de bois. Elle devrait, à terme, capter le CO₂ à la sortie des cheminées et l'amener vers de gigantesques réservoirs sous la mer du Nord. Pour les détracteurs du projet, la combustion de bois « renouvelable », venant surtout des forêts nord-américaines, ne vaut guère mieux pour l'environnement que de brûler du charbon.





Grâce aux émissions de CO₂ de la centrale de Hellisheiði, en Islande, Vaxa Technologies cultive des microalgues qui sont destinées à l'alimentation. L'absorption de CO₂ par l'aquaculture pourrait contribuer à la baisse de l'immense empreinte carbone de la production alimentaire.



**CES DERNIERS
SIÈCLES,
L'EXTRACTION,
L'ABATTAGE,
LA COMBUSTION,
LE FORAGE,
LE POMPAGE,
LA MÉTALLURGIE,
L'ÉCLAIRAGE,
L'AÉROSPATIALE
ET L'INDUSTRIE
AUTOMOBILE
ONT INJECTÉ
2400 MILLIARDS
DE TONNES DE
DIOXYDE DE
CARBONE DANS
L'ATMOSPHÈRE
TERRESTRE.**

Soit autant d'émissions annuelles que celles de 522 milliards de voitures ou de 65 véhicules par personne vivant dans le monde aujourd'hui.

Dans une vallée déserte et lunaire à 30 km de Reykjavik, en Islande, Edda Aradóttir est déterminée à renvoyer ce dioxyde de carbone (CO_2) d'où il vient. Pour l'instant, les quantités traitées sont modestes, mais elles augmenteront fortement ces prochaines années. En réinjectant du CO_2 dans le sous-sol, la scientifique cherche à prendre le contrepied d'une des actions qui a le plus bouleversé l'histoire de l'humanité :

Un igloo géodésique en aluminium est éclairé par un drone sur un champ de lave près de Reykjavik. L'entreprise islandaise Carbfix y pétrifie du CO₂ préalablement piégé : cette méthode est la référence en la matière, car le stockage est quasi permanent.



l'extraction de quantités phénoménales de carbone souterrain sous la forme de combustibles fossiles, qui ont été le moteur de la civilisation moderne et en sont aujourd'hui devenus le fléau.

Le temps lui manque, comme à nous tous. Les phénomènes météorologiques extrêmes et les pics inédits de température en lien avec le changement climatique sont déjà là. Et ils vont certainement s'aggraver.

Dans un igloo en aluminium installé sur ces étendues volcaniques, Edda Aradóttir, ingénieure chimiste et de réservoir et PDG de l'entreprise islandaise Carbfix, m'explique comment le CO_2 piégé est mélangé à de l'eau, puis injecté dans un système de tuyaux complexe qui plonge à environ 750 m sous terre. Là, le CO_2 dissous rencontre le basalte poreux et forme de petites taches beiges dans la roche magmatique souterraine. Elle me tend un échantillon. Ces mouchetures et ces rayures incarnent une ambition aussi simple qu'incroyablement audacieuse. Car, si peu nombreuses soient-elles, ces molécules de CO_2 – captées dans l'air, minéralisées et pétrifiées – ne réchauffent plus la planète.

COMME EDDA ARADÓTTIR, D'AUTRES scientifiques et entrepreneurs se sont embarqués dans des projets ambitieux – et parfois controversés – afin d'extraire le CO_2 de l'atmosphère et de l'enfermer. Tous ont un objectif commun : faire baisser la concentration de CO_2 atmosphérique, restée stable durant des milliers d'années à 280 parties par million (ppm) – ou un peu en dessous – jusqu'à la révolution industrielle, au milieu du XIX^e siècle. Aujourd'hui, ce chiffre atteint environ 420 ppm. Autrement dit, la concentration de CO_2 dans l'atmosphère a augmenté d'à peu près 50 % depuis 1850. À mesure qu'il croît, le CO_2 piège la chaleur et provoque un réchauffement de la Terre de plus en plus dangereux. Pour les partisans du captage du CO_2 , cette entreprise, menée à très grande échelle ces prochaines décennies, permettra de contribuer à faire baisser ce chiffre.

Mais toutes ces initiatives ont *aussi* un autre point commun. Selon leurs nombreux détracteurs, l'idée même d'extraire le carbone de l'atmosphère nous détourne d'une mission bien plus urgente : la réduction drastique des émissions de CO_2 à la source. Plus de 500 organismes de défense de l'environnement ont notamment signé une pétition qui exhorte les responsables politiques des États-Unis et du Canada à



Une plateforme pétrolière, Transocean Enabler, procède à des forages d'injection de plus de 2 km sous le fond de la mer du Nord pour créer un réseau de réservoirs sous-marins pouvant absorber 1,5 million de tonnes de CO_2 par an.



«abandonner le mythe néfaste et périlleux du CSC» (pour captage et stockage géologique de CO₂), l'une des principales façons d'éliminer ce gaz. Le document dénonce une « dangereuse diversion conduite par les grands pollueurs qui ont précisément créé l'urgence climatique » – faisant référence aux projets d'ExxonMobil, de Chevron et d'autres géants pétroliers de se lancer dans le business du captage de CO₂. Il est révoltant, pointent les critiques, que les principaux

responsables de cette catastrophe mondiale s'appêtent maintenant à en tirer profit en promettant des solutions pour y remédier.

L'expression « aléa moral », qui désigne l'idée que l'on continue à prendre des risques si l'on se croit à l'abri des conséquences, est souvent convoquée dans ce débat : si les décideurs, sans parler des citoyens lambda, se disent qu'un coup de baguette magique peut nous débarrasser du CO₂, ils s'inquiéteront (suite page 80)

A full-page underwater photograph showing a diver in a blue wetsuit swimming through a dense kelp forest. The diver is positioned in the center-right, reaching out with their right arm. Large, yellowish-brown kelp fronds are visible throughout the scene, some floating near the surface and others rooted in the seabed. The water is clear and blue, with sunlight filtering through from above.

À masse équivalente,
le varech et autres
algues absorbent plus
de CO₂ que les arbres.
Camila Jaber, apnéiste
mexicaine, a exploré
en 2022 une vaste
forêt de varech au
large de la Terre de
Feu, en Argentine,
pour déterminer si ces
milieux pourraient être
démultipliés et devenir
un des principaux puits
de carbone du monde.

MARIA LAURA BABAHEKIAN



PEU COÛTEUX
ET COMPLIQUÉ

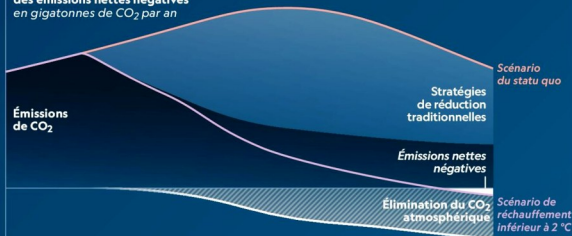
Fertilisation
des océans

Minéralisation
du CO₂

LA COURSE À L'EXTRACTION DU CO₂

Des dizaines d'innovations technologiques sont en cours de développement pour empêcher que le réchauffement atteigne 1,5 °C, seuil crucial pour éviter les pires répercussions du changement climatique. Selon le Giec, nous devons réduire drastiquement les émissions d'énergies fossiles et extraire de l'atmosphère jusqu'à 12 milliards de tonnes de CO₂ par an d'ici à 2050. Voici douze des méthodes les plus prometteuses à ce jour pour éliminer le CO₂.

Réduction des émissions de gaz à effet
de serre (GES) nécessaires pour atteindre
des émissions nettes négatives
en gigatonnes de CO₂ par an



Restauration
des écosystèmes

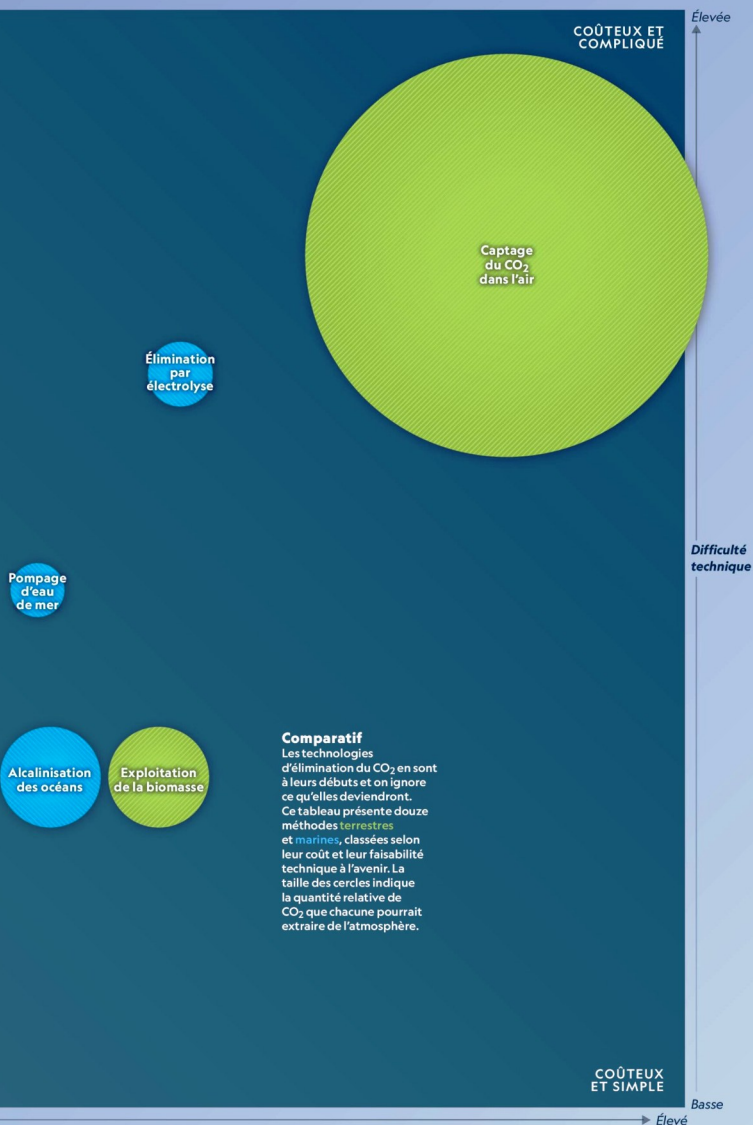
Agriculture
intelligente

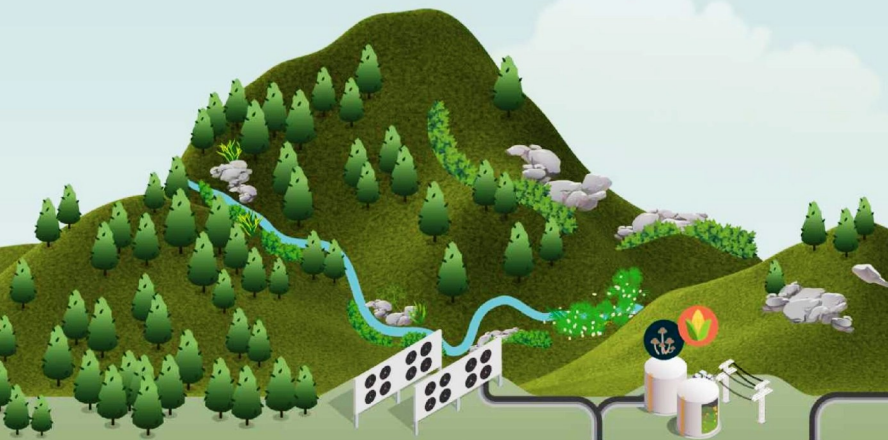
Plantation
de forêts

Agriculture
sous-marine

Préservation
des littoraux

PEU COÛTEUX
ET SIMPLE





Plantation de forêts

Les forêts, puits naturels de carbone, peuvent être agrandies en reboisant des régions où il n'y en avait pas. La longévité de ces derniers fait que le CO₂ piégé dans les forêts peut y rester durant des siècles.

Capture direct dans l'air

Des ventilateurs géants envoient de l'air ambiant sur des solvants liquides et solides qui se lient au CO₂ et le piègent. Il est ensuite retraité ou enfoui. Le captage direct dans l'air est une des techniques les plus coûteuses.

Exploitation de la biomasse

Des végétaux – qui absorbent le CO₂ en poussant – sont cultivés et récoltés, puis servent de combustible. Le CO₂ qui en découle est capté, puis stocké. Son retraitement doit être rigoureux afin d'éviter toute fuite.

Capacité potentielle

Coût potentiel



Faible à modérée



Faible

Capacité potentielle

Coût potentiel



Limitée par la demande/la technologie

Élevé

Capacité potentielle

Coût potentiel



Limitée par le stockage et/ou la biomasse

Faible

ÉLIMINER LE CO₂ EN DOUZE TECHNIQUES

SUR TERRE

Plusieurs méthodes visent à extraire le CO₂ de l'atmosphère et à l'enfouir en toute sécurité, en surface ou plus profondément. Certains procédés prévoient de séquestrer ce gaz pendant des siècles et d'autres de façon définitive, d'autres encore de le transformer en énergie. Nombre de ces méthodes pourraient nécessiter des dizaines d'années de travail avant un déploiement à grande échelle.

De multiples technologies terrestres s'achèvent par la équestration, un mode de stockage qui enfouit le CO₂ profondément sous terre, où il peut rester en toute sécurité durant de longues périodes.

Minéralisation du CO₂

Certaines roches, comme le basalte, réagissent et se lient naturellement avec le CO₂ de l'atmosphère. Une technique peut accélérer et amplifier ce phénomène dans des roches souterraines ou des résidus miniers en surface.

Capacité
potentielle



Élevée

Coût
potentiel



Modéré

Agriculture intelligente

Les sols cultivés peuvent, avec une gestion adaptée, séquestrer du carbone. Ainsi, un labourage ciblé maintient le carbone dans les sols. Planter des végétaux couvresol entre deux saisons de culture limite aussi le rejet de CO₂ des terres agricoles.

Capacité
potentielle



Faible à
modérée

Coût
potentiel



Faible

Préservation des littoraux

Les marais maritimes, les prairies sous-marines et d'autres habitats côtiers sont des puits naturels de CO₂. Préserver et rétablir ces écosystèmes peut aussi aider à lutter contre l'érosion et à protéger les espèces côtières.

Capacité
potentielle



Faible

Coût
potentiel



Faible
à modéré

SOUS LES MERS

L'océan est un puits de carbone, c'est-à-dire qu'il absorbe davantage de CO_2 de l'atmosphère qu'il n'en rejette. Les méthodes marines d'élimination du CO_2 visent à amplifier et à accélérer ce que fait la nature. Nombre des techniques prévoient de stocker le carbone capté dans les sédiments des fonds marins et en eau profonde, où il resterait des décennies, voire des siècles.

Élimination par électrolyse

Le CO_2 est directement éliminé de l'eau de mer grâce à un courant électrique. Le courant peut aussi scinder les molécules d'eau, ce qui augmente leur pH et dope leur capacité d'absorption du carbone.

Capacité
potentielle



Élevée

Coût
potentiel



Élevé

Restauration des écosystèmes

Cette démarche stimule le flux de CO_2 de la surface vers les fonds grâce aux courants et aux chaînes alimentaires. Quand faune et flore meurent, le carbone de leur biomasse sombre au fond de l'océan.

Capacité
potentielle



Faible

Coût
potentiel



Bas

Agriculture sous-marine

Les algues absorbent le CO_2 grâce à la photosynthèse. Cultiver ces végétaux, puis les faire rejoindre les fonds marins piège le gaz ou le transforme en sédiments. Il en découle une oxygénation de l'eau de mer et des littoraux en meilleure santé.

Capacité
potentielle



Modérée

Coût
potentiel



Modéré



Fertilisation des océans

Ajouter des éléments nutritifs (fer, phosphore, azote...) aux eaux de surface aide le phytoplancton à absorber le CO_2 grâce à la photosynthèse. Renforcer la base de la chaîne alimentaire permet à l'écosystème marin de stocker plus de carbone.

Capacité
potentielle



Élevée

Coût
potentiel



Bas

Pompage d'eau salée

La remontée artificielle d'eaux profondes ramène à la surface des eaux froides et riches en nutriments, stimulant le phytoplancton. Le processus inverse injecte de l'eau riche en oxygène dans les profondeurs, prévenant l'apparition de zones mortes sur les littoraux.

Capacité
potentielle



Modérée

Coût
potentiel



Modéré



Alcalinisation des océans

Les phénomènes naturels de stockage dans la mer peuvent être accélérés par l'ajout de substances alcalines, qui absorbent le carbone des océans et l'enferment dans les roches et les sédiments.

Capacité
potentielle



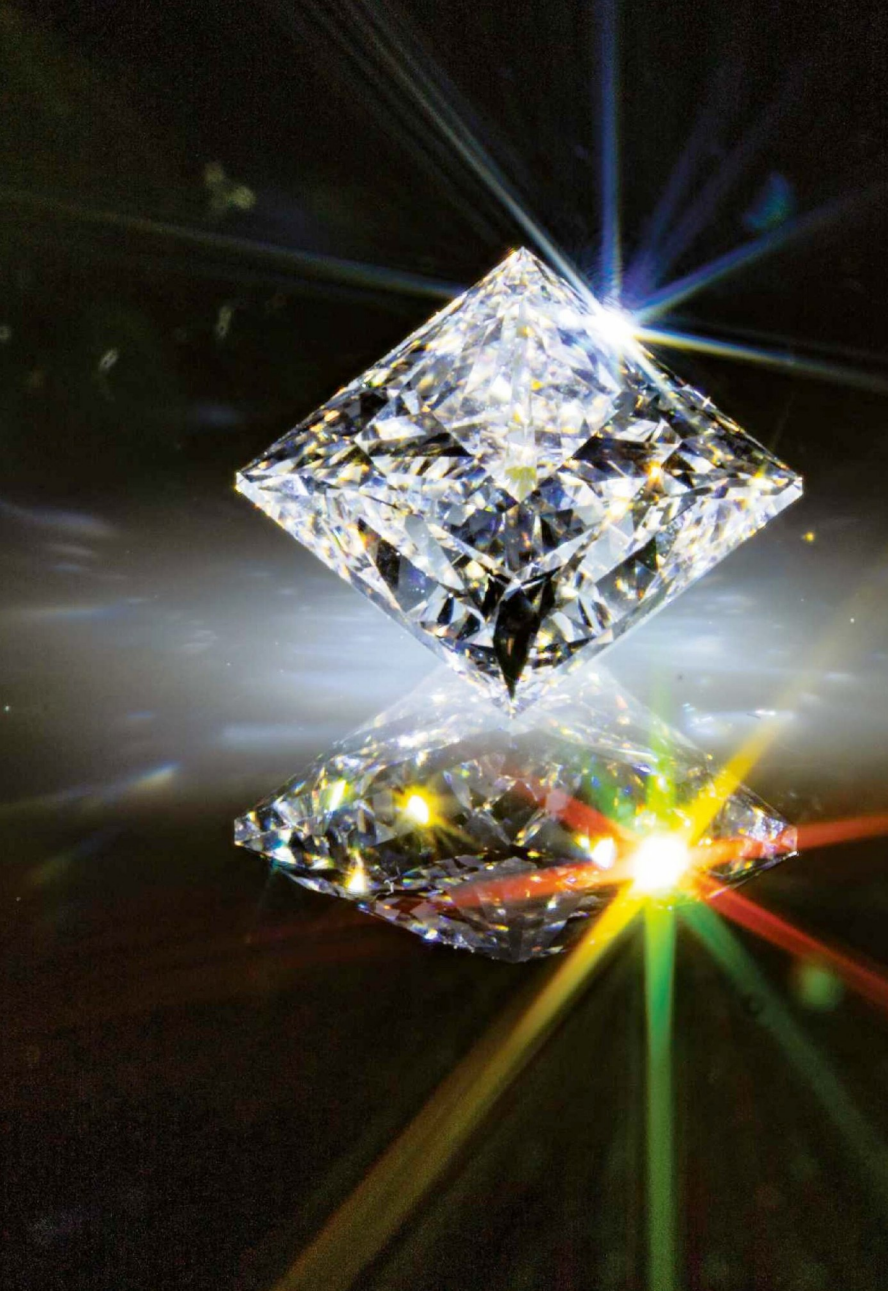
Élevée

Coût
potentiel



Modérée







DU CO₂ EN RAYON

Des entrepreneurs s'emploient à transformer le CO₂ en produits de consommation, notamment des diamants (à gauche). Aether crée ces bijoux à partir du CO₂ de l'atmosphère plutôt que par extraction minière, énergivore. « Chaque carat des diamants que nous fabriquons retire un peu de CO₂ de l'air », déclare l'entreprise.

DE HAUT EN BAS

Vodka

Grâce à un procédé qui imite la photosynthèse, Air Company a mis au point des produits de luxe, dont de la vodka. L'entreprise affirme que chaque bouteille élimine de l'air environ 500 g de CO₂.



Carburant

« Que faire du CO₂ piégé ? Vous pouvez le transformer en produits utiles jusque-là fabriqués à partir d'énergies fossiles », explique Nicholas Flanders, cofondateur et PDG de Twelve, entreprise qui fabrique du carburant pour l'aviation avec du CO₂ et de l'eau.



Textile

Au Post Carbon Lab, à Londres, Dian-Jen Lin et Hannes Hulstaert créent des vêtements aux propriétés photosynthétiques, à partir d'encres microbiennes (ci-contre) qui captent du CO₂ de l'atmosphère et rejettent de l'oxygène. « Traditionnellement, la mode est fondée sur l'exploitation de la nature, souligne Dian-Jen Lin. Nous devons inverser cette tendance. »

(suite de la page 69) peut-être moins du pétrole, du gaz et du charbon que l'on continue de puiser dans le sous-sol. Les partisans de l'extraction du CO₂ affirment, eux, qu'il est indispensable de mener de front les deux démarches : réduire les émissions futures et remédier aux impacts des émissions passées. « Il est évident que c'est une solution au problème, même si ce n'est pas la solution, souligne Edda Aradóttir. Cela devra s'ajouter aux autres mesures à prendre dans le monde pour décarboner l'ensemble de l'énergie que nous utilisons. »

Matthew Warnken, président de l'entreprise australienne Corporate Carbon, me l'explique ainsi : « On me demande tout le temps si c'est le remède miracle au changement climatique. Je réponds que non. Mais c'est un instrument dont nous allons avoir besoin. » Ce constat repose sur les projections du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec), qui conclut que toute gestion réaliste de l'urgence climatique doit passer par une extraction de CO₂ à très grande échelle. Pour empêcher que la hausse mondiale des températures franchisse le seuil critique de 1,5 °C par rapport à l'époque préindustrielle, il faudra parvenir à la neutralité carbone et extraire jusqu'à 12 milliards de tonnes de CO₂ par an d'ici à 2050. Le défi est colossal : nous produisons chaque année le triple d'émissions de gaz à effet de serre.

À L'HEURE ACTUELLE, LA QUASI-TOTALITÉ du CO₂ séquestré l'est naturellement ou grâce à des solutions classiques « naturelles », comme planter des arbres et modifier les pratiques agricoles pour une meilleure rétention du carbone dans les sols. Pour le moment, les technologies comme celle du « captage direct dans l'air », mis en œuvre par Carbfix en Islande, ne représentent que 0,1 % de l'élimination du CO₂.

Planter des arbres et cultiver autrement ne permettra pas de résoudre la crise actuelle, souligne le Giec, d'autant que cela risquerait de mobiliser des terres et de l'eau nécessaires aux cultures alimentaires. L'extraction de CO₂ reste néanmoins très coûteuse et son efficacité n'est pas attestée à très grande échelle. Ce secteur émergeant commence toutefois à attirer des fonds conséquents, qui, selon les parties prenantes, feront avancer les travaux de recherche et développement (R & D) nécessaires pour faire baisser les prix du captage direct dans l'air et d'autres techniques d'élimination du CO₂.

Climeworks, l'entreprise suisse qui exploite avec Carbfix la centrale de captage en Islande, a levé 650 millions de dollars auprès de sociétés de capital-risque en 2023 – soit le plus grand investissement privé à ce jour dans ce domaine. Ses clients – dont Microsoft, JPMorgan Chase et la société de paiement Stripe – sont soucieux d'acheter des « compensations » certifiées pour pouvoir affirmer que les émissions liées à leurs activités sont neutres, voire négatives.

Selon Jan Wurzbacher, cofondateur de Climeworks, le prix du captage direct dans l'air va beaucoup baisser, comme ceux des panneaux solaires et des éoliennes ces dernières années. Les modules proposés par son entreprise peuvent être acheminés partout dans le monde par voie maritime, ferrée ou routière, et s'assemblent aussi bien que des Lego. « Rien ne s'oppose à la construction de centaines de milliers, voire de millions de ces modules, affirme-t-il. Y a-t-il un aléa moral ? C'est possible. Mais que peut-on y faire ? Il y a vingt ans, on aurait peut-être pu choisir l'une ou l'autre option. Aujourd'hui, il faut faire les deux et compléter par d'autres mesures. La situation exige une mobilisation tous azimuts. »

Cet Allemand diplômé en génie mécanique s'est fixé d'ambitieux objectifs. Il projette d'extraire une mégatonne de CO₂ par an, soit un million de tonnes, d'ici à 2030. Puis 100 mégatonnes par an d'ici à 2040 et une gigatonne d'ici à 2050. Aux prix actuels, le chiffre d'affaires annuel de Climeworks représenterait plus de deux fois celui d'Apple. Jan Wurzbacher balaye la comparaison, car il s'attend à une baisse majeure du coût de la tonne d'air dépollué.

La centrale de Climeworks en Islande, première du monde à avoir une dimension commerciale, fait appel à des ventilateurs et des filtres géants pour capter le CO₂, le tout alimenté par géothermie. Ce qui rappelle l'une des limites de cette innovation – du moins, dans son état actuel. Les projets de captage direct dans l'air doivent fonctionner avec une énergie renouvelable propre, sans quoi ils émettront presque autant de carbone qu'ils en élimineront.

Avec sa longue tignasse brune et son enthousiasme, Jan Wurzbacher ne fait pas ses 40 ans. Il personnifie l'optimisme juvénile – et peut-être une certaine malice – qui caractérise tant de start-up du secteur. Lors d'un discours à Londres, il y a quelques années, il a illustré son approche en balançant des sacs-poubelle de 5 kg

**ÉLIMINER LE
CO₂ DE L'AIR
A UNE VALEUR,
FIXÉE PAR
LE PRIX QUE
PARTICULIERS
ET
ENTREPRISES
SONT PRÊTS
À PAYER.
ET CERTAINS
POLLUEURS
SONT PRÊTS
À PAYER GROS.**

sur scène. Jeter ses détritux n'importe où serait le moyen le plus facile et le moins cher de les gérer, a-t-il lancé à l'assemblée, mais la société a décidé il y a longtemps que ce n'était pas convenable, ce qui explique que nous consentons à des dépenses supplémentaires afin de collecter les déchets et de les éliminer correctement. Il a conclu qu'il faudrait en faire autant avec les gaz à effet de serre, dont l'humanité a globalement laissé les émissions échapper à toute taxe, toute limite et toute sanction.

Aujourd'hui, éliminer le CO₂ de l'atmosphère a une valeur : comme tout autre produit sur le marché, elle correspond au prix que les particuliers et les entreprises sont prêts à payer. Et certains pollueurs sont prêts à dépenser gros. Chaque fois qu'une compagnie aérienne promet d'atteindre la « neutralité carbone » d'ici à 2030, ce n'est pas parce que les réacteurs de ses avions n'émettront alors plus de CO₂, mais parce qu'elle achètera des crédits compensatoires auprès d'entreprises comme Climeworks et Carbfix.

Si ces fonds sont essentiels aux travaux de R&D, ils ne représentent pourtant qu'une infime fraction des sommes qui seront nécessaires, à terme, pour contribuer de façon concrète à stopper ou, tout du moins, à faire ralentir le changement climatique. Cet effort se mesurera probablement en milliers de milliards d'euros, ce qui en fera l'un des plus colossaux projets industriels de l'histoire.

AU CŒUR DE L'OUTBACK AUSTRALIEN se trouve un immense gisement de gaz naturel baptisé Moomba. Situé à douze heures de route au nord d'Adélaïde, il est accessible, aux seules personnes munies d'une autorisation, par une voie qui devient une piste de terre rouge à l'approche de l'une des régions les moins densément peuplées de la planète. L'atout de Moomba et de l'immensité australienne, m'affirme Julian Turecek, c'est qu'ils constituent un cadre idéal à l'exploitation de dizaines de milliers de modules solaires pouvant piéger le CO₂ et l'enfermer sous le sol poussiéreux. « Du soleil, de l'espace et du stockage !, s'exclame-t-il. L'Australie dispose de tout cela en abondance. »

Grâce à des contrats financés indirectement par Stripe et les maisons mères de Facebook et de Google, l'entreprise de Julian Turecek, Aspira DAC, met au point les modules dans un laboratoire de Brisbane et l'entrepreneur prévoit d'installer les premiers à Moomba en 2024. Aspira DAC est affiliée à Corporate Carbon, une firme australienne commercialisant des crédits certifiés de carbone éliminé de l'atmosphère.

Chaque module peut capter un total de 2 tonnes de CO₂. Sa forme et sa taille sont proches de celles d'une tente pour deux personnes, et chacun de ses côtés est formé d'un panneau solaire de 2 m. Ces panneaux alimentent un ventilateur soufflant de l'air sur une structure alvéolaire en polymère qui filtre le CO₂, et le rejette dans un système de récupération. Les batteries des modules sont assez puissantes pour fonctionner toute la nuit, tant qu'il y a eu assez de soleil pour les recharger.

« Nous pensons que, à terme, il y en aura des centaines de milliers, dans plusieurs régions reculées d'Australie, affirme Rohan Gillespie, directeur exécutif de Southern Green Gas, une start-up en énergies renouvelables qui fabrique les modules en coopération avec Aspira DAC. Il pourrait y en avoir 1 ou 2 millions. »

Un avantage de l'extraction du CO₂ tient au fait qu'elle peut être menée n'importe où sur Terre, car le gaz se disperse si vite et complètement dans l'atmosphère que sa concentration est généralement uniforme tout autour du globe.

L'Australie est pionnière de la recherche dans ce domaine grâce à de généreuses subventions publiques, qui ne doivent pas qu'à l'altruisme. Scott Morrison, Premier ministre conservateur au pouvoir de 2018 à 2022, entendait faire du pays un leader dans cette *(suite page 84)*



La production de ciment correspond à 7% des émissions mondiales de CO₂. L'usine Heidelberg Materials de Brevik, en Norvège, pense utiliser énergies alternatives et captage de CO₂ afin d'atteindre la neutralité carbone d'ici à 2030.



(suite de la page 81) technologie, qui, selon lui, permettrait d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. Mais l'Australie est aussi le premier exportateur mondial de charbon et Scott Morrison n'a exprimé aucune volonté d'en fournir moins à la Chine, à l'Inde et à d'autres pays en développement, pas plus que le pays n'a amorcé de transition pour que ce combustible fossile ne soit plus sa principale source d'électricité. En ce sens, la politique de Scott Morrison illustre précisément l'aléa moral contre lequel mettent en garde les écologistes, c'est-à-dire compter sur l'absorption du CO₂ pour éviter ou retarder la transition énergétique qui exige de renoncer aux sources d'énergie plus polluantes et émettrices de carbone, comme le charbon, le pétrole et le gaz. Le gouvernement plus modéré qui a remplacé celui de Scott Morrison en 2022 est tout aussi partisan du captage du CO₂, mais aussi plus volontariste pour ce qui est de remplacer les emplois de l'industrie houillère par ceux des énergies vertes.

LE CAPTAGE DIRECT DANS L'AIR RESTE la façon la plus attirante d'éliminer le CO₂, la principale solution technologique et celle qui, selon ses partisans, a le plus de chance d'être démultipliée à l'échelle gigantesque dont nous avons besoin, selon les estimations fournies par le Giec. Cette technique a pour père spirituel Klaus Lackner, un physicien qui dirige le Centre pour les émissions négatives de carbone (CNCE) à l'université d'État de l'Arizona.

Lorsque je lui rends visite dans son laboratoire, à Tempe, il est occupé à tester la dernière version de ses « arbres mécaniques » : des dispositifs hauts de trois étages qui aspirent, filtrent et stockent le CO₂. Il m'explique qu'ils captent environ mille fois plus de CO₂ que les vrais arbres. Et ils piègent ce gaz plus efficacement dans la durée. Après tout, un arbre finit par rejeter celui-ci à sa mort.

« Je suis convaincu que nous pouvons régler le problème à un prix abordable ! », affirme Klaus Lackner, qui travaille sur son idée depuis plus de vingt ans. D'après lui, si elle n'a pas encore fait son chemin, c'est parce que le secteur est confronté à un cercle vicieux : il a besoin d'une large manne financière pour mener les recherches nécessaires à la montée en puissance de cette technologie afin d'en faire baisser fortement le prix par tonne ; mais, tant que les prix restent élevés, il est difficile de lever des fonds.

Toutefois, la situation est peut-être en passe de changer. L'ambitieuse loi américaine sur la réduction de l'inflation du gouvernement Biden, promulguée en 2022, affecte des fonds au développement et des abattements fiscaux aux entreprises qui conçoivent ou utilisent des technologies de captage direct dans l'air. Récemment, 1,2 milliard de dollars a été alloué à deux centrales de captage du CO₂ dans le sud du Texas et en Louisiane. Parenthèse sémantique : les notions d'« élimination du CO₂ » et de « captage du CO₂ » ont aujourd'hui un usage interchangeable, mais, pour les spécialistes, ils ont une origine et un sens distincts. Le captage du CO₂ désigne sa suppression au niveau d'une source concentrée d'émissions, comme la cheminée d'une usine ; son élimination fait référence à toute technique qui permet d'extraire du CO₂ de l'atmosphère.

Klaus Lackner cite aussi un chantier en cours dans l'ouest du Texas à l'initiative de Carbon Engineering, un consortium canadien récemment acquis par Occidental Petroleum, qui construit une centrale de captage direct dans l'air bien plus grande que l'usine islandaise. Le futur site, qui doit absorber jusqu'à 1 million de tonnes de CO₂ par an (l'équivalent de 217 000 voitures retirées de la circulation), se trouve dans le Bassin permien. Autrement dit, l'un des berceaux de l'industrie pétrolière pourrait aussi devenir une région où l'on réinjecte d'immenses quantités de CO₂ issues des énergies fossiles à l'endroit même où il a été extrait du sous-sol.

Selon Klaus Lackner, l'essentiel n'est pas de savoir si cette technologie fonctionne, mais plutôt de déterminer le prix que la société sera prête à payer pour la mettre en œuvre. « À 600 dollars la tonne, les gens se disent que ce n'est pas faisable, explique-t-il. À 100 dollars, ils penseront sans doute : "C'est cher, mais ça en vaut peut-être la peine." À 50 dollars : "Ça devient tentant." Et à 10 dollars la tonne, plus personne n'hésiterait. »

Pour le physicien, plusieurs milliers de centrales d'extraction de CO₂, implantées partout dans le monde sur des parcelles dont la surface totale équivaldrait à peu près à celle de l'Italie, permettraient de réduire suffisamment la concentration de CO₂ atmosphérique pour empêcher le changement climatique de causer des dégâts catastrophiques. Quant à savoir si ce scénario se concrétisera, il me livre une réponse lapidaire que d'autres partisans du captage

direct dans l'air m'ont faite sous une forme ou une autre : « J'ai confiance en la technologie, mais je me méfie de la politique. »

La politique – ou plutôt l'absence de politique – à laquelle il fait référence renvoie à l'incapacité des États à facturer les émissions de CO₂, sous forme d'impôt ou de quotas d'émissions cessibles. Lui aussi convoque l'analogie des déchets dont Jan Wurzbacher m'a parlé à Zurich. « Nous pouvons et nous devons faire la même chose avec le carbone, affirme Klaus Lackner, car nous savons à quel point c'est dommageable pour la planète. Mais nous n'y sommes pas arrivés. Selon moi, il ne s'agit pas tant d'un problème technologique que d'un problème de volonté collective – ou de manque de volonté collective. »

DANS LA BAIE DE LITTLE PECONIC, UN matin de juillet 2022, à Long Island, près de New York, j'ai été témoin d'un curieux spectacle. Un cortège de véhicules de chantier a déchargé et nivelé 400 m³ de sable vert, qui a ensuite été mélangé à celui de la plage. Pendant ce temps, une équipe de scientifiques s'appliquait à prendre des mesures. Tout ce sable importé à North Sea Beach Colony n'était rien de moins que le coup d'envoi d'un projet pilote qui ambitionne d'adapter l'extraction de CO₂ aux deux tiers de la planète recouverts d'océans.

L'opération revient à accélérer considérablement des phénomènes naturels à l'œuvre dans la météorisation, explique Kelly Erhart, cofondatrice et PDG de Vesta, l'organisation basée à San Francisco qui mène ces travaux de recherche. Vesta espère faire naître une filière commerciale qui, un jour, pourrait extraire le CO₂ grâce aux océans pour seulement 35 dollars la tonne. « Nous étudions les cycles à long terme de la Terre pour déterminer s'il est possible de les accélérer, afin d'inverser les dégâts du changement climatique, détaille-t-elle. Nous voulons mobiliser un processus qui prend normalement des millions d'années et le réduire à quelques décennies. D'où l'urgence de s'y mettre. »

Le sable vert déchargé sur Long Island est en réalité de l'olivine sous forme de poudre, un silicate de fer et de magnésium que l'on retrouve en abondance dans le manteau supérieur de la Terre. En présence d'eau, l'olivine absorbe le CO₂ à l'issue d'un procédé chimique naturel qui produit des bicarbonates piégeant le carbone. La quantité de CO₂ absorbée augmente proportionnellement avec la surface disponible d'olivine

**« SI NOUS
UTILISONS
LE CADRE
NATUREL
OFFERT PAR
LES OCÉANS
ET QUE
NOUS CRÉONS
D'IMMENSES
ÎLES
D'ALGUES,
NOUS
POURRIONS
OBSERVER
UNE BAISSÉ
NOTABLE
DU PRINCIPAL
MOTEUR DU
CHANGEMENT
CLIMATIQUE. »**

**PIA WINBERG,
ÉCOLOGUE**

– ce qui est la raison pour laquelle Vesta utilise une olivine spécifique réduite en cristaux microscopiques.

Comme Vesta, toute une branche de la recherche sur l'élimination à grande échelle du CO₂ s'intéresse aux océans. Les partisans de cette méthode affirment que parler constamment de planter des arbres pour absorber le CO₂ cache une forêt de solutions sous-marines : les algues, à masse équivalente, peuvent piéger quarante fois plus de carbone que les arbres.

« Si nous utilisons le cadre naturel offert par les océans et que nous créons d'immenses îles d'algues, nous pourrions observer une baisse notable du principal moteur du changement climatique », souligne Pia Winberg, une écologue des systèmes marins, alors que nous visitons une ancienne usine de papier sur le littoral de Nouvelle-Galles du Sud, en Australie. Elle a réhabilité le site pour en faire un centre dédié aux algues.

(suite page 88)



Une machine extrait
en profondeur des
matières premières
pour l'immense usine
Heidelberg Materials,
qui produit 1,2 million
de tonnes de ciment
par an. Son initiative
de captage du
CO₂ fait partie
du projet Longship
du gouvernement
norvégien, qui cherche
à réduire les émissions
de CO₂ dans de
nombreux secteurs.





(suite de la page 85)

PhycoHealth, l'entreprise qu'elle a créée en partie pour faire connaître le potentiel des algues dans la lutte contre le réchauffement, propose une impressionnante gamme de produits à base de ces végétaux : kombucha, fettuccine et granola, mais aussi compléments alimentaires et produits probiotiques, cosmétiques et dermatologiques. Les végétaux macèrent et mijotent dans de grandes cuves en acier pendant que Pia Winberg m'explique ce

qui l'a poussée dans ce secteur. Elle qui est déjà une chercheuse réputée des milieux marins a ainsi ajouté une nouvelle corde à son arc.

« Les algues pourraient dépolluer le monde, mais, à l'heure actuelle, personne n'en est conscient, explique-t-elle. J'ai fini par comprendre que je ne pouvais plus me contenter d'écrire des articles scientifiques : il fallait que je vende aux gens un produit qui les intéresse. Si c'est un ingrédient qui entre dans la



L'usine de captage direct dans l'air qu'exploite Climeworks en Islande – la plus grande du genre dans le monde – élimine 4 000 t de CO₂ par an. Cela représente l'équivalent des émissions annuelles d'environ 500 foyers.

composition de notre alimentation quotidienne, on peut sensibiliser au fait que les algues ont le pouvoir miraculeux de guérir la Terre.»

Pia Winberg et d'autres militent pour une intervention des États, car il leur paraît trop difficile que des entreprises collectent individuellement les capitaux nécessaires à l'émergence d'un tel secteur. Selon eux, de gigantesques « fermes d'algues » en mer pourraient rapidement absorber le CO₂ et le piéger pendant les décennies nécessaires pour réduire la concentration de CO₂ atmosphérique et stabiliser le climat. Certes, cela impliquerait de mobiliser une grande superficie marine, mais modeste comparée à la totalité des océans. Pour autant, même les défenseurs du projet estiment que des recherches supplémentaires sont indispensables pour s'assurer que la démarche est efficace et sans danger.

LORSQU'IL ÉTAIT ENFANT À MONTEVIDEO, en Uruguay, Aldo Steinfeld s'est pris de passion pour la chimie – loisir qui a failli être fatal le jour où un mélange de substances colorées a mis le feu à l'appartement de sa grand-mère.

Il n'y a pas eu de victime, mais aujourd'hui, quasi cinquante ans plus tard, il joue toujours avec le feu. Désormais, ses expériences se déroulent sur le toit du bâtiment des sciences de l'École polytechnique fédérale de Zurich. Sa spécialité : les énergies renouvelables et, en particulier, le graal du captage et du recyclage du CO₂, à savoir la fabrication d'hydrocarbures à partir des seuls air ambiant et lumière du Soleil.

À l'aide de miroirs dodécagonaux assemblés sous la forme d'un grand parasol, Aldo Steinfeld me montre comment concentrer les rayons lumineux en un faisceau d'une telle intensité qu'il décompose le CO₂ et l'eau de l'air, qui forment ensuite deux flux distincts : d'un côté, le monoxyde de carbone et l'hydrogène, soit la base d'un combustible synthétisé grâce au Soleil et, de l'autre, l'oxygène, qui est renvoyé dans l'atmosphère. « C'est une économie circulaire, c'est ça qui est formidable », résume le scientifique en me montrant une petite fiole de ce liquide, une solution durable pouvant remplacer dans les véhicules les carburants fossiles comme le kérosène, l'essence ou le diesel. « Il n'y a pas plus de CO₂ envoyé dans l'atmosphère, car il est collecté et réutilisé. Si nous arrivons à synthétiser du kérosène à partir de l'air ambiant et à faire en sorte qu'il atteigne la

(suite page 92)



A photograph of a landscape in Iceland. The foreground is dominated by large, rounded rocks covered in thick, greyish-green moss. Some small, bare, brown branches are visible in the lower right. In the background, a dense forest of evergreen trees, likely spruce or fir, stretches across the horizon under a dark, overcast sky. The lighting is soft and diffused, typical of a cloudy day.

En Islande, au milieu du
xx^e siècle, les forêts de
bouleaux ne couvraient
plus que 1% du pays.
Aujourd'hui, parce
que les arbres stockent
le carbone, le Service
des forêts islandais
encourage leur
développement. Selon
le dernier recensement,
les zones boisées
comme celle-ci, dans
le sud-ouest de l'État,
couvrent à présent
environ 2% du territoire.

(suite de la page 89) neutralité carbone, alors nous aurons la solution à nombre de nos problèmes. Imaginez un peu ! »

Cet étonnant concept n'est pas encore commercialisé, car beaucoup de coûteux panneaux solaires sont nécessaires pour obtenir un minuscule volume de carburant. Aldo Steinfeld est persuadé qu'installer dans des sites stratégiques d'immenses centrales photovoltaïques, sur l'équivalent d'environ 0,5 % du Sahara, pourrait entraîner une baisse spectaculaire des prix et permettre la production de kérosène de synthèse neutre en CO₂ pour l'aviation mondiale. Belle perspective... Mais, pour l'heure, à part deux compagnies aériennes et l'aéroport de Zurich qui ont promis de tester ce carburant, personne n'a investi dans l'infrastructure colossale nécessaire à la concrétisation de ce projet.

Il n'empêche que l'idée d'Aldo Steinfeld est brillante. Peut-être que les générations futures se demanderont pourquoi nous avons tant tardé à nous engager sur la voie de l'utopie énergétique. Pour l'instant, l'élimination du CO₂ (sans parler de son recyclage) s'apparente à un insurmontable casse-tête. Nous n'aurions peut-être jamais eu à en passer par là si nous avions pris la mesure des dommages il y a des décennies, quand il est devenu évident que les émissions anthropiques réchauffaient le globe. À la place, nous sommes confrontés à une extraction de CO₂ très coûteuse, qui risque d'être à la fois contre-productive (le fameux « aléa moral ») et absolument indispensable.

LE CARBONE N'EST TOUTEFOIS PAS notre ennemi, loin s'en faut. Composé fondamental des molécules organiques, il sera toujours essentiel à la vie. Environ 18,5 % de la masse corporelle d'un être humain est composée de carbone – ce qui est supérieur à tout autre élément, hormis l'oxygène. Les plantes en ont aussi besoin pour la photosynthèse. Reste qu'il y a trop de CO₂ dans l'atmosphère : c'est un génie que nous avons fait sortir de sa lampe, sans parvenir aujourd'hui à l'y renvoyer. Il faudra pour cela mobiliser toute l'ingéniosité dont nous pouvons faire montre. « Nous y arriverons, assure Klaus Lackner, confiant en la technologie. Nous sommes capables d'approvisionner le monde en énergie et de faire le ménage derrière nous. »

J'espère qu'il a raison. À la fin de mon séjour en Islande, j'ai voulu revoir le site de Climeworks et Carbfix, où Edda Aradóttir m'avait montré



Sur le toit d'un bâtiment de l'École polytechnique fédérale de Zurich, en Suisse, une petite « raffinerie solaire » capte du CO₂ et de l'eau pour produire ce qui sera, à terme, du kérosène neutre en CO₂, espèrent les chercheurs.



l'échantillon de basalte moucheté de CO₂ piégé. Là, l'air que l'on respire est aussi pur qu'il l'était avant la révolution industrielle.

La centrale de Climeworks n'est certes pas très impressionnante : on y voit quelques conteneurs empilés et équipés de ventilateurs géants. Pour l'instant, elle élimine seulement 4 000 tonnes de CO₂ en un an, soit trois secondes de nos émissions mondiales annuelles. Autant dire rien. Il n'empêche que cette centrale pourrait un jour

être comparée à la première usine de Henry Ford ou au premier vol des frères Wright en Caroline du Nord. Le lieu pourrait devenir le berceau d'une révolution, le site où commence enfin le refroidissement de la Terre, obtenu en réinjectant le carbone là d'où il vient. □

Sam Howe Verhovek collabore régulièrement à *National Geographic*. Explorateur depuis 2019, le photographe **Davide Monteleone** traite entre autres de sujets scientifiques et géopolitiques.

VIE SAUVAGE

Gros plan sur
un comportement
rarement observé
chez les orques:
muer l'eau en arme.



EN LIGNE DE BATAILLE



PAR NATASHA DALY
PHOTOGRAPHIES DE BERTIE GREGORY



Le phoque de Weddell a à peine le temps de voir les orques, qu'il est déjà encerclé.

Quelques instants auparavant, il se reposait sur une plaque de glace loin à l'intérieur d'un chenal de l'Antarctique. C'est alors que trois têtes d'épaulards ont émergé : la chasse était ouverte.

Sur son morceau de glace, le phoque de près de 500 kg serait hors de portée de la plupart des prédateurs marins. Mais ces trois orques font partie d'une centaine d'individus connus pour maîtriser une technique de chasse appelée « submersion par les vagues ». Leur secret : conjuguer leurs efforts pour transformer l'eau en arme. Une fois leur proie identifiée, les épaulards forment une ligne de bataille et chargent le floe.

Ces photos les montrent, juste avant d'atteindre le phoque, basculant sur le flanc simultanément et plongeant sous l'eau. Leurs mouvements synchronisés créent une vague si puissante qu'elle inonde la couche de glace, fissurant sa surface et submergeant le phoque. Lentement et méthodiquement, les orques repartent à l'attaque. La glace se craquelle davantage. Au troisième assaut, la vague projette leur proie dans l'eau. Celle-ci se débat alors pour grimper sur un autre floe, avant de disparaître, happée par l'une des orques. « C'est vraiment un sinistre spectacle », commente Bertie Gregory.



Pendant dix ans, le cinéaste animalier britannique a suivi un sous-groupe d'orques baptisé B1, dont la particularité est de chasser près de la banquise dérivante. Le niveau d'intelligence qui préside à la création de chaque vague est « stupéfiant », note-t-il. « Elles trouvent des solutions grâce à un travail d'équipe très complexe, utilisant l'eau comme un outil. » Parfois, cinq minutes et une vague suffisent pour mettre un phoque à l'eau ; d'autres fois, il faut jusqu'à trente vagues et deux ou trois heures. « Ce comportement n'est pas inné ; il est appris et maîtrisé au fil des décennies. »

Mais, avec le réchauffement de l'Antarctique et la disparition de la banquise, les phoques de Weddell restent de plus en plus sur la terre ferme, hors d'atteinte. Afin de savoir comment les orques B1 s'adaptent, les scientifiques ont identifié la centaine d'individus qui composent ce sous-groupe et constaté que sa population diminue d'environ 5 % par an. On ignore s'il « va s'éteindre ou simplement adapter son comportement », déclare le cinéaste. Mais, alors que ces orques ont moins d'occasions d'utiliser la submersion par les vagues, « nous assistons à l'extinction d'une culture ». □



Trois générations de femelles chassent un phoque de Weddell. Chaque vague qu'elles déclenchent brise la plaque de glace ; une dernière vague projette l'animal à l'eau.

PAGE PRÉCÉDENTE

Fonçant vers un phoque, les orques basculent de conserve sur le flanc pour provoquer une grande vague.



Une orque mord un
phoque crabier, moins
facile à attraper que
le phoque de Weddell.
La fonte des glaces
obligeant de plus
en plus les pinnipèdes
à rester à terre, les
orques se rabattent sur
ce qu'elles trouvent.







Une orque est à la recherche de phoques dans un chenal de l'Antarctique, au milieu de fragments de glace flottante. La banquise couvrirait bien plus le chenal les années précédentes.





VOYAGE AU BOUT DE LA NUIT

LE PHOTOGRAPHE FRANÇAIS
WILLIAM DANIELS A ENQUÊTÉ
AUX QUATRE COINS DU
MONDE SUR DES MILLIONS
D'INVISIBLES : LES APATRIDES.
ARRÊT SUR IMAGES.

PAR MARIE-AMÉLIE CARPIO
PHOTOGRAPHIES
DE WILLIAM DANIELS



PAGE PRÉCÉDENTE

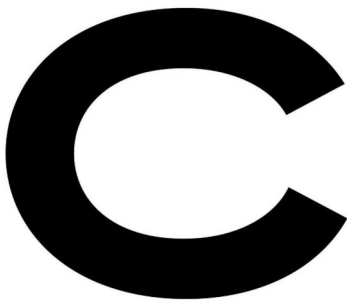
Fuyant le Myanmar, des Rohingyas accostent de nuit sur l'île de Shahpori, au Bangladesh, en 2017. Ils seraient 1,2 million dans le pays, qui a absorbé la majorité des réfugiés de cette ethnie musulmane depuis 1978 et les massacres perpétrés à leur rencontre par l'armée birmane. En 1982, l'État birman, majoritairement bouddhiste, les a déchus de la citoyenneté. Leur

exode s'est amplifié au cours de la dernière décennie, avivé par des flambées de violence intercommunautaire. Ces populations aux origines complexes, liées à l'histoire précoloniale et coloniale de la région, sont brocardées par les autorités comme étant des étrangers du Bengale oriental arrivés avec les colons britanniques à la fin du XIX^e siècle.



CI-DESSUS

La fumée des ordures brûlées le soir pour nettoyer les rues enveloppe Noukailawa. Une partie de ce village du Terai, dans le sud du Népal, est habitée par des Musahars, un sous-groupe d'intouchables au plus bas de l'échelle des castes. Environ 40 % d'entre eux n'ont aucun document d'identité. Depuis 2006, deux amendements à la loi sur la citoyenneté ont été adoptés pour leur en faciliter l'accès, notamment sur recommandation des autorités locales, mais très peu l'obtiennent du fait du poids des discriminations.



CE SONT DES OMBRES. Des cohortes fantomatiques d'hommes, de femmes et d'enfants sans existence légale, prisonniers de limbes administratifs qui les vouent aux marges des sociétés. Il y aurait 10 millions de personnes apatrides ou à risque d'apatridie à travers le monde, selon l'estimation basse de la fondation Rosa-Luxemburg, en Allemagne, dans l'atlas qu'elle a consacré à ces populations. Le droit international définit ces citoyens de nulle part comme des personnes « qu'aucun État ne considère comme [ses] ressortissant[s] par application de sa législation ».

On naît apatride ou on le devient. Les réfugiés qui ont fui leur pays d'origine, poussés à l'exil par les guerres ou les persécutions, et qui ont perdu leur nationalité ou toute preuve de celle-ci, ou ceux dont le pays a purement et simplement cessé d'exister, constituent les cas de figure les plus connus. Aujourd'hui, les réfugiés palestiniens, les Rohingyas chassés du Myanmar ou encore certaines communautés kurdes de Syrie et du Liban sont les incarnations les plus emblématiques de l'apatridie moderne. Mais pas son visage le plus courant. Assez paradoxalement, elle menace avant tout des individus qui sont nés et ont toujours *(suite page 110)*





Tettar Majhi (au premier plan), un des habitants musahars de Noukailawa, n'a jamais eu aucun papier attestant son identité. Il a travaillé comme ouvrier agricole dans une situation de subordination totale au propriétaire terrien qui l'employait. Un

labeur harassant qui a eu raison de sa santé. Paralysé et alité pendant un an, il est mort cette année. Sans existence légale, tout comme sa femme, il n'a pu faire reconnaître ses enfants, qui risquent d'être voués à la même existence en marge de la société.



À New Delhi, des musulmanes du quartier de Shaheen Bagh se sont rassemblées pour protester contre l'amendement de la loi sur la nationalité (Citizenship Amendment Act, ou CAA), au lendemain de son adoption par le Parlement indien, en décembre 2019. Ce texte prévoit de faciliter l'accès à la citoyenneté à toute personne hindoue, chrétienne ou bouddhiste, sikhe, zoroastrienne ou

jaine ayant fui l'Afghanistan, le Bangladesh ou le Pakistan en raison de persécutions religieuses, et arrivée en Inde avant fin 2014. Les musulmans sont, en revanche, exclus du dispositif. Celui-ci, érigeant pour la première fois la religion en critère d'appartenance nationale, a été dénoncé comme un dangereux précédent dans ce pays multiconfessionnel et laïque.



La capitale indienne (ci-dessus), et le quartier de Shaheen Bagh (en haut) en particulier, ont été l'épicentre du mouvement de contestation nationale contre le CAA. La mise à l'écart des étrangers musulmans consacrée par la nouvelle loi n'est que le point d'orgue de la montée en puissance de l'idéologie suprématiste hindoue portée par le gouvernement ultranationaliste du Premier ministre Narendra Modi. Depuis son accession au pouvoir en 2014, les violences se sont multipliées contre les musulmans à travers le pays, allant de la destruction de biens aux lynchages perpétrés par des groupes extrémistes, avec la complicité plus ou moins ouverte des autorités. Avec la réélection de Narendra

Modi en 2019, les discriminations ont pris un tour institutionnel. Quelques mois avant l'adoption du CAA, le gouvernement a ainsi révoqué le statut d'autonomie du Jammu-et-Cachemire, seul État indien à majorité musulmane, tandis qu'un recensement dans l'État d'Assam a conduit à exclure du registre des citoyens des centaines de milliers de musulmans, qui se retrouveront apatrides s'ils ne peuvent prouver leur présence dans le pays avant 1971. Une offensive aussi menée sur le front de l'école, où la refonte des programmes a abouti à expurger des manuels une grande partie de l'histoire des rois moghols, musulmans, qui régnèrent sur tout un pan du pays du ^{xvi}e au ^{xix}e siècle.

Compassion Esther (ci-contre) a créé une ONG pour accueillir les « enfants trouvés » de Soubré, dans l'ouest de la Côte d'Ivoire. Ces enfants aux origines inconnues, orphelins ou abandonnés par leurs parents ivoiriens ou étrangers, car non désirés, handicapés, ou parce que leur famille était trop pauvre pour les élever, constituaient jusqu'à récemment des populations à risque d'apatridie. En 2019, le ministère de la Justice de Côte d'Ivoire a émis une circulaire leur permettant d'être reconnus comme citoyens du pays.

(suite de la page 105) vécu dans le pays même qui ne leur reconnaît aucune existence légale. Dans leurs rangs se mêlent descendants de migrants installés depuis des générations dans un État, mais aussi populations dont les ancêtres sont originaires des territoires concernés.

La Côte d'Ivoire constitue à cet égard un cas d'école. Le pays abriterait, selon une estimation officielle, 1,6 million de personnes à risque d'apatridie, soit environ 6% de ses habitants, un des records mondiaux. Majoritairement d'origine ivoirienne, ces populations pauvres et peu éduquées, concentrées dans des régions rurales reculées où la tenue de l'état civil est aléatoire, n'ont jamais mené de démarches pour obtenir des papiers d'identité. Une minorité est constituée de populations originaires de l'actuel Burkina Faso et installées en Côte d'Ivoire depuis la période coloniale, ivoiriennes par droit du sol, mais qui n'ont pas plus formalisé leur situation.

De fait, l'absence d'existence légale frappe d'abord des populations au bas de l'échelle sociale, peu au fait de leurs droits et, parmi elles, affecte de façon disproportionnée des communautés traditionnellement discriminées, en butte aux persécutions routinières et au racisme ordinaire. Ainsi des populations autochtones, tels certains groupes indigènes de Malaisie orientale, ou des nomades comme les « bidounes » du Koweït. C'est encore le cas, au Népal, d'une partie des intouchables, les plus basses castes, « impures » dans l'hindouisme et dont la marginalisation est enracinée dans des



temps immémoriaux : misère, stigmatisation et barrières administratives élèvent autant d'obstacles à la reconnaissance de leur citoyenneté.

Si leurs profils varient, les populations concernées partagent toutefois une tragédie commune : sans existence légale, elles n'ont pas accès aux droits fondamentaux, comme l'éducation, la santé, le droit de vote, ni aux services bancaires ou à l'économie formelle. Des exclusions en cascade qui repoussent encore davantage ces individus fragilisés dans les marges et les rendent particulièrement vulnérables à diverses formes d'exploitation. « Si je demande de l'aide, personne ne m'en donnera. Je ne suis personne, je n'appartiens à nulle part », a ainsi



La National Geographic Society,

dédiée à la révélation et à la protection des merveilles du monde, a octroyé au photographe William Daniels une bourse, qui lui a permis de réaliser une grande partie de cette enquête sur les apatrides.

confié Tettar Majhi, un intouchable sans papiers, au photographe William Daniels, lors de son périple pour documenter ces invisibles. Réduit à un état de quasi-esclavage dans les champs du Terai népalais, Tettar Majhi a tenté, en vain, de s'enfuir en Inde.

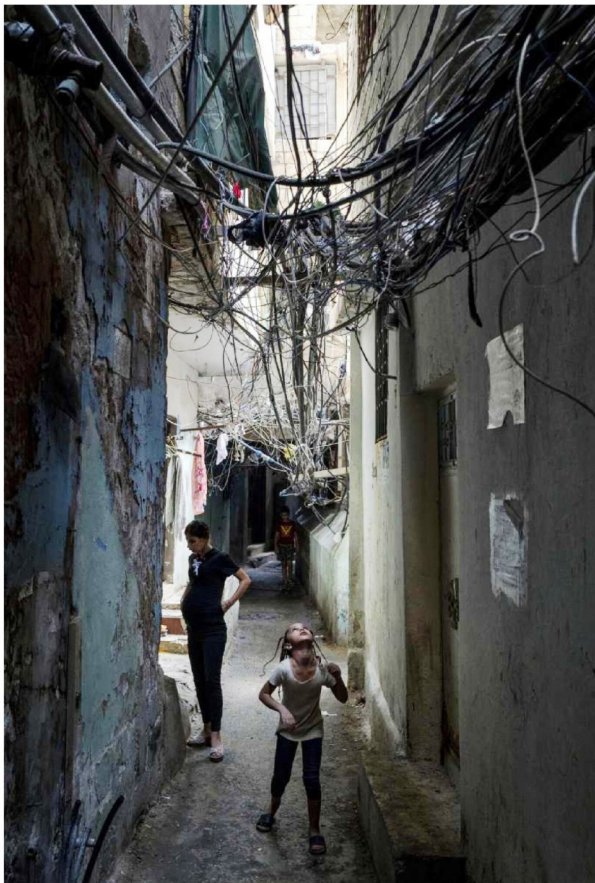
Si la question de l'apatridie a surgi sur la scène internationale il y a plus d'un siècle, avec les survivants du génocide arménien perpétré par les Turcs en 1915-1916 et avec les exilés russes déchus de leur nationalité par la révolution d'Octobre en 1917, elle ne s'est jamais posée de manière aussi pressante qu'aujourd'hui. Renforcement des institutions publiques, nécessité de sécurité et digitalisation croissante se

conjuguent pour rendre impérative l'identification des individus. Lancée en 2014 par le Haut Commissariat des Nations unies pour les réfugiés (UNHCR), la campagne #IBelong, destinée à mettre fin à l'apatridie, a obtenu des progrès certains sur ce front. Divers pays à travers le monde se sont en effet engagés à mener des études dans le but d'identifier les apatrides et ont adopté des législations nationales visant à les naturaliser. Reste toutefois un bémol : le spectre de l'apatridie est ravivé en certains endroits de la planète, attisé par les conflits contemporains ainsi que par les populismes. Autant dire que l'apatridie est encore loin d'appartenir aux oubliettes de l'histoire. □

Ces hommes et ces femmes espèrent obtenir un certificat de naissance auprès de l'administration de Ganaoni, dans le nord de la Côte d'Ivoire. Dans le pays, 1,6 million de personnes seraient menacées d'apatridie. La majorité, appelées « les autochtones », sont d'ascendance ivoirienne. Cependant, appartenant à des populations pauvres et reculées, ils ont toujours vécu sans papiers d'identité. Une situation qui les prive d'éducation supérieure, d'accès à la terre ou de la possibilité d'acheter une carte Sim. Des associations locales en assistent une partie dans leurs démarches pour faire reconnaître leur nationalité, mais la procédure, laborieuse, peut durer des années.







Le Liban compte douze camps de réfugiés palestiniens, créés entre 1948 et 1963. Des territoires qui sont autant de terminus où les occupants d'origine et leurs descendants restent relégués de génération en génération. Vivotant de petits emplois (93 % se situent sous le seuil de pauvreté), ils n'ont pas accès à la nationalité libanaise, une option exclue, comme dans la majorité des pays du monde arabe, pour préserver leur droit au retour et, surtout, par crainte

que leur intégration ne bouleverse le délicat équilibre confessionnel du pays. Ainsi des habitants de Chatila (ci-dessus), à Beyrouth. Lieu de sinistre mémoire (théâtre de massacres de Palestiniens par des milices chrétiennes durant la guerre civile libanaise, en septembre 1982), le camp compose un carré de misère aux constructions anarchiques, lardé d'un fouillis de fils électriques et de tuyaux d'alimentation en eau. Ces dernières années, plusieurs enfants y ont péri en s'électrocutant.





CI-CONTRE ET EN HAUT

À Bourj el-Barajneh, autre camp palestinien de la capitale libanaise, les différents degrés du dénuement déterminent une implacable géographie urbaine : les habitants les moins démunis occupent les étages les plus élevés, avec accès aux toits pour les plus chanceux. Les plus pauvres sont relégués au pied de ruelles resserrées au maximum pour absorber l'une des plus fortes densités de population du monde : 40 000 personnes seraient entassées sur environ 1 km². La pénombre est telle, en bas des immeubles en béton, que les enfants y grandissant développent des pathologies dues au manque de lumière naturelle, comme des carences en vitamine D, à l'image d'Alya, la fillette ci-contre. Dépression et thalassémie (maladie du sang liée à la consanguinité), comptent aussi parmi les affections répandues, selon une antenne locale de Médecins sans frontières.



En République dominicaine, le secteur de la canne à sucre emploie une majorité de migrants économiques haïtiens et de descendants d'Haïtiens présents dans le pays depuis plusieurs générations, comme ici, dans l'un des champs de Central Romana Corporation, leader du marché. Ces derniers étaient considérés comme

Dominicains, en vertu du droit du sol. Mais, en 2013, le Tribunal constitutionnel a révoqué la citoyenneté des Dominicains d'origine haïtienne nés sur le sol dominicain d'aïeuls haïtiens à partir de 1929. Devant le tollé international, les autorités ont revu leur copie et réintégré la moitié d'entre eux, mais les autres restent apatrides *de facto*.

L'initiative survient sur fond de pressions croissantes de groupes ultranationalistes, qui dénoncent la hausse des migrants haïtiens dans le pays. Mais elle s'enracine aussi dans une hostilité bien plus ancienne contre ces derniers, qui a culminé dans le passé avec le massacre du Persil, un génocide où de 20 000 à 30 000 d'entre eux ont péri en 1937.



**DE GAUCHE À DROITE
ET DE HAUT EN BAS :**

Francesca*, 21 ans, est née en République dominicaine d'une mère haïtienne qui y a émigré enfant. Sans certificat de naissance ni carte d'identité, elle ne peut faire enregistrer sa fille de 4 ans (avec elle sur la photo), ni son fils de 1 an. Bien souvent, l'apatridie se transmet de génération en génération.

Jasmin Saint Vil, 69 ans, a quitté Haïti pour la République dominicaine en 1973, pour travailler dans les champs de canne à sucre de Central Romana Corporation, où il a perdu un œil en 1999. Aucun des cinq enfants et petits-enfants de Jasmin, tous nés dans le pays, n'ont reçu la nationalité dominicaine.

Ici en photo avec son fils Frédéric*, Miguelina*, 23 ans, est née en République dominicaine de parents haïtiens, venus dans le pays en 1973. À la suite du tollé provoqué par la décision de 2013 du Tribunal constitutionnel de retirer la nationalité à 133 000 Dominicains d'origine haïtienne, un plan de régularisation a été lancé en 2014. Miguelina a ainsi reçu, comme d'autres descendants d'émigrés, une carte verte. Mais celle-ci les identifie toujours comme Haïtiens, et Haïti ne les reconnaît pas plus comme ses ressortissants que la République dominicaine.

Sidibé Fatoumata, ici dans son village de Flabougou, dans le nord de la Côte d'Ivoire, appartient à l'ethnie peule, un vaste groupe d'éleveurs nomades du Sahel. Elle s'est sédentarisée, comme nombre de ses représentants. Mais, faute de pouvoir prouver leurs origines ivoiriennes, ces populations restent menacées d'apatridie.

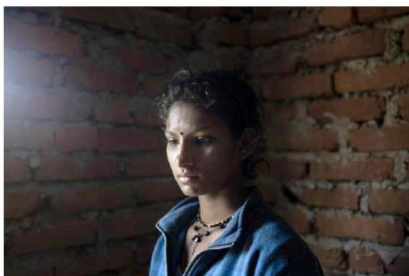
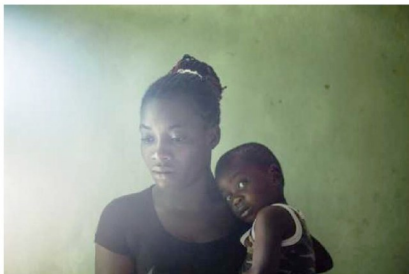
Sino Lassana serait né en 1971 à Garango, de parents ayant émigré en Côte d'Ivoire durant l'époque coloniale. Il a fait une demande pour obtenir la nationalité ivoirienne en 2014, après que la Côte d'Ivoire a ratifié, en 2013, les deux conventions internationales relatives à l'apatridie, s'engageant à résoudre le vide juridique entourant les habitants comme lui. Il n'a pas eu de réponse.

Babodo Salam vit à Moussayo, en Côte d'Ivoire. Né en 1946 dans l'actuel Burkina Faso (alors territoire de l'Afrique Occidentale française), il est arrivé dans le pays en 1957 avec ses parents. Il n'a jamais eu la nationalité ivoirienne, ni ses vingt



enfants et petits-enfants, pourtant tous nés dans le pays. Lui n'a pas fait de démarche après l'ouverture de 2013, par manque d'informations et de confiance en les autorités.

Sapana Badi, 21 ans, se prostitue en Inde. Elle appartient aux Badis, un sous-groupe d'intouchables népalais, jadis chargés de divertir les membres des castes supérieures du pays par leurs chants et leurs danses.



La majorité des femmes étaient autrefois vouées au commerce sexuel ; c'est encore le cas d'une minorité d'entre elles aujourd'hui. Sans papier, Sapana n'a pu échapper à ce cercle vicieux.

Sans existence légale, Tettar Majhi, un intouchable népalais, était à la merci d'un propriétaire terrien, qui lui versait 1,6 euro pour son labeur quotidien. Il aurait été battu s'il avait

tenté de travailler ailleurs. Il a essayé deux fois de s'enfuir en Inde, en vain.

Anita Badi, 12 ans, voudrait devenir infirmière, mais elle ne pourra pas poursuivre sa scolarité, lycée et études supérieures étant inaccessibles aux sans-papiers. Environ 10 % des Badis seraient privés d'existence légale au Népal.

* Les prénoms ont été changés.

Les participants à la cérémonie de restauration du pont portent une longue et lourde corde dans le canyon du rio Apurímac.



RENOUER AVEC LE PASSÉ

AU PÉROU, UN PONT SUSPENDU INCA EST RÉNOVÉ CHAQUE ANNÉE,
RELIAINT LES COMMUNAUTÉS... ET LE PASSÉ AU PRÉSENT.

PAR **ABBY SEWELL**

PHOTOGRAPHIES DE **JEFF HEIMSATH**







Le río Apurímac sillonne le canyon. Sous l'Empire inca, des ponts suspendus reliaient les communautés isolées.

**"LES PONTS, INSTRUMENTS DE L'EXPANSION DE L'EMPIRE DE CUZCO,
PARCOURAIENT LA GÉOGRAPHIE ANDINE, TRÈS INHOSPITALIÈRE."**

JOSÉ BARREIRO, SMITHSONIAN INSTITUTION





Le pont Q'eswachaka est le dernier pont suspendu inca. L'ouvrage n'a cessé d'être reconstruit depuis cinq siècles.

Enjambant une gorge au-dessus du río Apurímac, dans les Andes péruviennes, le vieux pont de corde penche dangereusement.

Chaque printemps, les communautés locales se réunissent pour une cérémonie destinée à le restaurer. Œuvrant de conserve de chaque côté de la rivière, les villageois font passer une énorme corde d'une trentaine de mètres le long du pont. Bientôt, l'ouvrage fatigué sera détaché et tombera dans la gorge en contrebas. Au cours de trois jours de travail, de prière et de fête, une nouvelle passerelle sera tressée.

Le pont Q'eswachaka ne cesse d'être reconstruit depuis cinq siècles. Durant des centaines d'années, il a été le seul lien entre les villages sur chaque rive de l'Apurímac, dans la province péruvienne de Canas. Il fait partie des nombreux ponts de corde qui ont été construits sous l'Empire inca et qui reliaient l'immense territoire *via* ce que l'on connaît aujourd'hui sous le nom de « grande route inca ». Celle-ci s'étendait sur près de 40 000 km et reliait des communautés jadis isolées, permettant aux soldats, aux messagers et à la population de traverser l'empire.

Ce réseau de routes s'inscrivait dans ce que les Incas considéraient comme leur mission, autrement dit « partir à la découverte du monde et l'organiser après une période de chaos », explique José Barreiro, ancien directeur du département de l'Amérique latine au musée national des Indiens d'Amérique de la Smithsonian Institution, aux États-Unis. « Les ponts constituaient des instruments à part entière de l'expansion dans les quatre directions de l'empire de Cuzco et parcouraient la géographie andine, très inhospitalière », ajoute-t-il.

Les colonisateurs espagnols qui renversèrent l'empire au XVI^e siècle furent impressionnés par la prouesse technique représentée par les ponts suspendus, construits dans des zones où les rivières étaient trop larges pour être reliées par

Un membre d'une communauté quechua fait une offrande, la veille du début de la cérémonie du pont.



des pièces de bois. Mais, au fil des années, certains de ces ponts furent détruits. D'autres tombèrent en désuétude et finirent par disparaître avec l'introduction de nouvelles routes et ponts adaptés aux voitures au XX^e siècle.

La tradition du pont Q'eswachaka a perduré, en grande partie du fait de son isolement. Il fait aujourd'hui le lien entre quatre communautés quechuas – les Huinchiris, les Chaupibandas, les Chocccayhuas et les Qollanas. Malgré la construction d'un pont métallique à proximité permettant la traversée des voitures, les habitants ont continué à utiliser le pont de corde pour leurs activités commerciales et sociales.

En 2013, le pont Q'eswachaka a été inscrit sur la liste du patrimoine mondial. « Aujourd'hui, vous pouvez voir une culture vivante remontant à cinq cents ans, souligne José Barreiro. Lorsque l'empire politique des Incas a été détruit, la



culture des habitants a subsisté au niveau des villages. » L'une de ses composantes majeures est l'idée du travail en commun, précise-t-il. Les communautés se réunissent pour travailler ensemble sur des projets sans attendre de rémunération, sachant que tout le village ainsi que la région finiront par en bénéficier. Transmises de génération en génération, les méthodes de construction du pont de corde ont peu évolué au fil du temps.

Le processus de restauration commence par la récolte de tiges de hautes herbes, tressées ensemble pour former de fines cordelettes. Celles-ci sont à leur tour assemblées pour constituer de plus grosses cordes, qui seront ensuite tressées pour former les lourds câbles destinés à arrimer le pont. Les communautés se réunissent alors pour tendre ces câbles et les préparer à être posés.

Les câbles sont fixés sur de solides bases en pierre, et des bâtisseurs expérimentés commencent à travailler depuis les bords jusqu'au milieu de l'ouvrage, tissant les côtés et la partie horizontale du pont avec des cordelettes et des branches. Lorsqu'ils se rejoignent à mi-parcours, des nattes sont posées sur le tablier, marquant l'achèvement de la nouvelle passerelle.

Un changement notable est intervenu ces dernières années, précise toutefois José Barreiro. Jusqu'alors, le pont était restauré tous les trois ans. Mais l'accessibilité accrue de la région et l'essor du tourisme ont conduit à le rénover chaque année. Il attribue cette fréquence plus élevée à des problèmes de sécurité – le trafic sur le pont s'est intensifié – et à la prise de conscience par les villageois de l'opportunité d'attirer davantage de visiteurs en faisant de la cérémonie un rituel annuel. □

TRANSMISES DE GÉNÉRATION EN GÉNÉRATION, LES MÉTHODES
DE CONSTRUCTION DU PONT ONT PEU ÉVOLUÉ AU FIL DU TEMPS.



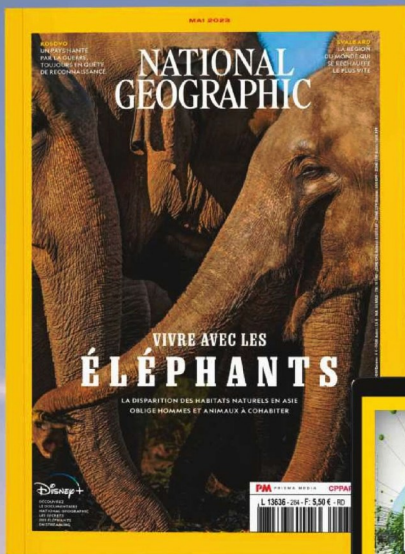


Des femmes
quechuas s'assoient
au sommet du canyon
pour tresser une corde
à partir de tiges d'ichu
- une graminée. Durant
la cérémonie, elles
ne sont pas autorisées
à s'approcher du pont :
cela porterait malheur.

ABONNEZ-VOUS À



NATIONAL
GEOGRAPHIC

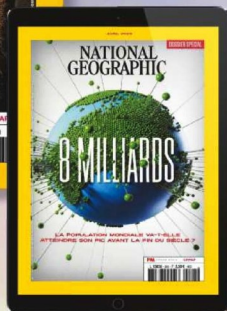


4 mois
OFFERTS

soit **32%** d'économie



12 NUMÉROS PAR AN



AVANTAGES **prismaSHOP.fr**



Version digitale offerte
+ ses archives



Paiement immédiat et
sécurisé



Votre magazine plus
rapidement chez vous

Sciences, Exploration, Société, Environnement...

DES REPORTAGES TRAITÉS
ET ILLUSTRÉS PAR LES
GRANDS PHOTOGRAPHES
ET REPORTERS DE NOTRE
ÉPOQUE VOUS ATTENDENT.

BULLETIN D'ABONNEMENT

À  NATIONAL GEOGRAPHIC

OFFRE ANNUELLE ⁽¹⁾ - 12 NUMÉROS

49€90 par an
au lieu de 73,80€

4 mois
OFFERTS

Mon abonnement annuel sera renouvelé à date anniversaire
sauf résiliation de ma part

Mes modes de règlement :

 @ JE RETROUVE MON OFFRE EN LIGNE

Directement sur :

www.prismashop.fr/NGEDN29N

 JE PEUX AUSSI PAYER PAR COURRIER POUR L'OFFRE ANNUELLE

① Je renseigne mes coordonnées* ☐ M^{me} ☐ M.

Nom* :

Prénom* :

Adresse* :

CP* :

Ville* :

② Je joins un chèque à l'ordre de National Geographic
à renvoyer sous enveloppe affranchie à :
**National Geographic - Service Abonnement - 62066
ARRAS CEDEX 9**

 PAR TÉLÉPHONE **0 808 809 063** Service gratuit
* prix appel

*Informations obligatoires, à défaut votre abonnement ne pourra être mis en place. (1) Abonnement annuel automatiquement reconduit à date anniversaire. Le Client peut ne pas reconduire l'abonnement à chaque anniversaire. PRISMA MEDIA informera le Client par écrit dans un délai de 3 à 1 mois avant chaque échéance de la faculté de résilier son abonnement à la date indiquée, avec un préavis avant la date de renouvellement. A défaut, l'abonnement à durée déterminée sera renouvelé pour une durée identique. Délai de livraison du 1er numéro, 8 semaines environ après enregistrement du règlement dans la limite des stocks disponibles. Les informations recueillies font l'objet d'un traitement informatique par PRISMA MEDIA à des fins de gestion des abonnements, fidélisation, études statistiques et prospection commerciale. Conformément à la loi informatique et libertés du 6 janvier 1978 modifiée, vous pouvez consulter les mentions légales concernant vos droits sur les CGV de prismashop.fr ou par email à dpo@prismamedia.com. Offre réservée aux nouveaux abonnés de France métropolitaine. Photos non contractuelles. Les archives numériques sont accessibles durant la totalité de votre abonnement.

NGEDN29N



MICHEL SARRAN LE GOÛT DE LA PHOTO

Le chef étoilé a remporté en août le concours de *La Photo parfaite*, diffusé sur M6 et qui comptait parmi les jurés Emanuela Ascoli, notre cheffe de la photo. À la clé : la publication exclusive de son reportage dans *National Geographic France*. Il revient sur cette aventure et sur la place de l'émotion dans les images qu'il a prises.

D'où vient votre intérêt pour la photographie ?

J'y ai toujours été sensible. Pour ma communion solennelle, j'avais reçu un petit appareil photo argentique. Il m'a permis de fixer des réunions de famille ou des instants de voyage, c'était magique. Des photographes m'ont aussi marqué, comme Helmut Newton et son jeu sur les lumières et les contrastes. Plus tard, en tant que chef, j'ai travaillé avec des photographes professionnels, notamment Anne-Emmanuelle Thion, dont j'apprécie beaucoup l'œuvre. En fait, j'aime la photo, car j'aime ce qui est artistique.

Vous avez dû vous essayer à divers genres photographiques durant l'émission. Lequel vous a le plus marqué ?

Le portrait, qui valorise l'humain. Et l'humain, c'est ce qui crée de l'émotion. La beauté d'un visage, d'une expression, d'un trait... Le



Michel Sarran, ici lors du tournage de l'émission, où il a affronté cinq autres célébrités.





Parmi les photos qui ont permis à Michel Sarran de remporter le concours, celles de la pêcheuse à pied et vérotière Renée Michon, dite Reinette, personnage emblématique de la baie de Somme.



Autres figures du reportage de Michel Sarran : Laure Poupart (voir aussi à droite) et Roland Moitrel, bergers et éleveurs dans les prés salés de la baie de Somme.

potentiel du portrait est sans limite. J'ai adoré photographeur [l'acteur] Antoine Duléry; une belle complicité est née entre nous. J'ai aussi été très ému par ma rencontre avec Reinette, cette agricultrice de la baie de Somme. Elle m'a rappelé ma mère, Pierrette, qui travaillait aussi la terre avec ses mains et m'a initié à la cuisine. Le portrait, c'est l'aboutissement d'une rencontre.

La photo « parfaite » existe-t-elle ?

Ce n'est pas une question facile... La photo parfaite pour qui ? Pour celui qui la prend ou pour celui qui la regarde ? Il y a bien sûr des photos qui répondent mieux que d'autres à certains critères techniques, mais ça n'en fait pas forcément de belles photos. La technique m'ennuie, elle n'est pas une fin en soi. Ce qui compte, c'est la créativité. Comme le plat parfait, je crois que la photo parfaite n'existe pas. Elle est toujours l'expression d'un moment et d'une sensibilité.

Voyez-vous d'autres points communs entre la cuisine et la photographie ?

Toutes deux ont le même objectif : raconter une histoire et créer de l'émotion. La seule différence, c'est l'outil. J'ai l'habitude d'utiliser des couteaux et des casseroles, mais là, je devais manier des boîtiers hypertechniques ! Autre point commun : je suis seul à décider des plats que je vais créer, comme je suis seul à choisir les

photos que je vais prendre. La créativité est d'abord une aventure solitaire, même si on a besoin de collaborateurs pour la mise en œuvre.

Quelles difficultés avez-vous rencontrées pendant l'émission ?

Pour l'amateur que je suis, il y avait des difficultés tous les jours ! Notamment la technique : gérer la lumière, l'éclairage, le mouvement... Il fallait apprendre cela dans des délais très courts et faire le bon choix parmi tous les clichés pris. Des photos animalières aux photos de cascades en passant par les nus, chaque épreuve a été un défi. Or, comme en cuisine, le temps est l'ennemi de la créativité. Je pense que les meilleures photos sont réfléchies et qu'elles nécessitent un travail de préparation. Là, il a fallu faire sans.

Quels enseignements retirez-vous de cette aventure ? Allez-vous poursuivre la photographie ?

L'émission a été un déclic. Grâce aux conseils de membres du jury, Renaud [Corlouër] et Alice [Deschamps], je me suis amélioré. Bien sûr, je dois encore dompter les vitesses et mieux jouer avec les objectifs. J'ai envie de refaire de la photo, mais pas forcément en lien avec la cuisine. J'aime compartimenter les choses. La photo, ce sera pour mes voyages, mes moments d'évasion, pour sortir de mon quotidien. □

Propos recueillis par Frédéric Vallois



Pour le reportage de l'épreuve finale, sur le thème de l'homme et la nature en baie de Somme, Michel Sarran a choisi un angle bien précis, faisant le parallèle entre « mer » et « mère » nourricières.

LA SÉLECTION



LIVRES, FILMS, EXPOS...

PAR MARIE-AMÉLIE CARPIO



SUR TOUS LES FRONTS

Depuis qu'il a été fondé, en 1863 à Genève, le mouvement international de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge a œuvré sans relâche pour secourir les populations victimes des guerres et des catastrophes naturelles à travers le monde. Afin de sensibiliser à leur tragédie, l'organisme a su très tôt témoigner de leur sort par le biais de la photographie. Ainsi de ce cliché montrant la prise en charge de soldats français blessés de l'armée du général Bourbaki, soignés à Lausanne, en Suisse, durant la guerre franco-allemande de 1870-1871.

VU DANS *Un monde à guérir, 160 ans de photographie à travers les collections de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge, exposition au Lieu unique, à Nantes, jusqu'au 7 janvier.*

-70

C'est, en degrés Celsius, la température la plus basse à laquelle peut survivre le mélèze de Dahurie (*Larix gmelinii*), l'arbre le plus septentrional de la planète. Soit le record mondial de résistance. Mais l'espèce est plutôt adaptée à des températures situées autour de -40 °C. Prospérant dans les forêts de Sibérie orientale, ce conifère à feuilles caduques est doté de cellules aux parois épaisses, résistant au gel et à la déshydratation.

LU DANS *Les Forêts du monde*, de Jérôme Chave, Sassan Saatchi, Herman Shugart et Peter White, éd. Glénat.

Sublime pas de deux

Les grues du Japon comptent parmi les animaux affichant les plus belles parades nuptiales, à l'image de ces deux représentants de l'espèce, saisis en pleine démonstration d'élégance. Leurs chorégraphies élaborées sont faites de sauts, de battements d'ailes, de vol près du sol, de hochements de tête et de courbettes. Ces pas de deux n'ont pas seulement pour but de trouver un partenaire, mais aussi de consolider et d'entretenir chaque année les liens avec ce dernier, car les couples de grues se forment pour la vie.



VUDANS *Sex-Appeal, la scandaleuse vie de la nature*, exposition au muséum de Toulouse, jusqu'au 7 juillet.

ACTUALISER,
ACTUALISER,
ACTUALISER,
ACTUALISER.





PEUGEOT 208

Avec sa silhouette basse, ses courbes sensuelles et son capot long, la forte personnalité de la Peugeot 208 se révèle immédiatement. Son regard moderne et acéré, porté par ses projecteurs full LED à 3 griffes, captive. Sa

conduite est agile et intuitive avec le Peugeot i-Cockpit 3D® et ses nombreuses technologies.

Proposée en modèle thermique ou 100% électrique, cette citadine est disponible à partir de 19 200 € sur le site internet : www.peugeot.fr

GRAND SIÈCLE PAR LAURENT-PERRIER

L'itération N°26, de ce Grand Siècle, est un assemblage des années 1912, 1918 et 2007, recréant ainsi l'année parfaite, celle d'un grand vin de Champagne ayant développé une profonde intensité et complexité aromatique tout en conservant fraîcheur et acidité à travers le temps.

PPC : 250 €. Bouteille avec coffret, en vente chez les cavistes et sur le site internet : www.laurent-perrier.com.



WILKINSON SWORD

Ce nouveau rasoir est doté d'une lame arrière spécialement pensée pour tracer les contours de la barbe avec une haute précision. Le manche en aluminium brossé lesté et la tête dotée de 5 lames revêtues de diamant, en font un outil aussi technique qu'élégant, idéal, pour obtenir le même rendu qu'après un passage chez le barbier.

The Designer Barber's Style, PPC : 14,90 € en moyennes et grandes surfaces et sur le site internet : www.wilkinson-sword.fr



ZARIA FORMAN ET VACHERON CONSTANTIN

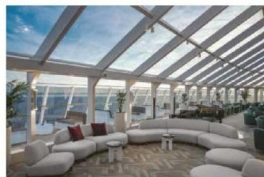
L'artiste-peintre américaine Zaria Forman témoigne de l'évolution des paysages avec ses œuvres majestueuses et grandioses. Engagée et exploratrice, elle devient le nouveau visage de la campagne « One of Not Many » et incarne la collection « Overseas » de la Maison Vacheron Constantin.

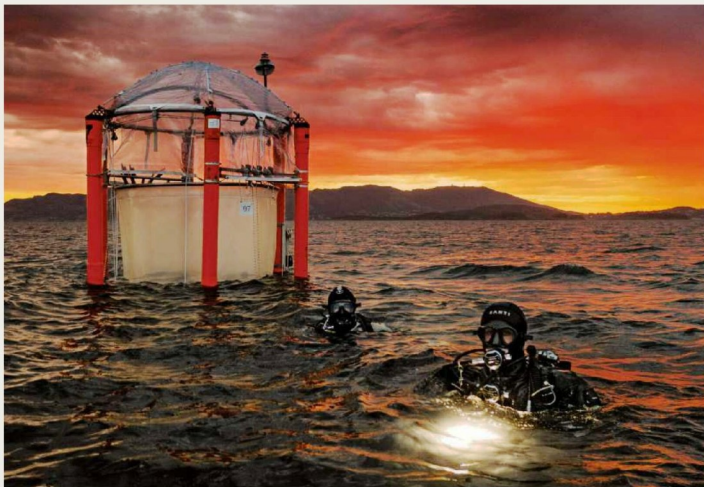
Retrouvez tous les dessins de Zaria Forman, notamment la série de pastels sur papier intitulée « Fellsfjara, Iceland », dont l'œuvre n°3 a été créée pour la manufacture suisse, sur le site internet : www.zariaforman.com

MSC CROISIERES

MSC Croisières redéfinit la croisière de luxe avec le MSC Yacht Club : un espace dédié au service haut de gamme. Les passagers privilégiés disposent de grandes suites, d'un majordome, d'une conciergerie joignable 24 heures sur 24, d'un restaurant gourmet, d'un pont terrasse avec piscine, ainsi qu'un accès illimité au spa.

PPC : À partir de 1 509 € par adulte pour 7 nuits en all inclusive. Réservations et personnalisations possibles, rendez-vous sur le site internet : www.msccroisieres.fr





MONTRER L'INVISIBLE

PAR ÉMILIE RAUSCHER

« C'EST SANS DOUTE LA DERNIÈRE photo que j'ai prise là-bas », se rappelle Davide Monteleone. « Là-bas » désigne cette baie située à 20 km au sud de Bergen, en Norvège. « C'était un soir à minuit, en juin dernier. Un coucher de soleil incroyable illuminait le site, au moment où deux scientifiques remontaient de leur plongée d'inspection d'un des mésocosmes de la station de recherche marine d'Espesrend. » Ces enceintes flottantes servent à mener des expériences sur la capacité de l'océan à absorber le CO₂ atmosphérique (voir reportage p. 60 à 93).

Un cliché impressionnant pour une problématique majeure, qui n'était pas prévu ainsi au départ : « Je voulais à l'origine faire une vue sous-marine, indique le photographe. Nous avons essayé durant plusieurs jours, mais la visibilité était tout le temps mauvaise,

à cause du trop grand nombre de particules dans l'eau. » Il a en vain guidé, depuis la surface, un des plongeurs scientifiques du site, le Dr Michael Swat. Jusqu'à cet ultime cliché, inattendu.

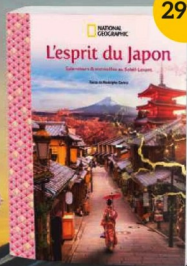
« La plus grande difficulté de cette photo et de ce reportage était de montrer quelque chose qu'on ne peut pas voir, souligne-t-il. Je devais raconter ces nouvelles technologies visant à réduire l'excès de CO₂. Or, avec mes assistants, nous avons souvent été confrontés à des scènes où elles étaient aussi passionnantes que visuellement inintéressantes. »

Davide Monteleone y voit là une leçon : « Résoudre un problème est un défi, en photo comme, à un autre niveau, dans la lutte contre le CO₂. Il faut réussir à trouver des solutions ne sacrifiant pas la complexité du sujet. »

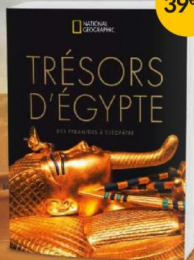


Originaire d'Italie, Davide Monteleone est chercheur, artiste et journaliste. Il s'appuie sur la photographie pour documenter les questions sociales, politiques et environnementales. Son travail a été récompensé par plusieurs prix du World Press Photo.

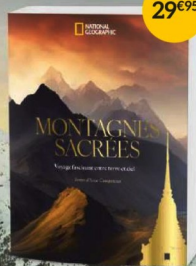
Explorez les trésors cachés du monde avec les ouvrages NATIONAL GEOGRAPHIC



29€95



39€95



29€95

Laissez-vous transporter pour un voyage unique au pays du Soleil-Levant !

Terre de contrastes et de mystères, le Japon offre mille visages différents, à la fois intrigants et envoûtants. Cet ouvrage richement illustré révèle les multiples facettes de cet archipel à l'autre bout du monde, des gratte-ciel de Shinjuku, le quartier d'affaires de la mégapole de Tokyo, à la cime enneigée du mont Fuji, icône de feu et de glace.

**Format : 23 x 28,8 cm
Nombre de pages : 160**

Découvrez l'héritage photographique égyptien, des pyramides à Cléopâtre.

De l'ouverture mythique de la tombe de Toutânkhamon en 1922 à l'étonnante découverte en 1954 de la barque solaire parfaitement conservée de Gizeh, en passant par des éléments intrigants sur la vie de Cléopâtre et la mise au jour de récents vestiges d'Alexandrie. Cet ouvrage exceptionnel retrace l'histoire de l'empire égyptien qui a changé le monde.

**Format : 27 x 23 cm
Nombre de pages : 400**

Embarquez pour un voyage merveilleux et inspirant sur le toit du monde !

Majestueuses et imposantes, les montagnes fascinent les hommes depuis toujours. Tutoyant le ciel et défiant l'horizon, leurs cimes indomptées font l'objet de multiples croyances, de superstitions, de récits et de poèmes qui célèbrent leur beauté, mais aussi le danger qu'elles représentent pour les aventuriers désireux de percer leur mystère en conquérant leurs crêtes.

**Format : 23 x 28,8 cm
Nombre de pages : 160**

**POUR COMMANDER,
C'EST FACILE !**

 Sur Internet, je tape : **boutique.prismashop.fr/decouverteng**
ou

 Je renvoie ce bon de commande dans une enveloppe **À AFFRANCHIR à :
Prisma Media - 62066 Arras Cedex 9**

Titre	Réf.	Qté.	Prix	Total
L'esprit du Japon	14149		29,95 €	
Trésors d'Égypte	14160		39,95 €	
Montagnes sacrées	14164		29,95 €	
		Participation aux frais	5,90 €	
		TOTAL		

Ci-joint mon règlement :

☐ Par chèque à l'ordre de Prisma Media

Si vous souhaitez régler par carte bancaire ou Paypal, rendez-vous sur **boutique.prismashop.fr/decouverteng**

Mes coordonnées : ☐ Mme ☐ M.

Prénom*

Nom*

Adresse*

Ville*

Code postal* Tél.

E-mail*

POUR TOUTE QUESTION, APPELEZ-NOUS AU : **0 811 23 23 23** Service 0,06 € / min + prix appel

☐ Je souhaite être informé(e) des offres commerciales du groupe Prisma Media.

*Obligatoire, à défaut, votre commande ne pourra être traitée. Offre valable en France Métropolitaine jusqu'au 30/09/2024. Photos non contractuelles. Nous nous engageons à vous livrer dans un délai de 3 semaines, dans la limite des stocks disponibles. Si votre produit ne vous apporte pas entière satisfaction, vous disposez d'un délai de 14 jours pour nous le retourner à vos frais, dans son emballage d'origine, et selon votre souhait, nous nous engageons à vous le remplacer ou à vous le rembourser. Les informations recueillies font l'objet d'un traitement informatique aux fins de traitement de votre commande, de fidélisation et de prospection commerciale. Si vous acceptez que ces informations soient transmises à des partenaires du Groupe PRISMA MEDIA, ceux-ci peuvent être situés hors de l'Union Européenne. Conformément à la loi Informatique et Libertés du 6 janvier 1978 modifiée, vous disposez d'un droit d'accès, de modification, de rectification, de suppression et d'opposition au traitement des informations vous concernant. Pour exercer ces droits, il vous suffit de nous écrire en envoyant un e-mail ou un courrier à dpo@prismamedia.com ou PRISMA MEDIA, Le Correspondant Informatique et Libertés, 13, rue Henri Barbusse - 92230 Gennevilliers

NGE289V



EDITOR IN CHIEF Nathan Lump

EXECUTIVE MANAGING EDITOR David Brindley
EXECUTIVE CREATIVE DIRECTOR Paul Martinez
EXECUTIVE DIRECTOR, DIGITAL, Alissa Swango
EXECUTIVE DIRECTOR, MULTIMEDIA CONTENT Michael Tribble

INTERNATIONAL EDITIONS

EDITORIAL DIRECTOR Amy Kolczak
TRANSLATIONS EDITOR Beata Kovacs Nas
INTERNATIONAL EDITIONS EDITOR Leigh Mitnick
EDITORS: ARABIC: Hussain AlMoosawi,
BULGARIA: Krasimir Drumev, CHINA: Tianrang Mai,
CZECHIA: Tomáš Tureček, FRANCE: Frédéric Vallois,
GEORGIA: Ketevan Chumburidze, GERMANY: Werner Stefer, HUNGARY: Tamás Vitray, INDONESIA: Didi Kaspi
KASIM, ISRAEL: Amit Friedman, ITALY: Marco Cattaneo,
JAPAN: Shigeo Otsuka, KAZAKHSTAN: Yerkin Zhakipov,
KOREA: Junemo Kim, LATIN AMERICA: Alicia Guzmán,
LITHUANIA: Frederikas Janonas, NETHERLANDS/BELGIUM:
Robert Vermue, POLAND: Agnieszka Franas, PORTUGAL
AND SPAIN: Gonçalo Pereira, SERBIA: Milena Petrović,
SLOVENIA: Marija Javornik, TAIWAN: Yungshih Lee,
THAILAND: Kowit Phadungruangkij.

NATIONAL GEOGRAPHIC PARTNERS

BOARD OF DIRECTORS

Rebecca Campbell, Jean M. Case, Joshua W. D'Amato,
Robert H. Langer, Kevin J. Maroni, Debra M. O'Connell,
Frederick J. Ryan, Jr., Jill Tiefenthaler, Michael L. Ulica

NATIONAL GEOGRAPHIC MEDIA

EVP & GENERAL MANAGER
David E. Miller

SENIOR MANAGEMENT

VP INTEGRATED PLANNING & OPERATIONS Marcelo Galdieri
VP GROWTH STRATEGY & BUSINESS DEVELOPMENT
Julianne Galvin
SVP & EDITOR IN CHIEF Nathan Lump
DIRECTOR, PRINT OPERATIONS John Mackethan

INTERNATIONAL PUBLISHING

Allison Bradshaw, Ariel Deloach-Lohr, Kelly Hoover, Diana
Jaksic, Jennifer Jones, Leanna Lakerson, Rossella Stella

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY

CHIEF EXECUTIVE OFFICER
Dr Jill Tiefenthaler

SENIOR MANAGEMENT

PRESIDENT AND CHIEF OPERATING OFFICER Michael L. Ulica
CHIEF DIVERSITY, EQUITY AND INCLUSION OFFICER
Shannon P. Bartlett
CHIEF COMMUNICATIONS, MARKETING & BRAND OFFICER
Crystal Brown
CHIEF HUMAN RESOURCES OFFICER Mara Dell
CHIEF SCIENCE AND INNOVATION OFFICER Ian Miller
CHIEF EXPLORER ENGAGEMENT OFFICER Alex Moon
CHIEF ADVANCEMENT OFFICER Kara Ramirez Mullins
CHIEF LEGAL OFFICER Sumet Seam
CHIEF TECHNOLOGY & INFORMATION OFFICER Jason Southern
CHIEF OF STAFF AND PROGRAM ALIGNMENT Kim Waldron
CHIEF STORYTELLING OFFICER Kaitlin Yarnall
CHIEF FINANCIAL OFFICER Rob Young

BOARD OF TRUSTEES

CHAIRMAN Jean M. Case
VICE CHAIRMAN Katherine Bradley
Brendan P. Bechtel, Afshan Beschloss, Ángel Cabrera,
Elizabeth Comstock, Joseph M. DeSimone, Alexandra
Grosvenor Eller, Paula Kahumbu, Deborah Lehr, Claudia
Madrazo, Kevin J. Maroni, Shweta Masivive, Dina Powell
McCormick, Mark C. Moore, George Muñoz, Nancy E.
Pfund, Frederick J. Ryan, Jr., Rajiv Shah, Ellen R. Stefan,
Jill Tiefenthaler, Anthony A. Williams

EXPLORER IN RESIDENCE

Lee R. Berger, Eric Sala

EXPLORERS AT LARGE

Shahidul Alam, Robert Ballard, James Cameron,
Sylvia Earle, J. Michael Fay, Beverly Joubert,
Derek Joubert, Louise Leakey, Meave Leakey,
Maya Lin, Rodrigo Medellín

NATIONAL GEOGRAPHIC FRANCE

13, rue Henri-Barbusse – 92624 Gennevilliers Cedex
Standard : 01 73 05 45 45

DIRECTEUR DE L'ÉDITION FRANÇAISE Frédéric Vallois
RÉDACTRICE EN CHEF ADJOINTE Marie-Amélie Carpio
CHEFFE DE STUDIO Hélène Verger
CHEFFE DE LA PHOTO ET DES ÉVÉNEMENTS Emanuela Ascoli
SECRÉTAIRE DE RÉDACTION Gaëlle Cazaban
COORDINATRICE DE CONTENUS Nadège Lucas
CORRECTRICE-RÉVISEUSE Joëlle Hauzeur

CONSULTANTS SCIENTIFIQUES

Philippe Bouchet, systématique, Jean Chaline,
paléontologie, Françoise Claro, zoologie, Bernard
Dézert, géographie, David Elbaz, astrophysique,
Jean-Yves Empereur, archéologie, Jean-Claude Gall,
géologie, Jean Guilaïne, préhistoire, Pierre Lasserre,
océanographie, Hervé Le Guyader, biologie, Hervé
Le Treut, climatologie, Jean Malaurie, ethnologie,
François Ramade, écologie, Alain Zivie, égyptologie

ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO :

Philippe Babo, Muriel Bataille, Emmanuelle Christophe,
Hélène Inayertian, Marie-Pascale Lescot, Leslie Talaga,
Légendes Cartographie

DIRECTEURS GÉNÉRAUX

Pascal Socquet Juglard, Philipp Schmidt

DIRECTEUR DE LICENCE

Emmanuel Kessler
DIRECTRICE MARKETING ET BUSINESS DÉVELOPPEMENT
Dorothee Fluckiger
GLOBAL MARKETING & BUSINESS MANAGER
Hélène Coin
GLOBAL MARKETING & BUSINESS OWNER
Juliette Lerouge

DISTRIBUTION

Sylvaine Cortada : DIRECTRICE DE LA FABRICATION
ET DE LA VENTE AU NUMÉRO (01 73 05 64 71)
Ghislaine Lambert : MANAGER RESPONSABLE TITRE
VENTE AU NUMÉRO (01 73 05 66 45)
Laurent Grolée : DIRECTEUR MARKETING CLIENT
(01 73 05 60 20)

PUBLICITÉ

DIRECTEUR EXÉCUTIF PMS :
Philipp Schmidt (01 73 05 51 88)
DIRECTRICE EXÉCUTIVE ADJOINTE PMS :
Virginie Lubot (01 73 05 64 48)
DIRECTRICE DÉLÉGUÉE :
Maria Isabelle de Saint Baulzel
LEAD MARKER :
Diane Mazau
PLANNING MANAGER :
Sandra Missue (01 73 05 64 79)
INDUSTRY DIRECTOR AUTOMOBILE :
Dominique Ballanger (01 73 05 45 28)
DIRECTRICE DÉLÉGUÉE CRÉATIVE ROOM :
Viviane Rouvier (01 73 05 51 10)
DIRECTEUR DÉLÉGUÉ DATA ROOM :
Jérôme de Lempdes (01 73 05 46 79)
DIRECTEUR DÉLÉGUÉ INSIGHT ROOM :
Charles Jouvin (01 73 05 53 28)

FABRICATION

Stéphane Roussiès, Mélanie Moitit
Imprimé en Pologne :
Waldsted Central Europe,
ul. Obr. Modlina 11, 30-733 Kraków, Pologne
Provenance du papier : Finlande
Taux de fibres recyclées : 0,00 %
Eutrophisation : Ptot 0,003 kg/tonne
Date de création : octobre 1999
Dépôt légal : novembre 2023
ISSN 1297-1775
Commission paritaire : 1123 K 79161

« NOUS CROYONS
QUE PLUS L'HUMANITÉ
COMPREND LE MONDE,
PLUS ELLE LE PROTÈGE. »

NATIONAL GEOGRAPHIC

Pour vous abonner,
c'est simple et facile sur
prismashop.fr/ng

Pour tout renseignement
sur votre abonnement ou pour
l'achat d'anciens numéros

SERVICE ABONNEMENTS
62066 Arras Cedex 09

Par téléphone depuis la France

0 808 809 063 Service gratuit
prix appel

**Abonnement
au magazine France :**

1 an/12 numéros : 66 €

1 an/12 numéros

+ 6 hors-séries : 107,40 €

Licence de
NATIONAL GEOGRAPHIC PARTNERS
Magazine mensuel édité par :



PRISMA MEDIA

Siège social : 13, rue Henri-Barbusse,
92624 Gennevilliers Cedex
Éditeur : Prisma Media Société par Actions Simplifiée
au capital de 3000 000 d'euros d'une durée de 99 ans
ayant pour Présidente Madame Claire Léost.
Son associé unique est
Société d'Investissements et de Gestion 123 - SIG 123 SAS
Directrice de la publication :
CLAIRE LÉOST



Copyright © 2023

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

La rédaction du magazine n'est pas responsable de la perte
ou détérioration des textes ou photographies qui lui sont
adressés pour appréciation. La reproduction, même partielle,
de tout matériel publié dans le magazine est interdite. Tous
les prix indiqués dans les pages sont donnés à titre indicatif.

Le déclin des caribous

Les troupeaux géants de ces cervidés migrant dans le nord de l'Amérique se réduisent comme peau de chagrin.

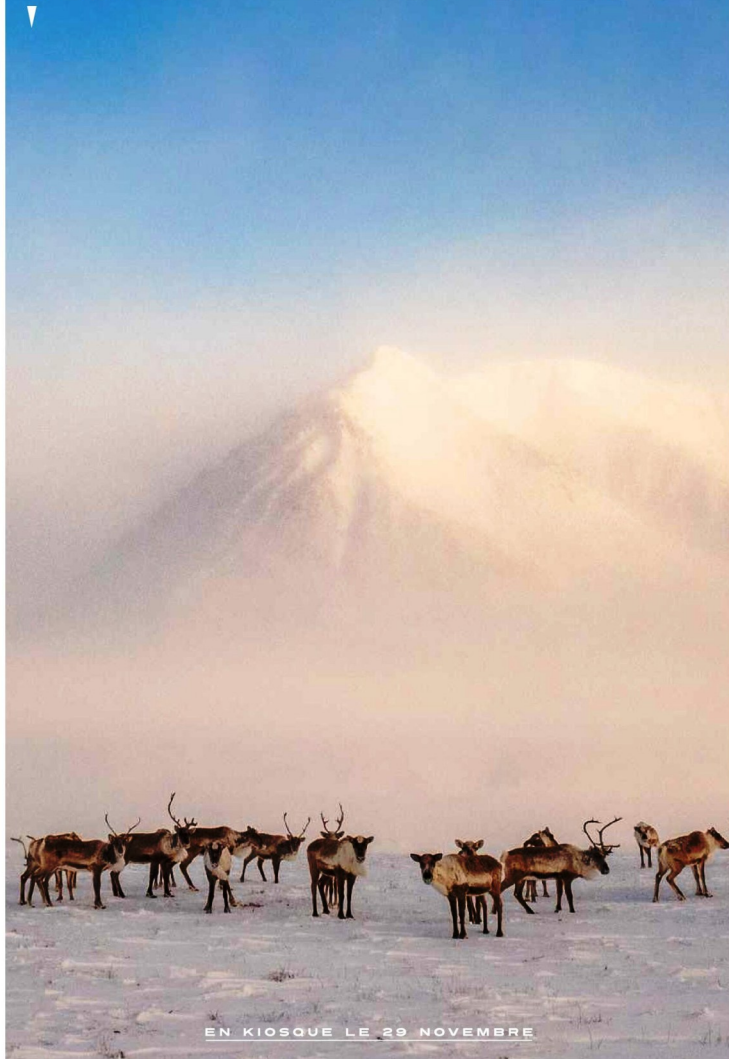


L'année en photos

Retour sur les meilleures images rapportées en 2023 par nos photographes, qui racontent notre monde et notre époque.

Patrimoine secret andalou

Découvrez dans son architecture l'histoire cachée de l'Alhambra, célèbre forteresse de Grenade, dans le sud de l'Espagne.



EN KIOSQUE LE 29 NOVEMBRE

Découvrez une collection D'ESPRESSOS GOURMANDS



DES ESPRESSOS DOUX AUX SAVEURS
VANILLE, Caramel ET CHOCOLAT



SANS DOUTE LE MEILLEUR CAFÉ DU MONDE

DÉCOUVREZ L'ÉTÉ
DÉCOUVREZ LA RIVIÈRE
DÉCOUVREZ LA GASTRONOMIE
DÉCOUVREZ LA PLAGE
DÉCOUVREZ LA VIGNE
DÉCOUVREZ LES VILLAGES



Costa Brava
Pirineu de Girona
costabrava.org

PLAGE

VIVEZ EN
DOUBLE

COSTA BRAVA
PYRÉNÉES DE GÉRONNE

Girona

Patronat de Turisme
Costa Brava Girona



Diputació de Girona