HISTOIRE ET CIVILISATIONS

LES CAHIERS SCIENCE&VIE

Quand la science revisite l'Histoire

N° 225 NOVEMBRE-DÉCEMBRE 2025

ARCHÉOPOP

LES MAYAS ET LES CITÉS PERDUES

DES ABYSSES AUX ÉTOILES

EXPLORER

L'INGÉNIOSITÉ, MOTEUR DES CONQUÊTES

L'ACTU FACE AU PASSÉ



IRAN
La fin des mollahs ?



EXPLORER : L'INGÉNIOSITÉ, MOTEUR DES CONQUÊTES

LES CAHIERS SCIENCE&VIE

N° 225 NOVEMBRE-DÉCEMBRE 2025
BEL : 8,70€ - ESP : 8,70€ - GR : 8,80€ - DOM S : 8,80€ ITA : 8,80€ LUX : 8,70€ - PORT CONT : 8,70€
CAN : 12,95$CAN MAR : 94DH TOM S : 1050 CFP TOM A : 1750CFP - CH : 11,50 FS - TUN : 29DTU

REWORLD MEDIA

L 15516 - 225 - F: 7,90 € - RD

THÉÂTRE DES CHAMPS-ÉLYSÉES

MAISON DE MUSIQUE

AVENUE MONTAIGNE

CONCERT DIAPASON D'OR

Vendredi 16 janvier 2026

au théâtre des Champs-Élysées, Paris

Opéra, piano, violoncelle, orchestre

Une soirée de gala

réunissant quelques-unes des plus grandes stars
de la musique classique, autour d'œuvres
de Bach, Mozart, Tchaïkovski, Puccini...

Avec des artistes sélectionnés par *Diapason*,
le magazine de référence sur la musique classique.

Une belle idée de cadeau pour soi ou à offrir !

Réservez vos places dès maintenant sur
www.theatrechampselysees.fr ou au **01 49 52 50 50**

Production : Céleste productions

Les Grandes Voix Les Grands Solistes 2025/2026

DIAPASON

france musique

ÉDITO

TOUJOURS PLUS LOIN !



Explorer : de la roue aux fusées d'Elon Musk, quel chemin parcouru ! Mais pour quelle destination ? Mars, ou la mise en orbite de quelques milliardaires ? Derrière ce tableau sans doute déconcertant, une constante s'impose : l'humanité repousse inlassablement les frontières de l'inconnu, rendant tangible ce que l'imagination seule n'ose concevoir.

Au commencement, le désir. Il surgit dans l'ordinaire : marcher dans une ville familière et sentir l'appel d'un coin de rue jamais foulé, ou même d'une impasse, pour enrichir notre cartographie personnelle. Le même élan entraîne les plus audacieux à quitter leur refuge, à contempler le monde depuis le regard des oiseaux, à s'inviter dans le domaine des créatures marines. Explorer nous est aussi vital que respirer, comme le rappelle l'historien des sciences et théologien Jacques Arnould. Certains espaces résistent, certains secrets exigent des sacrifices ; alors des éclaireurs s'avancent pour nous tous.

Et pour percer les mystères des mondes, encore faut-il des instruments. Des pirogues aux caraques, les humains ont appris à dompter les mers et à élargir leur horizon. Dans l'océan Indien, le kamal guidait les premières traversées des navigateurs arabes ; plus tard, astrolabes, quadrants, sextants et octants permirent de mieux lire le ciel et de s'aventurer toujours plus loin. Zheng He ou Magellan, portés par ces savoir-faire, fendaient les flots aux confins du connu. Les ballons, les avions, les fusées ont percé les cieux ; les scaphandres et les bathyscaphes ont révélé des abysses peuplés de créatures fantastiques ; la sismographie et les foreuses ont mis à nu les profondeurs de la Terre.

Chaque outil est d'abord un talisman : une amulette de courage, un moyen de rendre l'inaccessible palpable et franchissable. Mais il est plus encore : il est un guide qui nous oriente, jusqu'à tracer, presque à notre insu, le chemin de nos explorations futures.

Julien Nénault

CRÉDIT COUVERTURE : IA - COLLECTION DAGLI ORTI / PALAIS DE TCHIHIL SOUTOUN ISFAHAN / GIANNI DAGLI ORTI / AURIMAGES - YVES GELLIE / AKG-IMAGES
CRÉDIT ÉDITO : AKG-IMAGES

SOMMAIRE//N°225

NOVEMBRE - DÉCEMBRE 2025

L'ACTU FACE AU PASSÉ

// PAGES 06 À 19

IRAN

06 Mollahs : la fin du régime ?

08 Sous le turban, le sceptre

11 La révolution chiite

12 L'éveil du clergé

16 Entretien avec Clément Therme

YVES GELLIE / AKG-IMAGES



LE DOSSIER

// PAGES 20 À 81

EXPLORATION : TOUJOURS PLUS LOIN !

20 L'ingéniosité, moteur des conquêtes

22 Explorer, c'est équiper un rêve

26 Au commencement, il y eut la route

32 Trois mille ans de cartes

34 Les mondes d'en bas

37 Martel, le «Jules Verne du sous-sol»

38 Sous la Terre, archive vivante

41 Forer l'impossible

42 L'océan sous contrôle

48 Utopies flottantes

50 L'épopée sous-marine

55 Recherche Titanic désespérément

56 Dorsales océaniques

58 L'appel du ciel

62 Ailes mécaniques

65 Les femmes dans ce nouvel espace de liberté

66 Sous les étoiles

70 Vers l'infini

74 Entretien avec Jacques Arnould



CULTURE

80 UN ŒIL DANS LE RÉTRO
Joséphine Baker illumine la *Revue nègre*

82 ARCHÉOPOP
Les mayas et les cités perdues

86 AU CŒUR DES EXPOS
L'Arlésienne est enfin là

89 Cléopâtre, reine et icône

90 Magellan, flamboyant échec

92 Mégalithes & Campaniforme

94 Et aussi…
Obscures clartés - Étoiles savantes

95 Bande dessinée

96 Les bonnes lectures

Ce numéro comporte sur tout ou partie de sa diffusion :
Tout-en-un Abonnement TOUT EN UN JEUNESSE NOEL
Posé en C4

RECEVEZ LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE CHEZ VOUS.
Votre bulletin d'abonnement se trouve en page 95.
Vous pouvez aussi vous abonner par téléphone au 01 46 48 47 87 ou par Internet sur www.kiosquemag.com.

INFORMATIONS AUX ABONNÉSEN PRÉLÈVEMENT AUTOMATIQUE
Le prélèvement automatique de votre abonnement aux *Cahiers de Science & Vie*, auparavant effectué par Mondadori Magazines France, sera désormais directement prélevé par Reworld Media Magazines, nouveau nom de la société éditrice des *Cahiers de Science & Vie*.
En cas de question sur votre abonnement, notre service client est à votre disposition au 01 46 48 47 87 du lundi au samedi de 8 h à 20 h, ou par mail sur : www.serviceabomag.fr

NASA / JOEL KOWSKY

L'ACTU FACE AU PASSÉ

MOLLAHS : LA FIN



ALFRED YAGHOBZADEH / SIPA

DU RÉGIME ?



Cette image, prise en 2008 à Téhéran avant le rassemblement annuel du 4 novembre commémorant la prise de l'ambassade américaine de 1979, résonne avec une intensité renouvelée après les récentes attaques sur les sites nucléaires iraniens.

Le 13 juin dernier, Israël lançait une offensive fulgurante d'une ampleur inédite en Iran. Le début d'une guerre éclair qui allait durer douze jours et recevoir l'appui direct des États-Unis. L'objectif affiché du Premier ministre israélien, Benyamin Nétanyahou : réduire à néant les capacités nucléaires du pays et faire tomber le régime des Mollahs. Certes, les frappes ont gravement endommagé les sites nucléaires, les infrastructures militaires, les quartiers généraux des Gardiens de la Révolution, bras armé du régime, et décapité son élite militaire et scientifique. Toutefois, les experts estiment aujourd'hui qu'elles n'ont fait que retarder l'obtention de l'arme atomique. En place depuis la Révolution islamique de 1979, la théocratie iranienne sort elle aussi affaiblie, mais elle dispose toujours d'un appareil de sécurité suffisamment solide pour broyer toute velléité de révolte. Car contrairement au Hezbollah au Liban, puissante milice armée à l'intérieur d'un État, le régime mis en place par l'Ayatollah Khomeiny est l'État lui-même. Un État surpuissant qui, au fil du temps, a enfermé la population – et les femmes en particulier – dans un carcan liberticide.

Pourtant, il n'en a pas toujours été ainsi. En 1501, le shah Ismaïl, premier représentant de la dynastie safavide, imposa le chiisme duodécimain comme religion d'État pour affirmer la puissance de la Perse face à ses rivaux et ennemis sunnites, ottomans et ouzbeks. Abbas Ier, monté sur le trône en 1588, s'en servira pour renforcer l'unité de l'État. La synthèse entre islam chiite, culture persane et soufisme populaire devint peu à peu le ciment d'une société multiethnique et le fondement d'une identité nationale forte et résiliente. Mais sous les Qadjar (1779-1925), les humiliations imposées par la Russie et le Royaume-Uni, la corruption et l'absolutisme monarchique poussèrent le clergé à entrer dans l'arène politique, parfois aux côtés d'intellectuels progressistes ou de réformateurs aux idées pourtant opposées. La confrontation culmina au XXe siècle lorsque les dirigeants Pahlavi imposèrent leur projet de modernisation et de laïcisation, jugé contraire à l'islam. Elle se solda en 1979 par l'instauration d'une théocratie oppressive, mafieuse et criminelle.

Vermoulu et en rupture depuis des années avec la société civile, le régime des mollahs peut-il survivre à la « guerre de douze jours », qui a fait plus d'un millier de morts et stoppé net une économie déjà défaillante ? Aux abois, le pouvoir multiplie les actes de répression. Le sursaut peut-il venir d'une société civile qui n'a pas hésité à se mobiliser au péril de sa vie à maintes reprises, en 2017, 2019, et plus récemment en 2022, au cri de « Femme, Vie, Liberté » ?

Fabienne Lemarchand

SOUS LE TURBAN, LE SCEPTRE

XVIE-XVIIE SIÈCLE

Au tournant du XVIIe siècle, un adolescent monté sur le trône d'un empire morcelé va bouleverser l'histoire du pays. Shah Abbas Ier, bâtisseur visionnaire, transforme la Perse en puissance unifiée, chiite et rayonnante. De ses conquêtes à la splendeur d'Ispahan, son règne jette les fondations de l'Iran moderne.

Imaginez un rectangle parfait bordé d'édifices émaillés de la tête aux pieds, si vaste qu'une caravane de chameaux pourrait s'y perdre. Sur le flanc sud, la mosquée de l'Imam – mosquée du Shah jusqu'en 1979 – et son portail lapis et turquoise bien aligné sur l'axe de la place, fantaisie architecturale d'ogives démesurées et de minarets fuselés comme des missiles entre lesquels tourbillonnent des escadrilles de pigeons. Ajoutez sur le côté est la mosquée du Cheikh Lotfallah, chef-d'œuvre de l'art islamique et juste en face, côté ouest, les arabesques du palais Ali Qapu, et enfin au nord, la débauche d'arcades du bazar. Et partout dans les lointains, les dômes et les coupoles bleutés se mêlent aux cimes des platanes cernés par l'éclatante dentelure de neige des monts Zagros. Si l'urbanisation galopante du siècle dernier a un peu fait perdre de sa superbe à Ispahan, sa place centrale – la Naghsh-e Jahan ou « Image du monde » – a toujours de quoi surprendre le visiteur. Avec ses 500 m de long et 160 m de large, Shah Abbas voulait en faire la plus grande et la plus belle place jamais construite. La place des Vosges, dont les derniers pavés sont posés à la même époque, fait passer, avec ses 140 m de côté, Henri IV pour un aimable besogneux.

UN ADOLESCENT CHÉTIF

Qui pourtant aurait parié un dinar sur ce jeune Abbas, élevé dans la province du Khorasan, loin de la cour et de ses parents, miraculé de maints attentats, tandis que sa mère et son frère aîné y laissent la vie. Le chétif adolescent a les yeux bleus de son arrière-grand-père Ismaïl Ier, fondateur de la dynastie safavide et grand réunificateur de l'Iran sous la bannière du chiisme qu'il a déclaré religion d'État



ROLAND & SABRINA MICHAUD / AKG-IMAGES



Ispahan, sa place centrale – la Naghsh-e Jahan ou « Image du monde » –, vue par Xavier Pascal Coste (1787-1879) et Eugène Flandin, qui documentèrent les monuments et l'architecture persane.

en 1501 (voir *La révolution chiite*, p. 11). En 1588, Abbas a 17 ans quand il monte sur le trône à la faveur d'un coup d'État contre son père manipulé par les différentes factions des Qizilbash, ces chefs de guerre tribaux turkmènes qui forment alors l'élite militaire safavide. Lui-même n'est alors qu'une marionnette entre les mains de Murshid Quli Khan, un chef qizilbash qui entend bien régenter le pays à sa guise. Le tableau de départ n'est guère brillant : le pays est morcelé, tiraillé entre différents clans antagonistes, menacé au nord-ouest par les Ottomans, au nord-est par les Ouzbeks. Le jeune souverain commence par conclure un traité de paix avec la Sublime Porte en 1590 qui concède aux Turcs l'Azerbaïdjan et une grande partie de l'Arménie, du Karabagh et de la Géorgie. C'est le prix à payer pour avoir les mains libres et éliminer ses ennemis de l'intérieur : d'abord les suiveurs de son encombrant tuteur Murshid Quli Khan, qu'il a fait égorger après un banquet bien arrosé, puis les grands émirs provinciaux et autres potentats un peu trop entreprenants à son goût. Quelques têtes finissent au bout d'une pique, d'autres plus chanceux sont exilés ou marginalisés et bientôt Shah Abbas I[er] est en mesure de s'affirmer « maître de l'essentiel des affaires de l'État ».

« Il affaiblit les Qizilbash, principale force de son armée en introduisant des contre-pouvoirs militaires, les gholāms, des soldats esclaves géorgiens, circassiens, tcherkesses ou arméniens », rappelle Yves Bomati, chercheur en lettres et sciences humaines, spécialiste de l'histoire des religions et de l'Iran. *« Conscient des faiblesses de ses troupes aux méthodes encore médiévales, il fait appel à deux officiers britanniques, les frères Shirley, pour se constituer une armée moderne de premier plan doté d'environ 500 canons. »* Celle de l'Espagnol Philippe III n'en compte pas plus. Inspirés par une discipline de fer, les Shirley instruisent les troupes à l'européenne. Par ailleurs, Abbas renforce la fiscalité, centralise l'administration, fait émerger de nouvelles élites qui gagnent désormais leurs postes au mérite. Un gigantesque réseau d'informateurs conforte son pouvoir absolu, lui-même n'hésite pas à se déguiser pour se fondre dans les sombres allées du bazar et écouter ce qui s'y raconte. Le peuple file doux. Il faut dire que les châtiments en vigueur ne prêtent guère à la plaisanterie. Le voyageur italien Pietro Della Valle relate que *« les Perses taillent le ventre aux assassins et coupent les génitoires à ceux qui forcent les filles. »*

Le shah Abbas I[er] le Grand (1571-1629), souverain safavide, modernisateur de l'État iranien et bâtisseur d'Ispahan, impose le chiisme et ouvre la Perse au commerce et aux arts (miniature persane par Mirza Muhammad Taqi, 1685).

En 1597, avec sa nouvelle armée, Abbas repousse les Ouzbeks au-delà de l'Oxus, l'actuel Amou-Daria. Mais Qazvin, la capitale, se trouve bien trop au nord, toujours à portée d'une invasion ottomane. Alors dès l'année suivante, il choisit de la transférer à Ispahan, l'ancienne capitale seldjoukide au XI[e] siècle, plus centrale, plus sûre, où il affirme ses goûts pour l'architecture et les arts. *« Sa pensée novatrice chamboule l'idée de la ville médiévale »*, précise Yves Bomati. *« Ispahan est une projection architecturale de la Cité céleste, un reflet de la perfection »*. Alors que les villes d'Occident suffoquent dans leurs enchevêtrements de ruelles crapoteuses, Abbas, un bon siècle avant les perspectives de Versailles, orchestre des harmonies monumentales, ouvre des alignements sublimes, déroule de lumineuses avenues arborées, bordées de bassins et de fontaines alimentées par des canaux de marbre blanc. La nature éclate au centre de la ville

AKG-IMAGES / PICTURES FROM HISTORY



Le Shah Abbas Ier finança la construction de la cathédrale Vank, dans la Nouvelle-Djolfa, quartier arménien d'Ispahan (gravure d'Eugène Flandin, 1843-1854).

en plates-bandes fleuries, charmilles de roses et cascades glougloutantes. Le long de ces grandioses artères caracolent des cavaliers à fine taille vêtus de robes ajustées en cachemire ou brocart d'or, étincelants de pierreries. Le raffinement de la cour déteint sur toute la haute société. Abbas lui-même devient lanceur de mode en troquant la barbe pour la moustache. La plupart des Iraniens cultivent désormais une virile paire de bacchantes.

UN SOUVERAIN TOLÉRANT

En 1604, après avoir repris aux Turcs Erevan et une bonne partie du Caucase, il décide de transformer la région de l'Ararat en zone tampon. Villes, églises, récoltes sont réduites en cendres et 50 000 Arméniens sont « invités » sous la menace des sabres à rejoindre à pied Ispahan. La moitié seulement y parviendra en vie et s'installera au sud de la rivière Zayandeh Rud (« la rivière qui donne la vie ») dans le quartier de la Nouvelle-Djolfa. Malgré ces débuts peu engageants, la petite communauté appréciée d'Abbas pour son sens du commerce et son ardeur au travail se voit comblée de nombreux avantages et profite d'une totale liberté religieuse. Le faubourg devient bientôt source de richesse pour tout l'empire. Le commerce est boosté par la construction de routes sûres, jalonnées de caravansérails et de points d'eau potable. *« L'Orient a longtemps été un lieu dangereux pour les voyageurs »*, souligne Yves Bomati. *« Des gardes, les rahdars, patrouillent le long des grands axes et en chassent les bandits de grand chemin. Les gouverneurs sont même directement responsables sur leur cassette personnelle des vols perpétrés sur leur territoire ! »* Les visiteurs étrangers, rassurés par ces mesures de sécurité, sont de plus en plus nombreux. Les connexions arméniennes ont en effet facilité l'ouverture du pays tout entier sur l'Occident. Les délégations étrangères, chargées de luxueux présents pour le Shah, affluent à Ispahan. La mode du tapis persan, produit dans les nombreux ateliers royaux, les *kargath*, a conquis les cours européennes. Abbas, protecteur de l'artisanat, l'est aussi des arts. La calligraphie est à l'honneur dans le *kêtabkhaneh*, l'atelier-bibliothèque qui produit de somptueuses copies de corans et autres manuscrits enluminés où l'encre, l'or et l'argent se conjuguent en miniatures exquises. Les rapports qu'entretient Abbas avec la religion sont avant tout pragmatiques. S'il se présente comme un souverain chiite dévot, son approche politique de la religion est avant tout destinée à renforcer l'unité de l'État. Il soutient activement le clergé chiite, mais dans le même temps limite son influence politique. Le sceptre doit dominer le turban. Il assouplit la condition des femmes en autorisant les citadines jusqu'alors cloîtrées chez elles à sortir sans voile un jour de la semaine dans le centre d'Ispahan, qui est alors interdit aux hommes. Envers les chrétiens arméniens, jésuites, juifs, et zoroastriens, le Shah fait montre d'une grande tolérance religieuse surtout s'ils sont utiles à l'économie ou à la diplomatie. Il va jusqu'à financer sur son trésor personnel la construction de la cathédrale Vank dans le quartier arménien. Une telle mansuétude n'est pas dépourvue d'arrière-pensées : Abbas souhaite s'attirer la bienveillance des puissances chrétiennes (Espagne, Portugal, Angleterre) et nouer des alliances avec eux contre l'Empire ottoman. *« Mais c'est aussi un souverain très curieux de ce qui se passe à l'extérieur de son royaume »*, ajoute Yves Bomati. *« Son idée est de lutter contre le panislamisme, la réunion de tous les musulmans sous la bannière du sunnisme, en s'abritant derrière le chiisme, mais aussi en ouvrant le pays à l'étranger pour y développer le commerce. »* Hélas, les divisions européennes vont dissiper le doux rêve d'une union entre l'Occident chrétien et l'Orient chiite pour mettre à genou l'ennemi sunnite. Derrière la façade du bon musulman se cache aussi un souverain qui sait prendre quelques libertés avec le Livre. S'il sacrifie scrupuleusement aux cinq prières quotidiennes, Abbas engloutit un bien plus grand nombre de godets de vin géorgien. À toute heure, il est entouré d'échansons chargés de vases d'or, prêts à lui remplir sa coupe. Sa mort précoce en 1629 à l'âge de 57 ans est sans doute à mettre sur le compte de l'alcool et des excès de toute nature. La fin de règne est pathétique, assombrie par une paranoïa maladive qui le conduit à tuer son propre fils, héritier désigné, et aveugler les deux autres. Aucun de ses successeurs n'aura son panache ou son talent, mais l'essentiel est accompli : l'État safavide contrôle un vaste espace cohérent et l'uniformisation religieuse, imposée au forceps, mais durable, fait du chiisme duodécimain un pilier de l'identité nationale.

Christophe Migeon

À LIRE

L'âge d'or de la Perse – L'épopée des Safavides (1501-1722), Yves Bomati, Perrin, 2023.

Iran, une histoire de 4000 ans, Yves Bomati, Houchang Nahavandi, Perrin, 2019.

Histoire de l'Iran et des Iraniens, Jean-Paul Roux, Fayard, 2006.



Sir Robert Shirley (v. 1581-1628), aventurier anglais. Avec son frère Anthony, il modernisa l'armée safavide.

ARTOKOLORO / QUINT LOX / AURIMAGES - FLORILEGIUS / AURIMAGES

LA RÉVOLUTION **CHIITE**

Ce n'était qu'un ordre soufi marginal. En un siècle, les Safavides allaient unifier l'Iran et imposer le chiisme à coup de sabre.



Shah Ismaïl Ier, représenté en vainqueur des Ottomans à Tchaldiran (1514), sur une fresque du palais de Chehel Sotoun à Ispahan. En réalité, Sélim Ier infligea aux Safavides une cuisante défaite.

Tout est parti en 1301 d'une confrérie soufie, la *tariqa safaviyya*, fondée vers 1301 par Safi al-Dîn Ardabilî, un maître respecté de la ville d'Ardabil, au nord-ouest de l'Iran. Les membres de cet ordre ésotérique, qui prône la pureté de l'ascèse, le culte des saints et la transmission initiatique, sont au départ surtout sunnites. Mais à partir du XVe siècle, les successeurs de Safi al-Dîn adoptent peu à peu une forme plus radicale du chiisme duodécimain et se présentent comme des figures quasi messianiques au discours millénariste, presque prophétique. *« L'ordre attire des milliers de disciples, notamment des tribus turkmènes du Caucase, les Qizilbash, soit les "Têtes rouges", en raison de leur coiffe symbolique écarlate, bientôt constitués en puissante force militaire »*, rappelle Yves Bomati. *« L'ordre se militarise pour faire face à la menace des Ottomans et des Ouzbeks. »* En 1499, le jeune Ismaïl, descendant de Safi al-Dîn – il a 12 ans – prend la tête de l'ordre et passe aux yeux de certains pour le Mahdi, l'imam caché, le douzième imam chiite occulté en 868 et qui devait revenir sur terre pour rétablir la justice. Figure centrale du chiisme duodécimain, le Madhi préfigurerait en effet par son retour le règne parfait de Dieu sur Terre. *« Les Qizilbash voient surtout en Ismaïl un leader charismatique qui va leur permettre d'accéder au pouvoir »*, tempère Yves Bomati. Galvanisés par le culte quasi divin autour de l'adolescent, les Qizilbash parviennent à grands coups de sabre à reconstituer un Iran impérial disparu depuis un bon millénaire. En 1501, Ismaïl se proclame Shah d'Iran. L'ordre soufi s'est transformé en système de gouvernement. Le maître spirituel s'est mué en chef politique. La dynastie safavide est née.

Mais pour l'heure, ce ne sont que des mots : ce territoire dont Ismaïl s'est proclamé le roi est morcelé, instable et confessionnellement divisé, avec un islam chiite qui reste encore sunnite dans certains territoires du nord et sur les frontières sud et qui cohabite avec des minorités chrétiennes (arméniennes, nestoriennes), zoroastriennes, juives, etc. Ismaïl, dans le souci de réunir son peuple sous une croyance uniforme, impose ainsi officiellement le chiisme duodécimain comme religion d'État en 1501. Pour éduquer certaines populations qui oscillent entre rejet et ignorance du dogme, il fait venir à la cour de Tabriz et dans les grandes villes des théologiens de Bahreïn, de Mésopotamie ou du Liban. Malheur aux frileux et aux récalcitrants ! « Si le peuple conteste, alors je sors mon sabre et je ne laisserai aucun survivant », assure le nouveau roi. On aurait tort de ne pas le prendre au sérieux. Des persécutions, des massacres ont lieu quand l'éducation ne suffit pas à convaincre. Dans la région de Tabriz, Ismaïl Ier n'hésite pas à tuer quelques milliers de sunnites. C'était sans doute le prix à payer pour réaliser l'unité du pays. Avec cette identité religieuse distincte, les Safavides disposent alors d'un levier de cohésion intérieure face à un ennemi commun sunnite, les Ottomans, considérés comme des usurpateurs du califat.

C.M.

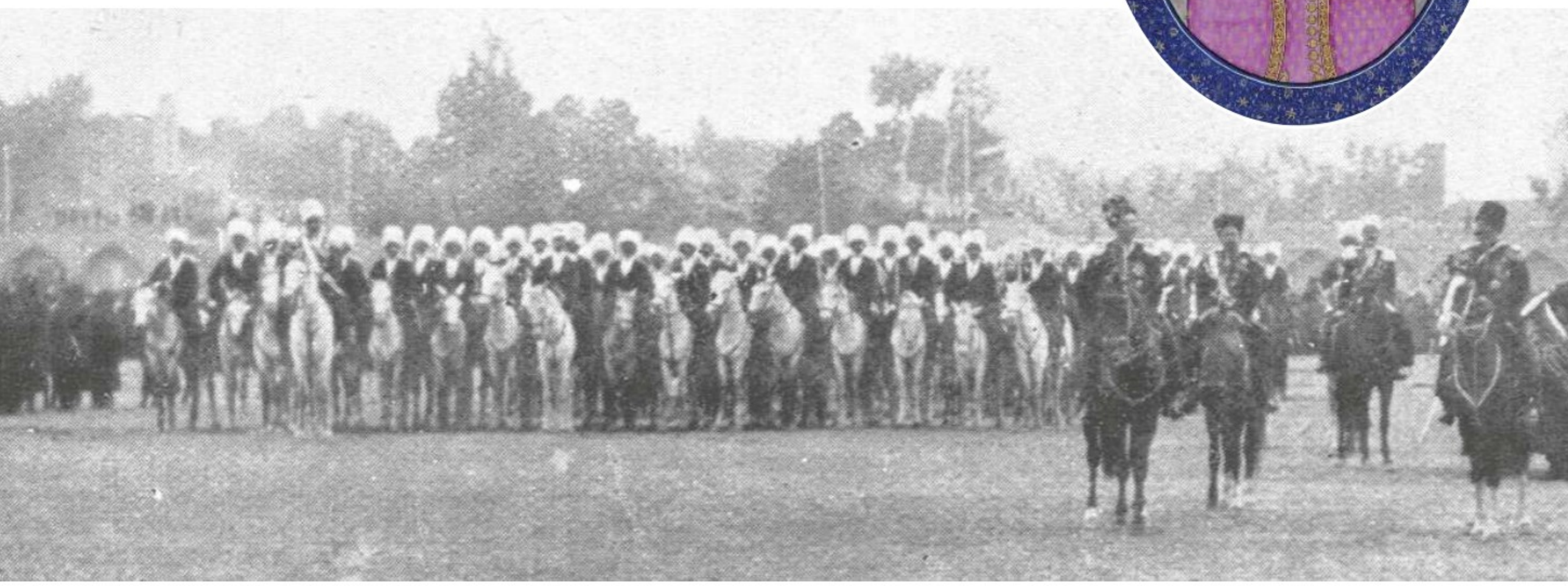
ISMAÏL IMPOSE OFFICIELLEMENT LE CHIISME DUODÉCIMAIN COMME RELIGION D'ÉTAT EN 1501

BRUNO BARBIER / AKG-IMAGES

1796 - 1979

L'ÉVEIL DU CLERGÉ





Portrait d'Agha Mohammad Khan Qajar (1742-1797), Shah de Perse, v. 1840.

En 1722, les Afghans s'emparent d'Ispahan après un siège mortifère de près de huit mois, sonnant le glas de l'empire déclinant des Safavides. Des années d'instabilité politique s'ensuivent, émaillées de guerres intestines, durant lesquelles d'éphémères dynasties se succèdent. Mais à la fin des années 1770, Agha Mohammad Khan, l'un des chefs de clan de la tribu turcomane Qadjar, se lance dans la reconquête et la réunification des territoires autrefois contrôlés par les Safavides. Parvenu à ses fins, il se fait proclamer Shah à Téhéran en 1796, inaugurant ainsi une nouvelle dynastie. Hystérique et cruel, il est cependant assassiné dès l'année suivante. Son neveu, Fath Ali, qui lui succède, entame des réformes administratives pour affermir son pouvoir. *« Mais du fait de sa position géographique, la Perse devient rapidement le théâtre de la rivalité entre un Empire russe désireux de s'étendre en Asie centrale, et l'Empire britannique qui veut protéger ses possessions en Inde de ces velléités expansionnistes. Elle sera l'une des scènes importantes du "Grand Jeu" qui les opposera tout au long du XIXe siècle »*, souligne Thierry Kellner, spécialiste du Moyen-Orient (Université libre de Bruxelles). Et dans ce jeu, la Perse va perdre beaucoup.

À l'issue d'une première guerre contre la Russie, entre 1804 et 1813, le Shah est, de fait, contraint en vertu du traité de Golestan d'abandonner les provinces du Caucase et sa souveraineté sur la mer Caspienne. Treize ans plus tard, les fréquentes incursions russes sur le territoire iranien poussent le monarque à s'engager dans un second conflit, qu'il perd de nouveau. Le traité de Turkmantchaï de 1828 le prive cette fois-ci des khanats d'Erevan et de Nakhitchevan et lui inflige le paiement d'une indemnité de guerre de 20 millions de roubles ! Qui plus est, les Russes obtiennent le droit de circuler librement dans le pays, grâce au système des capitulations, facilitant leur pénétration économique et commerciale. Et la Perse n'est pas au bout de ses peines…

Mohammad Shah, qui arrive au pouvoir en 1834, va tenter, avec le soutien des Russes, de reconquérir Hérat alors aux mains des Afghans. Mais il se heurte cette fois-ci aux Britanniques qui veulent protéger les voies d'accès à l'Empire des Indes. Côté intérieur, la situation est aussi tendue. Les adeptes du Babisme, un courant religieux réformateur réclamant

Du siège d'Ispahan aux révoltes du tabac puis du bazar de Téhéran, l'histoire de la Perse qadjar est celle d'un lent étranglement : par les Empires, la dette, mais surtout par son propre besoin de réforme.



Les « cosaques » du Shah, corps créé par la Russie au XIXe siècle, alignés le 8 janvier 1916 près de Téhéran (tiré de *L'Album de la Guerre* 1914-1919, vol. I, *L'Illustration*, Paris, 1924).

THE PRINT COLLECTION / HERITAGE IMAGES / AURIMAGES - HERITAGE IMAGES / FINE ART IMAGES / AKG-IMAGES

plus de justice sociale, mettent à vif les nerfs du pouvoir et du clergé chiite (voir *Babisme et bahaïsme*, p. 15). En 1856, Nasser ed-Din Shah, quatrième monarque de la dynastie Qadjar, tente à nouveau de conquérir Hérat. En vain. Après la signature du traité de paix de Paris, en mars 1857, les Britanniques renforcent à leur tour leur présence en Perse. Dès lors, l'étau va se resserrer sur le pays. Profondément endetté, le souverain le livre en effet aux puissances étrangères par le jeu des emprunts et des concessions. En 1872, le baron Julius de Reuter, citoyen britannique, obtient ainsi l'exclusivité de la construction et de l'entretien des chemins de fer et des routes, de l'exploitation des mines (excepté celles d'or, d'argent et de diamant), la mise en place du télégraphe, etc. Son appétit est sans limites. Mais lorsqu'il propose de prendre en charge l'ensemble des activités du pays, la population, tout comme les Russes, voit rouge. Le Shah recule. Ce qui n'empêchera pas les Britanniques de prendre le contrôle du système bancaire et des institutions financières du pays. La Russie, qui n'est pas en reste, met quant à elle la main sur une partie de l'armée en créant un régiment de cosaques.

En 1890, lorsque le monarque accorde au Britannique G. F. Talbot le monopole de la production et du commerce du tabac pendant cinquante ans, en échange d'une annuité de 15 000 livres et une redevance du quart des profits, cette fois-ci, la colère populaire explose. L'implication du clergé chiite va se révéler déterminante. En plein ramadan, les mollahs prêchent dans les mosquées contre le Shah. Fin 1891, Mirza Mohammad Hassan e Shirazi, l'autorité suprême du chiisme, publie une *fatwa* condamnant l'usage du tabac, immédiatement suivie. « *Contrairement au pouvoir royal, distant, le clergé entretient avec le peuple au milieu duquel il vit une proximité dont il va habilement user pour s'affirmer peu à peu sur la scène politique* », note Thierry Kellner. Une singulière alliance se noue alors entre ce clergé, très conservateur, la classe marchande (les « bazaris ») et une poignée d'intellectuels progressistes réclamant une modernisation du pays, mais refusant de le brader. Et début 1892, le Shah capitule. Ultime humiliation : il est obligé de contracter un emprunt russe pour rembourser l'argent reçu et déjà dilapidé, grevant un peu plus les finances désastreuses du pays… Surtout, cette « révolte du tabac » va faire naître un fort sentiment de nationalisme au sein du peuple qui ne cessera de gagner en virulence.

Nasser ed-Din Shah tente de calmer les esprits en

lançant quelques embryons de réformes avant d'être assassiné par un clerc, le 1er mai 1896. Mais la politique pro-européenne de son fils héritier Mozaffar al-Din exacerbe le mécontentement populaire. D'autant que le pays s'enfonce dans une crise alimentée par l'exposition de la classe marchande à la concurrence étrangère, les concessions économiques imposées par la Russie et le Royaume-Uni, une dépendance financière toujours plus abyssale, la détérioration de la situation économique en raison de mauvaises récoltes et d'une épidémie de choléra. S'inspirant des nations « modernes », les élites réformistes réclament une constitution garantissant la participation du peuple aux prises de décision, une liberté politique, le respect de l'intégrité territoriale …

VERS LA CONSTITUTION

Et comme lors de la « révolte du tabac », elles vont s'allier au clergé chiite. *« Cette alliance repose pourtant dès le départ sur un malentendu. Certains membres du clergé plaident en faveur d'un système où la loi islamique (charia) servirait de base au nouveau cadre juridique et veulent avoir leur mot à dire sur la législation future. Tandis que les forces politiques libérales comptent sur la capacité de mobilisation du clergé, sans pour autant avoir à subir sa tutelle religieuse »*, détaille Thierry Kellner… Le 30 décembre 1906, le Shah, mourant, finit par instituer une monarchie constitutionnelle parlementaire, mettant fin à trois millénaires d'absolutisme royal. Un régime que son fils Mohammad Ali s'empresse d'abolir dès 1908 avant de le restaurer sous la pression des parlementaires. En juillet 1909, le Shah est destitué au profit du prince héritier, Ahmad Shah, âgé seulement de 9 ans. Les années qui suivent, marquées par des tensions au sein du Parlement et l'affaiblissement du pouvoir central, peinent à voir émerger les réformes attendues. La Première Guerre mondiale ne va rien arranger. En 1919, inquiète de l'apparition de la Russie bolchévique, l'Angleterre négocie un accord instaurant une quasi-mise sous tutelle du pays. Elle se voit confier la réorganisation de ses finances, de son administration, de son armée. Mais la résistance farouche de la population empêche sa ratification. Dans la nuit du 20 au 21 février 1921, le général Reza Khan profite de la situation pour entrer à Téhéran avec sa brigade cosaque, et avec le soutien de Londres. Nommé successivement chef de l'armée, ministre de la Guerre, Premier ministre, il va détrôner le souverain qadjar et prendre sa place le 25 avril 1926, inaugurant une nouvelle dynastie, celle des Pahlavi, du nom de la langue parlée en Perse sous les Sassanides.







En haut, Reza Shah Pahlavi (1878-1944), alors ministre de la Guerre, vers 1921-1923. Au milieu, Mohammad Mossadegh (1882-1967) s'exprimant devant le Parlement iranien en 1951. En bas, Mohammad Reza Shah (1919-1980), au pouvoir de 1941 à 1979.

Nationaliste et autoritaire, le nouveau monarque lance un vaste programme de modernisation sur le modèle de Mustafa Kemal en Turquie : ouverture d'écoles publiques, dont certaines de filles en milieu urbain, réforme du Code civil, développement des transports, début d'industrialisation du pays rebaptisé « Iran » (« terre des Aryens ») comme dans les temps anciens afin d'exalter les origines préislamiques de la monarchie et du peuple iranien, etc. Mais en poussant l'occidentalisation à l'extrême (vêtement à l'européenne rendu obligatoire, tout comme le port du chapeau mou pour les hommes, interdiction du port du voile en public pour les femmes), le Shah ne fera que scinder la société entre une élite urbaine, laïque et pro-occidentale et le reste de la population qui reste attachée aux valeurs traditionnelles imprégnées par l'islam. Même si les intérêts britanniques sont préservés, en particulier la concession pétrolière accordée à la fameuse *Anglo-Persian Oil Company*, Reza Shah cherche à se défaire de la tutelle anglo-russe en se rapprochant notamment des puissances de l'Axe (Troisième Reich, Italie, Japon). Ce qui va lui être reproché lors de la Seconde Guerre mondiale. Quand, en 1941, le Shah refuse de laisser transiter du matériel militaire allié vers l'URSS en guerre contre l'Allemagne nazie, Britanniques et Soviétiques envahissent le pays et obligent Reza Shah à abdiquer en faveur de son fils Mohammad. Lequel va poursuivre la modernisation à marche forcée de l'Iran.

Or, qui dit modernisation, dit ressources financières. La question du pétrole et de sa nationalisation devient alors fondamentale. Votée en mars 1951, elle va être orchestrée par le nouveau Premier ministre, le docteur Mohammad Mossadegh, leader du Front national. Les Britanniques, qui s'y opposent, demandent un arbitrage international tout en lançant un embargo maritime sur les produits iraniens passant par le golfe Persique. Ce qui prive le pays de revenus. *« Refusant tout compromis, Mossadegh va notamment jouer avec l'idée d'un rapprochement avec l'Union soviétique et les forces communistes. Ce qui en temps de Guerre froide inquiète sérieusement les Américains, dont le Shah s'était rapproché dès le début de son règne, mais aussi le clergé chiite. Ce dernier jouera d'ailleurs un rôle actif*

TOPFOTO / AURIMAGES - EVERETT COLLECTION / AURIMAGES - AKG-IMAGES / PICTURES FROM HISTORY

– et souvent sous-estimé – dans sa chute, en août 1953 », insiste Thierry Kellner. Le contentieux pétrolier se solde finalement en septembre 1954 par la création de la *National Iranian Oil Company*, dont la gestion est confiée à un consortium international. Et qui permet à l'Iran de récupérer 50 % des bénéfices.

La manne pétrolière est mise au service d'une industrialisation rapide du pays. Elle permet également au Shah d'engager des réformes de fond visant à propulser la société iranienne dans la modernité et faire de l'Iran une grande puissance régionale. Les terres arables, qui étaient jusqu'alors aux mains de grands propriétaires fonciers, de chefs de tribus ou du clergé chiite, sont en grande partie redistribuées aux paysans qui les travaillent. Dans la foulée, Mohammad Reza Shah lance sa « Révolution blanche ». Une vaste campagne d'alphabétisation est menée dans les campagnes. Les femmes se voient accorder le droit de vote et d'éligibilité (une innovation majeure dans le monde musulman). L'âge minimal du mariage est relevé graduellement à 18 ans pour les filles, lesquelles accèdent de plus en plus aux études supérieures, etc. Toutes ces réformes inspirées par l'Occident entraînent de profondes transformations sociétales et économiques. *« La croissance, de l'ordre de 10 % par an entre 1965 et 1974, permet l'arrivée d'investisseurs étrangers et l'émergence d'une classe moyenne »*, souligne Thierry Kellner. *« Le Shah, qui a aussi l'ambition de faire de l'Iran la puissance hégémonique dans la région du Golfe, entreprend également de développer et de moderniser son armée. »*

Cependant, la Révolution blanche échoue à réduire les inégalités sociales qui, au contraire, se creusent, tandis que les villes sont gonflées par l'exode rural. Surtout, elle suscite la colère des grands propriétaires terriens, des chefs tribaux et plus encore du clergé chiite qui voit son pouvoir considérablement réduit en raison de la sécularisation importante de l'enseignement et de la justice, l'occidentalisation de la société et de la perte d'une grande partie de ses biens à la suite de la réforme agraire. La contestation ne fait qu'enfler. À sa tête, le jeune ayatollah Rouhollah Khomeiny dénonce une dynastie Pahlavi vendue aux intérêts américains et la corruption de la classe dirigeante. Son arrestation, le 5 juin 1963, est suivie de violentes manifestations, poussant le gouvernement à instaurer la loi martiale. Des protestataires sont tués, d'autres emprisonnés. Khomeiny est libéré puis exilé. Et le régime prend un tournant autoritaire. En 1975, le Shah décrète le parti unique, se mettant à dos une bonne partie de la nouvelle classe moyenne qui escomptait avoir accès aux sphères politiques. L'effondrement des prix du pétrole, conséquence d'une baisse du dollar et des politiques de réduction des dépenses énergétiques des pays occidentaux, met le pouvoir dans une situation économique délicate. Le Grand bazar de Téhéran, l'un des bastions traditionalistes proches des religieux, gronde. Une vague sans précédent de manifestations populaires mêlant islamistes, marxistes et libéraux déferle sur le pays. Depuis son exil, Khomeiny redouble ses attaques. Les manifestations deviennent de plus en plus massives. Le Shah, malade, ne contrôle plus la situation. Le 7 janvier 1978, le quotidien *Ettela'at* publie un article injurieux pour Khomeiny. C'est la goutte de trop. Le lendemain, des émeutes éclatent dans la ville sainte de Qom qui sont violemment écrasées. Le 8 septembre, le « Vendredi noir » fait à Téhéran près de 200 victimes. Le 26 décembre, une grève de l'industrie pétrolière paralyse le pays. Trois semaines plus tard, Mohammad Reza quitte l'Iran. Khomeiny y revient lui, triomphalement, le 1er février, pour y proclamer la République islamique, mettant fin à 25 siècles de monarchie.

Fabienne Lemarchand

À LIRE

Histoire de l'Iran contemporain, **Mohammad-Reza Djalili et Thierry Kellner, La Découverte, 2024.**

Babisme et bahaïsme

En 1844, Sayyed Ali Mohammad, qui se fait appeler le *Bab*, « la porte », annonce être le représentant du douzième Imam. L'homme prône une religion plus ouverte, délivrée de la lourdeur du culte, l'égalité des hommes et des femmes, plus de justice sociale… Hérétique aux yeux du clergé chiite, le babisme aura des centaines de milliers de partisans qui seront persécutés et massacrés par le pouvoir et le clergé chiite. Arrêté en 1847, Sayyed Ali Mohammad sera exécuté trois ans plus tard. Sa mort est le point de départ d'un nouveau mouvement, le bahaïsme, fondé par Baha Allah, l'un des disciples du Bab exilé à Bagdad, distillant les mêmes préceptes que lui, prônant l'accès égalitaire de tous à l'éducation et ouvrant des dizaines d'écoles. Utilisés par la dynastie Pahlavi dans ses efforts de laïcisation du pays, les bahaïs sont devenus depuis la Révolution islamique la cible favorite du clergé chiite. Dès sa proclamation en 1979, la République islamique a instauré une politique de persécution systématique à leur égard, dénoncée par les Nations Unies. Considérés comme des citoyens de seconde zone et des ennemis intérieurs, leurs droits fondamentaux sont constamment bafoués. Les enfants sont l'objet de maltraitance planifiée par le ministère de l'Éducation. L'accès aux universités leur est interdit. Leurs propriétés et leurs commerces sont saccagés, leurs cimetières profanés, certains sont même assassinés.

Il n'existe pas de partis politiques en Iran proposant une alternative. »

Entretien avec le chercheur Clément Therme

Cahiers de Science & Vie : En 1979, la révolution islamique était plurielle. Comment les clercs chiites ont-ils su s'imposer durablement ?

Clément Therme : Il convient d'abord de rappeler que ni les Iraniens ni les Occidentaux ne saisissaient réellement ce que recouvrait l'idée d'une « révolution islamique ». La perspective d'une dictature religieuse leur paraissait inconcevable. Par ailleurs, les partisans de l'ayatollah Khomeiny n'étaient pas nécessairement la force armée la plus puissante de l'opposition, mais ils bénéficiaient de l'autorité d'un chef charismatique. En outre, tout comme les observateurs occidentaux, la gauche iranienne, souvent urbaine et sécularisée, a mal évalué la composition sociale du pays, en sous-estimant notamment le rôle central de la « paysannerie dépaysannée », selon l'expression du sociologue Farhad Khosrokhavar. Enfin, bien que minoritaires au sein du clergé, les khomeynistes étaient structurés, organisés, et avaient un réseau qui couvrait l'ensemble du pays. Le double discours tenu par Khomeiny entre Paris et Téhéran a permis à ses partisans de s'emparer du pouvoir sans que les autres forces révolutionnaires réalisent ce qui se jouait. La gauche a d'abord pris part à la révolution, avant d'être progressivement éliminée. Et l'invasion de l'Iran par Saddam Hussein et la guerre Iran-Irak ont ensuite contribué à consolider la République islamique, nourrissant la crainte d'un coup d'État et entraînant la création de deux forces armées distinctes. Les Gardiens de la Révolution, armée idéologique du régime, se sont formés en grande partie contre les minorités, en particulier les Kurdes. Quant à l'armée régulière, issue de l'ancienne armée impériale, elle a subi à son tour des purges après une tentative de coup d'État, malgré sa déclaration antérieure de neutralité.



CLÉMENT THERME, chercheur associé au Programme Turquie/Moyen-Orient de l'Institut français des relations internationales (IFRI), chercheur non-résident à l'Institut international d'études iraniennes (Rasanah) et chargé d'enseignement à l'Université Paul Valéry de Montpellier. Auteur entre autres d'*Idées reçues sur l'Iran*, aux éditions Le Cavalier Bleu (2025)

CSV : Le principe du *Velâyat-e faqih*, qui confère aux religieux la primauté sur les institutions politiques, est-il encore central ou montre-t-il des signes d'essoufflement ?

C.T. : On doit distinguer la crise de légitimité de l'État avec la doctrine. À la mort de Khomeiny, en 1989, une révision constitutionnelle a été mise en œuvre pour pallier le déficit de légitimité de son successeur, Ali Khamenei, un clerc de rang inférieur à son prédécesseur. Il fut alors promu au rang d'ayatollah et le principe du *Velâyat-e faqih* fut renforcé jusqu'à devenir absolu. La dimension autoritaire du régime (*nezam*) s'est accentuée, en dépit d'un discours mettant en avant une « société civile islamique » ou une « démocratie islamique ». Le Guide suprême détient le contrôle de l'appareil sécuritaire et des forces armées, ce qui fait de lui le véritable chef de l'État. Et si Khamenei est aujourd'hui menacé d'élimination par Israël et par les États-Unis, il a survécu à cinq présidents américains. Son pouvoir tient toujours sur le principe du *Velâyat-e faqih*, et toutes les tentatives de réforme ont avorté – certains conservateurs ayant même proposé de supprimer les élections. Et tous les Iraniens le savent : tant que ce régime perdure, ils sont condamnés à la pauvreté, pendant que les Gardiens de la Révolution s'enrichissent.

IFRI

En 1980, de jeunes Basijis, membres d'une milice volontaire iranienne, défilent avec une photo de l'ayatollah Khomeini pour célébrer le premier anniversaire de la révolution islamique.

NI LES IRANIENS NI LES OCCIDENTAUX NE SAISISSAIENT RÉELLEMENT L'IDÉE D'UNE RÉVOLUTION ISLAMIQUE

CSV : Quel rôle jouent précisément ces Gardiens de la Révolution dans le fonctionnement du régime et dans l'économie iranienne ?

C.T. : Leur poids économique est considérable, bien que difficile à chiffrer (entre 20 % et 60 % selon les sources). Il repose sur un système de connexions politiques rappelant les *siloviki* russes, qui leur permet d'accaparer les contrats publics, excluant le véritable secteur privé. Ils contrôlent ainsi l'énergie, la construction, les barrages, les aéroports, les télécommunications, Internet… – ce qui au passage facilite leur rôle de surveillance et de répression de la population. Ils restent toutefois sous l'autorité du Guide suprême, ayant pour mission de défendre la survie physique du régime, mais aussi les valeurs de la République islamique dans le monde entier : on les retrouve ainsi en Afrique, en Amérique latine, aux États-Unis, en France, bien que la priorité de la politique étrangère de la République islamique soit les mondes musulmans. Depuis 2009, ils ont pris le dessus dans la compétition entre les seize services de renseignement que compte le pays. Enfin, comme le montre encore une fois la vague d'arrestations ayant fait suite à la guerre des 12 jours, ils utilisent la pression extérieure pour réprimer à l'intérieur avec la milice du *Bassidj*.



Défilé de membres des Gardiens de la Révolution islamique (IRGC) lors du rassemblement annuel de la Journée d'Al-Qods, en soutien aux Palestiniens, à Téhéran, le 29 avril 2022.

ALFRED YAGHOBZADEH / SIPA - SOBHAN FARAJVAN / PACIFIC PRESS /SIPA

CSV : Les mobilisations populaires pourraient-elles faire chuter le régime ?

C.T. : On a évoqué la possibilité de la chute du régime impérial depuis le coup d'État manqué de 1953, mais jusqu'en 1978, nul n'imaginait le départ du Shah. Ensuite, on n'a pas cru à la révolution islamique et à son idéologie transnationale. Depuis, beaucoup reprennent son langage, avec un discours fataliste n'envisageant que deux issues : la survie du régime ou le chaos. Je pense au contraire qu'il faut cesser de comparer l'Iran à la Syrie ou à l'Irak, et plutôt regarder le Japon ou l'Allemagne d'après-guerre : à long terme, un régime aligné sur les aspirations nationales peut émerger. À court terme, le régime durcit sa ligne sécuritaire, mais plus il s'enferme dans son idéologie anti-israélienne, plus il perd le soutien populaire en raison des risques sécuritaires et de la dégradation de la situation économique. Les premières protestations remontent aux années 1990, sur fond d'inflation dans un régime



Manifestation à Téhéran, le 1er octobre 2022, après la mort de Mahsa Amini, 22 ans, arrêtée par la police des mœurs pour un voile jugé mal porté.

ultracapitaliste où les syndicats sont interdits. Puis viennent les manifestations étudiantes réprimées dans le sang après la fermeture d'un journal : les *bassidji* traquent des étudiants jusque dans leurs dortoirs. En 2009, la classe moyenne se mobilise contre des élections truquées : c'est le Mouvement vert, dernière mobilisation de masse, rassemblant des millions d'Iraniens avant que l'espace public ne soit verrouillé. Ensuite en 2017/2018 et en 2019, la contestation cible ouvertement le régime : la colère contre les « ayatollahs oligarques » éclate, et des slogans pro-Reza Shah réapparaissent. Enfin, en 2022, avec « Femme, Vie, Liberté », les revendications se cumulent : inégalités croissantes, hypocrisie religieuse, voile imposé… La jeunesse réclame une vie normale. Et la génération Z va encore plus loin que la Y, jusqu'à profaner le mausolée de Khomeiny. Les jeunes sont prêts à mourir pour obtenir un changement de régime.

CSV : Et qu'en est-il du programme nucléaire ? Bénéficie-t-il d'un soutien populaire ?

C.T. : Le régime le compare avec la nationalisation du pétrole à l'époque de Mossadegh ; pourtant, il a éliminé les mossadéristes ! En réalité, son programme nucléaire remonte au Shah qui l'avait relancé en 1973 pour réserver le pétrole à l'exportation, avec l'appui des puissances occidentales. La République islamique l'a d'abord interrompu, avant de le relancer pendant la guerre Iran-Irak, ce qui a éveillé les soupçons. Depuis, les services occidentaux suivent de près ce programme, et l'alarmisme nucléaire s'est développé, pour des raisons idéologiques et géopolitiques : le régime iranien tient un discours hostile à Israël et détient des otages occidentaux. Les Iraniens, eux, dénoncent l'usage politique du nucléaire : en focalisant l'attention internationale sur ce sujet, le régime détourne l'attention des violations des droits humains et des difficultés économiques. Pour autant, ils ne sont pas contre le nucléaire civil. Ce qui inquiète, comme partout, c'est le risque écologique (le réacteur de Bouchehr est en zone sismique) et le coût économique. Et si elle avait le choix entre sanctions et enrichissement de l'uranium, la population privilégierait la levée des sanctions.

CSV : Vous évoquiez la répression contre les Kurdes. Comment le régime gère-t-il les revendications des minorités ?

C.T. : Ces minorités sont majoritairement sunnites. Avant la guerre en Irak et les attentats de Daesh en Iran, il n'y avait pas de tensions confessionnelles : « ni chiite ni sunnite, révolution islamique », tel était le slogan de la révolution islamique, d'ailleurs bien accueillie par les Frères musulmans. Si la dimension sectaire a compté en Irak, à l'intérieur des frontières du pays, c'est avant tout la violence d'État qui s'exerce contre les mouvements sociaux. La répression est nettement plus brutale dans les provinces périphériques comme le Kurdistan ou le Baloutchistan iraniens qu'à Téhéran : elles concentrent plus de la moitié des 600 exécutions depuis le début de l'année ! Les Kurdes étaient déjà ciblés sous l'ancien régime, mais la répression des Baloutches s'inscrit davantage dans l'actuelle crise

> AVANT LA GUERRE EN IRAK ET LES ATTENTATS DE DAESH EN IRAN, IL N'Y AVAIT PAS DE TENSIONS CONFESSIONNELLES

SAZAD / SIPA

de légitimité. Dans cette province la plus pauvre du pays, le ressentiment est plus profond et le mouvement Femme Vie Liberté a duré plus longtemps. Et la capacité des groupes locaux à s'armer, combinée avec des liens transnationaux, alimente la paranoïa du régime, qui cherche systématiquement à ethniciser les mobilisations sociales pour les discréditer. Mais les plus persécutés restent les bahaïs, considérés comme l'ennemi intérieur par excellence.

CSV : L'Iran revendique une alliance stratégique avec la Chine et la Russie. Mais dans ce nouvel ordre mondial qui se dessine, s'agit-il vraiment d'un choix, ou plutôt d'un isolement déguisé ?

C.T. : Ce n'est pas un objectif, mais un choix par défaut. Le régime n'a pas d'option de coopération avec l'Occident, puisqu'il se nourrit de l'hostilité avec l'Occident pour survivre. La Russie et la Chine lui sont donc indispensables. La Chine, parce qu'elle lui achète, entre autres, plus de 90 % de son pétrole et investit dans ses grands projets. La Russie, c'est plus sécuritaire : elle lui a acheté missiles et drones, et l'Iran en espère un soutien pour reconstruire ses défenses aériennes. En somme, l'Iran, qui dépendait des États-Unis avant 1979, est tributaire de la Russie et de la Chine depuis la fin de la guerre froide, et plus encore depuis la rupture avec les États européens en 2018 – dans le sillage du retrait de Washington de l'accord sur le nucléaire. Les opposants dénoncent cette dépendance, comme hier ils dénonçaient celle du Shah à l'Occident. Mais même les réformistes suivent cette ligne une fois au pouvoir, faute d'alternative.

CSV : Finalement, ce régime peut-il se réinventer ou est-il condamné ?

C.T. : Le régime s'est déjà effondré idéologiquement ; en témoigne entre autres sa tentative de se réinventer via un retour au nationalisme préislamique pourtant longtemps nié. Il tient encore par la répression, le contrôle de la rente pétrolière, et l'appui de la Russie et de la Chine. Tant qu'il peut exporter son pétrole et payer ses forces de sécurité, il peut survivre. La comparaison avec l'URSS des années 1980 est éclairante même si trois différences s'imposent. D'abord, en Iran, c'est toujours le numéro deux qui veut réformer, jamais le Guide suprême. Ensuite, contrairement aux communistes, les dirigeants iraniens sont encore prêts à tuer leur propre population pour rester au pouvoir. Enfin, leur appartenance au clergé leur donne une cohésion supplémentaire. J'ajouterais qu'ils n'ont pas de porte de sortie à l'étranger, ce qui renforce leur entêtement. Mais aussi qu'il faut prendre en compte leur capacité de nuisance à l'échelle mondiale via le détroit d'Ormouz, la volonté de stabilité des acteurs régionaux, ou l'expérience des guerres d'Afghanistan et d'Irak. Ces peurs-là permettent au régime de se maintenir à court terme. Et si l'on évoque maintenant l'élimination de Khamenei comme élément déclencheur, pour l'instant, cela reste hypothétique.

CSV : Une fois les mollahs tombés, quels acteurs pourraient prendre le relais ?

C.T. : Face à une idéologie du régime datée des années 1950, la société iranienne est largement en avance en matière d'éducation, de connaissance des langues étrangères, et même de degré de sécularisation. Il existe par ailleurs en Iran une véritable solidarité entre militants, artistes, sportifs et universitaires qui laisse espérer une évolution positive. Cela dit, tout dépendra des modalités de la chute : un changement interne serait très différent d'un choc militaire externe. Il faut aussi cesser d'opposer la diaspora à la population intérieure : les médias persanophones basés à l'étranger (Iran International, Manoto, Voice of America, etc.) sont massivement suivis en Iran et brisent le monopole étatique de l'information. Enfin se pose la question de la pérennité des institutions politiques actuelles. Mais depuis 2009, le régime a mis fin à ce genre de débats, et la majorité de la population en Iran ne croit plus au changement dans le cadre actuel.

CSV : Peut-on espérer voir un jour en Iran un système démocratique et pluraliste ?

C.T. : Pour l'heure, il n'existe pas de partis politiques en Iran proposant une alternative hors du cadre idéologique khomeyniste, car le débat est totalement verrouillé. Les élites – avocats, médecins, intellectuels – sont soit en prison, soit en exil. À l'extérieur, le nom le plus connu reste Reza Pahlavi, héritier de l'ancien régime. D'après les sondages de l'institut Gamaan, près de 40 % des Iraniens ont une image positive de lui, liée à une forme de nostalgie : l'époque impériale évoque une économie plus prospère, une politique étrangère équilibrée, et davantage de libertés individuelles – bien que ce ne fût pas une démocratie. La question du futur régime – monarchie constitutionnelle ou république – divise la diaspora depuis qu'en 2022 le soulèvement « Femme, Vie, Liberté » a fait du changement de régime un scénario envisageable. Mais pour les Iraniens de l'intérieur, ce débat est prématuré : la priorité reste la chute du régime.

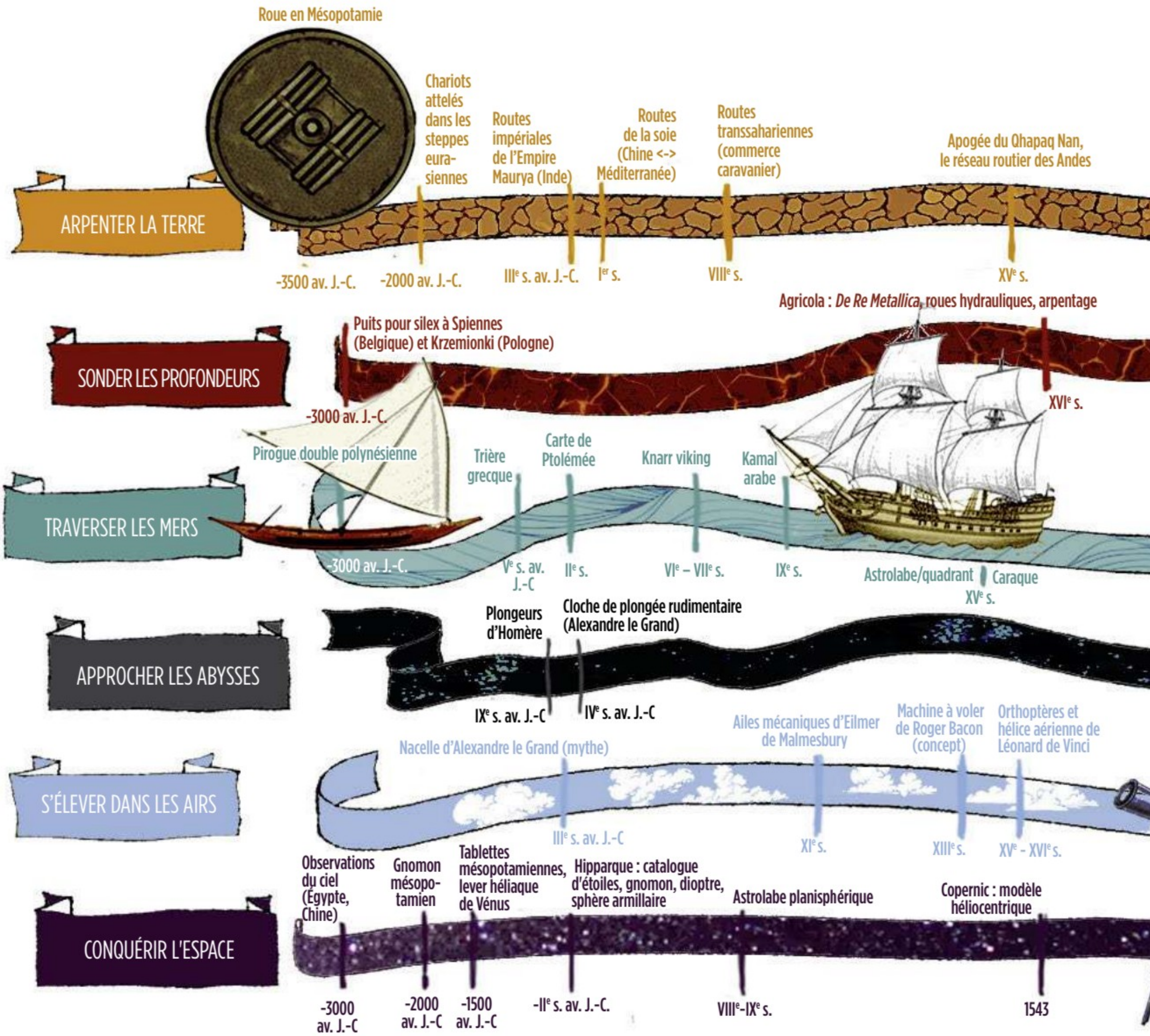
Propos reccueillis par Anne Lefèvre-Balleydier



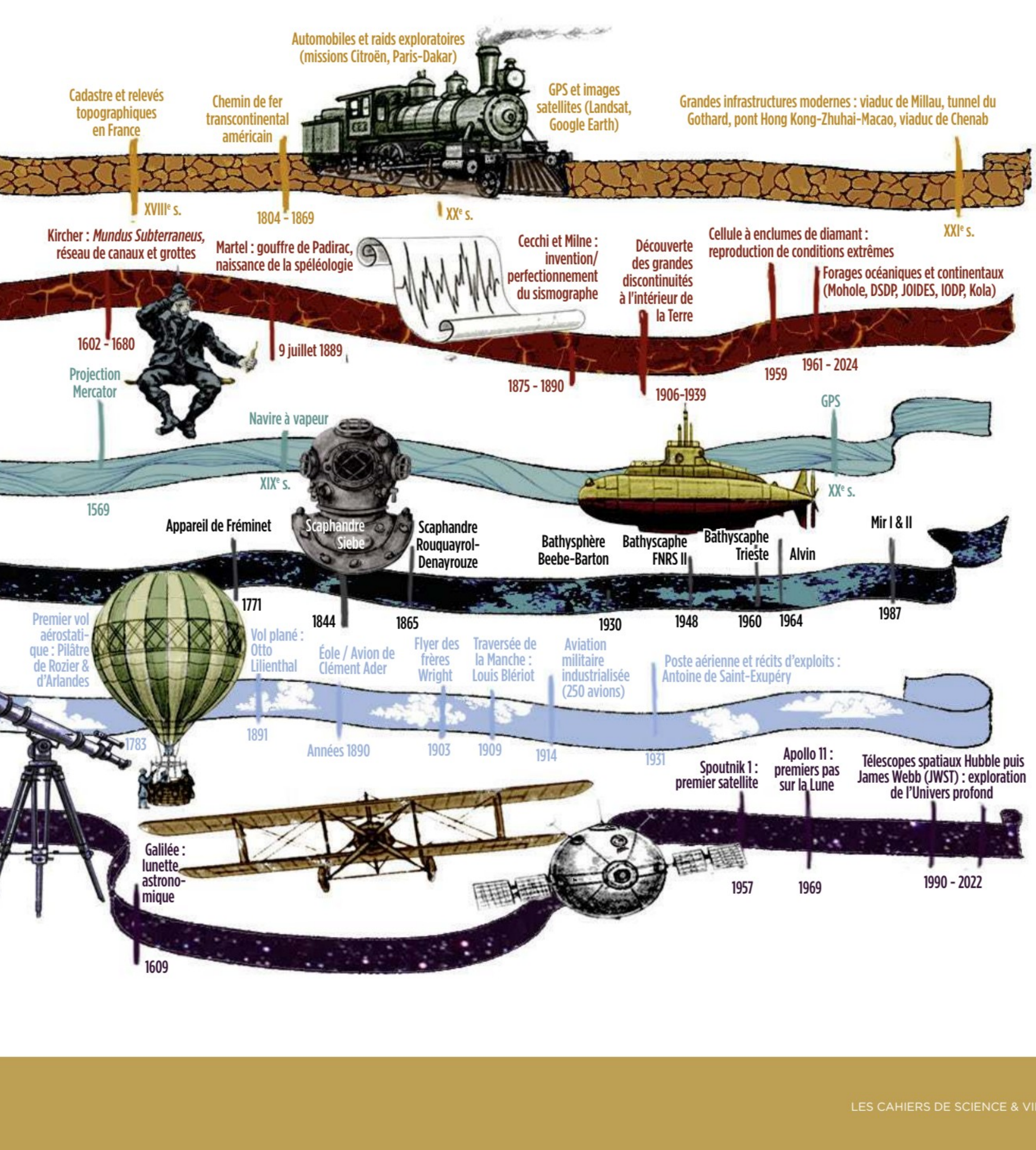
AP / SIPA

Émeutes après l'élection présidentielle contestée : des partisans de Mir Hossein Moussavi sont poursuivis par la police antiémeutes devant l'université de Téhéran, le 14 juin 2009. Quelques mois plus tard, le Dr Ramin Pourandarjani, qui avait dénoncé les tortures infligées aux manifestants arrêtés, est retrouvé mort par empoisonnement.

TOUJOURS PLUS LOIN !



L'INGÉNIOSITÉ, MOTEUR DES CONQUÊTES



COLOMBE DE VALLAVIEILLE

EXPLORER, C'EST ÉQUIPER UN RÊVE



L'exploration a toujours conjugué volonté de découvrir et capacité technique. Cartographier, naviguer, mesurer ou survivre : chaque outil a façonné les conquêtes humaines, révélant l'intime lien entre invention et ambition.

Un jour en Afrique, un homme a jeté l'os qu'il rongeait dans le feu, s'est levé et est parti vers le nord voir si l'herbe y était plus verte. L'humain est un vagabond. Depuis les premières migrations hors du continent originel voici 60 000 ans jusqu'aux dernières missions spatiales, l'exploration est dans sa nature, comme s'il ne pouvait se soustraire à ce besoin inné de franchir une montagne à l'horizon, remonter un cours d'eau jusqu'à sa source ou traverser les solitudes incendiées d'un désert.

Mais dès les origines, cet élan n'est pas seulement affaire d'instinct : chaque étape est indissociable d'un outil, d'un dispositif technique qui prolonge le corps et élargit le champ du possible – un galet taillé pour chasser avec plus d'efficacité, une pirogue creusée dans un tronc pour traverser un fleuve…

La silhouette de l'explorateur ne se dessine pleinement dans l'imaginaire collectif que tardivement. Le mot même n'apparaît dans le dictionnaire de l'Académie française qu'en 1718 avec cette définition lapidaire : *« Celui qui va ou qu'on envoie à la découverte d'un pays pour en connaître l'étendue, la situation. »* Jusqu'alors l'*explorator* était l'éclaireur de l'armée romaine, celui qui part en mission de reconnaissance en territoire ennemi. Au XVIII[e] siècle, le mot prend donc un sens géographique et savant, mais il reste marqué par la reconnaissance militaire et les contraintes matérielles : voir plus loin exige de meilleures lunettes d'approche, transmettre l'information nécessite des moyens de communication plus rapides.

Lorsqu'enfin émerge au XIX[e] siècle la glorieuse figure de l'explorateur occidental, conquérant au courage inoxydable, infatigable coureur d'horizons, parangon de vertu donné en exemple à la belle jeunesse de nos écoles, une flambée de récits rappelle dans un style poignant et dramatique tous les périls qu'il lui a fallu affronter. Sur les gravures et les lithographies de *l'Illustration* ou du *Petit Journal*, les défricheurs des glaces courbent l'échine, la barbe givrée, sous les assauts du blizzard tandis que les nez et les oreilles gelés prennent congé de leur propriétaire sans préavis. Pendant ce temps, dans le désert, les aventuriers échappent de justesse aux rezzous de nomades belliqueux avant d'être ensevelis sous une tempête de sable. Les premiers mènent une vie de Néandertal, tentant de se réchauffer à la flamme d'une lampe à la graisse de phoque ou agonisent, recroquevillés sous un abri de fortune, en mâchouillant le cuir de leur ceinture, les babines déjà retroussées par le scorbut. Les seconds divaguent d'une dune à l'autre, la langue gonflée par la soif, au milieu de scorpions et de vipères à cornes à l'affût du moindre faux pas.

DU COURAGE ET DES OUTILS

Derrière ces exploits, la technique reste cruciale : pour affronter le blizzard, il faut non seulement un manteau épais, mais aussi un moyen de mesurer la latitude à travers la tempête ; pour traverser un désert, il faut savoir localiser un point d'eau sur une carte et se repérer au compas. La survie devient un laboratoire où se testent et s'inventent les solutions techniques de demain.

Cartographier, documenter, tracer le cours d'un fleuve, orienter une chaîne de montagnes, localiser les ruines d'une civilisation disparue, inventorier une nouvelle espèce de cactus, bref, repousser les frontières du savoir requiert autant de courage que de maîtrise technique. Les grandes circumnavigations de Cook, Bougainville ou Lapérouse illustrent parfaitement cette combinaison : navigation au sextant, cartographie rigoureuse et instruments de bord sont indispensables pour affronter l'océan et inscrire leurs noms dans l'histoire. De même, Richard Francis Burton, déguisé en Afghan pour se rendre à La Mecque, ou Speke, en quête des sources du Nil, doivent s'appuyer sur leurs connaissances techniques – outils de mesure, relevés cartographiques, orientation précise et savoir-faire culturel – pour franchir des territoires inconnus et consigner leurs découvertes.

Au-delà de la soif de connaissance, ces explorateurs partagent le désir d'être les premiers, de se surpasser et de se réaliser. Amundsen, dans sa quête du pôle

***Le Voyageur contemplant une mer de nuages*, par Caspar David Friedrich, 1818.**

WORLD HISTORY ARCHIVE / AURIMAGES

Sud, forge sa légende en conjuguant audace et techniques polaires rigoureuses. En 1930, Michel Vieuchange, déguisé en femme pour atteindre Smara, paie de sa vie une témérité mal outillée : son aventure dit bien que l'audace seule ne suffit pas.

Dès que l'exploration quitte le domaine des aventuriers solitaires pour devenir entreprise organisée, la maîtrise technique s'intègre aux logiques collectives et étatiques. Le faisceau des motivations individuelles – curiosité scientifique, désir de s'accomplir, refus des normes sociétales – s'effiloche face à la raison d'État. Les expéditions de Colomb répondent au besoin de trouver un accès direct aux épices et autres richesses orientales. Il s'agit de découvrir de nouvelles routes commerciales, de nouvelles ressources, de nouvelles terres cultivables… et gagner de nouvelles âmes à la sainte foi. Au sortir des guerres napoléoniennes, l'Europe à l'étroit dans ses frontières multiplie ces odyssées, mais aux nobles buts scientifiques se superposent des objectifs économiques, religieux, bientôt colonialistes. L'aventure se fait nationale. Et l'aventurier est de moins en moins seul : les missions sont encadrées par les gouvernements, mais aussi par des sociétés savantes au cahier des charges de plus en plus précis. L'élan originel se mue en collecte de données sur les ressources et les marchés potentiels des contrées explorées. Il faut bien que les philanthropes qui financent ces voyages rentrent dans leurs frais.



Sir Edmund Hillary, alpiniste et explorateur néo-zélandais, et Tenzing Norgay, sherpa népalais, près du sommet du mont Everest, le 28 mai 1953.

À CHAQUE CONQUÊTE SA TECHNIQUE

L'investissement technologique devient un préalable incontournable : acheter les instruments, armer les navires, équiper les membres de l'expédition exige des moyens considérables, et conditionne la faisabilité même des projets. Sans les caravelles des frères Pinzón, Colomb serait resté à quai. Ainsi, chaque grande phase d'exploration coïncide avec un saut technique : le portulan, l'astrolabe et la caravelle ouvrent la voie des « Grandes Découvertes » ; le télégraphe, les navires à vapeur et le train soutiennent l'épopée coloniale ; le scaphandre, le bathyscaphe, la fusée ou le satellite rendent possible l'accès aux abysses et à l'espace. De la même façon, les progrès de la médecine, comme la découverte des effets de la quinine sur le paludisme, réduisent l'ampleur de l'hécatombe qui fauchait les Européens dans les jungles africaines ou asiatiques et favorisent leur pénétration. Ce lien organique entre motivation et innovation forme une boucle : le désir d'aller plus loin engendre de nouveaux outils, et ces outils ouvrent à leur tour des horizons inaccessibles auparavant. Les environnements extrêmes requièrent chacun de nouvelles approches techniques.

Bardés d'instruments dernier cri, les explorateurs occidentaux ont cru détenir le monopole du « mieux voir » et du « mieux atteindre », ignorant souvent que d'autres civilisations avaient développé leurs propres outils et méthodes : pirogues à balancier austronésiennes capables de traverser l'océan Pacifique bien avant les caravelles, réseaux de pistes et d'orientation astronomique en Afrique ou en Polynésie, cartes mentales gravées sur bois chez les navigateurs micronésiens. Qu'en est-il d'Hirkhouf, cet Égyptien qui dès le XXIII[e] siècle av. J.-C., conduit des missions exploratoires vers les « terres de Yam », un royaume situé au sud de la Nubie ? Ou du moine chinois Xuanzang qui au

LES OCCIDENTAUX ONT CRU DÉTENIR LE MONOPOLE DU «MIEUX VOIR» ET DU «MIEUX ATTEINDRE»

THE GRANGER COLL NY / AURIMAGES





VII[e] siècle traverse la Chine, l'Inde et le Népal à la recherche de textes bouddhiques originaux ? Et tous ces marins anonymes partis de Taïwan pour coloniser les îles du Pacifique à bord de leurs pirogues à balancier voici plus de 3000 ans ? L'explorateur blanc est arrivé bien plus tard. Alors que les Portugais avaient à peine dépassé Madère, l'amiral Zheng He au service des Ming avait déjà mené plusieurs expéditions jusqu'aux côtes africaines. Les récits européocentrés ont véhiculé le mythe du « premier contact », tirant un trait sur le fait que la plupart des sociétés « découvertes » étaient connectées au monde depuis longtemps. Les aborigènes australiens n'ont pas attendu Cook pour faire négoce avec les pêcheurs indonésiens.

Illustration fictionnelle montrant Martin Lund, de la Coast Wrecking Company, attaqué par une pieuvre lors d'une plongée sur l'épave de la Pomona. (gravure en couleur in *Le Petit Journal*, 24 janvier 1909).

DE LA DOMINATION À LA RÉPARATION ?

Il est grand temps de remiser le casque colonial au vestiaire et de se placer du côté de « l'exploré ». Pour lui, l'exploration a trop souvent été le prélude de la conquête, du pillage des ressources, de l'effondrement culturel, de la spoliation des terres… Réduit à un élément du décor, une simple figure exotique, il a souvent vu son savoir invisibilisé. Humboldt ou Livingstone découvrent ainsi des plantes médicinales connues des locaux depuis des siècles.

Les outils scientifiques et les cartes élaborées par les Européens se sont souvent construits sur des savoir-faire et des instruments indigènes, réappropriés et reformatés pour les besoins coloniaux.

La technologie, souvent présentée comme neutre, a accompagné – et parfois accéléré – la spoliation des terres et l'effacement culturel, via la cartographie imposée, la toponymie effacée ou la collecte, sans reconnaissance, des savoirs locaux. Mais de même qu'elle a servi la domination, elle peut aujourd'hui contribuer à la réparation : numérisation des archives orales, restitution 3D des sites détruits, suivi satellitaire pour protéger des terres autochtones. Et si la prochaine révolution technique ne visait pas seulement à étendre nos cartes, mais à explorer nos propres capacités cognitives et sensorielles ? Souvent synonyme de domination, elle pourrait, à rebours, peut-être devenir un instrument de connaissance réciproque, voire de réparation.

Christophe Migeon

L'astronaute Edward H. White II, pilote de la mission Gemini-Titan 4, effectue le premier vol américain comportant une sortie dans l'espace : il flotte en apesanteur lors du troisième tour du vaisseau spatial, le 3 juin 1965.

AKG-IMAGES - NASA

ARPENTER LA TERRE

AU COMMENCEMENT, **IL Y EUT LA ROUTE**

Le territoire n'a jamais été donné, il s'est toujours conquis. Avant d'explorer le monde, il faut pouvoir s'y déplacer. Toute entreprise d'exploration terrestre commence donc par une question logistique : comment se frayer un chemin ?

Dans les brumes du IVe millénaire avant notre ère, quelque part dans la plaine alluviale de Mésopotamie, un potier observe le mouvement hypnotique de son tour. Ses mains façonnent l'argile qui tourne, encore et encore, dans un ballet parfait entre la matière et le geste. Il ne sait pas qu'il tient entre ses doigts l'une des inventions les plus révolutionnaires de l'histoire humaine : la roue.

Car c'est bien là, dans l'atelier d'un artisan anonyme de Sumer, que naît, vers 3500 av. J.-C., ce disque percé qui va transformer le monde. Conçues au cœur d'une des plus anciennes civilisations urbaines, les premières roues ne sont pas le fruit du hasard, mais celui de la nécessité : celle de produire plus vite, mieux, plus régulièrement. Elles ne roulent pas. Elles tournent sur place, solidaires de leurs tours de potier. Il faudra attendre plusieurs siècles pour qu'un génie inconnu ait l'idée de redresser la roue, de la fixer à un essieu et d'y atteler un bœuf ou un cheval. Le char est né.

Dès lors, l'innovation se propage comme une traînée de poudre le long des pistes et des champs qui commencent à mailler le continent asiatique, de Sumer à l'Indus, de l'Égypte à la Chine, favorisant l'agriculture et la circulation des armées, des marchandises, des idées. Avec la roue, les empires entrent dans l'ère des grands trajets terrestres.



Scène de char de guerre tiré par deux chevaux piétinant un ennemi (incrustations de nacre et d'ivoire, art mésopotamien de Mari, Sumer, IIIe millénaire av. J.-C.).

COLLECTION DAGLI ORTI / MUSÉE NATIONALE DAMAS SYRIE / GIANNI DAGLI ORTI / AURIMAGES

L'Inde de l'empire Maurya institue un réseau routier d'échelle impériale, structurant son territoire avec une cohésion rare en Asie du Sud à cette époque. Au IIIe siècle av. J.-C., l'empereur Ashoka fait ainsi tracer de longues voies impériales entre sa capitale de Pataliputra (actuelle Patna) et les confins de son royaume pour faciliter les déplacements militaires, administratifs et commerciaux. Les édits d'Ashoka, gravés sur des piliers et des rochers dispersés dans tout le sous-continent indien nous disent que *« sur ces routes, des puits ont été creusés et des arbres plantés à l'usage des hommes et des bêtes »*. *« Selon Mégasthène (ndlr : ambassadeur d'un des généraux d'Alexandre le Grand à la cour de l'empereur,* rappelle l'historien Gérard Fussmann dans *Pouvoir central et régions dans l'Inde ancienne, il existait un service de travaux publics chargé de*

construire ces routes, de les entretenir et d'installer des bornes tous les dix stades (ndlr : soit 1850 mètres). »
Vers le nord, un autre réseau d'échanges se densifie, plus ancien qu'on ne le croit souvent. Mentionnées dans les chroniques chinoises à partir du IIe siècle av. J.-C. – mais empruntées dès la fin du néolithique selon les archéologues –, les voies qui deviendront plus tard les Routes de la soie tissent dans nos imaginaires un fil rouge entre l'Europe et l'Asie. Leur tracé principal reliait Xi'an, en Chine à Antioche, dans l'actuelle Syrie, traversant le bassin du



Chasse royale d'Assurbanipal : le roi sur son char. Relief provenant de Ninive, v. 645 av. J.-C., Assyrie.

Tarim, la Sogdiane, la Bactriane, puis l'Empire parthe avant d'atteindre la Méditerranée. Deux grandes branches contournaient le désert du Takla-Makan : l'une au nord, l'autre au sud, se rejoignant à Kachgar avant de franchir les hautes montagnes d'Asie centrale. Outre la soie, que les Chinois utilisent alors comme monnaie d'échange, ces routes véhiculent épices, jade, porcelaine, or, idées, religions et innovations techniques. Les échanges favorisent l'introduction en Chine de nouvelles technologies comme le bronze, mais aussi la diffu-

COLLECTION DAGLI ORTI / BRITISH MUSEUM LONDRES

sion de l'art bouddhique et de religions venues d'Inde ou d'Occident.

« Loin de l'image idéalisée que l'on s'en fait aujourd'hui, les Routes de la soie répondent pourtant avant tout à une logique de conquête, de prédation, de domination », rappelle Mathieu Flonneau, historien des mobilités à l'Université Paris 1-Panthéon-Sorbonne. Dynasties Han et Tang en Chine, empires parthe et perse, puis byzantin à l'ouest… Tout au long de ces chemins, les grandes puissances traversées développent des infrastructures qui assoient leur pouvoir. Inscrites au Patrimoine mondial de l'UNESCO, les voies antiques du corridor de Chang'an-Tian-shan qui ont pris forme sur 5000 km entre le IIe siècle av. J.-C. et le Ier siècle apr. J.-C. abritaient ainsi des villes/palais, des établissements de commerce, des grottes bouddhistes, des relais de poste, des tours balises, des fortifications de la Grande Muraille… Les variations extrêmes de la géographie et des climats illustrent les défis techniques posés aux bâtisseurs. Passant de -154 mètres au-dessous du niveau de la mer à +7 400 mètres, les pistes frôlent des fleuves, des lacs, des déserts, des cimes enneigées.

LA VOIE ROMAINE

Pendant que les grandes dynasties asiatiques quadrillent les steppes et les oasis, Rome, elle aussi, inscrit sa puissance dans la pierre. Lorsque Jules César débarque en Gaule en 58 av. J.-C., il découvre avec surprise un territoire déjà sillonné de routes. Dans ses *Commentaires sur la guerre des Gaules*, le général romain témoigne de la rapidité de progression de ses légions grâce à un *« réseau routier important et performant »* préexistant. Les Gaulois circulaient *« avec de nombreux chars et beaucoup de bagages »*, nécessitant des voies *« décemment entretenues »*. Cette réalité archéologique, confirmée par les découvertes récentes de Cagny, dans le Calvados ou de Triguères, dans le Loiret, bouscule le mythe tenace de la « tabula rasa » romaine. Les fouilles révèlent des vestiges de routes gauloises constituées de voies empierrées encadrées de fossés, témoignant d'une maîtrise technique déjà avancée.

Si aucun empereur ne peut revendiquer la paternité exclusive du réseau en Gaule, le général Agrippa, proche d'Auguste, joue un rôle déterminant. Au Ier siècle av. J.-C., il donne le coup d'envoi au « réseau d'Agrippa » qui fait de Lugdunum/Lyon, le centre névralgique de la Gaule. Quatre grands axes rayonnent depuis cette capitale stratégique : vers Rome, Cologne, Boulogne-sur-Mer et Bordeaux. Cette centralisation révèle une vision politique autant que technique : il s'agit de contrôler la Gaule depuis un point unique tout en facilitant les communications avec l'Italie. Jalonnées de bornes et d'étapes, ces voies dépassent largement leur fonction militaire. Elles permettent d'acheminer de ville en ville le courrier de l'administration impériale. *« La route, c'est aussi la voie ouverte au magistrat qui dit le droit et impose la paix, aux marchandises qui cheminent de province à province et à la culture romaine qui atteint les terres les plus lointaines du continent européen et s'y diffuse »*, note l'archéologue Albert Grenier dans *Les voies romaines en Gaule*. Le génie romain réside dans la standardisation des chaussées. Armés de la *groma* pour tracer des perpendiculaires, du chorobate pour calculer les niveaux et de la dioptre pour le nivellement, les arpen-



Qhapaq Ñan, réseau de routes andin. Section de la route inca pavée entre Huánuco Pampa et Huamachuco au Pérou.



Section initiale du corridor Chang'an-Tian-shan des Routes de la soie. Long de 5 000 kilomètres, il relie Chang'an/Luoyang et Jetyssou et a été établi entre le IIe siècle av. J.-C. et le Ier siècle apr. J.-C.

JOSÉ LUIS MATOS MUÑASQUI/MINISTERIO DE CULTURA, PERÚ/UNESCO - BELYALOV/ARCHAEOLOGICAL EXPERTISE SCIENTIFIC- RESEARCH ORGANIZATION/UNESCO



Koubilaï Khan remet leur passeport aux frères Polo, Niccolò et Matteo, v. 1265-1269 (extrait du *Livre des Merveilles de Marco Polo*, miniature du début du XV[e] siècle)

teurs ont l'obsession de la rectitude. Après débroussaillage, les ouvriers creusent une tranchée qu'ils remplissent de grosses puis de moyennes pierres pour le drainage, avant d'ajouter une couche de graviers tassée. *« Une structure stratifiée, surélevée, bordée de fossés qui résiste au gel et aux inondations et anticipe le principe du macadam inventé en 1820 par l'Écossais John McAdam »*, constate Mathieu Flonneau.

Mais l'ingéniosité ne se limite ni à l'Euphrate ni au Tibre. Sur d'autres continents, d'autres civilisations conçoivent, chacune à leur manière, les réseaux adaptés à leur relief et à leurs contraintes. Après la conquête de l'Afrique par les Arabes, dès le VIII[e] siècle, les routes transsahariennes relient le Maghreb aux empires du Sahel. Parcourues par les caravanes de dromadaires, elles transportent l'or, le sel, les esclaves, l'ivoire et les peaux d'oryx (qui servent à fabriquer les boucliers) depuis les royaumes du Ghana et du Mali ; le blé, les armes, les étoffes, les poteries et les savoirs islamiques depuis l'Afrique du Nord. Elles s'appuient sur une connaissance aiguë du désert et sur une infrastructure d'étapes, de puits, de relais – souvent ignorée des récits européens.

DES ANDES À PÉKIN

Dans les Andes, sans roue ni cheval, l'Empire inca déploie un vaste réseau routier estimé à plus de 20 000 km, le *Qhapaq Ñan* – jusqu'à 30 000 ou 40 000 km si l'on inclut toutes les ramifications –, franchissant cordillères, déserts et forêts de nuages. Ponts suspendus, relais (*tambos*), dépôts (*qollqas*) et

Du cheval à la voiture électrique, petites révolutions de la mobilité

La domestication du cheval débute il y a 4 200 à 5 500 ans, d'abord dans les steppes du Kazakhstan, puis dans le nord du Caucase, où le cheval moderne est sélectionné pour sa docilité et sa robustesse. Pour la première fois, les sociétés humaines disposent d'un animal rapide, endurant et apte à porter ou tracter des charges sur de longues distances. L'invention du char vers 2000 av. J.-C. amplifie cette révolution : attelé à des chevaux, il devient un atout militaire, accélérant la diffusion des peuples et des cultures à travers l'Eurasie. Bien plus tard, au début du XIX[e] siècle, la draisine, ancêtre de la bicyclette, introduit la mobilité individuelle pour tous. Quasiment inexistants il y a dix ans, les vélos à assistance électrique connaissent aujourd'hui un essor spectaculaire, permettant des trajets plus longs et plus fréquents. Quant à la voiture à moteur, apparue à la fin du XIX[e] siècle, elle se réinvente en version électrique avec des progrès majeurs sur l'autonomie (plus de 600 km sur certains modèles), la recharge ultrarapide (moins de 20 minutes) et des réglementations européennes ambitieuses visant à interdire la vente de véhicules thermiques dès 2035.

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE, PARIS / HERITAGE IMAGES / AURIMAGES

messagers à pied (*chasquis*) permettaient qu'un message soit transmis sur des centaines de kilomètres en une journée grâce au système de relais. Ce système, unique dans le Nouveau Monde, confirme que toute exploration de la Terre commence par une infrastructure logistique rigoureuse. De la Mésopotamie aux Andes, un même principe traverse les siècles : avant toute conquête ou échange, il faut préparer le sol. La pérennité des voies antiques sidère. Au XIII[e] siècle, l'explorateur Marco Polo emprunte les Routes de la soie. Parti de Venise en 1271 à 17 ans avec son père et son oncle, il traverse la Terre sainte, la Turquie, la Perse, l'Asie centrale et la Mongolie pour rejoindre la cour de l'empereur mongol Kubilai Khan à Pékin. Le but du voyage est double : établir des relations diplomatiques et augmenter le commerce de la soie en Occident en limitant les intermédiaires et les taxes. Le récit de son périple, qui dure près de vingt ans, marque l'Occident. *« À partir du XV[e] siècle, ce réseau de routes essentiellement terrestres a décliné au profit des routes maritimes que sillonnaient les navires des Indes orientales »*, explique l'économiste Jean-François Huchet. *Mais depuis 2013, la République populaire de Chine relance l'esprit de ces anciennes pistes à travers les Nouvelles routes de la soie, un colossal projet d'infrastructures (lignes ferroviaires, routes, ports) visant à connecter l'Asie, l'Europe et l'Afrique. » « Le Moyen Âge n'a guère ajouté au système de communications romaines en Gaule*, constate de son côté Albert Grenier. *Les chaussées Brunehaut qui reliaient les cités de l'ancienne Belgique sont des voies léguées par les Romains. Tout au plus Charlemagne a-t-il réparé quelques routes anciennes. »* Au XVIII[e] siècle, le tout nouveau corps des ingénieurs des Ponts et Chaussées, mené par l'intendant Trudaine, s'appuie également sur les tracés romains, souvent les plus directs et les mieux adaptés au relief, pour établir les grandes routes royales en France. Seules les techniques de construction évoluent : on renforce les chaussées avec des matériaux plus résistants, on généralise les remblais et les fossés pour l'écoulement des eaux. Une politique que Napoléon Bonaparte, en bon stratège, poursuit et amplifie après la Révolution en ordonnant l'extension du réseau vers l'est de la France et les frontières de son Empire.

LES GRANDES TRAVERSÉES MODERNES

Les ambitions colonisatrices des nations européennes ouvrent l'ère des grandes traversées modernes. Bien que de courte durée (1798-1801) et soldée par le retrait précipité des troupes françaises, l'expédition de Bonaparte en Égypte a pour but d'affaiblir la Grande-Bretagne en coupant la route des Indes et de contrôler l'isthme de Suez, passage clé entre la Méditerranée et la mer Rouge. Les travaux des cartographes qui accompagnent Bonaparte en Orient transforment surtout des espaces inconnus en territoires connus, mesurés, délimités. *« Dans le temps long, leurs relevés vont soutenir la logique productiviste des puissances coloniales et servir à planifier les opérations militaires, organiser l'exploitation*



Lewis et Clark en pourparlers avec des Amérindiens au début de leur expédition (gravure en couleurs d'après un récit contemporain, 1811).

THE GRANGER COLL NY / AURIMAGES

des ressources, faciliter le contrôle et l'administration des populations locales », reprend Mathieu Flonneau. Au milieu du XIX[e] siècle, tous les pays occidentaux suivent la même dynamique expansive à travers la Terre, emboîtant le pas à des explorateurs audacieux. En 1849, le missionnaire et médecin écossais David Livingstone est le premier Européen à traverser l'Afrique d'ouest en est, de l'Angola au Mozambique. Financées par la Royal Geographical Society de Londres et soutenues par le gouvernement britannique, ses expéditions ouvrent la voie au « partage de l'Afrique » par les puissances coloniales. De l'autre côté de l'Atlantique, l'expédition Lewis et Clark, lancée en 1804 par le président Thomas Jefferson, amorce la conquête de l'Ouest américain. Mandatés pour explorer les territoires récemment acquis lors de l'achat de la Louisiane, Meriwether Lewis et William Clark quittent Saint-Louis avec une quarantaine d'hommes, traversent les Montagnes Rocheuses et atteignent l'océan Pacifique en 1805, cartographiant près de 13 000 km de terres inconnues et nouant des contacts avec de nombreuses tribus amérindiennes.

Le monde entre alors de plain-pied dans l'ère industrielle. Depuis l'invention de la locomotive à vapeur par l'ingénieur britannique Richard Trevithick, en 1804, mais aussi de machines comme les foreuses mécaniques à air comprimé qui permettent de percer des tunnels ou des ponts suspendus à la Eiffel enjambant fleuves et vallées, un nouveau défi taraude les Nations émergentes que sont les États-Unis d'Amérique et la Russie : la conquête de leur territoire intérieur par le rail. Achevé en 1869, peu après la guerre de Sécession, le premier chemin de fer transcontinental américain relie Omaha, au Nebraska, à Sacramento, en Californie. Sa construction nécessite des prouesses techniques pour traverser Rocheuses et Sierra Nevada, mobilisant des milliers d'ouvriers, souvent immigrés chinois. Le gouvernement fédéral finance les travaux en vendant des concessions de terres aux compagnies de chemin de fer privées. *« Le passage à horaires fixes des trains à vapeur permet surtout de cadencer et d'égaliser le territoire, de le rendre plus efficace »*, remarque Mathieu Flonneau. Villes et bourgades se développent le long des voies, l'agriculture et l'industrie accèdent à de nouveaux marchés, la mobilité des populations s'accroît. La construction du Transsibérien, lancé en 1891 par le futur Nicolas II à Vladivostok pour relier l'Extrême-Orient russe à Moscou sur près de 10 000 km devient de même un axe majeur du développement économique eurasiatique.

Au XX[e] siècle, l'automobile devient un nouvel instrument de conquête des espaces encore vierges de voies carrossables. Les grandes traversées africaines ou asiatiques en voiture – d'abord héroïques, bientôt sportives ou commerciales – accompagnent l'essor des réseaux routiers modernes. Les missions Citroën (la croisière noire, la croisière jaune), les raids transsahariens des années 1920-1930 ou encore le rallye Paris-Dakar, lancé en 1979, témoignent d'un imaginaire techniciste où la voiture, doublée de la route, dompte l'inconnu.

Les routes n'ont jamais été neutres : elles façonnent les empires, distribuent les richesses, tracent les frontières. Explorer la terre a longtemps signifié la quadriller, la dominer. Mais à l'heure de l'anthropocène, cette logique de maîtrise montre ses limites. L'exploration terrestre pourrait désormais signifier non plus conquérir, mais se retirer – tracer des chemins de frugalité, de repli stratégique, d'effacement volontaire. Apprendre à défaire la route.

Pascale Desclos



Vue aérienne par drone du pont Hong Kong-Zhuhai-Macao, région de la Grande Baie Guangdong–Hong Kong–Macao, l'une des zones les plus dynamiques de Chine.

XINHUA / LIU DAWEI / SIPA

Le XXI[e] siècle franchit l'obstacle

Les nouvelles infrastructures conçues pour franchir des obstacles naturels impressionnent par leur audace architecturale et leur technologie avancée.

- **Le Viaduc de Chenab (Inde, 2024).** Reliant la région montagneuse du Cachemire avec le reste du pays par-dessus la rivière Chenab, c'est le plus haut pont ferroviaire du monde, à 369 mètres. Matériau utilisé : un acier capable de résister à des températures de -20 °C et des vents de 200 km/h.
- **Le Pont de Hong Kong-Zhuhai-Macao (Chine, 2018).** Long de 55 km, il combine ponts, tunnels immergés et îles artificielles pour relier trois des plus grandes villes chinoises.
- **Le Tunnel du Gothard (Suisse, 2016).** Le plus long tunnel ferroviaire du monde (57 km) traverse les Alpes grâce à des tunneliers géants et une ventilation sophistiquée.
- **Le Viaduc de Millau (Aveyron, France, 2004).** Ce majestueux pont à haubans, long de 2460 mètres, traverse la vallée du Tarn grâce à des piles géantes et un tablier métallique allégé.



TROIS MILLE ANS **DE CARTES**

Des parchemins antiques aux images satellites, la carte n'a jamais été un simple reflet du monde : elle l'ordonne, le déforme, le rêve, le conquiert. Outil de pouvoir autant que déclencheur d'aventure, elle raconte l'histoire de nos ambitions terrestres et de nos visions de l'espace.

1494, Worms, Allemagne. Dans la pénombre poussiéreuse d'une bibliothèque monastique, l'humaniste Conrad Celtes découvre un trésor oublié : un rouleau de parchemin long de près de 7 mètres sur 34 centimètres. Déployé sur une table, ce document révèle Rome au centre d'un univers déformé, où la Méditerranée n'est qu'un mince trait bleu et où l'Italie s'étire comme un ruban. Cette trouvaille, que Celtes lègue à son ami Konrad Peutinger, va révolutionner notre compréhension de l'Empire romain.

Car cette Table dite « Peutinger » n'est pas une carte ordinaire. Imaginez plutôt le premier « plan de métro » de l'Histoire : il figure 555 villes et 3500 particularités géographiques reliées par 200 000 kilomètres de routes impériales. Rome y apparaît symbolisée par une déesse tenant un globe et un sceptre, confirmant que tous les chemins mènent vers la Ville éternelle. Cette copie médiévale, réalisée vers 1265 par des moines de Colmar, reproduit une carte romaine du IVe siècle, elle-même probablement inspirée de la carte du monde gravée dans le marbre sur le Portique d'Agrippa à Rome.

AKG-IMAGES / DE AGOSTINI PICTURE LIBRARY

Conçue comme un guide routier pratique pour les voyageurs de l'Empire, elle sacrifie délibérément la géographie réaliste à l'efficacité : peu importe que l'Espagne et l'Angleterre semblent voisines, l'essentiel est de connaître les distances exactes entre chaque étape, exprimées en milles romains. Aujourd'hui conservée à la Bibliothèque nationale de Vienne et inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO, cette œuvre unique témoigne d'une époque où Rome organisait l'espace selon sa propre logique de pouvoir et de contrôle. Les premières représentations cartographiques chinoises ne cherchaient pas plus la précision topographique. Datée de 168 av. J.-C., la carte sur soie exhumée dans les années 1970 de la nécropole de Mawangdui, dans la province du Hunan, révèle une conception du monde où montagnes, fleuves et territoires s'organisent selon les principes du feng shui. Pour les empereurs de la dynastie Han qui la commanditèrent, représenter l'Empire du Milieu revenait à projeter l'ordre céleste sur terre, chaque élément géographique trouvant sa place dans un équilibre cosmique minutieusement orchestré.

Ces cartes antiques révèlent une autre vérité fondamentale : cartographier, c'est un moteur de rêve, une incitation à explorer. En fixant sur parchemin ou sur soie les limites du monde connu, elles dessinent en creux les territoires à découvrir et stimulent l'imaginaire des géographes, tel le voyageur et savant arabe al-Idrissi qui, au XIIe siècle, réalisa pour le roi Roger II de Sicile la carte du monde la plus précise de son époque, dite le « Livre de Roger ». Il faut pourtant attendre le XVIIIe siècle pour voir émerger l'âge de la cartographie scientifique. En France, les premières réformes cadastrales lancées sous Louis XIV puis Louis XV pour optimiser la collecte de l'impôt amorcent la création d'un cadastre parcellaire généralisé sous le Consulat et l'Empire. Sur le terrain, les géomètres à pied ou à cheval alignent des chaînes d'arpenteurs dans les champs, plantent des jalons, notent les mesures à l'encre. Avec eux, se dessine une France de plus en plus géométrique, où chaque parcelle représente une unité fiscale. Ces relevés cartographiques, d'abord conçus pour l'impôt, servent bientôt aux ingénieurs des Ponts et Chaussées pour tracer routes et canaux, révélant le potentiel économique de régions jusque-là isolées. D'abord instrument de contrôle, la carte devient outil de transformation du territoire.

Au XIXe siècle, le géographe allemand Alexander von Humboldt incarne la nouvelle génération d'explorateurs-cartographes dans sa plénitude. Entre 1799 et 1804, il sillonne l'Amérique du Sud, carnet, sextant et baromètre en main. Il relève non seulement les reliefs et cours d'eau, mais aussi la température, la pression atmosphérique ou la répartition des plantes selon l'altitude. Ses cartes de l'Orénoque rectifient des erreurs vieilles de trois siècles ; ses profils topographiques, où se mêlent volcans, zones climatiques et essences végétales, inventent une nouvelle manière de représenter la nature. Humboldt ne se contente pas de décrire : il met en relation, il pense la Terre comme un système. Son contemporain Carl Ritter donnera à cette approche une base théorique, faisant de la géographie une science comparative.

Depuis, les technologies numériques ont bouleversé l'univers cartographique. Développés dans les années 1960, les Systèmes d'Information Géographiques transforment la carte statique en base de données dynamique en superposant différentes « couches » d'informations : relief, hydrographie, végétation, démographie, infrastructures... Une approche qui permet aussi bien aux urbanistes de modéliser l'impact d'une nouvelle route qu'aux écologistes de suivre la migration des espèces en temps réel. L'invention du GPS, dans les années 1980, a démocratisé la géolocalisation. D'abord conçu pour l'armée américaine, ce système de triangulation spatiale fonctionne grâce à une constellation de satellites qui diffusent en permanence leur position et l'heure atomique. Un récepteur GPS calcule sa position à quelques mètres près en mesurant le temps que mettent les signaux de quatre satellites à lui parvenir. Les images satellite ajoutent une dimension visuelle spectaculaire à cette révolution. Depuis Landsat 1, en 1972, ces « yeux dans l'espace » scrutent la planète Terre. Les satellites actuels distinguent des objets de moins d'un mètre, permettant de cartographier en temps réel urbanisation, déforestations ou catastrophes naturelles. Autant d'innovations que la plateforme Google Earth, lancée en 2005, synthétise en assemblant des millions d'images satellites stockées sur des serveurs dans le monde entier. De quoi transformer chaque internaute en explorateur virtuel, depuis son salon.

Demain, les progrès de l'informatique quantique promettent le développement de la cartographie prédictive : en analysant d'immenses quantités de données, elle permettra d'anticiper l'évolution des territoires, de prédire inondations, sécheresses ou tremblements de terres. *« Restera à franchir l'écart entre la carte et le territoire, pour reprendre le titre du roman de Michel Houellebecq,* prévient l'historien des mobilités Mathieu Flonneau : *si le recueil des datas est la tâche de l'Intelligence Artificielle, l'organiser et lui donner du sens reste celle des humains. »*

Pascale Desclos

« Tous les chemins mènent à Rome », *caput mundi* (capitale du monde), représentée par un personnage assis sur un trône tenant dans sa main un globe terrestre, une lance et un bouclier. Carte de Rome et de l'Italie centrale, détail de la Table Peutinger, copie d'une carte romaine ancienne montrant le réseau de routes militaires de l'Empire, XIIe siècle.



Alexander von Humboldt, naturaliste, géographe et explorateur allemand (1769-1859).

TOPFOTO / AURIMAGES

SONDER LES PROFONDEURS

LES MONDES D'EN BAS



Des Enfers d'Homère aux mines industrielles, l'humanité a creusé ses mythes avant de creuser la Terre. Le sous-sol, jadis royaume des morts, est devenu terrain de science et de conquête.

Inaccessibles aux regards, les mondes souterrains nourrissent depuis toujours l'imaginaire, créant du fantasme et du rêve. C'est dans les ténèbres des grottes que l'art pariétal s'épanouit au Paléolithique, attestant déjà de leur puissant pouvoir d'attraction. Symbolisent-elles pour les sociétés préhistoriques un seuil ouvrant sur un autre monde ? Le lieu de naissance de la vie ? Difficile à dire… Quoiqu'il en soit, cette fascination pour le monde d'en bas ne cessera de s'exercer et d'aiguiser la curiosité des hommes, les poussant à l'explorer… d'abord par la pensée. L'Antiquité va y placer les Enfers et le royaume des morts, des univers complexes à la géographie variable selon les cultures et les époques, mais toujours obscurs et effrayants, souvent parsemés de fleuves tumultueux, de falaises et de ravins escarpés, en proie à des éléments déchaînés, abritant un bestiaire redoutable… Autant dire qu'y pénétrer, pour des vivants, relève de l'exploit. Et les voyages de ceux qui s'y aventurent sont au cœur d'épiques récits mythologiques et légendaires. C'est Orphée qui tente d'arracher sa bien-aimée Eurydice afin de la ramener dans le monde des vivants, comme le raconte le poète latin Virgile, ou Énée, qui affronte les ténèbres pour retrouver son père défunt Anchise pour qu'il lui prodigue ses conseils. Mais aussi épouvantables soient-ils, les mondes souterrains antiques sont également associés à la vie et la fécondité. Devenue reine des enfers aux côtés de son époux Hadès, la déesse grecque Perséphone est aussi celle du printemps et de la fertilité de la Terre. Descendre dans ce monde souterrain équivaut à pénétrer dans le ventre de la Terre mère, laquelle regorge de richesses minérales qui naissent et croissent en son sein. Et que très tôt les hommes vont chercher à exploiter. Dès le Néolithique, il y a environ trois millénaires avant notre ère, à Spiennes, en Belgique, ou à Krzemionki, en Pologne, plusieurs milliers de puits sont excavés, certains sur une quinzaine de mètres de profondeur afin d'accéder à des couches de silex, essentiels à la production de lames de haches. Au début de l'âge du Fer, entre le VIII[e] et le V[e] siècle avant notre ère, c'est le sel qui fait l'objet d'une exploitation minière, notamment dans la région de Salzbourg.

Dans l'Occident médiéval chrétien, les mondes infernaux souterrains se chargent progressivement d'une angoissante connotation maléfique et purgative. L'Enfer devient le lieu d'un châtiment éternel, là où *« il y aura des pleurs et des grincements de dents »*, pour reprendre les mots de l'Évangile de Matthieu, un royaume dominé par Satan et un lieu de supplice pour les âmes damnées que Dante décrira avec force détails dans sa *Divine Comédie*. Mais avec l'essor de la philosophie naturelle, à partir du XIII[e] siècle, le regard porté sur la Nature évolue. Et l'univers souterrain va peu à peu devenir un objet d'expérimentation et de connaissances. *« À la Renaissance, l'imaginaire est encore profondément habité par ces visions infernales qui sont disponibles dans les écrits des auteurs de l'Antiquité tardive, du Moyen Âge latin ou byzantin. Ils acquièrent même une force inouïe. L'Occident chrétien se trouve en effet submergé par une vague*

Énée et la Sibylle aux Enfers, début du XVII[e] siècle.

d'angoisse eschatologique inédite, une peur de l'imminence de la fin des temps, explique Caroline Callard, directrice d'études à l'EHESS et spécialiste de la Renaissance et de l'époque moderne. *Mais cette vision infernale cohabite avec d'autres représentations du sous-sol, découlant cette fois-ci de l'expérience directe dans les mines d'Europe.* » Savants et lettrés se passionnent en effet pour les techniques d'extraction minière tout autant que pour ces paysages minéraux façonnés par l'homme dans les profondeurs de la Terre. *« Une sorte de tourisme minier se développe »*, insiste l'historienne. Et de citer le naturaliste français Pierre Belon (1517-1564) qui visite les mines d'or et d'argent de Siderocapsa, en Macédoine, et le plus célèbre d'entre eux Georg Bauer, plus connu sous le nom d'Agricola (1494-1555) qui décide de s'employer comme médecin et apothicaire de la ville minière champignon de Sankt Joachimsthal (aujourd'hui Jachymov), en Bohème, où il acquiert une connaissance directe et prolongée des choses souterraines. Cette expérience est à l'origine de nombreux ouvrages tels que le *De animantibus subterraneis*, qui énumère tous les animaux qui vivent sous la terre. Et surtout le *De Re Metallica*, considéré comme l'un des premiers ouvrages sur les mines de l'époque moderne et qui se révèlera être un véritable best-seller de l'époque, en grande partie à cause des gravures d'une grande précision l'illustrant. Ce dernier détaille les techniques de prospection et d'extraction des minerais, les fonctions des mineurs et des outils et machines qu'ils utilisent, comme la roue hydraulique servant au pompage de l'eau en profondeur, les procédés de traitement des minerais (tri, concassage, lavage, grillage, séparation de l'argent et du plomb grâce à la coupellation, etc.) sans oublier d'évoquer le droit minier, ou les techniques d'arpentage.

Car comme le souligne Caroline Callard, la Renaissance est aussi un moment d'avancées technologiques qui remodèlent en profondeur le faciès de l'exploitation souterraine. *« On ne se contente plus de creuser de simples puits à la verticale des gisements. Le réseau des galeries devient de plus en plus complexe, s'articulant entre elles au moyen de puits ou de "travers-bancs" creusés perpendiculairement aux filons, descendant toujours plus profondément sous la montagne. Les techniques d'aérage et de drainage sont perfectionnées : le principe de la galerie d'exhaure, creusée à la seule fin de recueillir les eaux souterraines, souvent communes à plusieurs galeries, implique une infrastructure administrative et financière conséquente. À mesure que l'exploitation devient plus intensive, plus profonde, plus complexe, les risques de déboucher sur la galerie voisine augmentent. Des experts doivent être capables de projeter sur le sol de la concession l'espace invisible du dessous ; aux juges des mines de déterminer alors à qui appartient le filon découvert par deux concurrents ».*

MUSÉES ROYAUX DES BEAUX ARTS DE BELGIQUE / AURIMAGES

Et de poursuivre, *« voir sous la surface a longtemps été un tabou pour des sociétés associant l'espace du dessous à l'enfer. L'exploitation minière et les cartes qu'elle va peu à peu générer bouleversent ces représentations en les dotant d'une troisième dimension, verticale. Le regard du cartographe est désormais capable de percer l'écorce terrestre »*. Il y a en outre à cette époque ce que l'historienne appelle une « mise en art », c'est-à-dire une codification par écrit d'un savoir minier qui se transmettait auparavant de manière orale, et qui, avec l'essor de l'imprimerie, va être de plus en plus largement diffusé. *« La Renaissance élabore de la sorte un véritable "sous-sol de papier", qui plus est, richement illustré »*, résume Caroline Callard.

AU XVIIIE SIÈCLE, LA RATIONALITÉ SCIENTIFIQUE ÉRODE LA CRÉDIBILITÉ DES REPRÉSENTATIONS INFERNALES

Les images d'un sous-sol sillonné de galeries et peuplé de travailleurs affairés, souvent idéalisées dans des représentations destinées au prestige des souverains ou à l'affirmation orgueilleuse des communautés, coexistent désormais avec les représentations fantastiques, des enfers de matrice médiévale. Quoiqu'il en soit, le surnaturel ne disparaît pas. *« Il y a toujours cette crainte, cette conviction, que fouiller les entrailles de la Terre est un acte transgressif, une sorte de profanation. Les mineurs interprètent les accidents qui surviennent comme le fait d'esprits diaboliques ou comme un signe de rébellion de la montagne en réponse aux outrages qui lui sont faits. Il ne s'agit nullement de superstitions d'hommes peu instruits : ces interprétations sont alors très largement partagées et l'on trouve sous la plume d'humanistes le motif du manteau troué de la Nature outragée, réclamant justice »*, note l'historienne. Même Agricola, en qui la postérité veut voir un esprit « moderne » et dépourvu de « croyances superstitieuses » termine son inventaire des animaux souterrains « naturels » par les démons des mines. L'ambition qui était celle d'Agricola d'embrasser l'ensemble des connaissances sur le sous-sol trouve un dernier avatar, magnifique, en 1666, lorsque le jésuite Athanasius Kircher (1602-1680) publie le *Mundus subterraneus*, sorte d'encyclopédie englobant l'ensemble des savoirs souterrains, mêlant science, ésotérisme et alchimie. Marqué par les éruptions de l'Etna et du Stromboli auxquelles il assiste dans les années 1630, l'homme cherche à expliquer leur origine. Et il imagine une architecture interne faite d'un réseau de canaux et de grottes qui communiquent entre eux, et où le feu et l'eau circulent puissamment. Une vision dont s'inspirera probablement Jules Verne deux siècles plus tard pour écrire son *Voyage au centre de la Terre*.

Il faut attendre le XVIIIe siècle pour que la rationalité scientifique grandissante érode la crédibilité des représentations infernales ou surnaturelles. Les Académies parisiennes dépêchent leurs correspondants dans les grottes pour voir ce qui s'y passe. Surtout, ce monde souterrain va être progressivement apprivoisé. Avec la Révolution industrielle qui s'annonce, l'exploitation minière, charbonnière en particulier, fait un bond en avant. Un peu partout en Europe, des mineurs s'enfoncent de plus en plus profondément dans le sous-sol, et souvent au péril de leur vie, d'abord au moyen d'échelles, puis au milieu du XIXe siècle, dans des « cages » en bois puis en fer, et plus tard à l'aide d'ascenseurs. Dans les profondeurs, les pioches d'hier laissent la place aux marteaux-piqueurs puis aux haveuses. En écho à ce développement minier, un nouvel usage du sous-sol s'amorce à la fin du XIXe siècle avec les grands projets de réseaux souterrains (égouts, canalisations, métros, tunnels, etc.). Mais c'est la science qui va décrédibiliser encore plus la vision infernale et modifier notre regard sur l'univers souterrain. Géologues et archéologues y exhument les traces du passé, remettant en cause l'authenticité de la genèse divine du monde et donc des enfers.

Fabienne Lemarchand

L'avenir est-il sous terre ?

L'utilisation du sous-sol s'est intensifiée et diversifiée ces dernières décennies. Montréal, au Canada, Tokyo, au Japon, et bien des mégapoles ont développé de véritables villes « intérieures » avec des centres commerciaux, des espaces piétonniers, des parcs de stationnement, etc., reliés directement aux réseaux de transport. Sans compter le développement du stockage des déchets radioactifs dans des couches géologiques profondes ou celui du dioxyde de carbone émis par l'industrie pour lutter contre l'effet de serre. Enfin, le sous-sol offre un cadre privilégié à certaines expériences de physique et d'astrophysique. La détection des particules cosmiques se fait au sein de laboratoires enfouis dans des mines ou les tunnels creusés sous des montagnes. Au nord de l'Angleterre, la mine de sel de Boulby, vieille de 250 millions d'années, abrite à plus d'un kilomètre sous terre, un détecteur traquant la « matière noire » de notre galaxie.

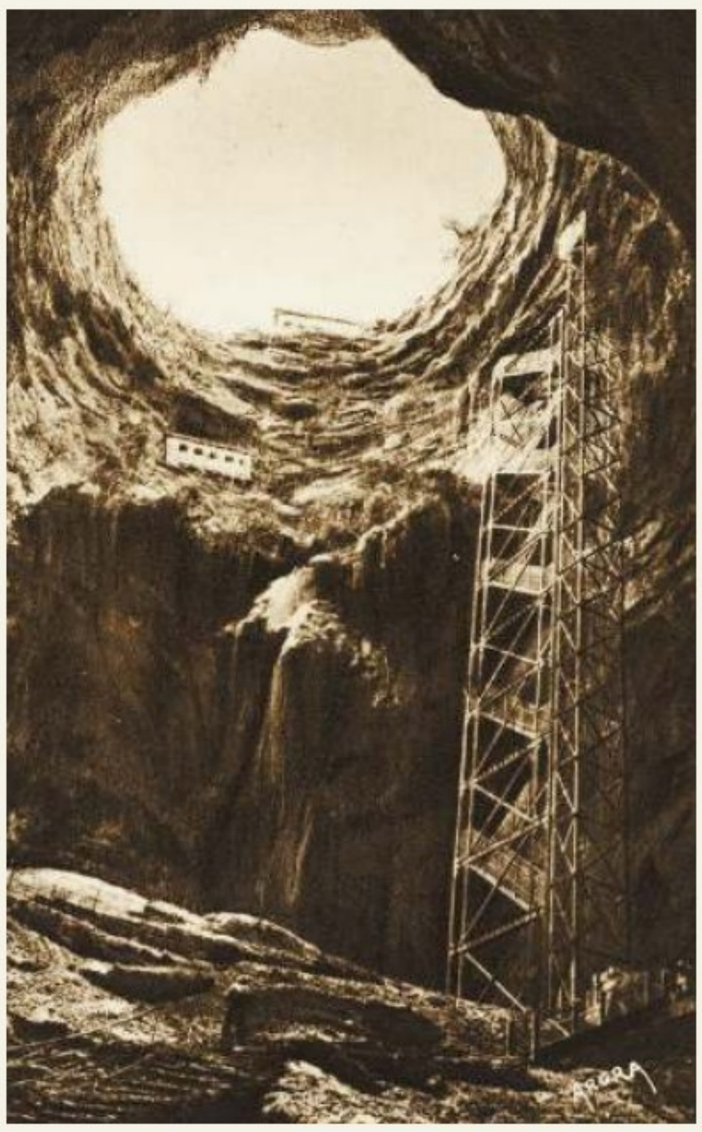
MARTEL, LE « JULES VERNE DU **SOUS-SOL** »

Le 9 juillet 1889, Édouard-Alfred Martel (1859-1938) et ses trois compagnons, Gabriel Gaupillat, Émile Foulquier et Louis Armand, se lancent à l'assaut du gouffre de Padirac, sur le causse de Gramat, dans le Lot. Le lieu inspire pourtant la peur et les légendes sont légion. Comme celle qui prétend que saint Martin, défié par le Diable, sauta avec sa mule au-dessus de ce « Trou du diable », parvenant à sauver les âmes des paysans damnés en route vers l'Enfer. Vaincu, le Malin aurait alors disparu au fond du gouffre… Pas de quoi impressionner Martel. Cela fait quelques années que ce passionné de géographie explore les « bouches de l'Enfer » afin d'éclaircir l'origine de ces labyrinthes invisibles façonnés par l'eau. L'année précédente, il était descendu dans la grotte slovène d'Adelsberg, dans le gouffre de Bramabiau (Gard) ou encore celle de Dargilan (Lozère).

À Padirac, en ce début juillet, veston et chapeau réglementaire sur la tête, il lui faut huit minutes pour descendre les 180 barreaux de l'échelle flottante de corde et atteindre le fond, quelque 75 mètres plus bas, avant d'être rejoint par ses complices. *« En levant la tête, l'impression est singulière : on se trouve au fond d'un télescope qui a pour objectif un morceau de ciel circulaire… L'échelle de corde se balance et le mince câble du téléphone qui nous rattache aux vivants semble un noir fil d'araignée tendu en travers de l'abîme »*, écrira-t-il quelques semaines plus tard dans le *Bulletin de la Société scientifique, historique et archéologique de la Corrèze*. Équipés de simples bougies, les hommes doivent cependant rebrousser chemin. Ils redescendent le lendemain, cette fois avec des lampes à magnésium, des cordes, des treuils et des poulies, un canot démontable Osgood en toile imperméable, etc. Et s'engagent dans un incroyable réseau de galeries rocheuses sculptées et polies par l'eau. Quelques heures plus tard, les quatre hommes atteignent émerveillés une large rivière souterraine, sous une voûte d'une quarantaine de mètres de hauteur et serpentant sur plus de 20 kilomètres. La prestigieuse carrière d'Édouard-Alfred Martel, « l'homme des trous » ne fait que commencer. Observateur sagace, il lèvera les plans de plus de mille grottes partout dans le monde. En 1894, il publie *Les Abîmes*, son premier ouvrage sur le fonctionnement des cavernes, consacrant leur usage en tant qu'objet d'étude scientifique et actant la fondation d'une nouvelle discipline, la « spéléologie » (« science des cavernes »), un terme introduit vers 1890 par le préhistorien Émile Rivière. Avec elle, c'est une nouvelle façon d'explorer le monde souterrain qui voit le jour, à la fois scientifique, touristique et, plus récemment, sportive. Avec à la clé, une démythification progressive du monde souterrain.

Les cordes nylon, résistantes et imputrescibles, ont aujourd'hui remplacé les échelles flottantes en chanvre et bois des premiers explorateurs. Tandis que les technologies 3D – du scan laser à la création de modèles tridimensionnels sur ordinateur – sont devenues des outils indispensables pour appréhender finement la géométrie et le fonctionnement d'une grotte.

F.L.



L'orifice du gouffre de Padirac avec, à l'arrière-plan, le Grand Escalier et l'ascenseur (vers 1930).

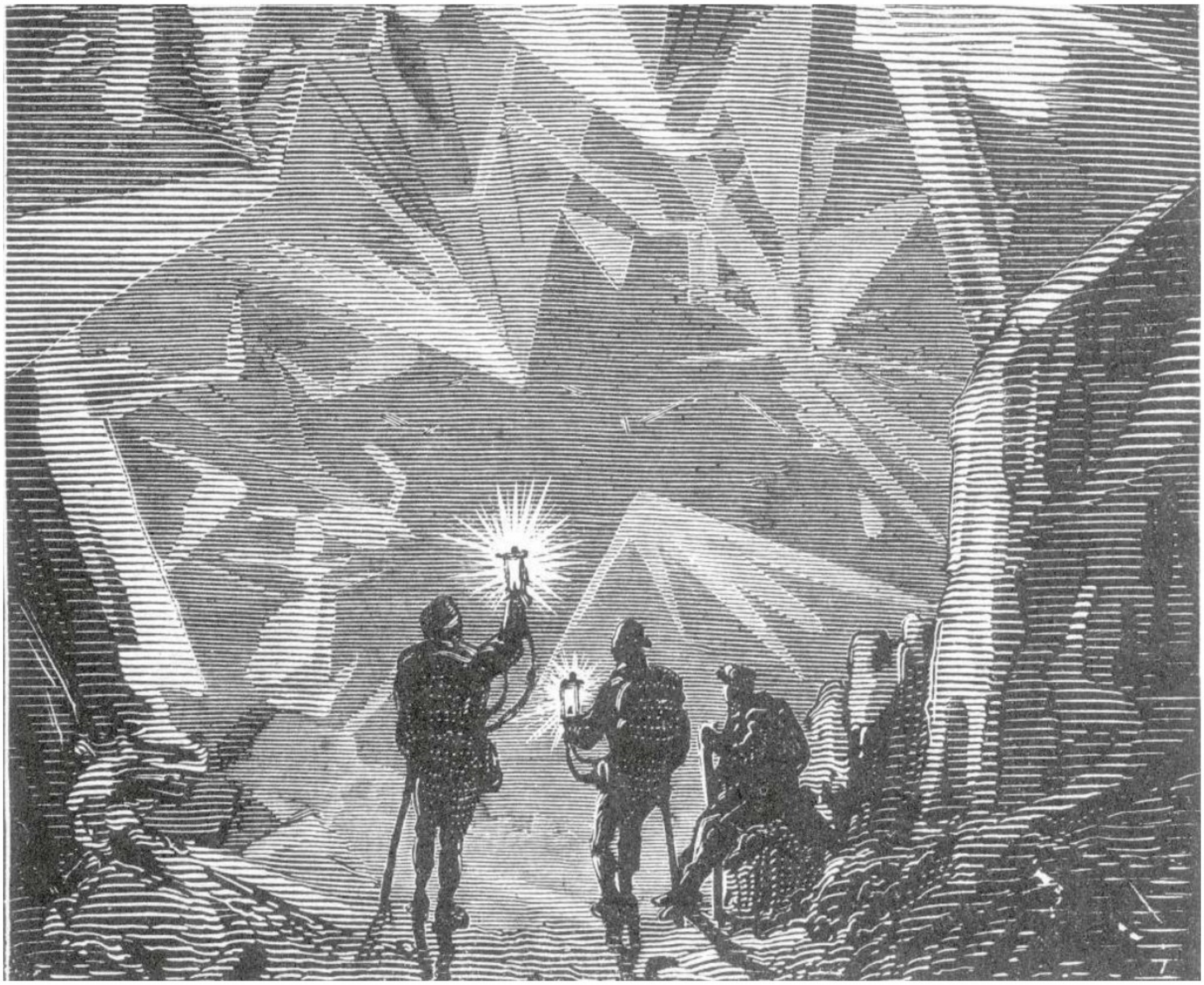
Salle des Sources du Mammouth, le plus grand dôme de la rivière souterraine de Padirac (dessin extrait du fascicule *Le Gouffre du Puits de Padirac*, écrit par Édouard-Alfred Martel).



SES DE PADIRAC / AURIMAGES

SOUS LA TERRE, ARCHIVE VIVANTE

Jamais humain n'a pénétré le centre de la Terre. Pourtant, grâce à la sismologie, aux forages océaniques et aux instruments de plus en plus sophistiqués, nous savons aujourd'hui ce que renferment les profondeurs : un noyau solide immergé dans un océan de fer liquide, un manteau de roches en perpétuel mouvement et une croûte fragile qui soutient la vie.



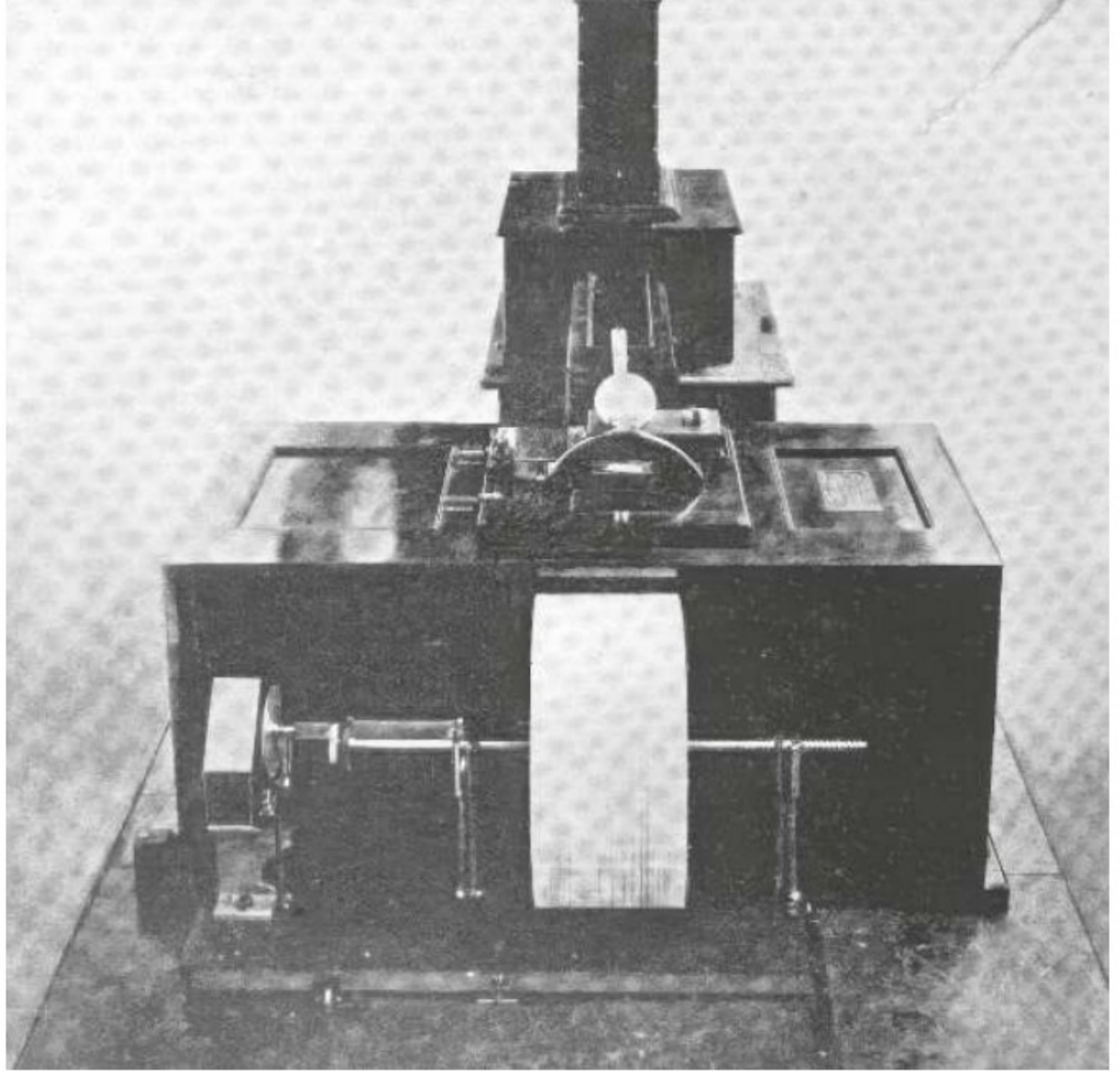
THE GRANGER COLL NY / AURIMAGES

Le centre de la Terre ? N'en déplaise à Jules Verne et à ses héros, le professeur Otto Lidenbrock et son neveu Axel, personne n'y est allé et n'ira jamais. Situé à 6370 km sous nos pieds, il est impossible de l'observer, de le sonder et encore moins d'y prélever des échantillons ! Les forages les plus profonds jamais réalisés ne dépassent en effet guère 12 km. Une simple écorchure à la surface de notre planète (voir *Forer l'impossible*, p. 41)… Faute de moyens d'investigation sophistiqués, philosophes, naturalistes, savants ont longtemps rivalisé d'imagination pour spéculer sur la nature et la structure interne du globe terrestre. Au XIX[e] siècle encore, un débat animé oppose « fluidistes » et « solidistes ». Si tous admettent que la Terre était fondue à l'origine, les premiers pensent qu'elle n'est pas encore totalement refroidie et qu'une mince écorce solide entoure une sorte d'océan de matière en fusion, un « feu central » alimentant les volcans. Les seconds estiment au contraire qu'elle est entièrement froide et rigide. En 1881, l'astronome français Édouard Roche apporte un élément de réponse décisif. Dans une note publiée cette année-là dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, il explique en effet que *« les conditions auxquelles doit satisfaire toute hypothèse sur la répartition de la masse à l'intérieur de la Terre sont de s'accorder avec la valeur de l'aplatissement superficiel et aussi avec une certaine constante dépendant du phénomène de la précession. »* Or les observations astronomiques et géodésiques ainsi que les analyses de météorites dont il dispose l'amènent à la conclusion que le globe est composé d'un noyau solide *« analogue aux fers météoritiques »*, d'environ 5 000 km de rayon, entouré d'une enveloppe *« comparable aux aérolithes de nature pierreuse, où le fer n'entre qu'en faibles proportions »*, épaisse d'un peu moins de 1 000 km. Seize ans plus tard, en 1897, l'Allemand Emil Wiechert élabore à son tour un modèle similaire avec un noyau central de fer et un manteau rocheux légèrement plus épais (1 600 km).

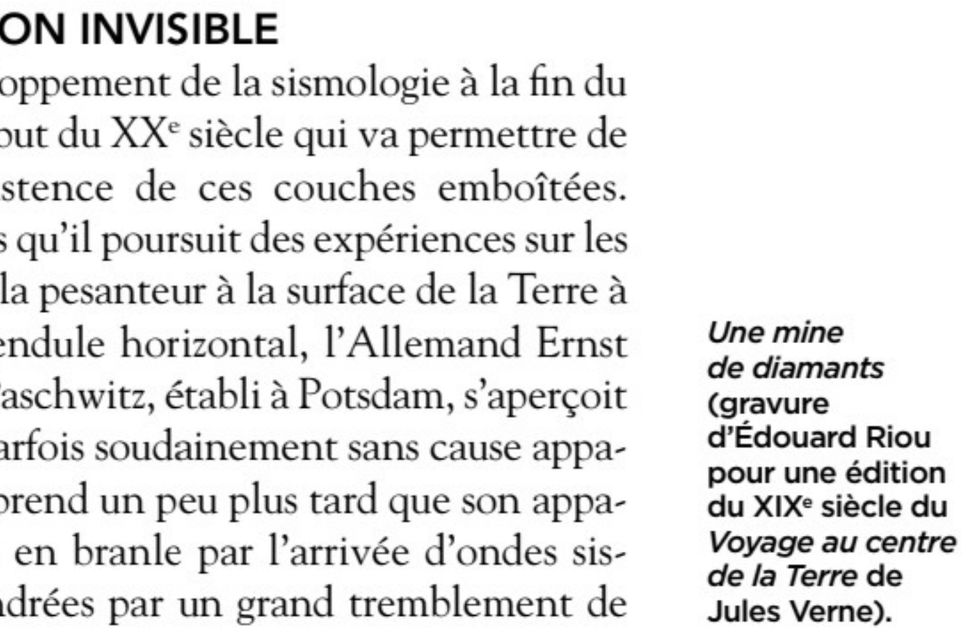
EXPLORATION INVISIBLE

C'est le développement de la sismologie à la fin du XIX[e] et au début du XX[e] siècle qui va permettre de prouver l'existence de ces couches emboîtées. En 1889, alors qu'il poursuit des expériences sur les variations de la pesanteur à la surface de la Terre à l'aide d'un pendule horizontal, l'Allemand Ernst von Rebeur-Paschwitz, établi à Potsdam, s'aperçoit qu'il oscille parfois soudainement sans cause apparente. Il comprend un peu plus tard que son appareil a été mis en branle par l'arrivée d'ondes sismiques engendrées par un grand tremblement de terre survenu à des milliers de kilomètres de là, au Japon. En démontrant que tout ébranlement important peut être perçu partout à la surface du globe, le scientifique va ouvrir la voie à l'auscultation de la Terre. D'autant que dans le même temps, le sismographe inventé par le prêtre italien Filippo Cecchi en 1875 connaît des perfectionnements notables. Alors en poste au Collège impérial de Tokyo, au Japon, pays régulièrement secoué par de violents tremblements de terre, le physicien britannique John Milne conçoit en effet au début des années 1890 un appareil capable de mesurer en continu, grâce à différents pendules, les déplacements du sol pendant une secousse et de les imprimer sur une bande de papier photographique se déroulant grâce à un mouvement d'horlogerie. Il prend surtout conscience de l'importance de créer des réseaux d'observation sismologiques, à la manière des observatoires magnétiques qui existent alors pour mesurer le magnétisme terrestre. Au début du XX[e] siècle, une cinquantaine de ses instruments sont opérationnels. Et les sismologues apprennent très vite à repérer différents types de signaux et à les interpréter.

Lorsque la Terre tremble, les vibrations se propagent dans toutes les directions à partir du foyer et voyagent à travers tout le globe. Les premières à être enregistrées (« ondes P »), les plus rapides, compriment et détendent alternativement les roches. Puis arrivent les « ondes S », plus lentes, mais plus fortes, qui les cisaillent. Toutefois, l'intérieur de la Terre n'est pas homogène. Et ces ondes peuvent être réfléchies ou réfractées aux interfaces de milieux aux propriétés physiques et chimiques différentes. Autant de déviations qui allongent leurs parcours. L'analyse des vitesses de propagation des ondes sismiques révèle ainsi l'anatomie de la Terre, un peu comme les radiographies permettent de sonder le corps humain.



Sismographe conçu par le professeur John Milne, enregistrant le séisme qui ravagea Messine, en Italie, le 28 décembre 1908.



Une mine de diamants **(gravure d'Édouard Riou pour une édition du XIX[e] siècle du *Voyage au centre de la Terre* de Jules Verne).**

TOPFOTO / AURIMAGES

Dès lors, les découvertes s'enchaînent. En 1906, le géologue britannique Richard Oldham repère le premier des anomalies dans la propagation des ondes et en déduit qu'un noyau fluide occupe le centre de la Terre. En 1909, Andrija Mohorovicic, géophysicien croate alors sujet de l'Empire austro-hongrois, observe que sous la Croatie, la vitesse des ondes sismiques augmente brusquement. Une accélération qui sera par la suite mise en évidence dans d'autres régions, mais à des profondeurs variables sous les continents (de 30 à 70 km) ou sous les océans (7 km en moyenne). Cette discontinuité de Mohorovicic (ou « Moho ») est alors interprétée comme l'interface entre la croûte et le manteau terrestre. En 1912, l'Allemand Beno Gutenberg détecte une seconde discontinuité, à 2900 km de profondeur, entre l'enveloppe pierreuse de Roche et de Wiechert et un noyau central. Mais la nature de ce dernier reste incertaine : est-il fluide ou solide ? Il faut attendre 1926 pour que le Britannique Harold Jeffreys démontre que l'amplitude des déformations engendrées par les marées ne peut s'expliquer que par un noyau fluide. Mais dix ans plus tard, en 1936, la sismologue danoise Inge Lehmann établit l'existence d'une structure solide en son cœur, la « graine ». Ses dimensions sont fixées par Gutenberg en 1938 et par Jeffreys en 1939 entre 1200 et 1250 km. Une valeur proche de celle admise aujourd'hui, 1221 km. Dès cette époque, la structure interne de la Terre est donc globalement connue avec une graine solide au centre d'un noyau liquide, lui-même entouré par le manteau rocheux, puis une croûte externe. La sismologie révèlera plus tard que le manteau se subdivise lui-même en trois unités : le manteau supérieur, jusqu'à 400 km de profondeur, la zone de transition, de 400 à 660 km et le manteau inférieur, de 660 à 2900 km. Mais bien d'autres questions se posent alors aux scientifiques : de quoi sont faites ces grandes unités ? Les discontinuités sismiques correspondent-elles à des changements de la chimie, de la minéralogie, des conditions de pression et de température ? Au début des années 1950, le géophysicien américain Francis Birch montre que la vitesse des ondes sismiques dépend de la densité du milieu traversé. Et donc que tout changement de vitesse peut s'interpréter en termes de chimie. Il en déduit que le noyau externe et la graine sont constitués en très grande majorité de fer. Mais une autre invention va aider les scientifiques à accéder virtuellement aux profondeurs terrestres : la cellule à enclumes de diamant. Mise au point en 1959 par quatre physiciens américains, elle permet de recréer en laboratoire les conditions de pression et de température qui y règnent. Concrètement, un échantillon de quelques micromètres est comprimé entre les pointes de deux diamants taillés, et chauffé par un faisceau laser. Les scientifiques vont ainsi montrer que les transitions sismiques du manteau correspondent à des changements minéralogiques. Vers 400 km de profondeur, les silicates du manteau supérieur (olivine, pyroxène et grenat) se transforment en effet en des formes plus compactes (wadsleyite et majorite). Lesquelles se métamorphosent à leur tour au-delà de 660 km en des minéraux encore plus compacts (magnésiowüstite et pérovskite).

Cette vision globale de la Terre ne cessera de s'affiner en particulier avec le déploiement de réseaux sismologiques mondiaux de plus en plus denses et précis et l'émergence des techniques d'imagerie tridimensionnelle. C'est toute la dynamique de la Terre profonde, et notamment les mouvements de convection qui brassent le manteau, mais aussi l'océan de fer liquide qui entoure la graine, qui sont désormais accessibles virtuellement. Une prouesse que n'aurait pas reniée Jules Verne…

Fabienne Lemarchand



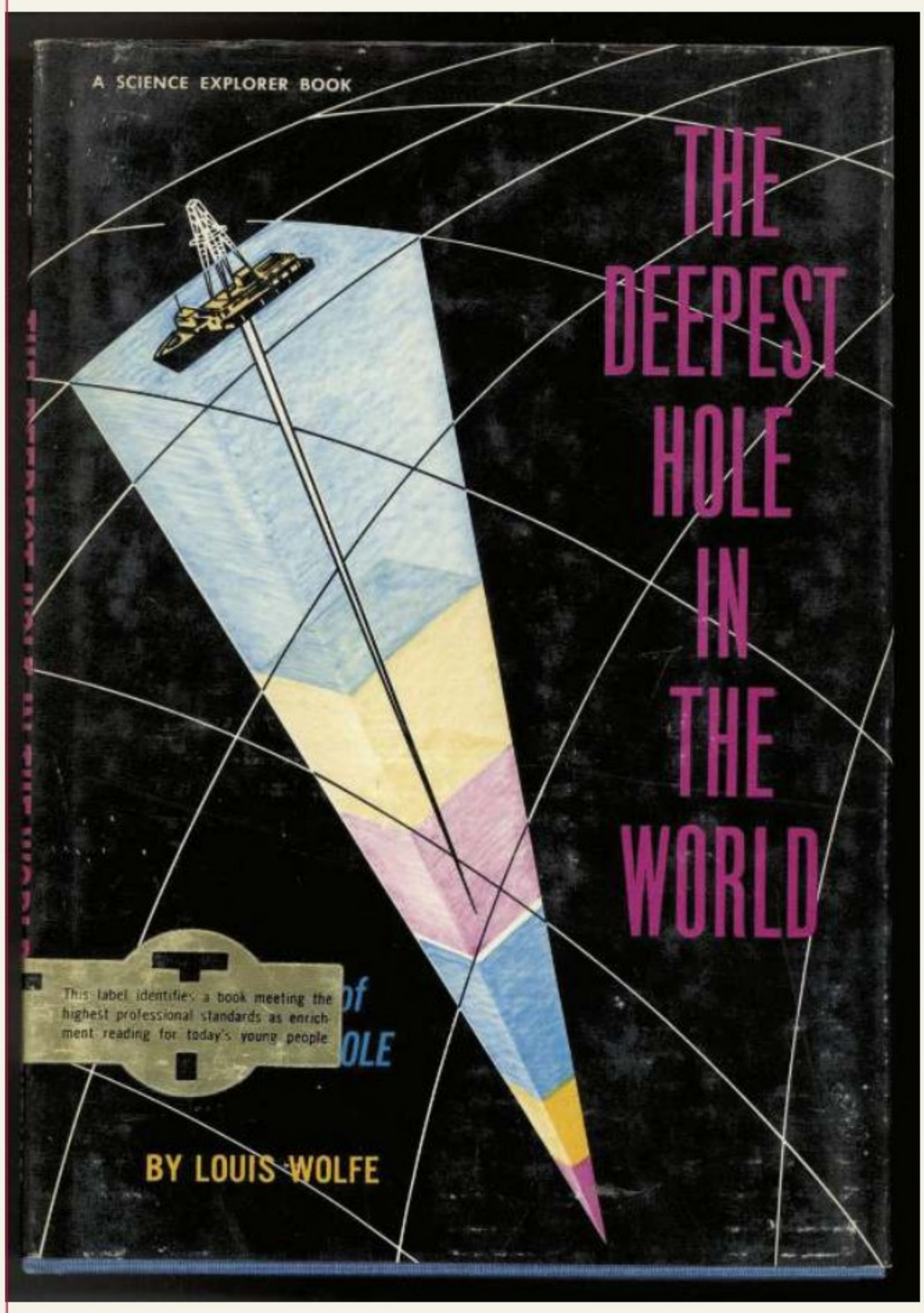
Forage du puits SG-3, sur la péninsule de Kola (URSS), commencé en 1970 avec l'Uralmash-4E, puis poursuivi avec l'appareil de forage Uralmash-15000, ici le 1er octobre 1980.

TASS / AURIMAGES

Des roches et des diamants jaillis des profondeurs

Le manteau terrestre ne peut être échantillonné *in situ*. Mais il arrive que des morceaux de péridotite, la roche constitutive du manteau supérieur de la Terre, faite principalement de cristaux d'olivine et de pyroxène, soient transportés en surface par les volcans. De même, à plusieurs reprises dans un passé lointain, des éruptions volcaniques très puissantes (dites « kimberlitiques », en référence à Kimberley, en Afrique du Sud, où elles ont été mises en évidence pour la première fois, en 1869) ont rejeté des diamants formés entre 150 km et 1000 km de profondeur, là où règnent des températures de 1100 à 1200 °C et des pressions supérieures à 50000 fois la pression atmosphérique. Surtout, ces cristaux renferment des inclusions micrométriques de minéraux constitutifs des roches du manteau qui sont autant de fenêtres sur les profondeurs.

FORER **L'IMPOSSIBLE**



En 1957, l'Union géodésique et géophysique internationale, réunie à Toronto, adopte une résolution invitant les nations *« à étudier la possibilité et le prix d'une opération de forage jusqu'à la discontinuité de Mohorovicic en un endroit où cette discontinuité se rapproche de la surface »*. L'objectif ? Prélever des échantillons du manteau terrestre, l'*« un des problèmes les plus importants et non encore résolus de la géophysique »*. Un défi technique colossal pour l'époque que les Américains tentent de relever dès 1961 avec le projet *Mohole* (contraction de « Moho » et de « hole », trou) de forage dans la croûte océanique, là où elle est la plus fine. Les premiers essais, réalisés au large des côtes californiennes, sont prometteurs. Un trou de 197 m est creusé sous près de 3000 m d'eau.

***Le trou le plus profond du monde. L'histoire du projet Mohole),* par Louis Wolfe, New York, G. P. Putnam's Sons, 1964.**

Mais, en pleine guerre froide, priorité est donnée au projet Apollo. Et faute de crédits, Mohole s'arrête en 1966 sans atteindre son but. Mais l'impulsion est donnée. Et deux ans plus tard débute le Programme de forages des grands fonds marins (*Deep Sea Drilling Project* ou DSDP), placé sous l'égide de grandes institutions américaines de recherche, dont le fer de lance est le *Glomar Challenger*, un navire, doté d'une tour de forage de 45 m permettant de creuser par plus de 6000 m de fond, et équipé d'un système de positionnement dynamique pour le stabiliser au-dessus du trou. De 1968 à 1983, le *Glomar Challenger*, puis son remplaçant le *JOIDES Resolution*, vont sillonner l'océan, accumulant des millions de données. Grâce à elles, les scientifiques découvriront que l'âge et l'épaisseur des sédiments déposés sur le plancher océanique croissent à mesure que l'on s'éloigne de l'axe des dorsales, ces chaînes de montagnes sous-marines qui serpentent l'océan sur plus de 60 000 km où est créé le nouveau plancher océanique, prouvant ainsi l'expansion océanique et la théorie de la tectonique des plaques pressentie dès le début des années 1960. D'autres grands programmes internationaux de forages océaniques suivront, dont le dernier, l'IODP (*International Ocean Discovery Program*) s'est terminé en décembre 2024. Avec, chaque fois, une multitude de données sur le fonctionnement de la Terre, son histoire climatique et environnementale passée. Afin de poursuivre cette exploration, l'Europe et le Japon viennent de lancer IODP3. Si les Américains sont à l'initiative en matière de forages océaniques, les Russes vont, eux, s'attaquer à la croûte continentale, plus précisément sur la péninsule de Kola. Commencé le 24 mai 1970 dans des conditions climatiques très dures – le site est situé au nord du cercle arctique – le forage permet d'atteindre des roches âgées de 2,7 milliards d'années. Mais les difficultés s'amoncellent. Les températures se révèlent plus élevées que prévu en profondeur et les trains de tiges (ndlr : longues colonnes de tubes métalliques vissés bout à bout pour transmettre la rotation jusqu'au fond du trou) se tordent. Avec l'effondrement de l'URSS en 1991, le projet décline. Il s'arrête l'année suivante. Le forage atteint alors 12 262 mètres, un record inégalé à ce jour. Le Moho, lui, reste inaccessible.

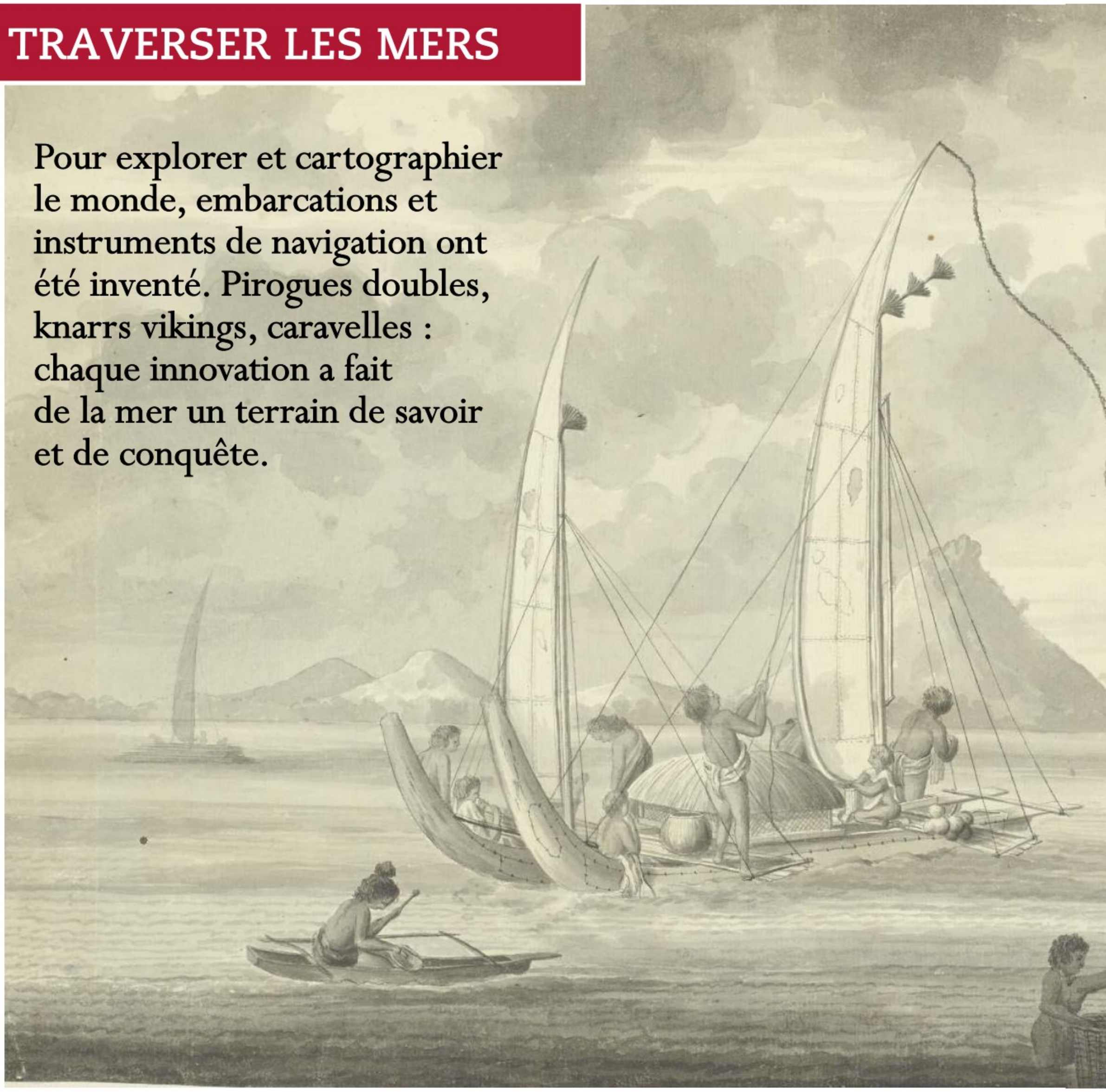
F.L.

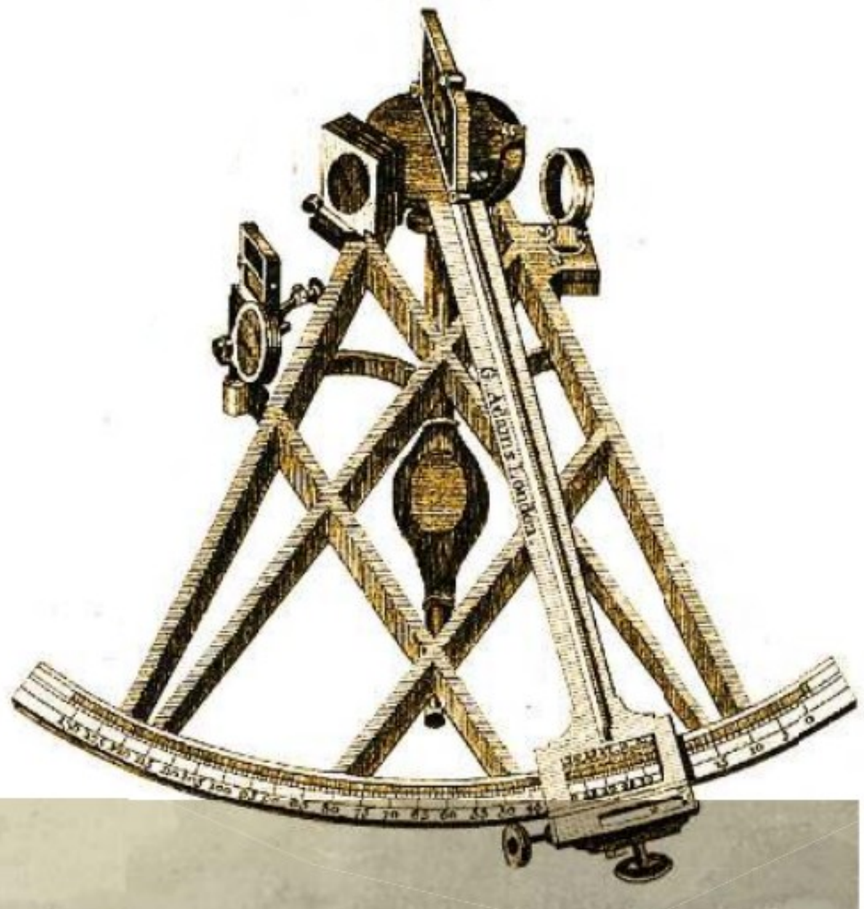
G.P. PUTNAM'S SONS, NY, 1964

L'OCÉAN SOUS CONTRÔLE

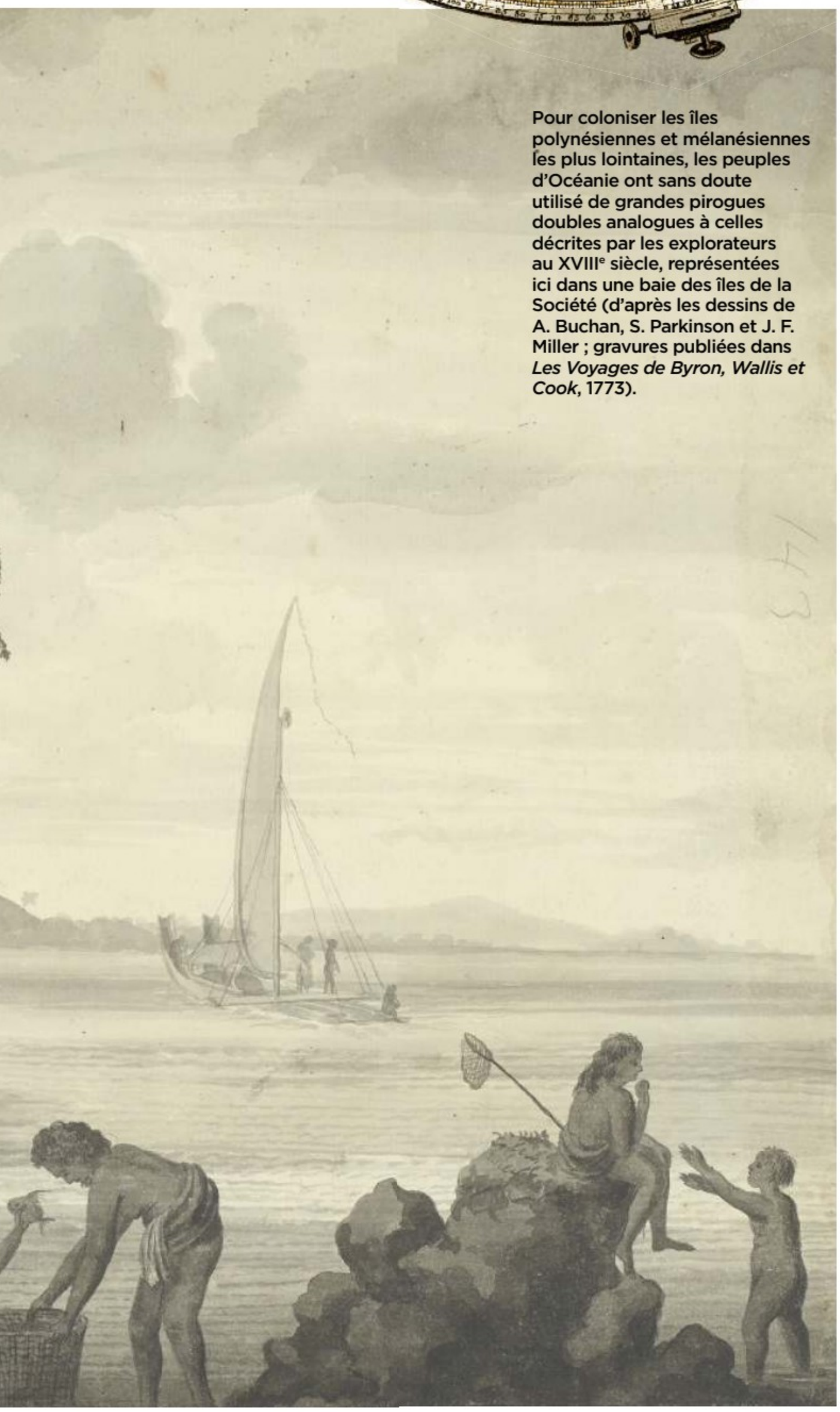
TRAVERSER LES MERS

Pour explorer et cartographier le monde, embarcations et instruments de navigation ont été inventé. Pirogues doubles, knarrs vikings, caravelles : chaque innovation a fait de la mer un terrain de savoir et de conquête.





L'octant, précurseur du sextant, fut inventé par Sir John Hadley (1682-1744). Il utilise la réflexion pour mesurer avec précision la hauteur des astres au-dessus de l'horizon malgré le mouvement du navire (gravure de 1790).



Pour coloniser les îles polynésiennes et mélanésiennes les plus lointaines, les peuples d'Océanie ont sans doute utilisé de grandes pirogues doubles analogues à celles décrites par les explorateurs au XVIII[e] siècle, représentées ici dans une baie des îles de la Société (d'après les dessins de A. Buchan, S. Parkinson et J. F. Miller ; gravures publiées dans *Les Voyages de Byron, Wallis et Cook*, 1773).

Bien avant l'âge des grandes découvertes européennes, des peuples tournés vers la mer ont conçu d'ingénieuses embarcations capables d'affronter les éléments. Armés d'une connaissance intime de leur environnement, ils ont entrepris de grandes explorations maritimes. Les premiers Océaniens s'étaient ainsi lancés à l'assaut du Pacifique avant même que les grands empires antiques méditerranéens ne développent des systèmes de navigation primitifs pour ouvrir de nouvelles routes maritimes et dresser les premières cartes. Au Moyen Âge, Arabes, Chinois et Européens vont perfectionner les bateaux et se lancer à leur tour à la conquête de l'océan. Grâce à des instruments de navigation toujours plus précis, la carte du monde va se remplir…

« Depuis la nuit des temps, on navigue grâce aux étoiles et à la position du soleil, qui donne les directions cardinales », remarque l'historienne Emmanuelle Vagnon (CNRS). Grands navigateurs, les Océaniens, dont les mythes d'origine évoquent des dieux « pêcheurs d'îles », ont exploré un espace immense sans instruments pour se repérer, leur art de la navigation se fondant uniquement sur une attention poussée à leur environnement, reflet d'un lien sacré avec le cosmos. Les « chemins d'étoiles » et les savoirs résultant de la patiente observation de la mer, des vents, des houles, des courants, des nuages, des oiseaux, des poissons, des algues, etc., se sont transmis oralement de génération en génération.

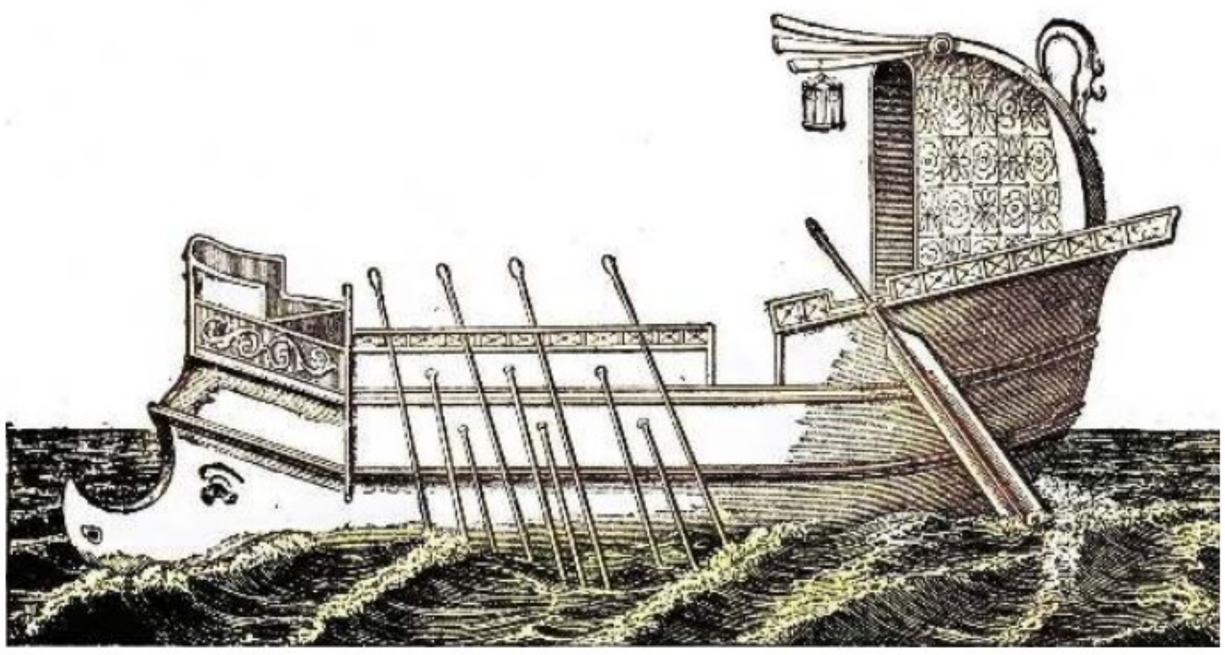
« Par l'archéologie terrestre, on sait que les îles d'Océanie ont été peuplées dès la période de la préhistoire, ce qui impliquait des traversées à l'aide d'embarcations suffisamment grandes pour transporter des vivres », remarque Éric Rieth, directeur de recherche émérite au CNRS et membre de l'Académie de Marine.

À CHAQUE MER SA RÉVOLUTION NAVALE

La colonisation des îles du Pacifique s'est effectuée d'est en ouest par vagues de migrations successives. Les îles d'Océanie proche ainsi que l'Australie, où l'installation humaine a débuté il y a environ 40 000 ans, ont pu être atteintes sans avoir à naviguer sur de grandes distances à la faveur de la baisse du niveau de la mer due aux glaciations du Pléistocène. Mais pour s'installer sur les îles mélanésiennes et polynésiennes les plus lointaines et jusqu'à l'île de Pâques, atteinte seulement vers le IX[e] siècle, les Lapita, ancêtres des Polynésiens, ont été capables de franchir des centaines de kilomètres sans escale dès 2 000 ans av. J.-C. Leur secret ? Des pirogues aux performances exceptionnelles… *« Les navigations*

BRITISH LIBRARY / AURIMAGES - AKG-IMAGES / SCIENCE SOURCE





hors de vue des terres pouvaient durer jusqu'à plusieurs semaines. En se fondant sur les documents ethnographiques, on peut supposer que ces déplacements se sont faits à bord de grandes pirogues doubles propulsées à voile, ancêtres des catamarans », rapporte Éric Rieth. Les peuples d'Europe du Nord disposent eux aussi d'une longue tradition navale. La technique particulière de bordage à clin qu'ils ont développée – les planches du bordage des navires se chevauchant à la manière de tuiles –, attestée dès 350 av. J.-C., leur a d'abord permis de construire des bateaux dotés de coques longues et étroites, propulsés à rames ou à pagaie. Par la suite, les vikings se sont appuyés sur cette technique pour construire des navires combinant propulsion à voile et à rame. *« La voile va permettre les navigations transatlantiques*, précise Éric Rieth. *Dans la tradition scandinave, elle apparaît très tardivement, vers les VIe et VIIe siècles. »* Propulsés principalement à voile, les knarrs utilisés pour le transport et le commerce vont permettre aux vikings d'établir des colonies toujours plus à l'Ouest et d'atteindre le légendaire Vinland des sagas islandaises, c'est-à-dire l'Amérique du Nord, cinq siècles avant que Christophe Colomb ne foule le sol américain. Pratiquées à latitude constante

***Skuldelev 1*, knarr viking construit dans le Sognefjord (Norvège) pour un équipage de 6 à 8 marins, XIe siècle.**

Trière grecque, galère de combat à trois rangées d'avirons, VIe–IIIe siècle av. J.-C., principal vaisseau des puissances maritimes méditerranéennes.

MANUEL COHEN / AURIMAGES - AKG-IMAGES / UIG / BILDAGENTUR

(cap à l'ouest à l'aller, à l'est au retour), leurs navigations se fondent sur leurs savoirs astronomiques et sur l'analyse de phénomènes naturels.
Le bassin méditerranéen, où a émergé la navigation à voile, est un autre foyer d'innovation majeur. *« La présence d'obsidienne sur les îles grecques, alors que les carrières sont situées sur le continent, suggère l'existence dès la préhistoire de pirogues ou de radeaux »*, remarque Éric Rieth. À partir de l'Âge du Bronze, l'iconographie grecque et phénicienne ainsi que l'archéologie confirment l'utilisation de bateaux pour une navigation de cabotage (à vue des côtes). *« L'Odyssée d'Ulysse illustre bien cette navigation d'île en île un peu à l'aveuglette »*, note Emmanuelle Vagnon. Au fil des siècles, le cabotage dessine des routes maritimes qui forment l'ossature des grands Empires. Animés par un désir de conquête, les Grecs inventent la trière, une galère de combat très agile embarquant trois rangées superposées de rameurs. L'importance des échanges par voie maritime durant toute l'Antiquité gréco-romaine conduit par ailleurs à la mise au point de navires marchands de forme arrondie, d'abord à une seule voile carrée, puis de plus en plus imposants. *« À l'époque romaine, l'utilisation de grands voiliers, probablement avec trois-mâts, est attestée*, indique Éric Rieth. *En France, l'épave de la Madrague de Giens, un grand navire romain du Ier siècle, pouvait par exemple embarquer une cargaison de 400 tonnes d'amphores. »*

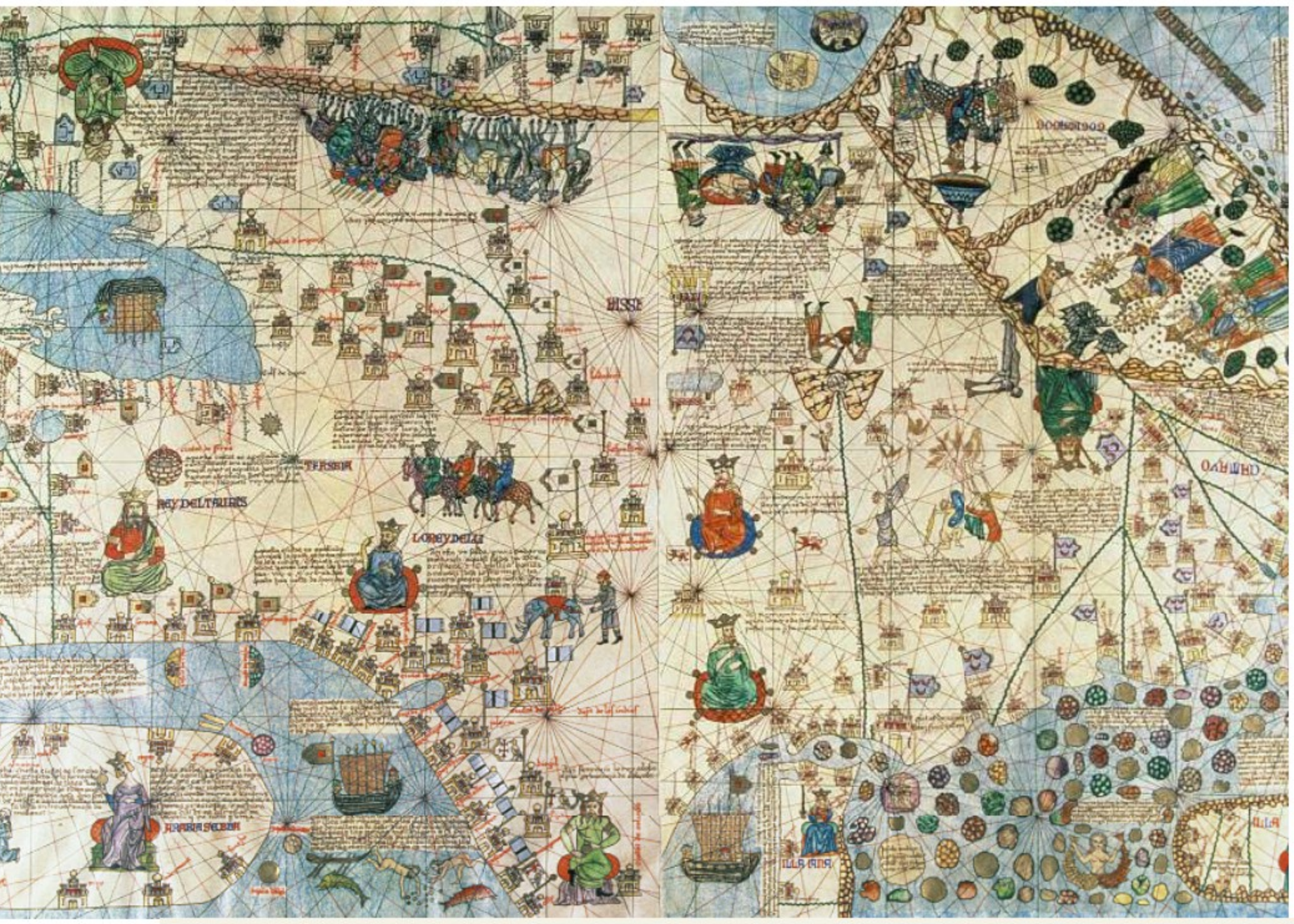
UNE NAVIGATION « SCIENTIFIQUE »

C'est aussi en Méditerranée que s'invente une navigation « scientifique », qui, associée à l'usage des cartes, va permettre des explorations de plus en plus lointaines, progressivement étendues aux côtes de l'Europe du Nord, de l'Inde et de l'Afrique. *« La rotondité de la terre est un fait établi par les scientifiques de l'Antiquité, démontré par Ératosthène qui calcule la circonférence de la Terre au IIIe siècle avant notre ère »*, souligne Emmanuelle Vagnon. Désormais, la latitude peut être calculée… À l'époque romaine, on continue de repousser les limites de la *Terra incognita*. *« La cartographie la plus aboutie est celle de Ptolémée, au IIe siècle apr. J.-C., qui couvre la Méditerranée, mais aussi l'océan Indien et une partie de la Chine »*, indique l'historienne. Le géographe propose une image du monde novatrice fondée sur l'emploi d'une grille de parallèles et de méridiens, donc de coordonnées géographiques.
Les marins arabes vont être les premiers à employer un instrument de navigation permettant une estimation grossière de la latitude, le kamal (voir *L'avènement de la navigation astronomique*, p. 47). Bien avant les Européens, ils explorent les côtes de l'océan Indien jusqu'à la Corée et la Chine. *« Ils ont connu avant l'Europe chrétienne la géographie de Ptolémée, traduite dès le IXe siècle »*, ajoute Emma-

nuelle Vagnon. À cette époque, les mappemondes de la tradition chrétienne présentent encore une image du monde imprégnée de croyances dite en TO (T dans l'O) – un monde habité formé de l'Asie, de l'Europe et de l'Afrique, centré sur Jérusalem et clos par un anneau océanique infranchissable. *« Les Arabes comme les chrétiens ont peur de la "mer ténébreuse", car ils ne disposent pas des moyens techniques pour l'affronter. Mais l'existence de l'océan Indien et la possibilité de contourner l'Afrique restent connues, et l'idée d'autres terres possibles au-delà des océans perdure »*, remarque l'historienne. À l'aube des Grandes découvertes, on commence à percevoir les promesses de l'espace maritime en matière de nouvelles contrées à explorer et à exploiter, et dès le XII[e] siècle, *Le Livre de Roger* (en l'honneur du souverain Roger II de Sicile), du géographe arabe al-Idrisi, propose une nouvelle vision du monde, plus moderne et mieux documentée, toutefois encore restreint à l'Europe, à l'Afrique et à l'Asie.

« Les cartes portulans, qui apparaissent à la fin du XIII[e] siècle, accompagnent le mouvement d'expansion européenne », rapporte Emmanuelle Vagnon. Ces cartes marines énumèrent les ports des côtes de la mer Méditerranée et de la mer Noire avant de s'étendre le long des côtes atlantiques européennes et africaines ainsi que vers la mer Caspienne et la mer Rouge. Elles se caractérisent par la représentation d'un canevas de lignes de rhumb ou lignes de vents, qui correspondent aux directions de la boussole, empruntée aux Chinois par les Arabes et introduite en Méditerranée dès la fin du XII[e] siècle. *« La rose à huit, seize ou trente-deux vents qui décore les cartes médiévales introduit ainsi une nouvelle manière de concevoir l'espace »*, insiste Emmanuelle Vagnon. Associé à l'usage de la carte et du loch (une corde à nœuds utilisée pour mesurer les distances parcourues), le compas de mer, qui assujettit une rose de direction à l'aiguille d'une boussole, permet de lire directement le cap du navire. Toutefois, cette navigation au large « à l'estime », avec une route tracée et un suivi de la position estimée, demeure peu précise.

Bientôt, les explorations remplissent la carte du monde, qui s'étoffe des représentations de l'intérieur des terres (reliefs, bannières héraldiques, nouveaux savoirs ethnographiques ou zoologiques, etc.). La Chine, pays précurseur en matière de techniques na-



Détail de l'Asie sur l'Atlas catalan, v. 1375.

MUSEO NAVAL DE MADRID / HERITAGE IMAGES / AURIMAGES

L'Atlas catalan, une mer de légendes

Attribué à Abraham Cresques, l'Atlas catalan, trésor de la Bibliothèque nationale de France, représente le monde connu vers 1375. *« Il s'agit d'une mappemonde fondée sur le système des cartes portulans et découpée en pages reliées en recueil. Plus qu'une carte marine, c'est une véritable encyclopédie géographique ! »*, décrit Emmanuelle Vagnon. Comportant deux doubles pages de texte et de schémas, dont un très beau calendrier, deux doubles cartes de l'Asie et deux doubles cartes de la Méditerranée et de la mer Noire, il fourmille d'informations économiques et politiques, avec par exemple la représentation de souverains africains comme Mansa Moussa, richissime roi du Mali entré dans la légende par un pèlerinage fabuleux à la Mecque. *« Il utilise aussi le récit de Marco Polo ainsi que des récits bibliques (les rois mages, la reine de Saba…) et antiques, avec par exemple une sirène représentée dans l'océan Indien, ou en Asie, des scènes évoquant les pygmées luttant contre les grues géantes ou encore les peuples mythiques de Gog et Magog, censés envahir le monde à la fin des temps. »*



Cette illustration représenterait l'amiral Zheng He, qui a mené de grandes expéditions chinoises au début du XVe siècle, sur l'un de ses bateaux-trésors. Derrière lui, un étendard porte l'inscription Dà Míng, nom de l'État de la dynastie Ming qu'il servait.

vales, lance les premières expéditions d'envergure grâce à la conception de jonques robustes et rapides. Adaptées à la navigation de haute mer, elles sont dotées d'un gouvernail d'étambot innovant, dans l'axe de la quille, qui facilite les manœuvres dans des conditions de vent et de courants adverses. Étrange destin que celui de Zeng Heng, fils d'un dirigeant musulman, fait prisonnier et castré à l'âge de 13 ans et devenu un fidèle serviteur de l'Empereur ; entre 1404 et 1433, il mène sept expéditions qui le conduisent jusqu'à l'Afrique de l'Est, pour finir – dit-on ! – par être disgracié par l'Empereur qui saborde la flotte ! Les chroniques évoquent l'usage de bateaux gigantesques – 136 mètres de long et jusqu'à 5 mâts ! –, mais selon les études actuelles, ils mesuraient plutôt 80 mètres.

Tout autre est la stratégie des Portugais : pour leurs voyages qui inaugurent l'ère des Grandes découvertes européennes, ils mettent au point de légères caravelles trois fois plus petites que les jonques chinoises. *« Très adaptées à l'exploration, celles-ci étaient dotées d'une voilure latine de forme triangulaire, permettant de remonter au vent et offrant une bonne capacité de vitesse et de manœuvre »*, note Éric Rieth. Convoitant les épices et d'autres richesses, les Portugais cherchent une alternative au commerce méditerranéen passé aux mains de l'Empire ottoman. Ils parviennent à contourner le continent africain pour atteindre les Indes, développant par la même occasion le trafic négrier. Lorsqu'à force d'obstination, Christophe Colomb convainc Isabelle la Catholique de financer son projet d'ouvrir une route commerciale vers l'Asie en naviguant vers l'ouest, il part avec deux caravelles, la Pinta et la Niña, et une caraque à trois-mâts, la Santa Maria. La suite, on la connaît : le Génois « découvre » l'Amérique en 1492, explore les Antilles, fonde une colonie sur Hispaniola… Peu après, Vasco de Gama ouvre la route des Indes. C'est ensuite l'équipage de Magellan qui boucle le premier tour du monde pour le compte de l'Espagne… mais sans son capitaine, tué par une flèche empoisonnée aux Philippines.







En haut, Christophe Colomb (1451-1506), navigateur génois, financé par Isabelle de Castille et Ferdinand d'Aragon pour trouver une route vers les Indes par l'Ouest. Au milieu, Vasco de Gama (1460-1524), navigateur portugais, soutenu par le roi Manuel Ier, découvrit la route maritime directe vers l'Inde en contournant l'Afrique. En bas, Ferdinand de Magellan (1480-1521), navigateur portugais au service de Charles Quint, entreprit un voyage vers les îles aux épices (Moluques) en naviguant vers l'Ouest pour l'Espagne.

COMBLER LES BLANCS

Au XVIe siècle, des avancées dans la précision des instruments de navigation facilitent les grandes traversées. *« Dès que les marins sont sortis de l'espace méditerranéen pour naviguer au grand large de l'Atlantique, il est devenu primordial de connaître la latitude des bateaux par rapport à l'équateur »*, souligne Emmanuelle Vagnon. Son calcul va favoriser un bond en avant de la cartographie. *« Le système de projection cartographique inventé par Mercator en 1569 permet par ail-*

ALI LEI GONG - HERITAGE IMAGES / HERITAGE IMAGINED / AKG-IMAGES. IMAGE GÉNÉRÉE PAR IA - HERITAGE IMAGES / IMAGE – INDEX / AKG-IMAGES - AKG-IMAGES / PICTURES FROM HISTORY

leurs aux navigateurs de tracer une route à cap constant sur une carte », ajoute l'historienne. Le problème de la détermination de la longitude, lui, ne sera résolu qu'au XVIII[e] siècle, bénéficiant entre autres au tour du monde du Français Louis-Antoine de Bougainville et aux expéditions de l'Anglais James Cook. Lorsque ces derniers prennent la mer, l'océan Pacifique et les océans Arctique et Antarctique sont les derniers espaces maritimes inexplorés. Au siècle des Lumières, les ambitions des puissances européennes ont changé, et les objectifs économiques se doublent d'objectifs scientifiques et diplomatiques. Le voyage de Cook, en particulier, révolutionne l'état des connaissances et met fin au mythe de l'existence d'un continent austral.

Au XIX[e] siècle, les puissances colonisatrices n'ont de cesse de combler les derniers blancs sur la carte et de conquérir les derniers espaces maritimes. La mer devient aussi un objet d'étude scientifique à part entière avec la naissance de l'océanographie, marquée par de grandes figures comme l'Écossais Charles Wyville Thomson ou le prince Albert I[er] de Monaco. *« L'apparition des tôles en fer pour la construction navale et le développement de la propulsion à vapeur constituent une véritable césure technique »*, ajoute Éric Rieth. Les grands voiliers en bois et ceux à coque de fer, qui peuvent dépasser les 100 mètres de long, restent très utilisés dans la marine marchande. Les armateurs privés entrent en jeu et les ports de commerce international comme ceux de Marseille ou de Shanghai se développent. Viendront ensuite le moteur à explosion, la standardisation logistique permise par la conteneurisation, et enfin l'automatisation maritime contemporaine, couplée à l'apparition de nouveaux instruments comme les systèmes radar et GPS… Mais c'est là une toute autre histoire !

Marielle Mayo

Le bâton de Jacob, également appelé arbalestrille, arbalète ou bâton gradué est un ancien instrument utilisé pour la mesure des angles en astronomie, puis pour la navigation (enluminure in *Les premières œuvres de Jacques Devaulx*, 1584).



BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DE FRANCE / HERITAGE IMAGES / AURIMAGES

L'avènement de la navigation astronomique

Naviguer hors de la vue des côtes a nécessité de trouver des points de repère dans la voûte céleste. On a commencé par déduire la latitude de la hauteur de l'étoile Polaire ou de celle du soleil. Constitué d'une planchette de bois munie d'une ficelle passant par son centre, le kamal a été utilisé précocement par les pilotes arabes et persans pour mesurer la hauteur de l'étoile Polaire. Le quadrant (quart de cercle), un instrument de mesure angulaire rudimentaire dont le principe a été établi par Ptolémée, est adapté à la navigation au XV[e] siècle, de même que l'astrolabe, également d'origine grecque. Au XVI[e] siècle, on relève la hauteur des astres à l'aide d'un bâton de Jacob (appelé aussi arbalestrille ou arbalète), dérivé du kamal et équipé d'une règle graduée, puis d'un quartier de Davis, un quadrant amélioré. Au XVIII[e] siècle, deux instruments à réflexion, l'octant et le sextant, améliorent encore la précision des mesures.

Le calcul de la longitude reste un défi. *« En mer, elle est calculée en fonction de la vitesse du bateau et du cap, mais cette estimation à partir du temps de parcours reste très imprécise »*, souligne Emmanuelle Vagnon. La Couronne britannique en 1714, et par la suite la France, l'Espagne et la Hollande, lance un concours pour établir une méthode plus fiable. L'Anglais John Harrison en 1736, puis les Français Pierre Le Roy et Ferdinand Berthoud en 1767 créeront des chronomètres de marine (« garde-temps ») permettant de connaître la différence horaire exacte entre le port d'attache et la position du navire pour calculer la longitude.



UTOPIES FLOTTANTES

Désormais à l'étroit sur terre, l'humanité rêve d'exploiter et d'habiter la mer, qui couvre 70 % du globe. Ses ressources font l'objet de tous les appétits, et les projets d'îles artificielles et de cités flottantes se multiplient. Mais pour qui ? Et à quel prix ?

Dangereuse mais riche en promesses, la mer est au cœur de nombreuses cultures depuis la nuit des temps. Son attrait est tel qu'aujourd'hui, environ 60 % de la population mondiale habite à moins de 100 kilomètres d'un littoral. Et désormais, l'idée de s'installer directement sur l'eau fait son chemin… La mer promise serait-elle l'avenir de l'humanité ?

« L'économie bleue » concentre de nombreux enjeux. Exposées aux contraintes du milieu marin, les plateformes offshore d'exploitation des hydrocarbures posent de multiples défis en matière de transport, de sécurité, etc., et constituent des prouesses d'ingénierie. Il en existe désormais plus de 15 000 dans le monde et la tendance, qui a reçu notamment un appui massif du président Donald Trump (*« Drill, baby drill ! »*), ne semble pas près de s'inverser.

Lors de la troisième Conférence des Nations unies sur l'Océan organisée à Nice en juin dernier, des avancées en matière de protection océanique ont été enregistrées mais l'arrêt de l'exploitation offshore des énergies fossiles et de l'exploration minière des fonds marins, considérés comme un nouvel eldorado pour l'approvisionnement en métaux critiques au mépris des risques pour les

Vue aérienne de l'île artificielle Palm Jumeirah, à Dubaï, en forme de palmier. Rêve de luxe ou cauchemar environnemental ?

JUDE NEWKIRK / AMAZING AERIAL AGENCY / SIPA

écosystèmes, n'a pas été obtenu. L'essor des énergies marines renouvelables, lui, a été plébiscité. Les éoliennes en mer apparaissent peu destructives et peuvent même être couplées à des récifs artificiels pour favoriser la biodiversité, même si leurs nuisances sont encore sujettes à débat. Des projets d'éoliennes flottantes, d'hydroliennes, de fermes solaires offshore et de centrales houlomotrices sont aussi à l'étude.

SE RÉINVENTER EN « MÉRIENS »

Non content de convoiter les richesses de la mer, l'homme espère y trouver refuge. *« De nombreux peuples à travers le monde vivent ou ont vécu en osmose avec l'élément aquatique »*, rappelle l'architecte océanographe Jacques Rougerie, spécialisé dans les habitats marins et côtiers, mentionnant les cités lacustres (Venise, Suzhou, Belém…), les maisons flottantes amarrées dans l'ancien port d'Aberdeen (Hong Kong) ou encore les Moken, peuple nomade maritime de Birmanie. *« Des projets qui paraissaient visionnaires il n'y a pas si longtemps sont en train de s'ancrer dans notre civilisation »*, poursuit-il.

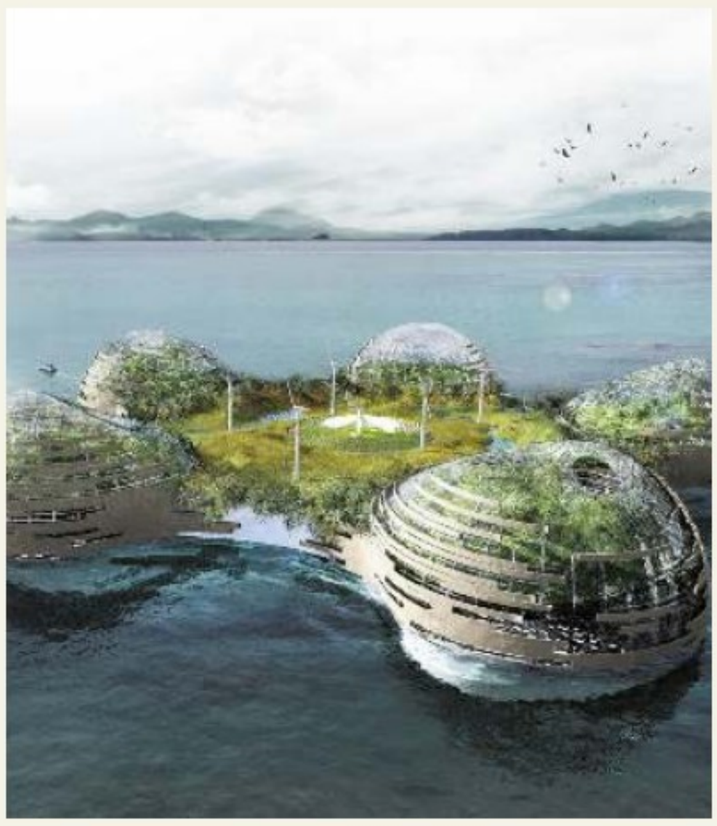
L'extension des villes sur la mer pourrait répondre au manque de foncier. En Hollande, pays des polders, Amsterdam a été agrandie dès les années 1990 par un quartier d'îles artificielles auxquelles sont arrimées des maisons flottantes. Symbole de la folie des grandeurs de Dubaï, l'archipel artificiel Palm Islands veut attirer un tourisme de luxe. Mais pour construire Palm Jumeirah, première île en forme de palmier achevée en 2004, on a dragué des millions de tonnes de sable et détruit des récifs coralliens. Bâtie sur un polder de 600 hectares, la ville de Songdo, en Corée du Sud, devrait être achevée en 2027. Si elle s'affiche comme un modèle de ville intelligente et « verte », la réalité est moins idyllique… *« Les polders ou les remblais maritimes édifiés pour gagner sur la mer sont catastrophiques en matière de destruction de la biodiversité*, appuie Jacques Rougerie. *Toutefois, on sait aussi construire sur des pieux des structures respectueuses de l'environnement, comme l'extension sur mer de Monaco. »*

Lui-même se considère comme un « mérien » et s'est fait connaître dès les années 1970 comme l'architecte des utopies maritimes avec des projets pionniers d'habitat sous-marin, dans la lignée des projets Précontinent de Jacques-Yves Cousteau. La fondation qu'il a créée accompagne des projets architecturaux innovants, bio-inspirés et durables tels que *Carbonic Island*, solution de lutte contre l'acidité de l'océan, *Tekasa'i*, habitat en bambou conçu pour permettre une vie en symbiose avec l'eau dans les zones inondables du Bangladesh ou *Zealandia, The 8th Continent*, une station flottante au design futuriste.

Avec le changement climatique, les pays exposés à la montée des eaux planchent aussi sur des projets de villes flottantes. Lors de l'exposition universelle de Shanghai de 2010, l'architecte français Vincent Callebaut avait présenté Lilypad, un modèle dédié à l'accueil des réfugiés climatiques. Plus récemment, la start-up américaine Oceanix a conçu des cités flottantes modulaires qui s'amarrent au fond de l'eau. Édifié à Busan, en Corée du Sud, le premier prototype pourrait à terme accueillir 12 000 personnes. D'autres projets ont été lancés au Japon, aux Maldives… Production d'eau douce, agriculture et aquaculture, énergies renouvelables, gestion des déchets, mobilité, protection contre les tempêtes, accueil de la biodiversité… Chaque aspect est étudié pour permettre à ces cités un fonctionnement durable et (relativement) autonome.

Certains projets affichent aussi une dimension d'autonomie politique. Créé en 2008 par le libertarien Patri Friedman et l'entrepreneur Peter Thiel, l'Institut Seasteading vise ainsi à la création de villes dans des zones en dehors des eaux territoriales, donc libres de tester de nouvelles formes d'organisation et de gouvernement… Et accessoirement affranchies de toute fiscalité ! Le grand large constitue la frontière ultime. Jacques Rougerie a imaginé La Cité des Mériens, une ville scientifique internationale dédiée à l'étude de la biodiversité marine, bio-inspirée par la raie manta, « zéro rejet » et entièrement autonome grâce à son aquaculture, ses serres hors sol et l'utilisation d'énergies marines renouvelables. En attendant de voir ce projet se concrétiser, la mise sur les rails de la construction de sa station océanique internationale SeaOrbiter, de taille plus modeste, a été annoncée à l'occasion de la conférence de Nice.

Marielle Mayo



Carbonic Island, par l'équipe d'Adam Fernandez. Projet visant à capturer l'excès de CO_2 océanique pour lutter contre l'acidification de l'océan.



Cité des Mériens, par Jacques Rougerie. Projet d'université océano-graphique flottante, inspirée de la raie manta, dédiée à l'étude et à la protection de la biodiversité marine.

ADAM FERNANDEZ / FONDATION JACQUES ROUGERIE - CRÉATIONS JACQUES ROUGERIE

APPROCHER LES ABYSSES

L'ÉPOPÉE SOUS-MARINE

Là, tout près de nous, à quelques encablures des côtes, sommeille un monde encore largement inconnu. « Les épaisseurs océanes » demeurent le dernier refuge du doute, l'ultime bastion de l'inconnu et de l'inexplicable sur une planète que l'homme a depuis longtemps mise à nue. Un monde encore si peu défriché que tout ou presque y paraît encore possible : faute de pouvoir s'aventurer dans ces ténèbres liquides, l'homme y a lâché les chevaux de son imagination et en a fait un territoire de dieux et de monstres. Tous les vieux cauchemars traînés depuis des millénaires par le subconscient humain semblent s'être donné rendez-vous au plus profond de l'océan. Un inframonde peuplé de mâchoires avides, de gueules béantes et de griffes acérées, voilà comment Hugo dépeint encore les abysses en 1866 dans les *Travailleurs de la mer*. Alors pendant longtemps, les hommes ont préféré naviguer sur la mer plutôt que de s'y aventurer. Franchir la surface pour aller frayer avec les poissons et risquer la noyade ? Folie pure ! Et pourtant, la littérature antique abonde déjà en références aux apnéistes de la première heure, défricheurs des petits fonds. Dès le IXe siècle av. J.-C. dans *L'Iliade*, Homère mentionne les plongeurs pêcheurs de coquillages. Un peu plus tard, Aristote nous informe que les pêcheurs d'éponges ont déjà inventé le tuba ou plus exactement « un tube respirateur comparable à la trompe des éléphants ». Pline l'Ancien décrit les dangers de la récolte des huîtres perlières en Grèce ou dans le Bosphore lorsque ces maudits bivalves se referment parfois sur la main des plongeurs pour les trancher avec une efficacité de sécateur. Le maillot de bain n'a pas toujours été le seul instrument à la disposition des premiers explorateurs. Pour rester sous l'eau plus longtemps, il faut soit prélever de l'air en surface au moyen d'un tuyau, soit emmener avec soi une réserve d'air. La première



Alexandre le Grand (356-323 av. J.-C.) explorant la mer dans une cloche de plongée en verre abaissée d'un bateau par deux hommes (extrait d'un manuscrit du *Roman d'Alexandre*, France, 1445).

Longtemps inaccessibles, les grands fonds restent l'un des derniers territoires vierges de la planète, le « Far-Deep », où l'humain n'est toujours pas le bienvenu. De la cloche d'Alexandre le Grand aux robots autonomes du XXIe siècle, retour sur l'odyssée technologique qui nous a permis d'approcher ces profondeurs.



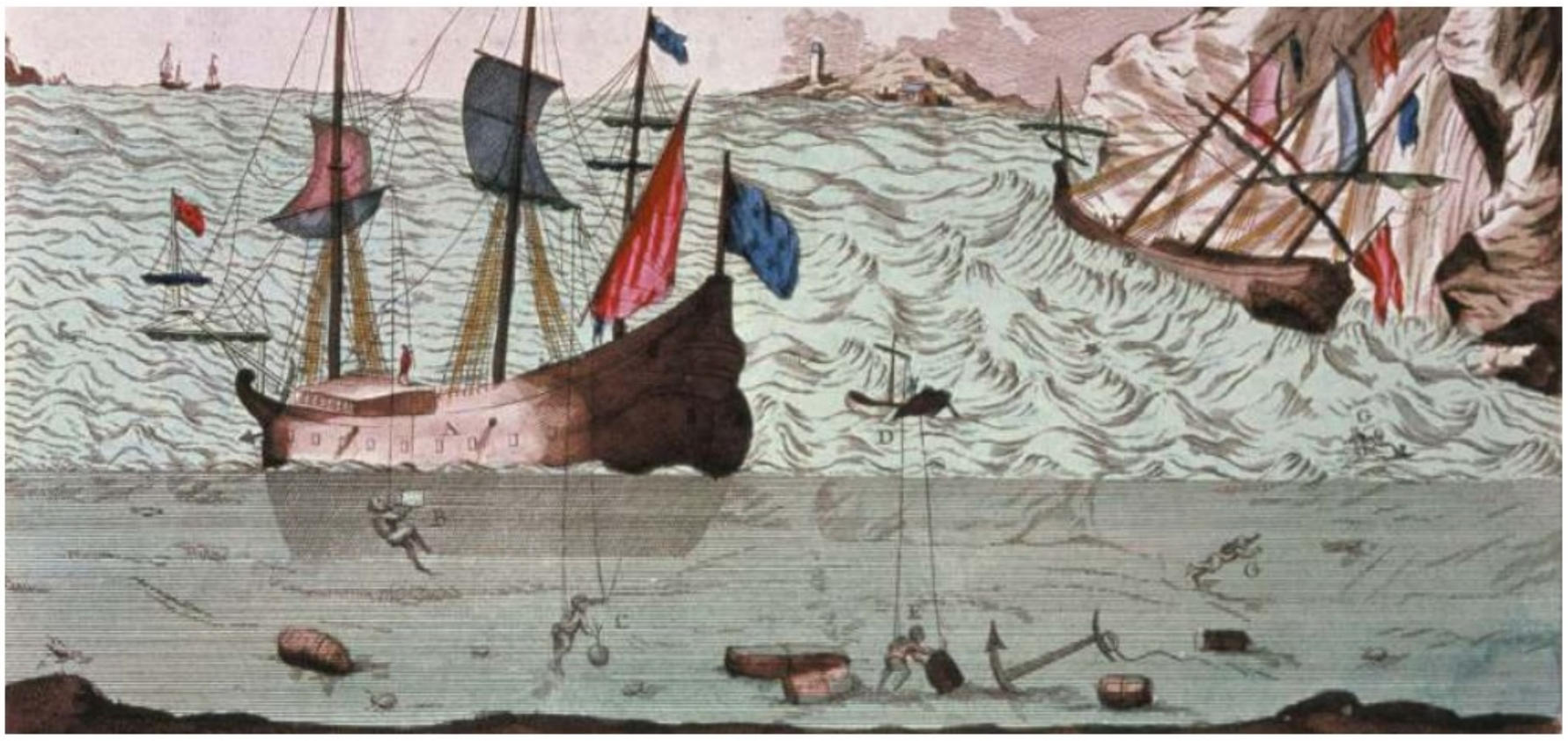
La pieuvre, que Victor Hugo décrit en « diable de mer », incarne une terreur abyssale dans l'imaginaire collectif de son temps (illustration pour *Les Travailleurs de la mer* par Paul Adolphe Kauffmann, vers 1882-1883).



COLLECTION DAGLI ORTI / BRITISH LIBRARY / AURIMAGES - MAISON DE VICTOR HUGO / AKG-IMAGES

solution n'étant guère applicable au-delà de quelques dizaines de centimètres – la pression de l'eau empêchant très vite l'expansion de la cage thoracique – le réservoir d'air sous la forme d'une cloche de plongée est une idée qui germe assez tôt dans les esprits, en tout cas dans celui d'Aristote qui en expose le principe dans ses *Problemata*. Il ne parle pas encore de cloche mais de *lebeta*, autrement dit « chaudron » qu'il s'agit de maintenir bien droit pour éviter la catastrophe. Le premier à risquer sa vie dans cette marmite diabolique ne serait autre qu'Alexandre le Grand. Selon son historiographe Callistène, le roi fait construire un coffre de bois ouvert sur le bas et percé de plaques de verre épais pour observer les monstres marins qui saboteraient la construction d'Alexandrie. Il prend place à l'intérieur, accompagné de dessinateurs et de quoi faire un petit gueuleton – l'exploration sous-marine, ça creuse – avant de refermer le couvercle et de se faire descendre au bout d'une corde. Une fois au fond, Alexandre aperçoit *« des monstres à forme humaine, mais au visage semblable à celui des bêtes féroces. »* Selon une version orientale de la légende – ou plus probablement marseillaise – il aurait fallu *« pas moins de trois jours et trois nuits au plus grand de ces monstres pour défiler devant les yeux du roi. »*

L'heure des cloches va véritablement sonner au moment de la Renaissance. Le XVIe siècle voit l'éclosion de nombreux projets de récupération d'épaves à faible profondeur, la plupart à l'aide de cloches enfermant leur propre volume d'air. L'une des premières à être opérationnelle est celle de l'Italien Guglielmo de Lorena qui en 1535 met au point une cuve cylindrique de 1 m de haut par 60 cm de diamètre – et donc portée sur les épaules – afin de retrouver dans les eaux glauques du lac Nemi les épaves des galères de cérémonie de Caligula. Un siècle plus tard, l'officier de marine William Phips récupère le trésor de la *Nuestra Señora de la Concepción*, un galion espagnol échoué sur les côtes de



Plongeurs en eaux profondes de M. Fréminet explorant l'épave d'un navire en 1776 (gravure française, 1786).

Saint-Domingue grâce à un tonneau retourné posé sur trois pieds. Mais ces cloches ont un défaut majeur : l'air, vite irrespirable, réduit considérablement le temps de travail au fond, et contraint régulièrement à de fastidieuses manœuvres de remontée. Le rêve de s'immerger en toute autonomie, affranchi de tout habitacle, simplement protégé par une carapace plus ou moins ajustée au corps humain, prend forme à la Renaissance. Des croquis de tubas, de gants palmés et de ce qui ressemble à des masques de plongée apparaissent dans les pages du *Codex Atlanticus* de Léonard de Vinci. On y voit même un très curieux casque à hublots hérissé de piquants acérés destinés à décourager les monstres marins trop entreprenants. Dans le même esprit, l'Italien Diego Ufano dessine en 1536 un ensemble composé d'un capuchon de cuir muni de lunettes de corne et d'un tuyau relié à la surface. Malgré un aspect plutôt inquiétant, le projet est porteur d'une innovation d'importance : des poids fixés aux pieds permettent au plongeur de progresser plus facilement sur le fond. Au XVIII[e] siècle, l'innovation s'accélère. En 1771, le Français Fréminet invente une « machine hydrostatergatique », qui malgré son nom imbuvable est un premier pas vers la respiration autonome. Cette combinaison de cuir suiffé est surmontée d'une tête de cuivre et dotée d'un petit réservoir d'air suspendu à un bateau. L'air arrive par un tuyau à la bouche et repart par un autre au sommet du casque. Bravant l'asphyxie et la noyade, Freminet conduit plusieurs essais, le premier dans la Seine dans 5 mètres d'eau, les autres au Havre et à Brest jusqu'à 17 m. L'engin n'est pas à proprement parler autonome puisqu'il reste tributaire de la surface, mais il est tout de même le premier à emporter sa propre réserve d'air. Dans un climat de concurrence, d'exploitation d'épaves, et de conquête de marchés de l'équipement, c'est l'Allemand Auguste Siebe qui va finalement trouver la martingale vers 1844 avec un scaphandre parfaitement étanche, association d'un casque en cuivre et d'une combinaison souple et imperméable. Le casque, solidaire du vêtement, est alimenté par un tuyau muni d'un clapet de non-retour et pourvu d'une soupape d'expiration réglable par l'utilisateur. En plus d'être elle-même lestée, la combinaison est équipée de semelles de plomb. C'est le « Standard Diving Apparatus » que Siebe va commercialiser avec un grand succès. Les fouilleurs d'épaves du monde entier se l'arrachent. Mais le pauvre scaphandrier n'est pas à la noce. Il faut faire preuve d'un certain sang-froid pour se glisser à l'intérieur de cet accoutrement de cauchemar de plus de 80 kg. Autant dire que la descente est rapide, et tant pis si le bonhomme n'a pas toujours le temps d'équilibrer ses oreilles…

DU SCAPHANDRE AU BATHYSCAPHE

Avec le scaphandre de Rouquayrol, perfectionné par Denayrouze en 1865, où le casque est relié via un tuyau non plus à une pompe mais à un réservoir d'air comprimé, un nouveau pas vers l'autonomie est franchi. Grâce à un détendeur, le plongeur ne respire que lorsqu'il le souhaite. Initialement conçu pour les mines, l'appareil est adopté par la marine française… et par Jules Verne, qui le fait enfiler à son capitaine Nemo. Le rêve s'incarne. Jusqu'alors, les incursions sous-marines se sont toujours données des objectifs très prosaïques et utilitaires – on n'ose dire mesquins – comme remonter une cargaison de lingots, récupérer un mouillage, intervenir sur une coque, déposer un câble au fond de l'eau, etc. Arrive alors le XX[e] siècle, et la plongée prend la clé des champs ou en tout cas celles des petits fonds bleutés où dansent encore les rayons du soleil. Avec d'abord le détendeur du capitaine Le Prieur associé à sa petite bouteille d'air comprimé, puis les palmes natatoires du commandant de Corlieu, et enfin l'appareil autonome conçu par l'ingénieur Émile Gagnan et perfectionné par Cousteau, la plongée devient d'humeur badine, se pique de sciences et d'exploration. Le Grand Bleu est à portée de palmes, et l'on commence à tendre l'oreille sur le monde du silence. Le dessous de la mer n'est plus l'apanage d'une caste de professionnels caparaçonnés, du moins jusqu'à ses premiers soixante mètres, limite de la plongée à l'air. Mais même si les mélanges gazeux permettent d'aller plus

COLLECTION DAGLI ORTI / COLLECTION PRIVÉE / AURIMAGES

loin – parfois jusqu'à 300 ou 500 mètres – il faut trouver d'autres viatiques que le scaphandre ou la bouteille d'air comprimé pour affronter les grandes profondeurs.

Pour aller plus loin, l'homme n'a guère le choix : il lui faut être soustrait à la pression extérieure et donc se réfugier à l'intérieur d'un habitacle entièrement rigide. Les sous-marins peut-être ? Une coque suffisamment épaisse pour résister à des pressions importantes alourdirait dramatiquement le bâtiment au point de l'empêcher de remonter ! Il faut faire un choix entre flottabilité et résistance de la coque, entre une profondeur limitée ou un funeste écrasement. Les sous-marins classiques ne dépassent guère les 200-300 mètres. Pour descendre plus bas, il faut une coque solide et donc lourde. Mais alors, comment faire pour qu'elle ne coule pas comme une enclume ? Eh bien il suffit de l'attacher à un navire en surface. 1 200 ans plus tard, deux Américains refont le coup de la cloche d'Alexandre le Grand. Une cloche perfectionnée. En 1930, William Beebe et l'ingénieur Barton conçoivent une sphère d'acier suspendue à un câble : la bathysphère. Cette boule inconfortable de 1,38 m de diamètre, équipée de hublots de quartz et d'un système rudimentaire de ventilation, les emmène jusqu'à 908 mètres de fond, un record indéboulonné pendant près de 15 ans. Ils y découvrent le noir total, les créatures bioluminescentes, et l'étrangeté silencieuse du monde bathypélagique. Mais entre les risques de surtension du filin et la menace de rester accroché à un relief sous-marin, la bathysphère demeure un engin réservé aux intrépides et trompe-la-mort. Il faut s'affranchir de la surface.



Le capitaine Nemo et ses compagnons marchant sur le fond marin (illustration de Fabio Fabbi pour *Vingt Mille Lieues sous les mers* de Jules Verne, v. 1920).

Le génie humain, aussi glorieux soit-il, a parfois besoin d'un petit coup de pouce du destin. En 1933, Beebe participe à l'exposition internationale de Chicago où sa bathysphère se trouve être exposée à côté du FNRS, une nacelle stratosphérique avec laquelle un certain Auguste Piccard a atteint 16 900 mètres un an plus tôt. Le record d'altitude s'affiche aux côtés du record de profondeur ! Contrairement au Professeur Tournesol dont il a largement inspiré les traits, Piccard n'est pas dur de la feuille et ne porte pas de redingote verte, mais il a les mêmes lunettes rondes, une coupe de cheveux tout aussi originale et comme tous les grands esprits se montre parfois étourdi. La bathysphère de Beebe lui rappelle qu'il n'a pas encore exaucé son vieux rêve de jeunesse, celui d'aller voir les poissons des abysses. Il réoriente alors ses recherches vers le milieu marin, développe un laboratoire des hautes pressions, et inspiré par son expérience dans la stratosphère, conçoit un engin autonome : le bathyscaphe. L'engin obéit au principe de « flottabilité inversée », constitué d'un habitacle maintenu à pression atmosphérique, suspendu à un réservoir naturellement flottant contenant 32 000 litres d'essence – plus légère que l'eau – et qu'on leste de grenaille de fer le temps d'atteindre le fond. Autrement dit, un ballon libre océanique. Le 2 novembre 1948, au Cap-Vert, le FNRS II, vide, descend à 1 380 m, bien au-delà du record de Beebe et Barton à 903 m et remonte tranquillement en surface. Mais l'équipe n'aura pas le temps de sabler le champagne. La mer s'est levée et une tempête endommage l'engin remorqué en surface. La presse qui a été conviée aux festivités se déchaîne. Le pauvre Piccard est moqué, décrit comme un farfelu à la

L'épopée du Challenger

De décembre 1872 à mai 1876, la corvette Challenger, sous l'égide de la Royal Society, sillonne tous les océans du globe – excepté l'Arctique – avec à son bord une équipe de chercheurs dirigée par le zoologiste britannique Charles Wyville Thomson (1830-1882). C'est la toute première expédition à but exclusivement scientifique, sans aucun prétexte militaire, géostratégique ou économique. Tout au long des 69 000 milles marins parcourus pendant ces trois ans et demi – soit trois fois le tour du monde – le Challenger s'arrête systématiquement tous les 200 milles pour récolter des données. Tous les instruments océanographiques dernier cri, nec plus ultra de la révolution technique, sont à bord : un sondeur Kelvin entièrement motorisé et qui permet de faire des sondages sans arrêter le navire, une centaine de thermomètres mini-maxi Miller-Casella ou encore des bouteilles de prélèvements à robinets d'arrêt. Chaque station est l'occasion de mettre en place un protocole bien rôdé : sondage, coupe hydrologique avec prélèvements d'échantillons d'eau et mesures de température, mise à l'eau de filets bathypélagiques, et enfin d'engins de trait, dragues ou chalut à cadre métallique. Au final, le total de 362 stations aura fourni suffisamment de données pour donner du grain à moudre à une centaine de naturalistes pendant un demi-siècle ! 13 000 spécimens, soit 1 500 nouvelles espèces, sont collectés parfois jusqu'à 5 000 mètres de profondeur. Tournant décisif dans l'histoire de l'océanographie, le voyage du Challenger va inspirer durablement les méthodes de travail des futures expéditions tout en éclairant d'un jour nouveau et pénétrant les petits secrets abyssaux.

AKG-IMAGES / DE AGOSTINI PICTURE LIBRARY

bévue facile, un zouave de la trempe d'un Tournesol. Son « bathysgaffe » fait la une des journaux. Mais la Marine française, qui surveille l'opération depuis l'aviso Élie Monnier, ne se joint pas au cercle des rieurs, bien au contraire. À bord, le lieutenant de vaisseau Cousteau a pu constater que l'appareil était fonctionnel malgré ses piètres qualités nautiques.

En octobre 1950, le Fonds national de la recherche scientifique belge (FNRS) et le secrétariat d'État à la Marine nationale décident d'unir leurs forces autour d'un projet portant sur un bathyscaphe plus performant, le FNRS III. Mais de profonds désaccords entre l'ingénieur Pierre Willm, nommé responsable du projet, et Piccard, réduit au statut de conseiller technique, provoquent le départ de ce dernier. Il rejoint Trieste, où le musée maritime de la ville lui propose de diriger seul le chantier de construction d'un nouveau bathyscaphe financé par des capitaux suisses. Son fils Jacques, diplômé en économie et en physique, vient le seconder. Commence alors une formidable course aux abysses entre les deux bathyscaphes. D'un côté, le ticket France avec le capitaine de corvette George Houot, commandant du FNRS III, et l'ingénieur du génie maritime Pierre Willm, patron du projet. De l'autre, l'équipe suisse, avec Jacques Piccard aux manettes et son papa en passager-copilote. Les records tombent les uns après les autres, et en 1954, le FNRS III atteint 4050 mètres, où il trouve « un sable très blanc, très fin, un sol bosselé de petits talus et de cônes », raconte Houot. Les Suisses sont mouchés. *« Qu'on aille directement au plus profond et que les bathyscaphes ensuite se consacrent à la science ! »*, s'impatiente Théodore Monod dans son recueil de souvenirs subaquatiques *Bathyfolages*. De fait, durant toutes les années 1950, la science allait être délibérément mise de côté tant qu'on ne serait pas descendu jusqu'au fond du fond. C'est bientôt chose faite : en 1958, les Américains rachètent le *Trieste* et embauchent Jacques Piccard comme pilote et consultant. Deux ans plus tard, en pleine guerre froide, ce dernier et Don Walsh plongent à 10916 mètres dans la fosse des Mariannes, point le plus profond de l'océan. L'homme a touché le fond de la planète.



La bathysphère de William Beebe, vers 1934.

Après le *Trieste*, l'exploration se professionnalise. En 1964, la marine américaine met à l'eau *Alvin*, un petit sous-marin habité conçu pour descendre à 4500 mètres. Maniable comme un oiseau-mouche, il devient vite l'outil de référence des océanographes. Il connaît aussi quelques mésaventures : un jour, un espadon l'attaque par 700 mètres de fond. Le poisson meurt empalé sur la coque, finit dans l'assiette de l'équipage. La France suit avec Cyana, grande sœur de la soucoupe plongeante SP-350 de la *Calypso*. Les Russes arrivent à leur tour, et frappent fort avec les *Mir* I et II, capables d'atteindre 6000 mètres. Ces bijoux de technologie, mis en service en 1987, mènent aussi bien des expéditions scientifiques que des plongées spectaculaires : *Titanic*, *Bismarck*, épaves de sous-marins nucléaires, fond du pôle Nord, lac Baïkal… Mais l'avenir appartient à un autre genre de machine. Moins spectaculaires, les robots sous-marins prennent le relais. Les ROV (Remotely Operated Vehicles), commandés depuis la surface via un câble, sont capables d'effectuer des tâches complexes : inspections, soudure, repérage. Infatigables, insensibles à la pression, ils deviennent indispensables à l'industrie offshore. Plus performants encore, les AUV (Autonomous Underwater Vehicles), autonomes, silencieux et profilés comme des torpilles, s'émancipent totalement du navire-mère. Guidés par l'intelligence artificielle, ils cartographient les reliefs, collectent des données, sondent, scrutent, enregistrent. L'homme, relégué en surface, observe à distance. Seuls 5 % des fonds marins ont été explorés, à peine 10 % des montagnes sous-marines identifiées. L'aventure continue, mais par procuration.

Christophe Migeon

À LIRE

Abysses, une histoire des grands fonds, Christophe Migeon, Paulsen, 2015.

Plongées profondes – Bathyfolages, Théodore Monod, J'ai Lu, 2000.

Et bientôt des villes sous-marines ?

Vivre sous l'eau, un vieux rêve dissipé par celui de la conquête spatiale. Mais le projet Deep, lancé par une entreprise britannique privée fondée en 2021, reprend le projet fou de créer une présence humaine permanente sous l'eau et ce, dès 2027, avec le développement d'habitats modulaires appelés Vanguard et Sentinel qui devraient permettre à des équipes scientifiques de vivre et travailler jusqu'à une profondeur de 200 mètres, pendant des périodes allant jusqu'à 28 jours. Le site de test se situe dans une carrière inondée d'Angleterre, près de Chepstow, à la frontière galloise, sélectionnée pour ses eaux claires. La préparation des futurs habitants inclut une formation psychologique et physique intensive de 12 à 18 mois pour supporter l'isolement, les contraintes de l'espace confiné et l'environnement hostile du fond marin ; des menus spécifiques compensent la perte de sensibilité du goût liée à la pression. À terme, des colonies sous-marines humaines pourraient voir le jour, ouvrant la voie au tourisme, la biosurveillance, voire l'habitation permanente. Deep marque peut-être un tournant dans l'exploration océanique.

WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY

RECHERCHE TITANIC
DÉSESPÉRÉMENT

Une plongée dans l'histoire de la redécouverte du *Titanic*, fruit de la technologie et d'une obsession abyssale.

Un beau matin de juillet 2001, David Leibowitz s'agenouille devant Kimberley Miller, prend une grande inspiration, et après avoir échangé les vœux d'usage, lui passe l'anneau nuptial au doigt. Touchante et banale cérémonie, sauf qu'elle se déroule par 3 700 mètres de fond devant la proue du *Titanic*. Agenouillés dans l'étroite sphère du MIR 1, faute de pouvoir se tenir debout, les deux tourtereaux sont bénis par hydrophone par le capitaine du navire logistique *Akademik Keldysh*. On n'arrête pas le progrès. Ni le tourisme d'ailleurs. Enfin si : depuis l'implosion du submersible *Titan* en juin 2023 – 5 morts – la société américaine OceanGate Expeditions a suspendu toutes ses opérations sur le *Titanic*, et aucune autre entreprise n'a pris le relais. Les autorités américaines s'opposent désormais à toute nouvelle expédition touristique vers le site au large de Terre-Neuve. Parmi les trois millions de navires qui reposeraient au fond de l'océan, le paquebot est sans doute le plus obsédant et le plus mythique de ces fantômes. Une tête d'épingle perdue sur le plancher océanique sous des kilomètres d'eaux noires. Sa redécouverte, en 1985, a requis la conjonction de découvertes technologiques, d'une personnalité capable de les appliquer au domaine abyssal ainsi qu'un soupçon de bonne fortune. Durant les années 70, l'océanographe Robert Ballard réalise plusieurs missions scientifiques pour l'Institut Woods Hole, achève une cartographie du golfe du Maine, inspecte la dorsale médio-atlantique, découvre les premiers fumeurs noirs aux Galapagos à bord de l'*Alvin*. L'heure n'est pas encore à l'archéologie marine. Ce qui ne l'empêche pas de penser déjà au *Titanic*. Il pressent très tôt que l'avenir de l'exploration abyssale passe par les robots. Il conçoit *Argo*, une structure métallique tractée au-dessus du fond, équipée de caméras et de fibres optiques. Il l'associe au ROV *Jason*, avec bras manipulateurs et optique embarquée. En 1985, la US Navy qui finance ses recherches demande à Ballard d'aller inspecter les épaves du *Thresher* et du *Scorpion*, deux sous-marins nucléaires perdus à grande profondeur, l'un au large du Massachusetts en 1963, l'autre dans le sud des Açores en 1968. Avant de partir, Ballard demande l'autorisation d'aller prospecter la zone du *Titanic*, fort opportunément située entre les deux sites. Durant sa reconnaissance sur le site du *Thresher*, Ballard fait une découverte d'importance. Il réalise que les débris du submersible, loin d'être tombés à pic, ont été éparpillés par les courants lors de leur chute en fonction de leur masse. Les plus lourds sont tombés à proximité de l'épave, tandis que les plus légers ont été dispersés à bonne distance. Il expédie la mission sur le *Scorpion* en quatre jours, puis fonce vers le large de Terre-Neuve. Il lui reste douze jours pour localiser l'épave. En étudiant un journal de bord daté du naufrage, il retrouve la force et la direction du courant qui prévalait lors du drame. Il met à l'eau l'*Argo* et commence à balayer méthodiquement la zone à cinq milles au sud du lieu de récupération des canots. Neuf jours se passent sans rien d'autre qu'un fond désespérément plat. L'équipe a le moral à fond de cale. Mais le 1er septembre, à 1 h du matin, alors que Ballard est parti se coucher, les trois membres de l'équipe de quart voient apparaître sur la télévision de petits cratères, comme des points d'impact dans les sédiments. Bientôt un amas de tôle, une des 29 chaudières du navire, apparaît dans toute sa splendeur de rouille. L'épave elle-même est rapidement retrouvée vers le nord, exactement comme Ballard l'avait imaginé.

C.M.

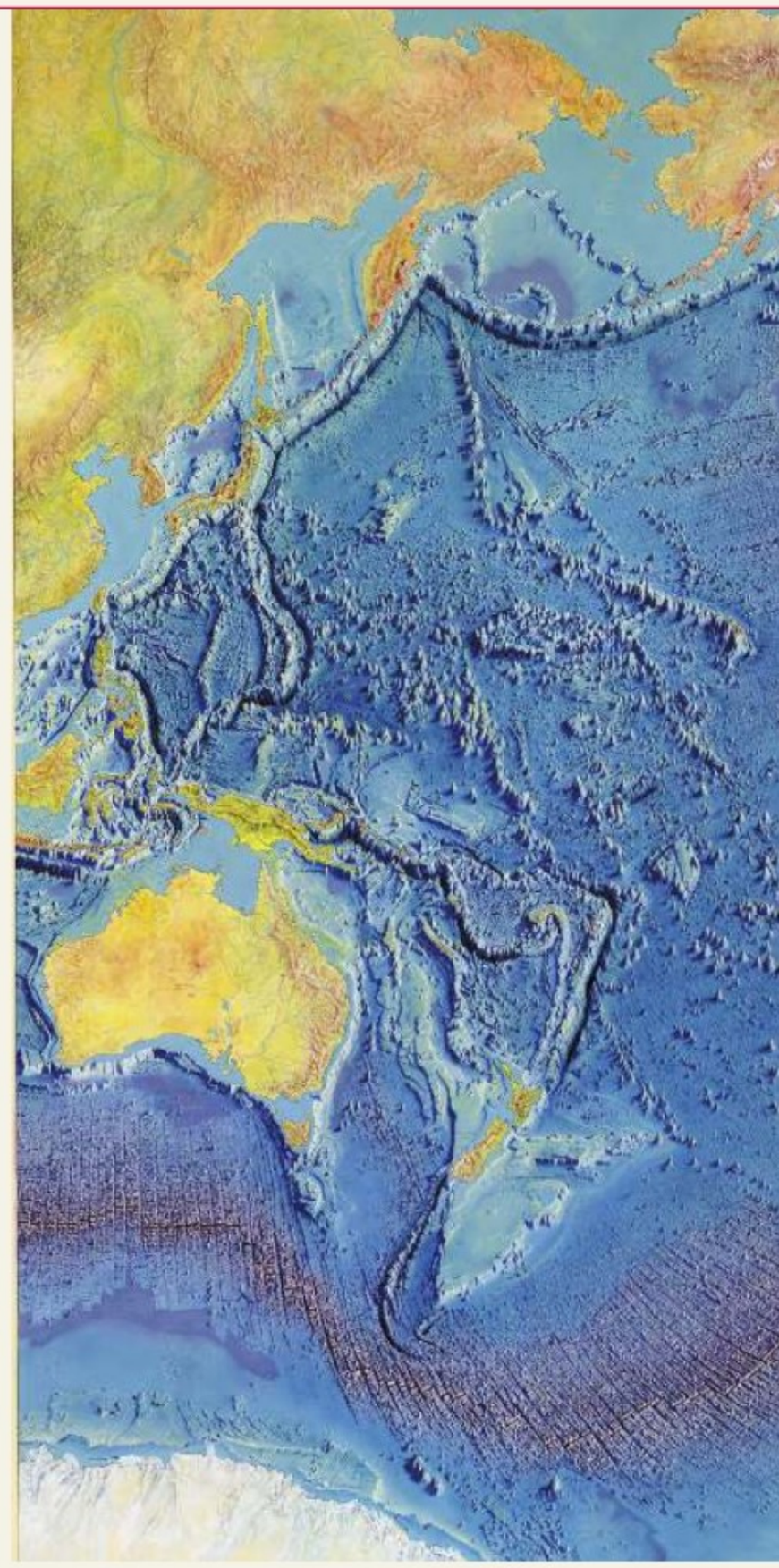


Vue de la proue du RMS Titanic, filmée en juin 2004 par le véhicule sous-marin télécommandé Hercules lors d'une expédition de retour sur l'épave.

NOAA / INSTITUTE FOR EXPLORATION / UNIVERSITY OF RHODE ISLAND

ET LES **DORSALES OCÉANIQUES** APPARURENT

Quand on découvre que les abysses que l'on imaginait figés pour l'éternité ont non seulement leurs paysages propres, mais sont le moteur même de l'activité géologique de la planète.



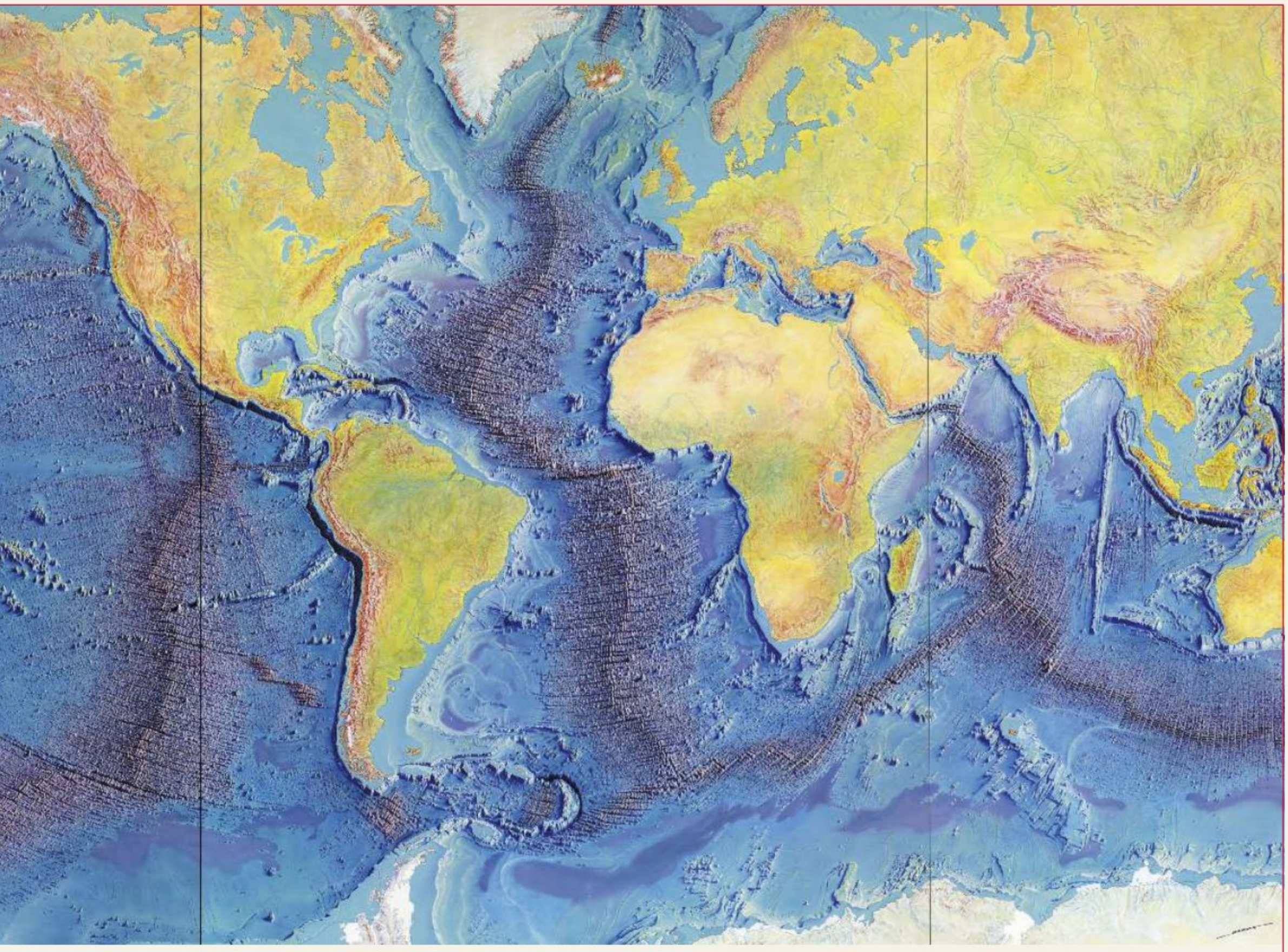
Carte manuscrite des fonds océaniques de Heezen-Tharp, peinte par Heinrich C. Berann, 1977.

Avec la multiplication des sondages, notamment grâce à l'invention du sondage acoustique après la Première Guerre mondiale, on s'est bien rendu compte que les vastes plaines océaniques n'étaient pas aussi mornes que cela et qu'elles se hérissaient par endroits de curieux reliefs. La première carte générale bathymétrique éditée à ses frais par le prince Albert de Monaco en 1904 mettait pour la première fois les abysses à nu, mais ne reposait pas sur un nombre suffisant de sondages pour faire état d'une chaîne montagnes au milieu de l'Atlantique. Il faut pour cela attendre les résultats de la campagne d'échosondages du navire allemand Meteor (1925-27) dans l'Atlantique Sud. Mais la compréhension des fonds océaniques et de leur formation est encore loin d'être acquise. Dans les années 1910 pourtant, un jeune astronome et climatologue allemand avait pointé dans la bonne direction. Frappé par la complémentarité des côtes sud-américaines et africaines, Alfred Wegener avait osé émettre l'hypothèse d'un supercontinent qui se serait fracturé et dont les fragments auraient pu s'éloigner les uns des autres pour donner nos continents actuels. Mal lui en prit. À l'époque, la mode est au « stabilisme ». Autrement dit, on croit à une immuable permanence des grands fonds. Tout le gratin scientifique hausse les épaules devant les élucubrations de ce géologue du dimanche. Pauvre Wegener… sa rubrique nécrologique ne fera même pas mention de ses digressions géologiques.

LA FORME DU FOND

L'affaire ne rebondit qu'à la toute fin des années 1950, lorsque Marie Tharp du département de géologie de l'université Columbia met au point avec le concours de Bruce C. Heezen une carte du fond de l'Atlantique Nord. Durant cinq années de travail acharné, elle transforme d'interminables colonnes de données bathymétriques en diagramme physiographique, un spectaculaire dessin en perspective mettant en valeur les grandes structures présentes au fond de l'océan et grâce auquel le grand public découvre d'un coup les coulisses du grand théâtre des abysses. Sur la carte éditée en 1959, une chaîne de montagnes serpente clairement au milieu de l'Atlantique et affiche une curieuse indentation centrale en forme de V large de plusieurs kilomètres. Pour







Marie Tharp, géologue et cartographe des fonds marins (1920-2006).

Marie Tharp, aucun doute possible, c'est un rift par lequel se crée une nouvelle croûte océanique. À l'époque, la théorie du malheureux Wegener est toujours l'objet de moqueries et lorsque Marie Tharp, géologue admettons, mais femme tout de même, expose ses résultats en 1956 au Congrès de l'Union géophysique, ces messieurs de la communauté scientifique affichent une mine goguenarde. À vrai dire, personne n'admettra l'existence de cette vallée centrale avant que Cousteau n'en rapporte les images en 1959. Marie Tharp poursuit cependant son travail d'agrégation des données et produit des profils de l'Atlantique Sud en 1961, de l'océan Indien en 1964, du Pacifique en 1971. Les dorsales océaniques louvoient dans le fond des bassins tout autour de la terre. Grâce au talent du peintre Heinrich C. Berann, le long labeur de Marie Tharp se voit couronné par l'édition en 1977 de la première carte mondiale de la topographie des fonds océaniques.

Christophe Migeon

LIBRARY OF CONGRESS, GEOGRAPHY AND MAP DIVISION - THE GRANGER COLL NY / AURIMAGES

S'ÉLEVER DANS LES AIRS

L'APPEL DU CIEL

Depuis l'Antiquité, l'humanité observe les oiseaux et rêve d'atteindre les hauteurs. Des griffons d'Alexandre aux machines de Léonard, des moines volants aux inventeurs de la Renaissance, la conquête aérienne oscille entre fantasme et expérimentation, jusqu'à la première réussite concrète : la montgolfière.



Alexandre le Grand, dans une cage, porté au ciel par des griffons (vers 1420-1425).

Se délivrer de la pesanteur : mythes et légendes antiques, truffés de représentations de figures volantes, expriment la fascination qu'exercent les cieux, domaine des dieux, que l'homme brûle d'atteindre, ici et ailleurs. *« Ce rêve est général, il est lié au genre humain*, souligne Bernard Marck, auteur et spécialiste de l'histoire de l'aviation, *il est commun à toutes les cultures, on le retrouve au Japon et jusque dans les Andes ; l'homme, dès lors qu'il a regardé en l'air et y a vu les oiseaux, n'a eu de cesse de vouloir les imiter ! »* La fabuleuse ascension d'Alexandre le Grand, curieux de voir *« la forme de la terre vue du dessus »*, repose sur l'emprunt de leur pouvoir aux volatiles, celui qui manque cruellement à l'homme, naturellement cloué au sol. Le célèbre conquérant aurait fait construire une nacelle à laquelle furent fixées



HERITAGE ART / HERITAGE IMAGES / AURIMAGES



***La Chute d'Icare*, par Carlo Saraceni (huile sur cuivre, v. 1580-1620).**

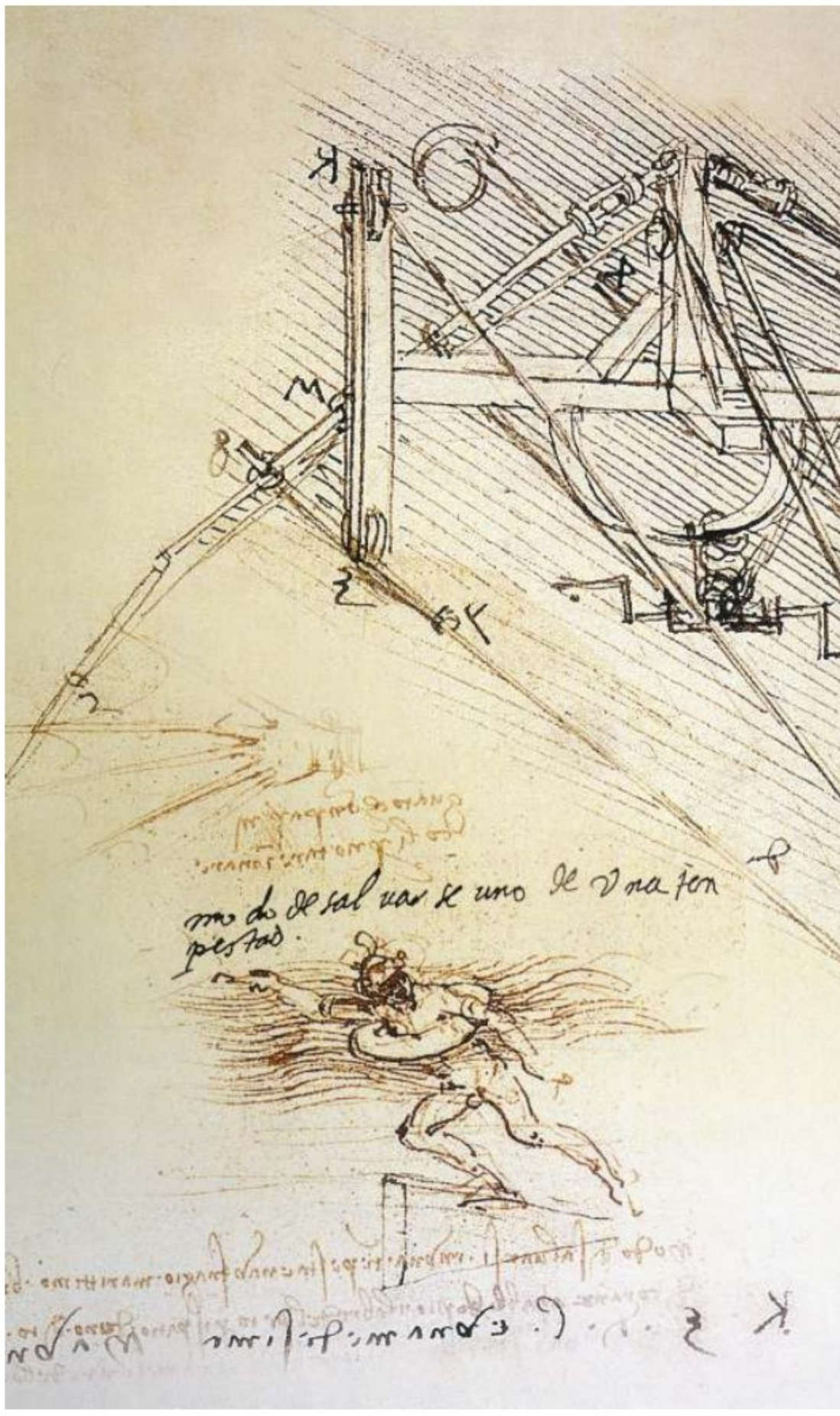
THE GRANGER COLL NY / AURIMAGES

des chaînes attachées à des griffons, rapporte pour la première fois l'auteur grec pseudo-Callisthène dans un texte du IIIe siècle. La légende, popularisée au Moyen Âge, trouve alors un large écho : elle inspire broderies et enluminures, et décore les églises romanes. D'autres vols mythiques cherchent plutôt à copier l'oiseau et donnent à l'homme des ailes, ou plutôt des prothèses ailées, celles que Dédale et Icare s'accrochent à leur bras, relatent les *Métamorphoses* d'Ovide. La chute d'Icare, grisé par l'ivresse des hauteurs, qui s'approche trop du soleil et s'y brûle, comme l'échec d'Alexandre – le pouvoir divin ayant mis un terme à son voyage en plongeant la nacelle dans l'obscurité – auraient pu décourager les aspirants au vol… Et pourtant, ce rêve audacieux continue de courir et insuffle de nouvelles expérimentations : *« On ne compte pas les tentatives de vol avec des ailes battantes ou tirés par des oiseaux »*, souligne Bernard Marck.

SURMONTER L'IMPOSSIBLE

L'essai vain d'Eilmer de Malmesbury, un moine anglais qui, au début du XIe siècle, se jeta depuis la tour de son monastère, harnaché d'ailes mécaniques, en fait partie, raconte une chronique. Toutefois, *« le rêve du vol reste à la marge au Moyen Âge*, souligne l'historien Nicolas Weill-Parot, *probablement parce que la pensée aristotélicienne, qui domine la science médiévale et lui sert de cadre, constate d'une part que l'homme ne peut voler naturellement, et d'autre part, que toute tentative de dépasser la nature étant impossible, car l'homme ne peut que l'imiter imparfaitement. »* Pourtant certains s'écartent de cette vision, comme le franciscain





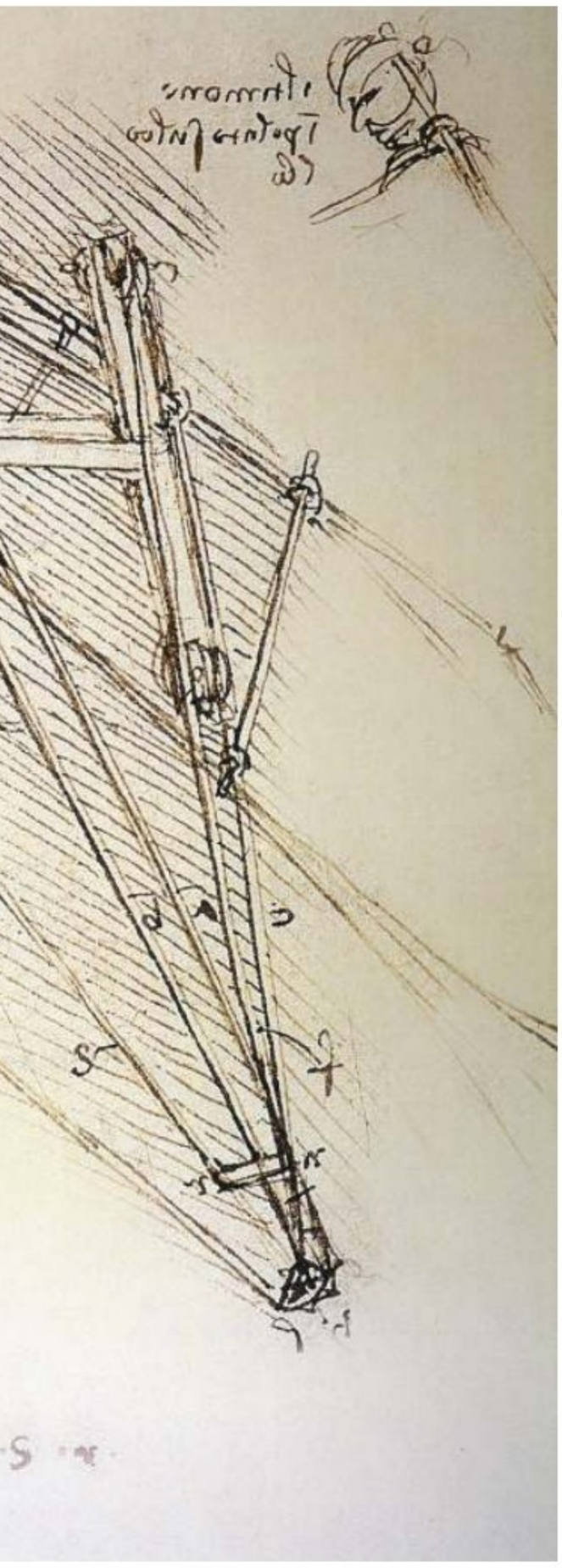
CCI / BRIDGEMAN - THE GRANGER COLL NY / AURIMAGES

Première tentative de vol d'Elmer de Malmesbury, moine anglais du XIe siècle (illustration publiée en 1927 dans *Aller Lapja*, Hongrie).

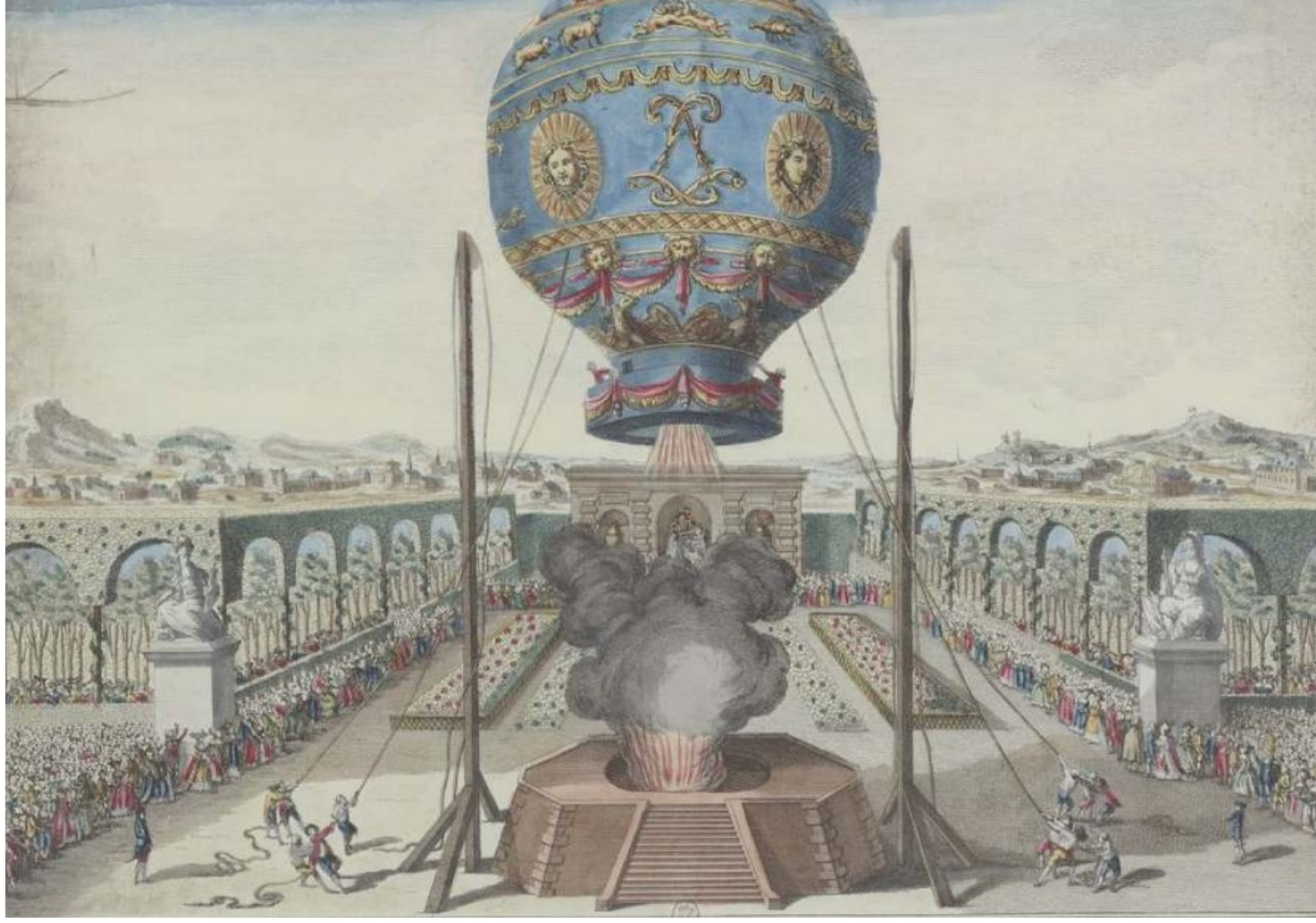
Roger Bacon. Lui est convaincu, au contraire, qu'à l'aide de l'*ars* – la technique – l'homme peut justement surpasser la nature. Prônant la science expérimentale, il imagine alors des chars qui fonctionneraient sans chevaux, des navires sans rameurs… et une machine à voler, sans l'aide de puissants oiseaux. *« Son idée est d'affranchir l'homme de l'effort physique ou de sa dépendance à la force animale, en imaginant un instrument pour voler,* souligne Nicolas Weill-Parot. Il réfléchit alors à un mécanisme permettant d'actionner des ailes en démultipliant la force de l'homme, *« il s'inspire probablement des travaux de son temps, notamment dans le domaine de la statique »*, souligne le spécialiste. Cette *« rêverie »* ne s'est jamais concrétisée, tout comme l'expérience, en pensée, d'Albert de Saxe et de Nicolas Oresme, qui imaginent, plus tard, une nef flottant dans les airs ; *« mais elles témoignent toutefois de la richesse de la réflexion scientifique médiévale à cette période »*, considère l'historien.

OISEAU ARTIFICIEL

Les savants de la Renaissance ont-ils lu Roger Bacon ? La machine à voler occupe en tout cas une place de choix dans les travaux de Léonard de Vinci. Fasciné par la nature qu'il cherche à imiter, le maître élabore une véritable science du vol, issue de sa fine observation des oiseaux et de leur anatomie, allant jusqu'à regarder où s'attachent leurs muscles sur les ailes, dont son Codex témoigne. Ses orthoptères traduisent sa compréhension de plusieurs phénomènes physiques, en particulier de l'action et réaction ainsi que du phénomène de la portance, évoque l'historien Pascal Brioist : *« En battant des ailes, celles-ci, portant sur l'air, soulèvent le corps*, observe-t-il. *Il se demande alors comment soulever les humains, si lourds, et compenser notre déficience musculaire par rapport aux volatiles. »* Il invente alors des ailes à soufflet composant ses oiseaux artificiels, et comprend le principe de l'hélice aérienne, cette vis qui pénètre l'air – *« sans doute est-il le premier à penser l'hélicoptère »*, selon l'historien Luc Robène.



Croquis d'ornithoptère et d'un dispositif de flottaison, par Léonard de Vinci.



Le ballon captif de Jean-François Pilâtre de Rozier dans les jardins de la papeterie Réveillon, 19 octobre 1783 (dessin de Claude Louis Desrais, XVIII[e] siècle).

EN VOL !

Pourtant, c'est en mettant sur pied une invention dont la nature ne propose aucun exemple, aucun modèle, que l'homme va réussir à s'élever dans les airs. Alors que les débats autour du vol battu imitant l'oiseau se poursuivent (il faudra attendre la deuxième moitié du XIX[e] siècle pour réaliser qu'il est voué à l'échec), les tentatives se tournent vers le vol plané, méthode qu'expérimente l'ingénieur allemand Otto Lilienthal, réussissant le premier de l'histoire en 1891. Mais c'est un siècle plus tôt que l'homme s'affranchit pour la première fois de la pesanteur : en 1783, le physicien expérimentateur Jean-François Pilâtre de Rozier et son acolyte le marquis d'Arlandes, premiers aéronautes, s'envolent à bord d'une montgolfière : *« Nous sommes les premiers à avoir accompli le rêve d'Icare. Voler, voler comme des oiseaux ! Avez-vous conscience de l'événement que nous venons de vivre ? »* s'enthousiasme le duo, alors que leur ballon se pose sur la Butte aux Cailles. Le premier vol aérostatique de l'histoire a lieu en France, pionnière. *« La révolution scientifique, avec notamment la découverte des propriétés de l'hydrogène plus léger que l'air, tout comme l'expérimentation plus empirique de l'air chaud, participent à produire une révolution technique inattendue »*, commente Luc Robène. Les premiers aérostats sont portés par des inventeurs hors-pair – *« les frères Montgolfier, papetiers, possèdent une véritable culture de l'innovation »*, souligne le spécialiste –, par des savants comme le physicien Jacques Charles qui réussit à gonfler son ballon d'hydrogène et de l'élever dans les airs, mais aussi par l'esprit des Lumières : *« On assiste à une véritable rupture philosophique, on considère désormais que l'homme, par le savoir, est capable de se dépasser lui-même. »*

L'homme rivalise désormais avec le pouvoir divin et le comportement des foules qui viennent assister à ces multiples élévations dans les airs traduit la stupeur devant un phénomène qu'on croyait inatteignable et qu'une grande partie du public considère alors irrationnel : *« Les sources décrivent des spectateurs qui se signent, qui se mettent à genoux, on se demande même si on ne va pas bientôt trouver le secret de ne pas mourir ! »*, raconte Luc Robène. Si les vols en ballon vont devenir au XIX[e] siècle des instruments de divertissement, on réfléchit, dès les débuts de cette conquête de l'air, à leurs applications possibles, en particulier dans les domaines militaires et industriels. Pourtant, tout comme les machines plus lourdes que l'air, que l'on ne parvient pas à faire décoller, ballons et montgolfières se heurtent, eux aussi, aux limites de la force motrice : comment diriger ces aérostats ? Le ciel, désormais conquis, reste à maîtriser.

Aimie Eliot

À LIRE

Le Vol dans les airs au Moyen Age. Essai historique sur une utopie scientifique, Nicolas Weill-Parot, Les Belles Lettres, 2020.

L'homme à la conquête de l'air (tomes I & 2), Luc Robène, L'Harmattan, 1998.

AURIMAGES

AILES MÉCANIQUES



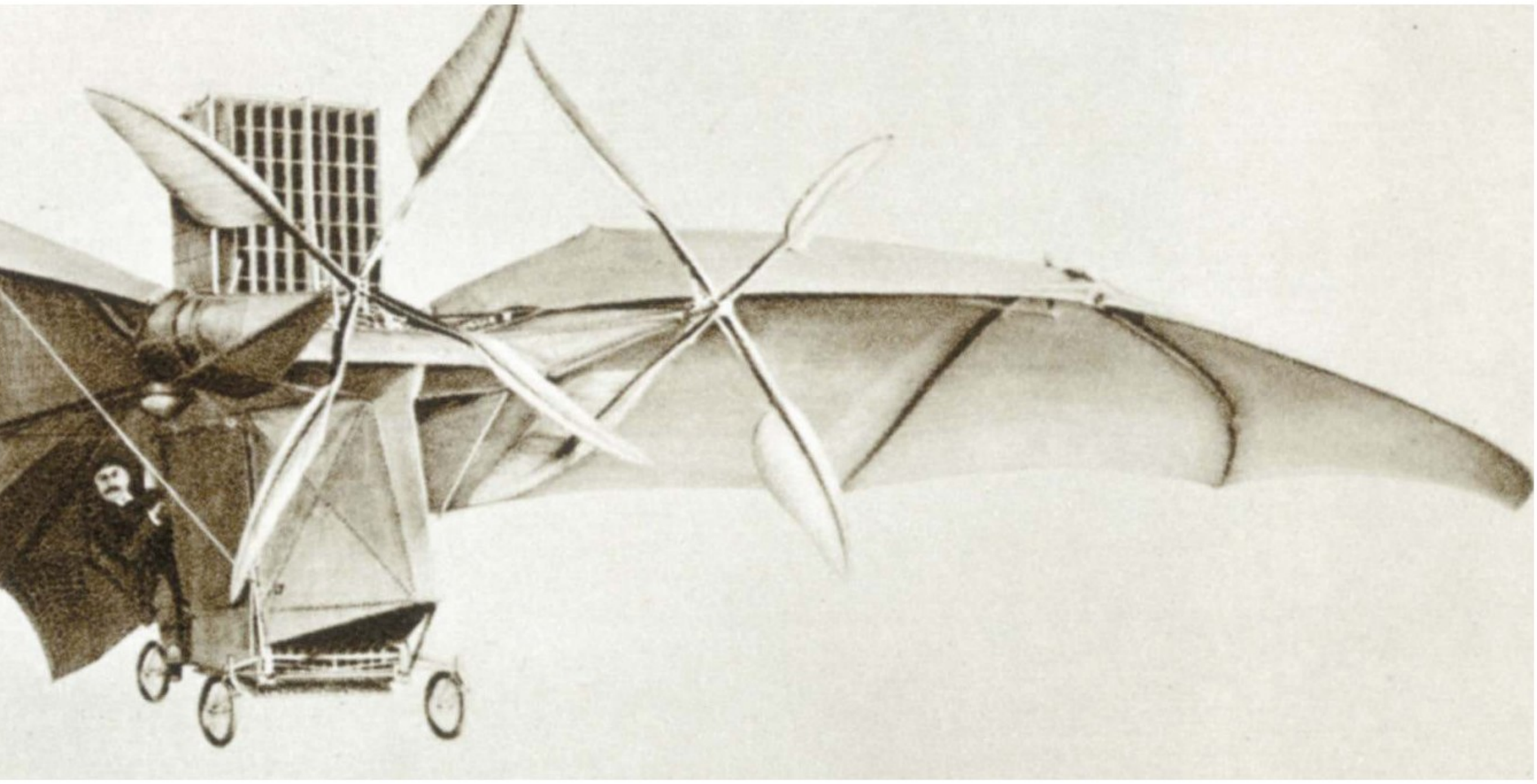
Les 2500 vols réalisés par l'ingénieur allemand Otto Lilienthal, avec différents types de planeur, jouent un rôle majeur dans les débuts de l'aviation. *« Il invente le premier système planant, équilibré dans l'air, comparable aux futurs deltaplanes ; à partir de là, la cellule est stable, et il ne manque plus que le moteur pour accomplir des vols au long cours »*, souligne l'historien Luc Robène. Tandis que le premier ballon doté d'un moteur électrique décolle de Meudon et parvient à revenir à son point de départ en 1885, des engins volants à moteur, plus lourds, ne tardent pas à être inventés : en France, l'Éole qui sera ensuite rebaptisé « Avion » par Clément Ader, puis le *flyer* américain par les frères Wright – *« réutilisant les travaux de Lilienthal »*, rapporte le journaliste spécialiste de l'aéronautique Michel Polacco – incarnent les premières ailes de fer modernes.

Depuis longtemps, le *« principe aviateur »* concurrent des ballons a le soutien du journaliste et photographe Nadar, passionné par l'innovation et persuadé que seules les machines plus lourdes que l'air ont de l'avenir. *« C'est l'hélice, la sainte hélice, qui va nous emporter dans l'air ! »*, proclame-t-il le 30 juillet 1863 dans l'un de ses manifestes. Le débat anime les discussions des sociétés savantes qui se constituent durant toute la seconde moitié du XIX[e] siècle. Elles réunissent ingénieurs, militaires, politiciens et scientifiques. Tous sont portés par une même conviction, *« travailler sur un vol utile »*, commente Luc Robène, enthousiasmés par les possibilités que ces techniques nouvelles laissent entrevoir, comme *« la photographie aérienne, la capacité d'observer les troupes ennemies depuis le ciel »*, liste Michel Polacco, ou encore l'exploration du monde. Les premiers voyages en ballon à but scientifique ont lieu, dont Jules Verne, témoin attentif des débats aéronautiques, se fait l'écho dans son roman *Cinq semaines en ballon* publié en 1863 : *« Avec lui, tout est possible, sans lui, je retombe dans*

Dessin de l'« Avion III », un avion à vapeur construit en 1897 par l'ingénieur et inventeur français Clément Ader.



Du premier envol en ballon au XVIII[e] siècle aux moteurs à explosion de la Belle Époque, un siècle d'innovations a permis de passer de la nacelle suspendue au cockpit, transformant le rêve de voler en aviation moderne.



les dangers et les obstacles naturels d'une pareille expédition (…) je plane sur les cités nouvelles, et la carte africaine se déroule sous mes yeux dans le plus grand atlas du monde. »

DES INVENTIONS AUX DÉFIS SPORTIFS

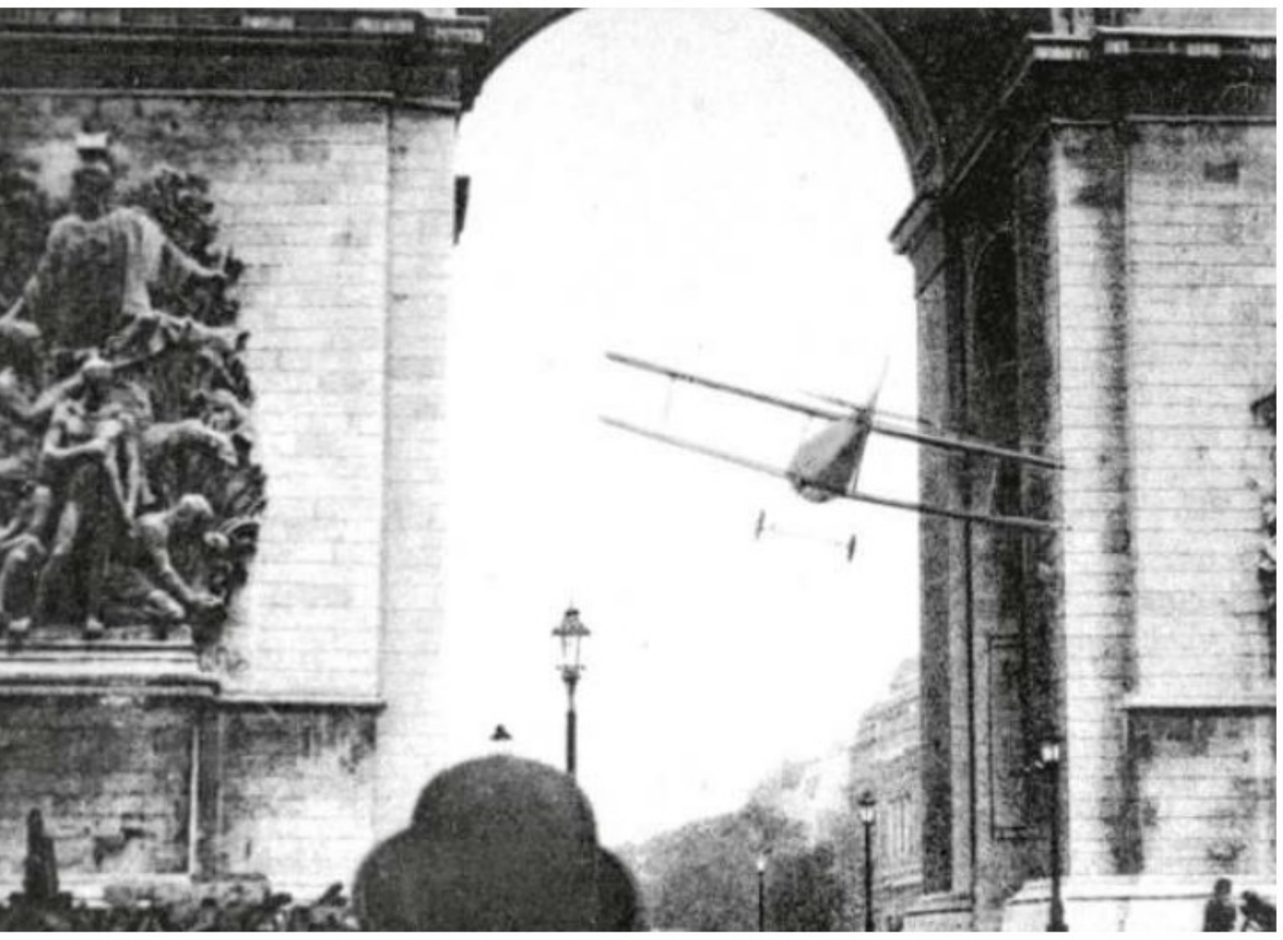
Grâce à l'électricité puis au moteur à explosion pensé au départ pour l'automobile dans les années 1890, inventeurs et scientifiques permettent de nouveaux élans vers le ciel. Dès la fin du XIX[e] siècle, on *« sportivise »* l'aéronautique : *« un esprit de compétition est en train de naître, des courses aériennes sont organisées*, observe Luc Robène, *la création de l'Aéroclub de France, en 1898, entérine ce qui est en germe – la possibilité de se lancer de nouveaux défis. »* L'élite fait du ciel son domaine : *« Il s'agit d'aller plus loin et de montrer ainsi sa valeur »*, constate l'historien. Ainsi, en 1909, l'ingénieur Louis Blériot, lorsqu'il traverse la Manche sur son aéroplane, répond au défi lancé par le quotidien britannique Daily Mail, qui promettait 1000 livres sterling à celui qui réussirait l'entreprise. Les femmes s'engagent à leur tour dans la conquête du ciel, et créent le premier aéroclub féminin du monde : La Stella (voir *Les femmes dans ce nouvel espace de liberté*, p. 65).

AS DE GUERRE

Si la Première Guerre mondiale met provisoirement fin à l'ère des ballons, elle accélère tout autant le développement de l'aviation : *« En 1914, 250 avions sont prêts à partir sur le front, la France est le premier pays industriel de l'aviation au monde »*, précise Michel Polacco. À bord, des pilotes hors pair sont salués pour leur bravoure, comme George Guynemer, l'un des « As » de guerre les plus victorieux. Dans l'entre-deux-guerres, alors que l'avion devient un mode de transport usuel, les regards se tournent vers une autre épopée, celle de l'Aéropostale, largement médiatisée : *« L'actualité aéronautique passionne, la presse vit au rythme des exploits techniques et sportifs des aviateurs »*, raconte Luc

En haut, Otto Lilienthal, pionnier de l'aviation, lors d'un essai avec son dernier planeur, en 1896.

THE GRANGER COLL NY / AURIMAGES - AKG-IMAGES





À gauche, Charles Godefroy passant sous l'Arc de triomphe à Paris avec son Nieuport, le 7 août 1919.

À droite, Charles Lindbergh au Bourget, acclamé après sa traversée transatlantique, le 21 mai 1927.

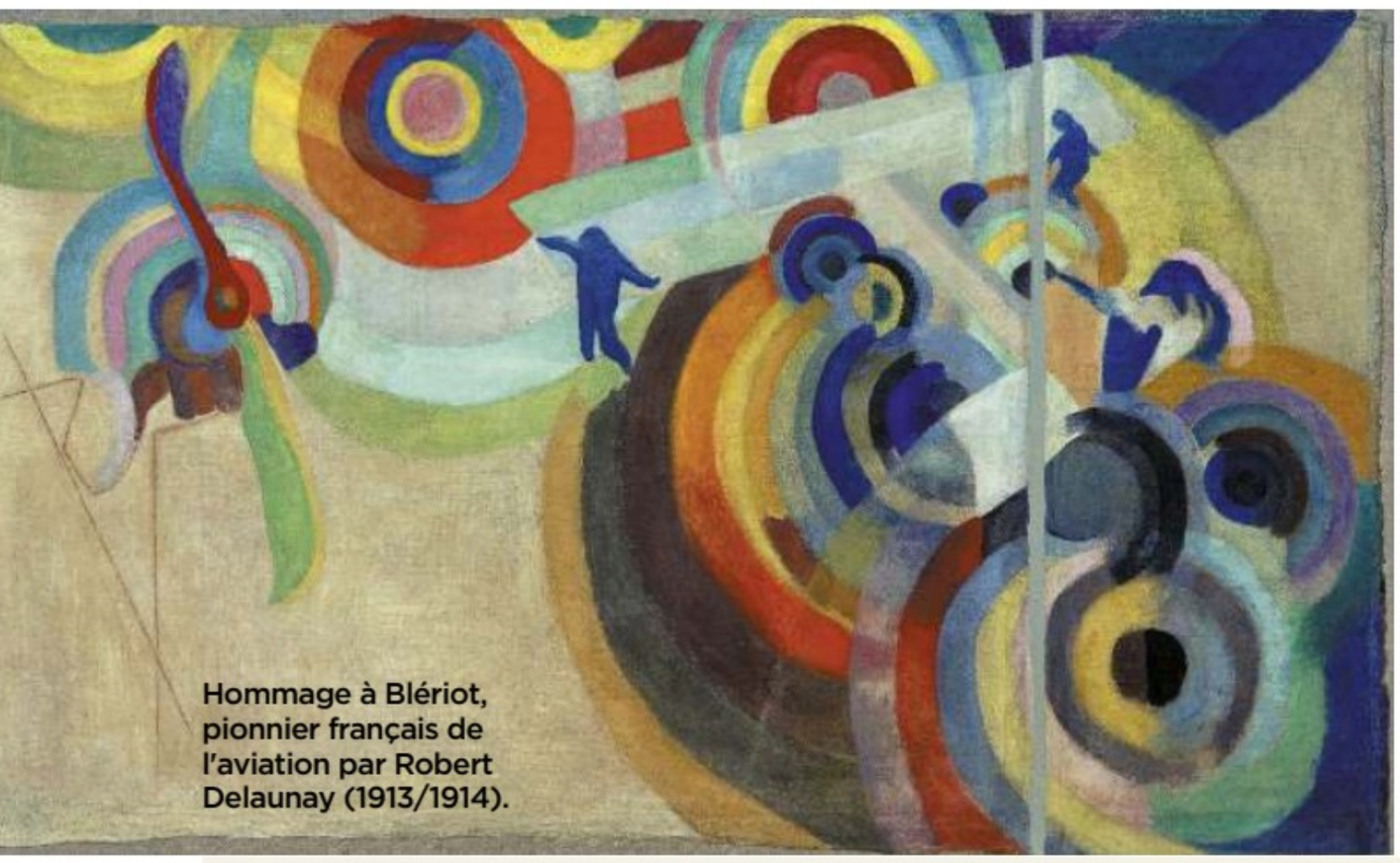
Robène. *« Les quotidiens nationaux et régionaux s'appuient sur la nouveauté et le caractère stupéfiant de l'aviation naissante pour augmenter leurs tirages, devenant souvent eux-mêmes les principaux acteurs de cet élan à travers la création d'épreuves retentissantes. »*

EXPLOITS ET ÉPOPÉES

On suit au plus près l'odyssée de Jean Mermoz ou d'Henri Guillaumet : au péril de leur vie, les aviateurs ouvrent la voie des Andes en 1929, des Atlantiques Sud et Nord, volent de Toulouse à Dakar en passant par l'Amérique du Sud. Leurs expéditions sont relatées dans les journaux, *« des voyages aériens racontés sous la forme de récits d'aventures »*. Antoine de Saint-Exupéry, l'aviateur-écrivain, devient l'historiographe des premiers temps de la poste aérienne et des actes héroïques des pilotes, dont il fait partie : leurs expériences inspirent *Vol de Nuit* en 1931 : *« Fabien erre sur la splendeur d'une mer de nuages, la nuit, mais plus bas c'est l'éternité. Il est perdu parmi des constellations qu'il habite seul. Il tient encore le monde dans ses mains et contre sa poitrine le balance. »*.

Toutefois, au sortir de la Deuxième Guerre mondiale, les héros d'une aviation utopique disparaissent : *« l'aventure va se jouer ailleurs, dans le domaine sportif – de nouveaux sports aériens sont créés, de plus en plus fous – et dans la conquête de l'espace »*, estime Luc Robène. D'autre part, l'avion et le ciel font de plus en plus partie du quotidien des femmes et des hommes. Avec les lignes commerciales qui débutent dans l'entre-deux-guerres, voler devient progressivement « un miracle ordinaire ».

Aimie Eliot



Hommage à Blériot, pionnier français de l'aviation par Robert Delaunay (1913/1914).

Quand la conquête technique inspire les arts

L'essor de l'aéronautique au début du XX[e] siècle ne révolutionne pas seulement les moyens d'exploration : il alimente aussi l'imaginaire des avant-gardes artistiques. Picasso et Braque comparent leur tandem créatif à celui des frères Wright, pionniers de l'aviation : *« Ils se trouvent dans une position similaire aux premiers aviateurs : en tant qu'éclaireurs, ils ouvrent la marche, testent le chemin à suivre pour le reste de la troupe »*, résume l'historienne de l'art Claire Le Thomas. L'avion devient allégorie de modernité, symbole du progrès et du dynamisme d'une époque où l'exploration technique ouvre autant d'horizons dans les arts que dans les airs. Les futuristes en feront même *« l'un des emblèmes de la société contemporaine et de son dynamisme »*, souligne la spécialiste.

COLLECTION DUPONDT / AKG-IMAGES - AKG-IMAGES / ULLSTEIN BILD - AKG-IMAGES

LES FEMMES DANS CE NOUVEL ESPACE DE LIBERTÉ



Longtemps oubliées des chroniques qui ne leur accordent qu'une place secondaire, les femmes sont pionnières dans la conquête de l'air et jouent un rôle décisif dans son essor. Alors qu'elles embarquent avec pères et époux au moment où se développe le spectacle aérien, elles rayonnent sur de prodigieuses ascensions pendant toute la première moitié du XIXe siècle. De « filles d'aéronautes », ces professionnelles de l'air deviennent tout au long du XIXe siècle des « femmes aéronautes » à part entière : *« Sophie Blanchard va continuer à voler en ballon après la mort de son mari, de ses propres ailes »*, évoque Luc Robène. Feux d'artifice, descentes en parachute à partir de ballons, illuminations : leurs spectacles qui rivalisent d'innovations répondent à l'appétence de la société française pour la féerie aérienne. *« En 1850, Louise Poitevin entreprend des ascensions juchées sur un cheval, la prise de risque constitue la dynamique de ce marché »*, précise l'historien.

Les frontières qu'on impose aux femmes (voler serait inconvenant, dangereux pour leur constitution fragile) s'abattent, face au succès de leurs performances inouïes : *« Élisa Garnerin est une star qui va voler pour les princes, et les foules l'acclament lorsqu'elle se rend à l'opéra »*, raconte le spécialiste. Si leurs compétences sont à nouveau disqualifiées par les sociétés savantes du XIXe siècle, *« le vol utile étant alors forcément masculin*, observe Luc Robène, *elles regagnent une visibilité lorsque l'aéronautique se sportivise et que des pionnières créent leur aéroclub en 1909 »*.

Dans le sillage de Louis Blériot, Élisa Deroche obtient son brevet de pilote-aviateur en 1910 et avec d'autres, se fait un nom, apparaissant sur la couverture du magazine sportif *La vie au grand air*. Ce que ces aventurières de l'air accomplissent est exceptionnel : Adrienne Bolland, brevetée pilote en 1920, traverse l'année suivante la cordillère des Andes dans son point le plus dangereux, qui relie Mendoza à Santiago de Chile, dix ans avant Jean Mermoz. Hélène Boucher se spécialise quant à elle dans les courses de vitesse, et remporte en 1934 le record, toutes catégories confondues. Pourtant, les exploits des femmes sont éclipsés par les records des aviateurs et bien moins médiatisés que ceux-ci.

A.E.

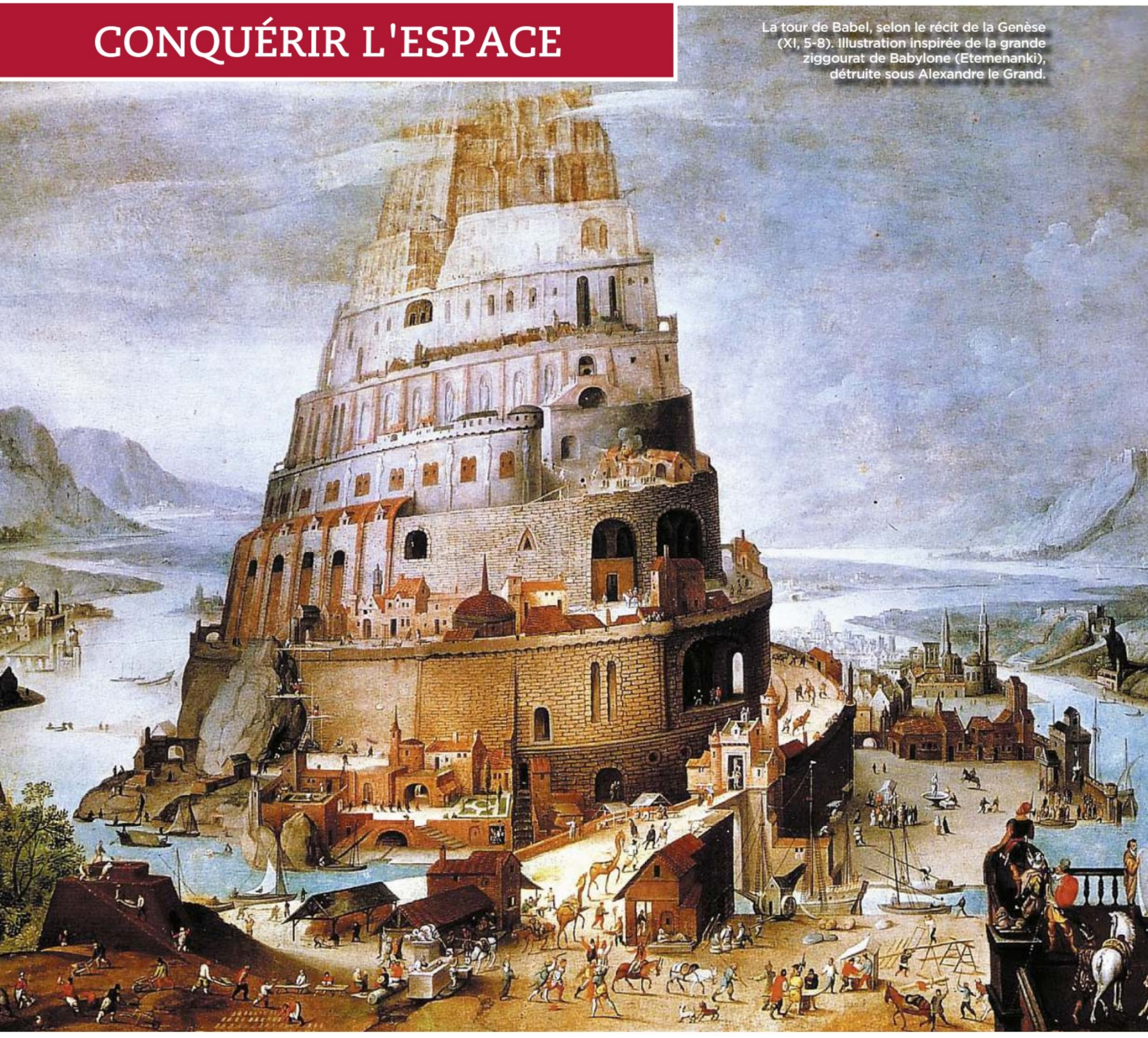
L'aviatrice française Hélène Boucher dans son appareil, à l'aérodrome du Bourget, 4 février 1933.

À LIRE

Les Aventurières du ciel, Katell Faria, Points, 2021.

AKG-IMAGES / BRANDSTAETTER IMAGES

CONQUÉRIR L'ESPACE



La tour de Babel, selon le récit de la Genèse (XI, 5-8). Illustration inspirée de la grande ziggourat de Babylone (Etemenanki), détruite sous Alexandre le Grand.

AKG-IMAGES / PICTURES FROM HISTORY

SOUS **LES ÉTOILES**

De l'invention de l'astrolabe aux télescopes spatiaux, chaque avancée technique a marqué une étape décisive dans notre connaissance des phénomènes célestes, permettant à l'astronomie de gagner ses galons scientifiques.

De Babylone à James Webb

- **1800 av. J.-C. : Les ziggourats babyloniennes servent à établir les premiers calendriers stellaires**
- **150 av. J.-C. : La sphère armillaire est perfectionnée par Hipparque**
- **964 : Kitāb al-Thamara d'Al-Sūfī, un vaste catalogue d'étoiles**
- **1609 : Premières observations lunaires avec la lunette de Galilée**
- **1845 : Découverte des galaxies spirales grâce au «Leviathan» de Lord Rosse**
- **1929 : Edwin Hubble expose le concept d'expansion de l'Univers grâce à des observations menées au mont Wilson**
- **1990 : Télescope spatial Hubble**
- **2021 : James Webb Space Telescope**
- **2037 : Détecteur d'ondes gravitationnelles LISA (projet)**



Hipparque de Nicée (v. 190 – v. 125 av. J.-C.) à l'observatoire d'Alexandrie (gravure sur bois d'après Hermann Göll, 1876).

Depuis que les humains ont pour la première fois levé les yeux vers la voûte céleste, une question les hante : quelle est la nature de ces points lumineux qui constellent la nuit ? *« L'astronomie naquit de cette terreur sacrée que les hommes éprouvèrent devant la nuit étoilée »*, écrit joliment Hubert Reeves dans *Poussières d'étoiles* (1984). En effet, dès le troisième millénaire avant notre ère, en Égypte, les prêtres-astronomes surveillent avec une attention teintée d'inquiétude le lever héliaque de Sirius, dont le retour annonce les précieuses crues du Nil. Dans le même temps, quelques milliers de kilomètres plus à l'est, les astronomes chinois tiennent des archives d'une précision remarquable, consignant chaque éclipse et chaque apparition de comète, convaincus que ces phénomènes célestes présagent des événements terrestres. Élucubrations teintées de superstition ? Loin de là ; si elles ne sont pas exemptes de croyance religieuse, ces pratiques constituent bel et bien les prémices de la plus grande aventure scientifique de l'humanité. *« L'astronomie primitive répondait à des impératifs vitaux – prédire les saisons, structurer le calendrier – mais révélait déjà une curiosité pour les régularités célestes qui constitue le germe de la méthode scientifique*, confirme Françoise Combes, astrophysicienne au Collège de France. *Ces cycles ont offert à l'humanité son premier référentiel temporel objectif. »*

Cependant, il faudra encore attendre quelques siècles pour que naisse véritablement la science astronomique, en Mésopotamie. Les imposantes ziggourats, ces pyramides à étages construites en briques crues entre 1800 et 600 av. J.-C., servent à la fois de temples et d'observatoires. Parmi elles, la célèbre Etemenanki de Babylone – qui aurait inspiré le mythe biblique de la tour de Babel – aligne ses sept étages sur les trajectoires stellaires avec une précision remarquable. Grâce à ses rampes inclinées correspondant exactement au lever du soleil aux solstices, l'édifice fait office de gigantesque calendrier de pierre. Et bien plus encore. *« Les scribes-astronomes de Mésopotamie étaient à la fois bureaucrates méticuleux et poètes du cosmos*, explique l'astrophysicien Jean-Pierre Luminet, directeur de recherche émérite au CNRS. *Leurs tablettes d'argile révèlent une science sophistiquée, mariant mesures rigoureuses et récits mythologiques. »* L'une d'elles, datée du XVII[e] siècle av. J.-C., note ainsi : *« L'année où Ishtar* [Vénus] *disparaît à l'ouest au mois d'Addaru* [février-mars], *les récoltes seront abondantes. Si elle réapparaît le 10[e] jour, le roi mourra. Ishtar a parlé : le pays connaîtra la révolte. »* C'est également aux Mésopotamiens que l'on doit les premiers vrais instruments astronomiques, tel le gnomon (2000 av. J.-C.), un bâton planté verticalement sur un disque gradué qui permet de mesurer l'ombre solaire et, ainsi, de déterminer les dates des solstices. Ou encore le dioptre, un disque de bois ou bronze gradué en douze tranches de 30°, équipé d'une mire, qui sert à mesurer la hauteur des étoiles au-dessus de l'horizon.

Quelques siècles plus tard, en Grèce antique, une transformation radicale s'opère dans la conception du ciel. Aristote (IV[e] siècle av. J.-C.) établit une distinction fondamentale entre le monde sublunaire – imparfait et changeant – et le monde céleste, régi par des lois immuables et parfaites. Cette vision dualiste de l'Univers dominera la pensée occidentale pendant près de deux millénaires. Au II[e] siècle av. J.-C., l'astronomie grecque atteint des sommets grâce à Hipparque de Nicée. Équipé d'un gnomon, d'un dioptre et d'une sphère armillaire

AKG-IMAGES



– un instrument qui reproduit les mouvements célestes grâce à un ingénieux système d'anneaux emboîtés –, il réussit l'exploit de classer 850 étoiles par magnitude et position. *« Son catalogue est resté inégalé pendant seize siècles, une référence absolue jusqu'à l'ère des lunettes astronomiques »*, admire l'astrophysicienne Sylvie Vauclair, professeure émérite à l'Université de Toulouse. Surtout, ses travaux mathématiques serviront à mettre au point l'astrolabe planisphérique. Perfectionné par les savants arabes aux VIII[e] et IX[e] siècles, ce disque de bronze gradué permet de prédire précisément les levers héliaques des étoiles et de calculer la hauteur des astres au degré près. *« Ces instruments ont transformé l'astronomie*, estime Sylvie Vauclair. *D'une observation passive, on passe à une science de mesure et de prédiction des phénomènes célestes. »*

DU FOYER SOLAIRE À L'AUBE COSMIQUE

Un nouveau tournant décisif dans la science astronomique est pris au XVI[e] siècle. En 1543, Nicolas Copernic publie *De Revolutionibus orbium cœlestium*, proposant un modèle héliocentrique du Système solaire. Quelques décennies plus tard, Johannes Kepler découvre que les planètes décrivent non pas des cercles parfaits, comme le voulait la tradition aristotélicienne, mais des ellipses dont le Soleil occupe un foyer. *« La Terre perd sa centralité, et le ciel sa prétendue perfection*, analyse Françoise Combes. *Cette révolution est autant métaphysique que scientifique. »* En 1609, Galilée donne à cette nouvelle conception du ciel son caractère irréfutable. Apprenant l'invention de la lunette optique en Hollande, il en construit une version améliorée capable de grossir vingt fois ! Ce qu'il découvre en pointant son instrument vers le ciel bouleverse toutes les croyances de l'époque : des montagnes sur la Lune, des taches sur le Soleil, et surtout, en janvier 1610, quatre satellites orbitant autour de Jupiter. Malgré la condamnation de l'astronome par l'Inquisition, en 1633, impossible désormais de revenir en arrière. En 1687, Isaac Newton parachève cette révolution en formulant le principe universel de la gravitation, qui unifie les lois du ciel et de la Terre.

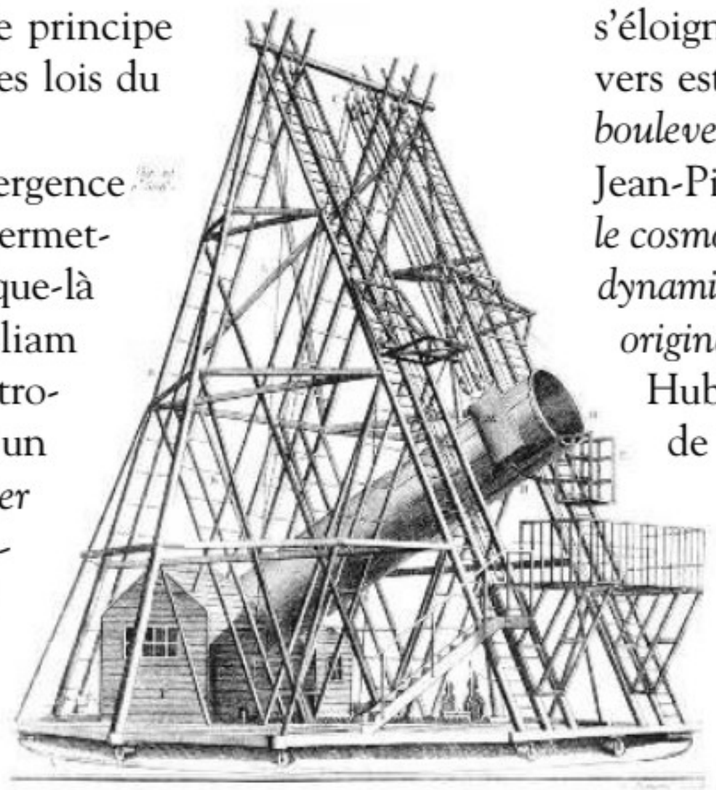
Les XVIII[e] et XIX[e] siècles voient l'émergence d'instruments toujours plus puissants, permettant d'explorer des régions du cosmos jusque-là inaccessibles. Le 13 mars 1781, William Herschel, un ancien musicien devenu astronome amateur, découvre Uranus grâce à un télescope de sa fabrication, *« le premier élargissement des frontières du Système solaire depuis l'Antiquité »*, souligne Sylvie Vauclair. Mais le véritable bond en avant vient avec le « Léviathan de Parsonstown », construit entre 1842 et 1845 par William Parsons, troisième comte de Rosse. Son miroir primaire de 1,80 m de diamètre, coulé dans une fournaise spéciale, pèse près de quatre tonnes. Le tube du télescope, long de près de 17 mètres, est suspendu par un système complexe de chaînes entre deux murs de pierre massifs. C'est grâce à cet instrument que l'astronome parvient, en 1845, à distinguer la structure spirale de la galaxie M51, inaugurant l'astronomie extragalactique. Au XX[e] siècle, l'avènement de l'astronomie spatiale ouvre de nouveaux horizons. Dès 1929, Edwin Hubble, utilisant le télescope de 2,5 mètres du mont Wilson, avait démontré que les galaxies s'éloignent les unes des autres, et donc que l'Univers est en expansion. *« C'est l'un des plus grands bouleversements de l'histoire des sciences*, souligne Jean-Pierre Luminet. *Cette découverte a transformé le cosmos statique et éternel des anciens en un univers dynamique, en évolution, doté d'une histoire et d'une origine. »* Le lancement du télescope spatial Hubble, en 1990, repousse encore les frontières de la connaissance astronomique. Après des débuts difficiles dus à un miroir mal poli (une erreur de 2,2 microns !), la mission de réparation de 1993 lui permet de dévoiler des images d'une clarté inégalée. Son successeur, le James Webb Space Telescope (JWST), opérationnel de-



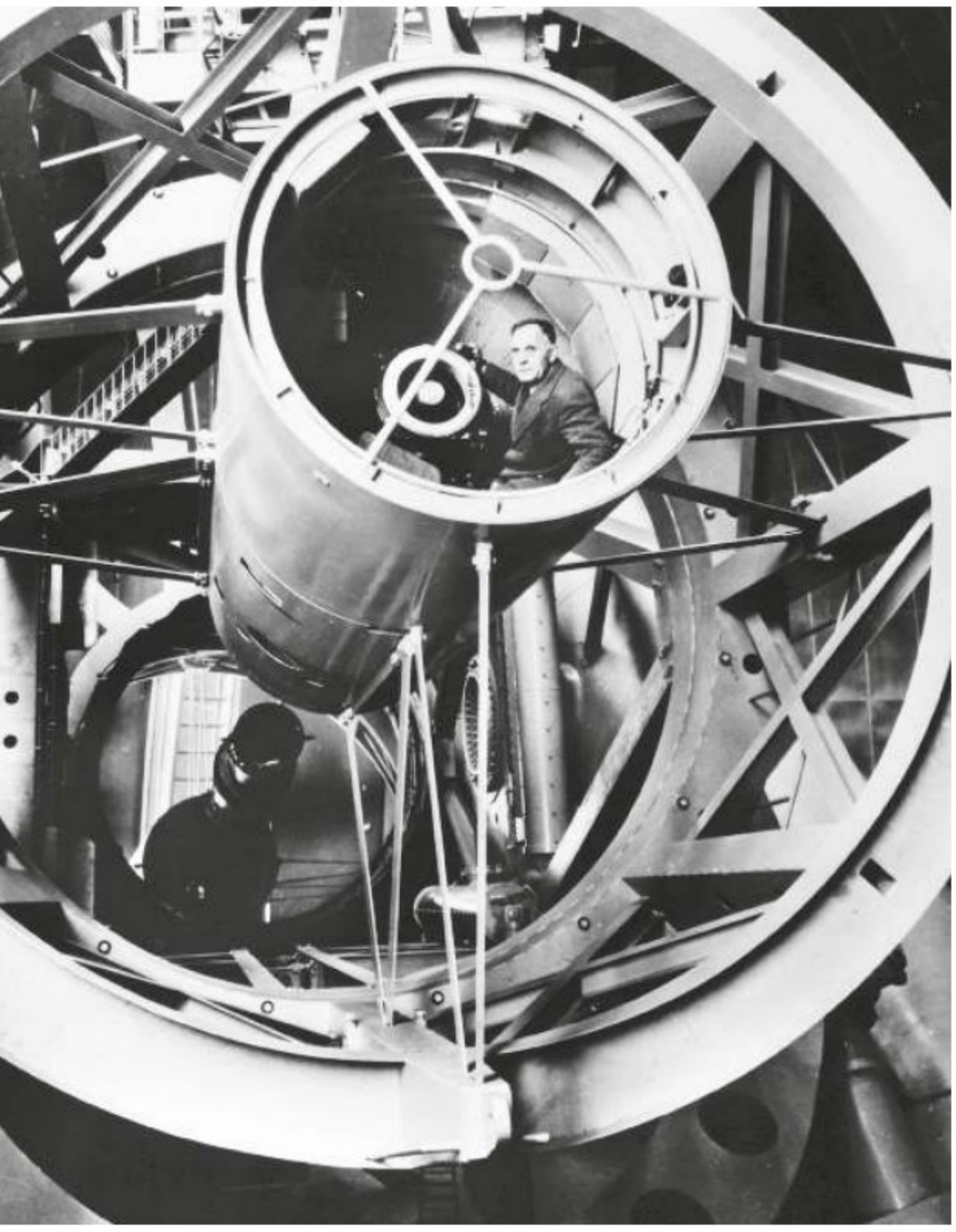
Galilée présentant sa lunette astronomique au doge et aux sénateurs vénitiens, 1609 (gravure de 1747).



Sir William Herschel et son « grand télescope » construit en 1789 à Slough en Angleterre (gravure française, XIX[e] siècle).



HERITAGE IMAGES / AURIMAGES - THE GRANGER COLL NY / AURIMAGES



Edwin Powell Hubble (1899-1953), astronome américain. Photographie prise dans la cage du foyer principal d'un télescope, années 1930.

Chaque longueur d'onde dévoile une facette nouvelle d'un cosmos aux infinies richesses. » Où cette exploration s'arrêtera-t-elle ? Plusieurs projets en cours promettent des découvertes toujours plus bouleversantes. Le détecteur d'ondes gravitationnelles LISA, dont le lancement est prévu pour 2037, sera composé de trois satellites formant un triangle parfait de 2,5 millions de kilomètres de côté. Plus loin encore dans le futur, un radiotélescope installé sur la face cachée de la Lune pourrait capter les faibles signaux des premières étoiles, nées seulement 200 millions d'années après le Big Bang… « *Un radiotélescope lunaire écouterait le murmure de l'Univers primordial, à l'abri des parasites terrestres*, rêve Jean-Pierre Luminet. *Ce serait notre machine à remonter vers l'aube cosmique.* » En attendant, l'intelligence artificielle transforme déjà la pratique de l'astronomie. Les algorithmes analysent des millions de courbes de lumière pour détecter des exoplanètes, identifient des structures cosmiques dans le bruit des données, prédisent l'évolution des systèmes stellaires. Vertigineux. « *L'astronomie moderne repose sur le traitement de pétabits de données*, constate Sylvie Vauclair. *Mais si l'œil collé à la lunette a disparu, la quête reste identique : comprendre notre place dans l'Univers.* »

Cécile Gérardin

À LIRE

Petite Histoire de la cosmologie, Françoise Combes, CNRS Éditions, 2025.

Illuminations, Jean-Pierre, Luminet, Odile Jacob, 2011.

La Nouvelle Symphonie des étoiles. L'humanité face au cosmos, Sylvie Vauclair, Odile Jacob, 2021.

puis 2022, pousse toujours plus loin cette exploration. Positionné à 1,5 million de kilomètres de la Terre, ce bijou de technologie a révélé la formation des premières galaxies de l'Univers, moins de 400 millions d'années après le Big Bang. En parallèle, d'autres technologies se développent. Les radiotélescopes géants, comme ALMA au Chili ou FAST en Chine, captent les ondes radio émises par les objets les plus énigmatiques de l'Univers : pulsars, trous noirs supermassifs, nuages moléculaires primordiaux. « *Nous n'observons plus seulement le ciel, nous l'écoutons*, s'émerveille Sylvie Vauclair.



Les astronautes Steven L. Smith et John M. Grunsfeld en sortie extravéhiculaire lors de la mission de maintenance du télescope spatial Hubble (STS-103), en décembre 1999.

THE GRANGER COLL NY / AURIMAGES - NASA / JSC VIA AP / SI

L'observatoire, forteresse du savoir

Dans le sillage des ziggourats, pionnières de l'observation astronomique en Mésopotamie antique, dès l'époque médiévale, le monde islamique bâtit de vastes complexes comme celui de Maragha (Iran, XIII[e] siècle), alliant instruments géants et bibliothèques. En Europe, les premiers observatoires, comme celui d'Uraniborg (Danemark, 1576), construit par Tycho Brahe, visent à vérifier les modèles cosmologiques, mais aussi à établir des horoscopes. Puis, à l'âge classique, fleurissent des observatoires royaux – Paris (1667), Greenwich (1675) – dont l'objectif est d'améliorer les techniques de navigation. Aujourd'hui, on distingue les observatoires optiques (comme le VLT, au Chili), radio (FAST, en Chine), spatiaux (Hubble, JWST), voire solaires (comme SOHO). Et on évoque, pour l'avenir, des télescopes placés sous la glace antarctique, traquant les neutrinos fossiles du Big Bang… Au-delà de la quête de connaissance scientifique, ces structures poursuivent un but plus métaphysique, selon Françoise Combes : « *Ce sont des lieux symboliques, où l'humanité interroge ses origines cosmiques.* »

VERS L'INFINI



Youri Gagarine, premier homme en orbite terrestre, le 12 avril 1961, à bord de la capsule spatiale Vostok 1.

AKG-IMAGES / FOTOTECA GILARDI

L'exploration spatiale, rêve vieux comme l'humanité, s'est concrétisée au XXe siècle grâce à une série de percées technologiques décisives. Désormais surgit la question des limites – éthiques et technologiques – de cette expansion.

« *La Terre est le berceau de l'humanité, mais on ne passe pas sa vie entière dans un berceau.* » La phrase de Constantin Tsiolkovski (1857-1935), pionnier de l'astronautique, résume bien cette ambition millénaire : faire de l'espace un prolongement de notre territoire. C'est un fait, bien avant les premiers pas sur la Lune, le cosmos a été pensé comme une destination possible par les scientifiques les plus audacieux. C'est dans cet esprit que le physicien russe autodidacte Constantin Tsiolkovski publie dès 1903 un traité fondateur, *L'Exploration de l'espace cosmique au moyen d'engins à réaction*. Il y décrit le principe de la propulsion spatiale : *« Tout vaisseau spatial est condamné à être un géant fragile, où 90 % de la masse doit se consumer en flammes pour que 10 % atteigne les étoiles »*, prophétise-t-il. Il imagine aussi des ascenseurs orbitaux, des habitats artificiels, des fusées multiétages… *« Tsiolkovski reste d'une modernité confondante,* applaudit Francis Rocard, astrophysicien au CNES. *Ses concepts n'ont toujours pas été pleinement réalisés. »*

Visionnaire, certes, mais résolument dans l'air du temps : un nombre croissant de ses contemporains partagent bientôt ses rêves d'espace. Dans les années 1920 et 1930, les clubs de fuséonautique se multiplient en Allemagne, aux États-Unis et en Union soviétique. Le moteur-fusée passe progressivement du rêve à la réalité. Dans ce domaine, la Seconde Guerre mondiale marque un tournant décisif : sous la direction de Wernher von Braun, l'Allemagne nazie développe les V2, des armes balistiques qui ouvrent la voie aux technologies spatiales. Mais ce sont les Soviétiques qui donneront, quelques années plus tard, le vrai coup d'envoi de la conquête du cosmos. Le 4 octobre 1957, le lancement par l'URSS de *Spoutnik 1*, un satellite artificiel de 83 kg qui orbite autour de la Terre, stupéfie le monde occidental. L'exploit impressionne, bien sûr, mais il inquiète tout autant, tant il démontre une écrasante supériorité technologique… L'espace devient, dès lors, le théâtre d'une rivalité idéologique sans merci. En 1961, calé dans une sphère de métal aux hublots minuscules nommée *Vostok 1*, le cosmonaute russe Youri Gagarine devient le premier homme dans l'espace. La mission était risquée : lors de la rentrée dans l'atmosphère, Gagarine manque de s'évanouir sous 8 G de pression et le bouclier thermique en amiante chauffe jusqu'à sentir le roussi. Pourtant, le Soviétique s'en tire indemne. Tous les pionniers de l'espace n'auront pas cette chance. Le 24 avril 1967, le cosmonaute Vladimir Komarov s'écrase dans l'Oural à bord de *Soyouz 1*, dont les parachutes ne se sont pas déployés. Trois mois plus tôt, les astronautes américains d'*Apollo 1* brûlaient vifs dans leur capsule lors d'un exercice au sol…

Constantin Tsiolkovski (1857-1935), théoricien russe de l'astronautique, dont les travaux préparèrent le programme spatial soviétique.



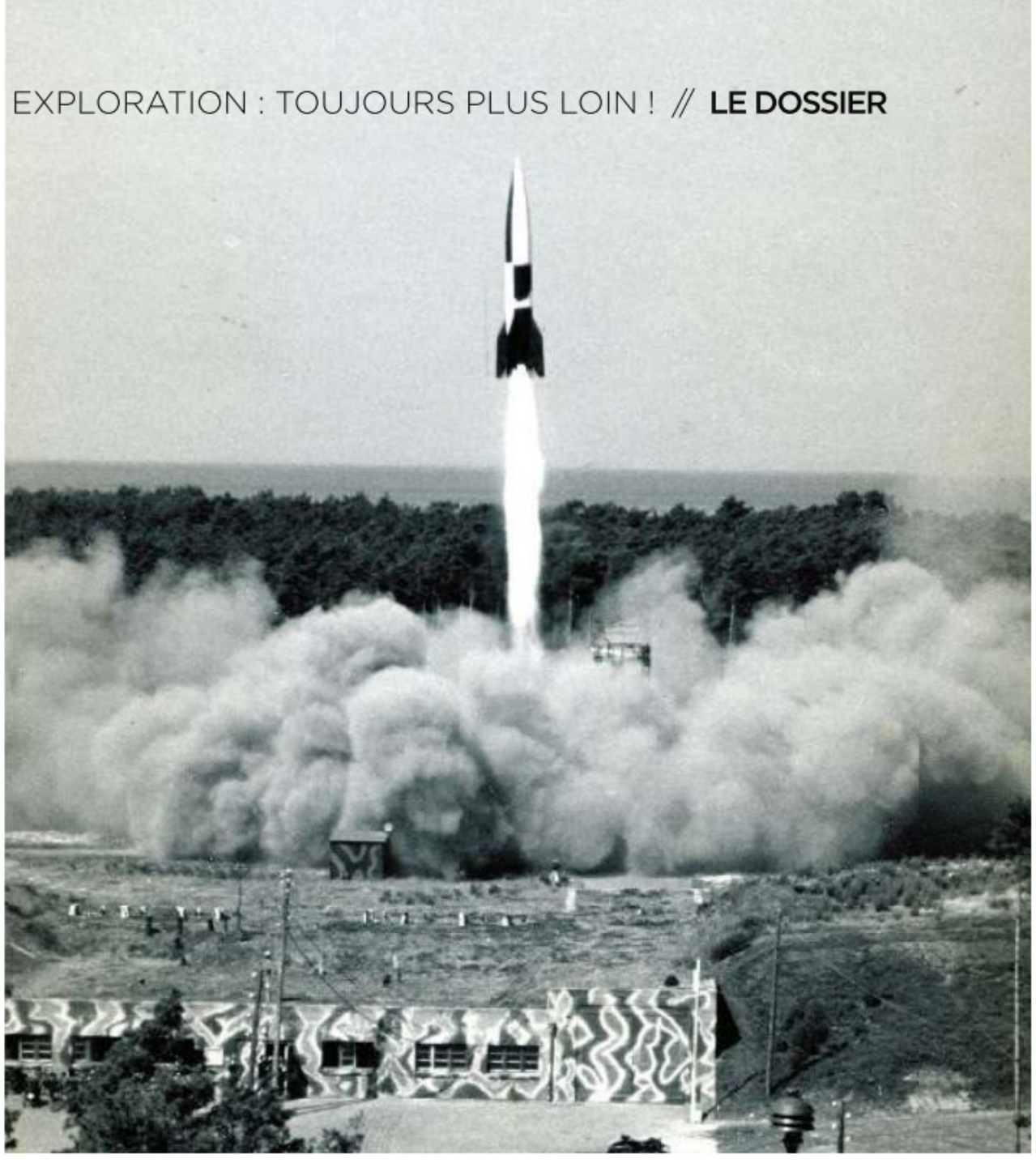
ROBOTS VOYAGEURS

C'est que les États-Unis, vexés d'avoir été devancés par l'URSS, ont lancé le programme Apollo en 1961. Dès 1962, John F. Kennedy proclame : *« Nous choisissons d'aller sur la Lune. »* Un pari technique doublé d'un manifeste politique, qui prendra la forme d'une fusée monumentale, la *Saturn V*, colosse de 2 800 tonnes dont les moteurs F-1 consommaient *l'équivalent d'une piscine olympique de kérosène toutes les dix secondes !* Après plusieurs missions préparatoires, le 20 juillet 1969, c'est l'heure du triomphe : Neil Armstrong pose le pied sur la Lune – *« un petit pas pour un homme, un bond de géant pour l'humanité »*. Et pour le *soft power* américain. *« Apollo reste l'exemple ultime d'un programme spatial entièrement piloté par des enjeux géopolitiques*, commente Francis Rocard. *Son budget pharaonique, 4,5 % du PIB américain en 1966, n'aurait*

Terraformer Mars ?

L'idée semble séduisante : réchauffer Mars en libérant le dioxyde de carbone prisonnier de son sol et de ses calottes polaires. Les projets qui permettraient, théoriquement, d'y parvenir foisonnent – déployer des miroirs orbitaux grands comme des départements, ensemencer l'atmosphère de gaz fluorés 10 000 fois plus réchauffants que le CO_2, ou même percuter la planète avec des astéroïdes glacés ! Pourtant, en 2021, les calculs de la NASA ont porté un coup sévère à ces utopies : même en vaporisant toutes les réserves accessibles de CO_2, on atteindrait moins de 1 % de la pression terrestre, estime l'agence. Pire encore, l'absence de champ magnétique martien laisserait les vents solaires arracher cette atmosphère artificielle en quelques siècles. *« La terraformation relève du mythe prométhéen,* analyse Athéna Coustenis. *Son infaisabilité nous oblige à redéfinir notre relation au cosmos. »*

TASS / AURIMAGES





jamais été accepté sans la menace soviétique. » Au-delà, cette mission spectaculaire ancre durablement la conquête spatiale dans l'imaginaire collectif.

Malgré tout, le programme Apollo, extrêmement coûteux, est abandonné peu après l'exploit lunaire. Place à l'exploration robotique : les sondes deviennent les véritables pionnières de l'espace lointain. Les années 1970 voient le lancement de Pioneer, puis de *Voyager 1* et *2*. Ces dernières, qui continuent aujourd'hui leur course cosmique à plus de 20 milliards de kilomètres de la Terre, ont permis de révéler la complexité des planètes géantes. Elles ont aussi emporté aux confins du Système solaire les fameux *Golden Records*, messages destinés à d'éventuelles civilisations extraterrestres – on y entend le chant des baleines grises, le bruit de la pluie sur les feuilles, le cri d'un enfant qui vient de naître… Un projet poétique qui ne doit pas masquer la prouesse technique : *Voyager 1*, lancée en 1977, devient en 2012 le premier objet humain à franchir l'héliopause, la limite de portée des vents solaires. Dans les décennies suivantes, d'autres missions marquent les esprits : *Galileo* vers Jupiter, *Cassini* vers Saturne, *Rosetta* vers la comète 67P. Elles embarquent des instruments de plus en plus sophistiqués – spectromètres, radars, laboratoires miniatures… Ces machines récoltent des données inaccessibles aux humains, de la même façon que sur Mars, les robots remplacent les astronautes qui foulèrent autrefois le sol lunaire. *« Ils sont désormais nos ambassadeurs indispensables*, explique l'astrophysicienne Athéna Coustenis. *Ils fouillent, analysent et cartographient à notre place, dans des environnements où envoyer des humains reste trop risqué. Ce sont les prolongements de nos sens dans ces déserts extraterrestres*. » *Spirit* et *Opportunity* parcourent la surface martienne dès 2004, et en 2012, *Curiosity* inaugure une nouvelle génération de rovers capables d'analyses géochimiques *in situ*, en affrontant des conditions dignes d'un enfer glacé. Enfin, depuis 2021, *Perseverance* prépare une mission de retour d'échantillons du sol martien, prévu en 2030. *« Le retour d'échantillons martiens déclenchera une révolution*, prédit Francis Rocard. *Nous n'avons encore rien vu*. »

Lancement d'une fusée V2 sur le site d'essais de Peenemünde, Allemagne, 1944.

Neil A. Armstrong s'entraînant au déploiement d'outils lunaires dans le module d'essai du centre spatial de Houston, 22 avril 1969.

HABITER L'ESPACE

Secondé par la machine, l'humain n'a pas pour autant renoncé à ses rêves d'exploration ; petit à petit, il apprivoise les rudes conditions de vie offertes par l'espace. Notamment au sein des stations spatiales, les premiers habitats semi-permanents installés hors de la Terre. La station soviétique *Saliout* ouvre la voie dès les années 1970. Elle est suivie par *Mir* (1986-2001), puis par l'ISS. Cette dernière, mise en orbite en 1998, est un chef-d'œuvre de coopération internationale : États-Unis, Russie, Europe, Japon, Canada. Depuis plus de vingt-cinq ans, les chercheurs qui s'y relaient en continu y mènent des travaux sur les effets de l'apesanteur, la combustion, la croissance cellulaire ou encore les rayonnements cosmiques. *« L'ISS offre un laboratoire unique pour étudier la physiologie humaine en milieu confiné, une étape indispensable pour une mission vers Mars »*, souligne Athéna Coustenis. Mais la station vieillit. Son démantèlement est prévu pour 2031, et les agences spatiales s'interrogent sur son succes-

NASA - AKG-IMAGES



Le ciel saturé de satellites : cette image, prise dans la nuit du 1er au 2 juin 2022 depuis la latitude 51° Nord, montre tous les satellites visibles à l'œil nu ainsi que quelques avions, vers le sud. Les plus brillants suivent des orbites polaires, tandis que la plupart des satellites Starlink sont désormais trop éloignés et trop peu lumineux pour être observés sans instrument.

seur : il pourrait s'agir d'une station lunaire (*Lunar Gateway*), d'une station orbitale chinoise (*Tiangong*) ou encore de projets privés, comme celui porté par la société Axiom Space.

Car depuis quelques années, l'entrée dans la course d'acteurs non étatiques a profondément bouleversé le paysage spatial. La société SpaceX, fondée en 2002, a réussi ce que seules les agences spatiales avaient fait avant elle : envoyer des humains en orbite. Grâce à ses lanceurs réutilisables *Falcon 9*, le coût d'accès à l'espace a chuté. Quant à *Blue Origin*, fondée par Jeff Bezos, elle ambitionne de déplacer *« l'industrie lourde »* hors de notre planète. Ce rêve d'un espace productif, industrialisé, fait fantasmer une partie du monde économique, mais elle inquiète certains chercheurs. Athéna Coustenis met en garde : *« La tentation est grande de considérer l'espace comme un nouvel Eldorado. Or, c'est un environnement fragile, aux équilibres complexes. »* La multiplication des satellites, notamment via les constellations comme *Starlink* – SpaceX a déjà lancé plus de 6 000 engins dans ce cadre, et projette d'en déployer au total 42 000 – perturbe l'observation astronomique : leur reflet parasite déjà 20 % des images des grands observatoires. Sans compter qu'ils alimentent le problème des débris. Selon l'ESA, plus de 130 millions de fragments inférieurs à 1 cm orbitent à grande vitesse, engendrant un important risque de collision pour la Station spatiale internationale et ses astronautes. Le CNES travaille à des technologies de désorbitation de ces déchets, mais les solutions restent à ce jour expérimentales.

Quel avenir pour l'aventure spatiale ? Il se décline en plusieurs scénarios : retour sur la Lune, mission habitée vers Mars, habitats orbitaux, exploitation d'astéroïdes. Le programme Artemis, piloté par la NASA et ses partenaires, prévoit de renvoyer des humains sur la Lune d'ici à 2026 – un report est toutefois probable. Quant à Mars, c'est le grand projet d'Elon Musk, le patron de SpaceX ; il rêve d'y installer une colonie à l'horizon 2050. C'est dans cet objectif qu'il développe le vaisseau *Starship*, qui pourrait emporter 100 colons vers la Planète rouge. Mais les essais ratés se multiplient… Et même si SpaceX parvient à mettre au point son vaisseau, survivre en ces terres hostiles relève du défi physiologique. *« Sur une mission martienne de trois ans, les radiations galactiques équivaudraient à 10 000 scanners médicaux, pénétrant les combinaisons actuelles »*, relève Athéna Coustenis. Le rêve d'établir sur Mars une base semi-permanente semble encore bien inaccessible (voir *Un nouveau terrain militaire*, ci-dessous). En attendant, d'autres projets fous émergent : modules gonflables, villes orbitales, stations lunaires imprimées en 3D. Certaines startups rêvent déjà d'hôtels en orbite. *« C'est techniquement envisageable, mais économiquement absurde,* tranche Francis Rocard. *Le tourisme spatial est une vitrine médiatique, non une révolution. »* Et pourtant, l'humanité persiste. Car l'espace, plus qu'un territoire à conquérir, reflète sa capacité à rêver grand.

Cécile Gérardin

SPACEX A RÉUSSI CE QUE SEULES LES AGENCES SPATIALES AVAIENT FAIT AVANT ELLE : ENVOYER DES HUMAINS EN ORBITE

À LIRE

Dernières Nouvelles de Mars. La mission du siècle, Francis Rocard, Flammarion, 2020.

Un nouveau terrain militaire

Née dans le contexte tendu de la Guerre froide, la militarisation de l'espace s'est accélérée depuis le début du XXIe siècle. Les satellites d'observation, de communication sécurisée et de navigation sont désormais intégrés aux stratégies opérationnelles des armées. Les grandes puissances, États-Unis, Chine, Russie, mais aussi Union européenne et Inde, développent des capacités « contre-spatiales » : brouillage, cyberattaques, voire destruction physique de satellites par missiles antisatellites, comme l'ont démontré les tests chinois en 2007 ou russes en 2021. En 2019, la création de l'US Space Force, suivie par des structures analogues en France ou au Japon, a entériné l'espace comme nouveau théâtre d'opérations militaires. Au-delà de la conquête scientifique, l'orbite terrestre est devenue un enjeu stratégique majeur, où se joue la sécurité nationale au même titre que sur terre, en mer ou dans les airs.

JENNIFER BRIGGS / ZUMA / SIPA

« Explorer est aussi vital, pour nous les humains, que respirer. »

Entretien avec **Jacques Arnould**



Lancement d'une fusée SpaceX Falcon 9 transportant le vaisseau spatial Dragon avec quatre astronautes internationaux pour la mission Crew-11 vers la Station spatiale internationale, le 1er août 2025 depuis le Kennedy Space Center, début d'une mission de six mois à bord de la station orbitale (image infrarouge en noir et blanc).

Cahiers de Science & Vie : Vous dites que l'être humain explore comme il respire. Que révèle ce besoin d'ailleurs – qu'il s'agisse des pôles, des abysses ou de l'espace ?

Jacques Arnould : Respirer, c'est à la fois inspirer, incorporer de l'extérieur, de l'étranger en soi et expirer, sortir de soi. Explorer, c'est réaliser ce même double mouvement, d'incorporation et de sortie de soi. À mes yeux, c'est aussi vital pour nous les humains que respirer. Aujourd'hui, certains estiment qu'il faudrait cesser d'explorer, notamment l'espace, pour se recentrer sur l'avenir de notre planète. Leurs arguments sont sensés. Mais je reste persuadé que les missions spatiales nous sont indispensables. Sans doute cette conviction découle-t-elle d'une vision du monde très occidentale, d'une cosmologie encore très dualiste qui sépare notre monde d'un extérieur qui nous échappe et que nous tenons à découvrir. Ce n'est pas le cas pour d'autres cultures. Aux yeux des Amérindiens Navajo, par exemple, la Lune n'est pas un ailleurs, elle appartient à leur monde et héberge les ancêtres. C'est pourquoi ils ont vivement protesté l'an dernier, quand une mission spatiale américaine devait acheminer les cendres de défunts sur la Lune. Reconnaissons-le : il n'est pas évident de faire cohabiter des représentations aussi divergentes. Il faudrait pour le moins être plus attentifs à ne pas les ignorer et à œuvrer pour une meilleure connaissance réciproque, comme d'ailleurs cela a été le cas dans le passé vis-à-vis de certaines minorités américaines.



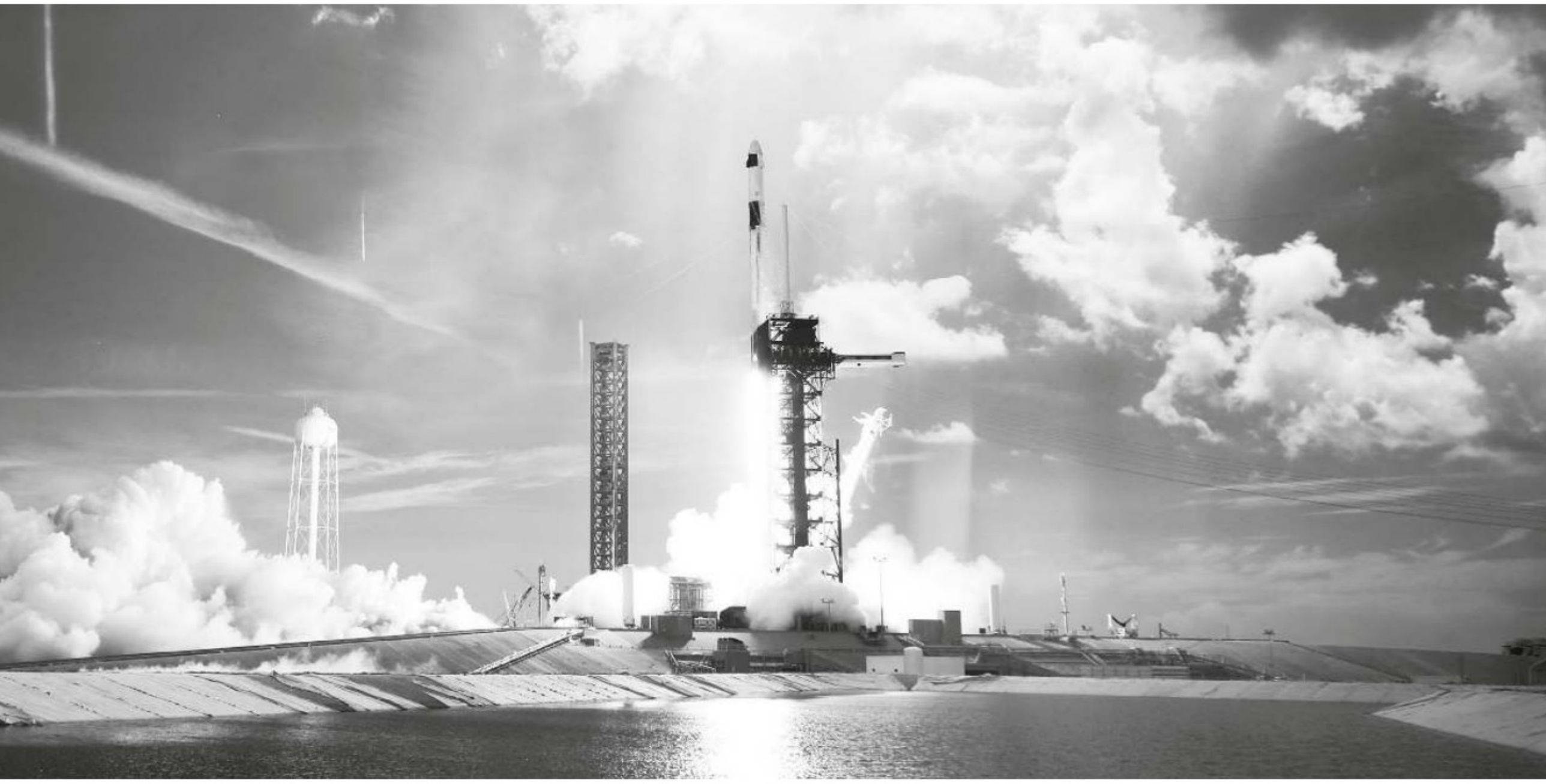
JACQUES ARNOULD, Ingénieur agronome, docteur en théologie, docteur en histoire des sciences et chargé de mission pour les questions éthiques au Centre national d'études spatiales.

CSV : L'exploration spatiale est souvent lue à travers le prisme du mythe d'Icare. Que nous dit-il ?

J.A. : C'est un peu la question que j'avais posée à mes futurs collègues du CNES, il y a environ 25 ans, lors de notre première rencontre. Je souhaitais leur parler d'éthique sans les effrayer : les ingénieurs adorent relever des défis techniques et n'apprécient guère qu'on vienne leur parler de ce qu'ils n'ont pas le droit de faire ! J'ai donc commencé par leur demander : *« Quel est le grand mythe spatial ? »* Ils m'ont répondu : *« Le mythe d'Icare ! »* Alors, j'ai sorti de ma poche *Les Métamorphoses* d'Ovide, et je leur ai lu le mythe en question. À la première lecture, on y repère l'avertissement de Dédale : s'il a conçu des ailes pour Icare, il sait qu'elles ne supporteront ni les remous de la mer Égée ni l'ardeur du soleil. Il interdit donc à son fils de voler trop haut ou trop bas. En somme, un appel à la prudence. N'oublions pas que l'explorateur est d'abord celui qui revient sain et sauf chez lui pour raconter son voyage, décrire jusqu'où il est allé, et indiquer la prochaine étape à franchir. Mais ce mythe nous parle aussi du plaisir et de la liberté qu'éprouve Icare : il agit comme un enfant qui reçoit une trottinette ou un vélo et veut aller le plus vite possible. Une expérience universelle.

CSV : Et pourquoi Mars nous fascine-t-elle autant, en dépit des obstacles à surmonter pour l'explorer ?

CNES



J.A.: Elle nous fascine depuis très longtemps. Autrefois, nos anciens considéraient la Lune comme une sorte de poste-frontière séparant la Terre des sphères célestes. Puis la révolution copernicienne a bouleversé cette vision-là. Il n'y avait plus d'un côté le monde terrestre, laid, altérable et mortel, et de l'autre un cosmos parfait, éternel et ordonné : l'univers tout entier obéissait aux mêmes lois et était fait de la même matière. Ainsi dès le XVII[e] siècle, Johannes Kepler n'hésite pas à imaginer que des navigateurs oseront un jour voyager dans le ciel. La Lune était la première étape, Mars la suivante, longtemps envisagée comme une petite sœur de la Terre. D'ailleurs, au tournant du XIX[e] siècle, l'Académie des sciences crée un prix pour celui qui établirait un contact avec une autre planète… en excluant la Lune et Mars, car tout le monde était persuadé qu'elles étaient habitées ! L'impression de familiarité avec Mars ne date donc pas d'hier. Quant à l'exploration humaine de la planète rouge, les Américains pensaient la mener quinze ans après avoir marché sur la Lune. Mais nous en sommes encore loin : nous ne disposons toujours pas de la technologie nécessaire pour y envoyer des humains et les ramener en vie, afin qu'ils racontent leur périple.



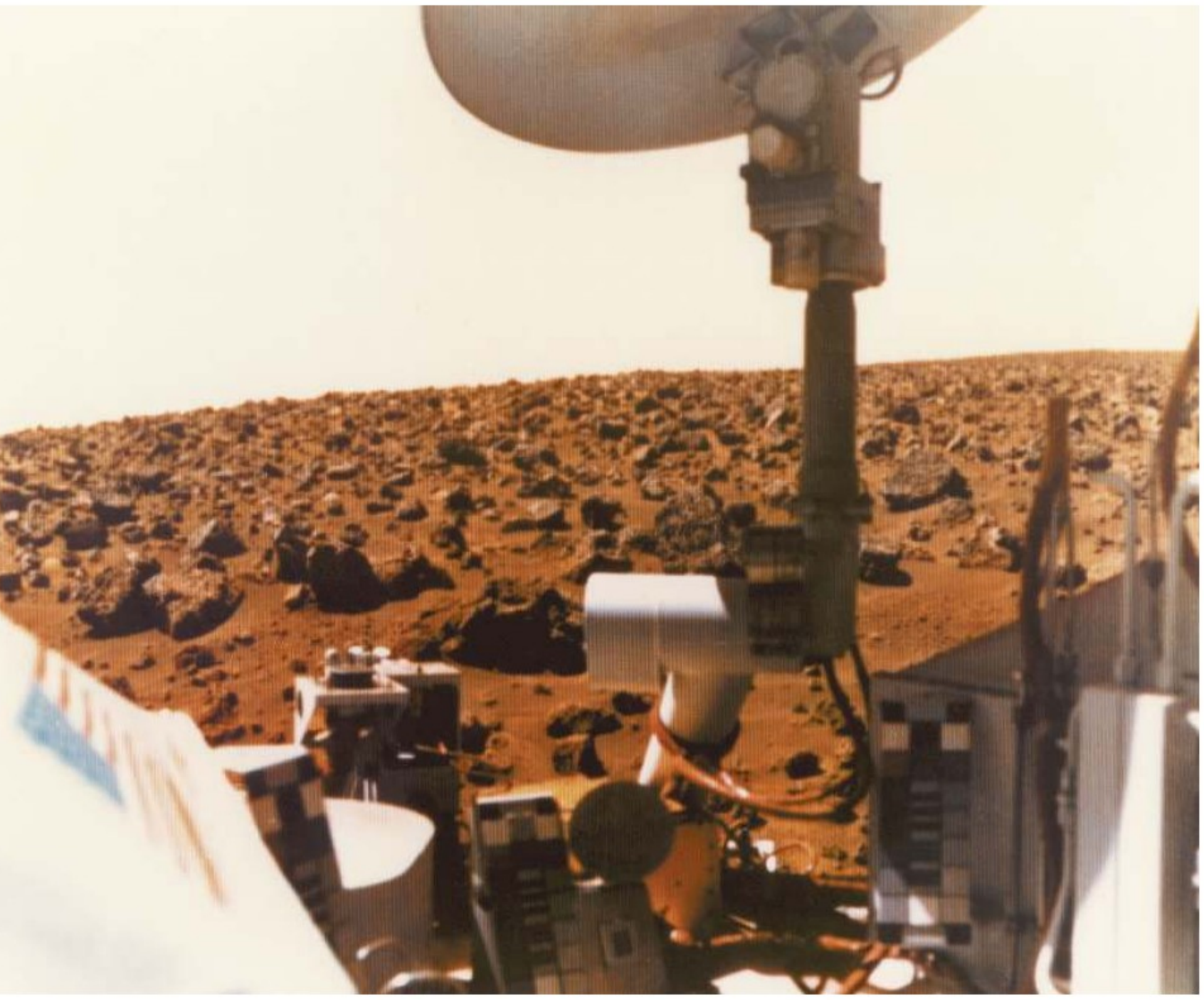
Icare et sa chute, après s'être élevé trop près du soleil lorsque la cire fixant ses ailes en plumes a fondu (gravure de Hendrick Goltzius, d'après un dessin de Cornelis Cornelisz van Haarlem, 1588, tirée de la série *Les Quatre Disgraciés*).

CSV: Qu'avons-nous à découvrir qui justifie les investissements colossaux consentis au nom de l'exploration spatiale ?

J.A.: Si nous parlons d'investissements colossaux, nous devons nous demander par rapport à quoi. Les missions Apollo ont certes été coûteuses, mais sans doute moins qu'une prolongation de la guerre

> L'EXPLORATEUR EST D'ABORD CELUI QUI REVIENT SAIN ET SAUF CHEZ LUI POUR RACONTER SON VOYAGE

NASA / JOEL KOWSKY - HERITAGE ART / HERITAGE IMAGE IMAGES / AURIMAGES



EVERETT COLLECTION / AURIMAGES

Viking 1 à la surface de Mars, le 24 juillet 1976. Le ciel apparaît rouge en raison de la poussière ferrugineuse dans l'atmosphère inférieure.

froide. Et que ce soit humainement ou financièrement, les conflits armés sont bien plus onéreux que n'importe quelle mission spatiale. Maintenant, côté découvertes, l'exploration spatiale s'appuie aujourd'hui pour l'essentiel sur des robots qui nous envoient des photos absolument extraordinaires de planètes inaccessibles aux humains, mais aussi des sons comme le bruit du vent sur Mars, ou encore des odeurs que personne ne pourra jamais sentir sur Mars en mettant le nez dehors. Je pense parfois à l'émotion des scientifiques de la NASA qui ont reçu en 1976 les premières images de Mars envoyées par la sonde Viking 1 : ils voyaient apparaître sur leurs écrans ce qui avait été capté vingt minutes plus tôt ! Il ne faut pas négliger ce plaisir. Ensuite, explorer un monde inconnu, c'est nécessairement le comparer avec le nôtre, et s'il est très différent, nous interroger sur nos origines. Certains astronomes vous diront que la vie n'est présente que sur Terre, mais d'autres pensent qu'elle pourrait exister partout dans l'univers. La question reste ouverte. En définitive, Mars est encore très mal connue et l'espace demeure pour l'essentiel inconnu. Au risque de me répéter, l'exploration est une brique essentielle de notre humanité.

DIRE QUE LA COLONISATION DE L'ESPACE N'AURA JAMAIS LIEU SERAIT UNE IDIOTIE

CSV : Dans l'un de vos derniers livres, vous évoquez Gerard O'Neill et ses projets de colonies spatiales. Peut-on dire qu'Elon Musk, Jeff Bezos et autres acteurs du NewSpace en sont les héritiers ?

J.A. : À strictement parler, Jeff Bezos est son héritier direct, car il fut son élève et a travaillé sur ses projets. Aujourd'hui, quand il évoque des colonies spatiales, c'est une référence claire aux grandes cités orbitales d'O'Neill. Bezos pense comme lui que l'espace constitue le futur de l'humanité, et il va même plus loin en proposant d'installer les activités polluantes dans l'espace et ainsi de préserver la Terre. Elon Musk s'inscrit lui aussi dans l'idée que l'espèce humaine doit être interplanétaire. Mais il se distingue de Bezos en considérant qu'il est plus facile de s'installer à la surface d'une planète, en l'occurrence Mars, que de créer de toutes pièces une station orbitale. Sur ce point, il faut rappeler qu'en 1969, O'Neill avait présenté ces deux options à ses étudiants de Princeton : leur préférence allait à la station orbitale et il a retenu cette orientation. Évidemment, ces projets de colonisation de l'espace inquiètent aujourd'hui bon nombre de scientifiques. Parce que le jour où des humains débarqueront sur Mars sans précautions, ils risquent de contaminer la planète avec des bactéries et d'hypothéquer les recherches sur la présence passée ou actuelle d'une vie martienne.

CSV : La montée en puissance de ces acteurs privés appelle-t-elle une refonte du droit spatial ou une simple mise à jour ?

J.A. : Le droit spatial a été élaboré à la fin des années 1960, à une époque où les acteurs étaient encore peu nombreux (seulement quelques nations) et le privé quasi absent. Avec le traité de l'espace (1967) ont été posés d'importants principes : la non-appropriation, le libre accès, la responsabilité des États, l'interdiction d'armes à destruction massive. L'accord sur la Lune (1979), qui propose de déclarer les corps célestes patrimoine commun de l'humanité, n'a en revanche qu'un faible nombre de signataires. Avec le NewSpace, la communauté des juristes du spatial – qui compte à

présent une foule de doctorants et de jeunes diplômés – a dû reprendre la réflexion afin de proposer une nouvelle gouvernance. Il y a beaucoup à faire, car il ne s'agit pas seulement d'écrire des textes, mais aussi de réfléchir à leur mise en œuvre. Il faut bien sûr prendre en compte l'arrivée de nouveaux acteurs désormais incontournables, comme SpaceX qui possède la grande majorité des satellites en orbite terrestre. Les intérêts de ces acteurs ne sont pas ceux des États : comment le droit peut-il aider à la cohabitation entre public et privé, sans renier ses principes fondamentaux ? À ce propos, il ne faudrait pas voir les acteurs du NewSpace comme d'horribles hors-la-loi : ils sont capables de développer des technologies innovantes – par exemple dans le contrôle de leurs satellites et le risque de collision – qui leur permettent de respecter la loi aussi bien, voire mieux que les acteurs historiques !

CSV : Finalement, voyez-vous la colonisation spatiale comme un horizon crédible, ou comme une illusion technopolitique ?

J.A. : Dire que la colonisation de l'espace n'aura jamais lieu serait une idiotie, mais en donner une date précise le serait tout autant. Si j'ai qualifié les colonies spatiales d'ultime utopie dans l'un de mes livres, ce n'est pas par hasard : ces projets ont beaucoup à nous dire sur nos rêves et nos cauchemars. Il n'y a qu'à lire les auteurs de science-fiction pour se faire une idée de ce que cela implique aux niveaux technique, juridique ou social. Pour les humains que nous sommes, ce serait synonyme de contraintes extrêmement fortes que nous avons oubliées ou n'avons même jamais connues. Ceux qui envisagent d'installer des colonies sur la Lune ou sur Mars ont-ils conscience de la vie qu'ils nous promettent ?

L'astrobiologiste britannique Charles Cockell a proposé à des détenus d'imaginer quelle y serait la vie. Non sans raison. Car sur Mars, même l'air serait compté (il faudrait des millénaires avant de pouvoir le produire par terraformation), ce qui signifierait une vie sous contrôle total, donc moins de liberté et plus de tyrannie. Il faut aussi se demander qui irait là-bas et quel serait le statut de ces colons vis-à-vis des Terriens. C'est l'occasion d'interroger notre humanité, l'image que nous en avons. D'autant plus que certains envisagent de recourir au transhumanisme, donc de modifier notre nature humaine…

CSV : Vos réflexions éthiques ont-elles concrètement influencé l'orientation des projets du Centre National d'Études Spatiales ?

J.A. : Honnêtement, non, je n'ai aucun exemple concret. Plusieurs éléments me permettent toutefois d'envisager l'avenir de l'éthique spatiale avec optimisme. Quand j'ai commencé ma carrière, au départ, le milieu spatial s'intéressait peu à l'éthique. Puis le public et les journalistes ont soutenu cette initiative. Et pendant des années, le CNES a été sollicité pour parler d'autre chose que de technique ou de beaux lancements. Sans conseiller éthique, le CNES aurait-il été différent ? Probablement pas ! Toutefois, il y a deux ans, un comité d'éthique a été installé au CNES. Il témoigne de l'exigence, à la fois externe et interne, de continuer à mener ce travail d'interrogation et de réflexion qui doit impérativement accompagner la préparation et la réalisation de nos programmes spatiaux. Aujourd'hui, soyons clairs, le domaine spatial traverse une période extrêmement difficile, chaotique. Notre collaboration avec la Russie s'est brutalement arrêtée ; celle avec les États-Unis est mise en cause, jusque dans les relations entre chercheurs : il semble que tout doive être reconsidéré, reconstruit. Pourtant, au sein du CNES et au-delà, je n'ai jamais été autant interrogé par les jeunes générations. Elles cherchent des repères dans un monde spatial déboussolé, entre les projets pharaoniques de Musk et les nombreuses publications qui les remettent en question – à l'instar des travaux du philosophe anglais Tony Milligan, des sociologues Mary-Jane Rubenstein et Arnaud Saint-Martin. Et le défi aujourd'hui, qui est en particulier le mien, est de faire en sorte que le milieu des acteurs profite de celui des chercheurs et réciproquement.

Propos reccueillis par Anne Lefèvre-Balleydier



Lancement d'une fusée Falcon 9 de SpaceX transportant la capsule Dragon vers la Station spatiale internationale, Cap Canaveral, 24 août 2025.

AKG-IMAGES / UIG / ALAN DYER

LES CAHIERS SCIENCE&VIE



N°224

La folle histoire de l'atome. De la poussière des grecs à la fission du monde



N°223

45 balades archéologiques en France. Quand la science révisite l'histoire



N°222

Berbère, phéniciens, romains... L'Algérie avant les français



N°221

Révoltes paysanne. De la féodalité à la technocratie



N°218

Drogue. Comment elle a fait et défait notre histoire



N°217

Sociétés secrètes. Aux origines du complotisme américain



N°216

Impressionniste. Les secrets d'une révolution



N°215

Israël, Palestine. Terre de dieu, enfer des hommes



N°212

Généalogie. Et si le roi était votre cousin ?



N°211

A l'abordage de nos cités maritimes



N°210

Au fil de La Loire. Vers une autre histoire de France

STOCKS LIMITÉS,

commandez vite vos exemplaires manquants !

RETROUVEZ NOS ANCIENS NUMÉROS SUR

www.kiosquemag.com



N°220
Le Liban ou l'utopie multiconfessionnelle



N°219
École & religion. Les liaisons dangereuses



N°214
La magie des pierres. Pourquoi elles nous fascinent



N°213
Campagne d'Egypte. Bonaparte Derrière le fiasco militaire, l'héritage scientifique

Avez-vous pensé à notre boutique

LA BOUTIQUE KIOSQUE mag.com



Des idées cadeaux ou des ouvrages exclusifs pour vous gâter ou faire plaisir à tous vos proches selon leurs goûts, toujours à moins de 20 €.

Découvrez nos sorties 2025 en flashant ce code !

POUR COMMANDER ET S'INFORMER

Par courrier : Renvoyez le bon de commande avec votre règlement à :
La Boutique Les Cahiers de Science&Vie
59898 Lille Cedex

Par téléphone au **01 46 48 48 03**
du lundi au samedi de 8h à 20h.
(paiement par CB uniquement)

Retrouvez plein d'autres produits sur :
https://www.kiosquemag.com

BON DE COMMANDE

Retournez ce bon à La Boutique Les Cahiers de Science & Vie - 59898 Lille Cedex 9

N°	Réf.	Qté	N°	Réf.	Qté	Prix unitaire	Sous-total
210	613000	X	211	613215	X	6€90	
212	613556	X	213	613378	X		
214	613732	X					
215	613885	X	216	614043	X	7€90	
217	614236	X	218	614395	X		
219	614587	X	220	614952	X		
221	615323	X	222	615842	X		
223	616265	X	224	616764	X		
						SOUS-TOTAL	€
FRAIS D'ENVOI (cochez la case de votre choix)			☐ Inférieur à 13€ en envoi normal				3€
			☐ Supérieur à 13€ en envoi normal				5€
						TOTAL GÉNÉRAL	€

Je règle par chèque libellé à l'ordre des Cahiers de Science&Vie.

Vous souhaitez régler par carte bancaire ?
Rendez-vous sur **www.kiosquemag.com**
c'est rapide, simple et 100% sécurisé !

Kiosque Mag — Disponible sur kiosquemag.com

Mes coordonnées : ❑ Mme ❑ M. (* À remplir obligatoirement) **# M090 # V 1660711**

Nom* |___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|

Prénom* |___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|

Adresse* |___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|

|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|

CP* |___|___|___|___|___| Ville* |___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|

Email |___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|___|
(indispensable pour le suivi de mon abonnement et recevoir la version numérique)

Téléphone |___|___| |___|___| |___|___| |___|___| |___|___| (portable de préférence pour envoi de sms si besoin)

Date d'anniversaire |___|___| |___|___| |___|___|___|___| (pour vous le souhaitez)

☐ Je ne souhaite pas recevoir les offres Privilège des Cahiers de Science & Vie et Kiosquemag sur des produits et services similaires à ma commande par la Poste, e-mail et téléphone. Dommage !

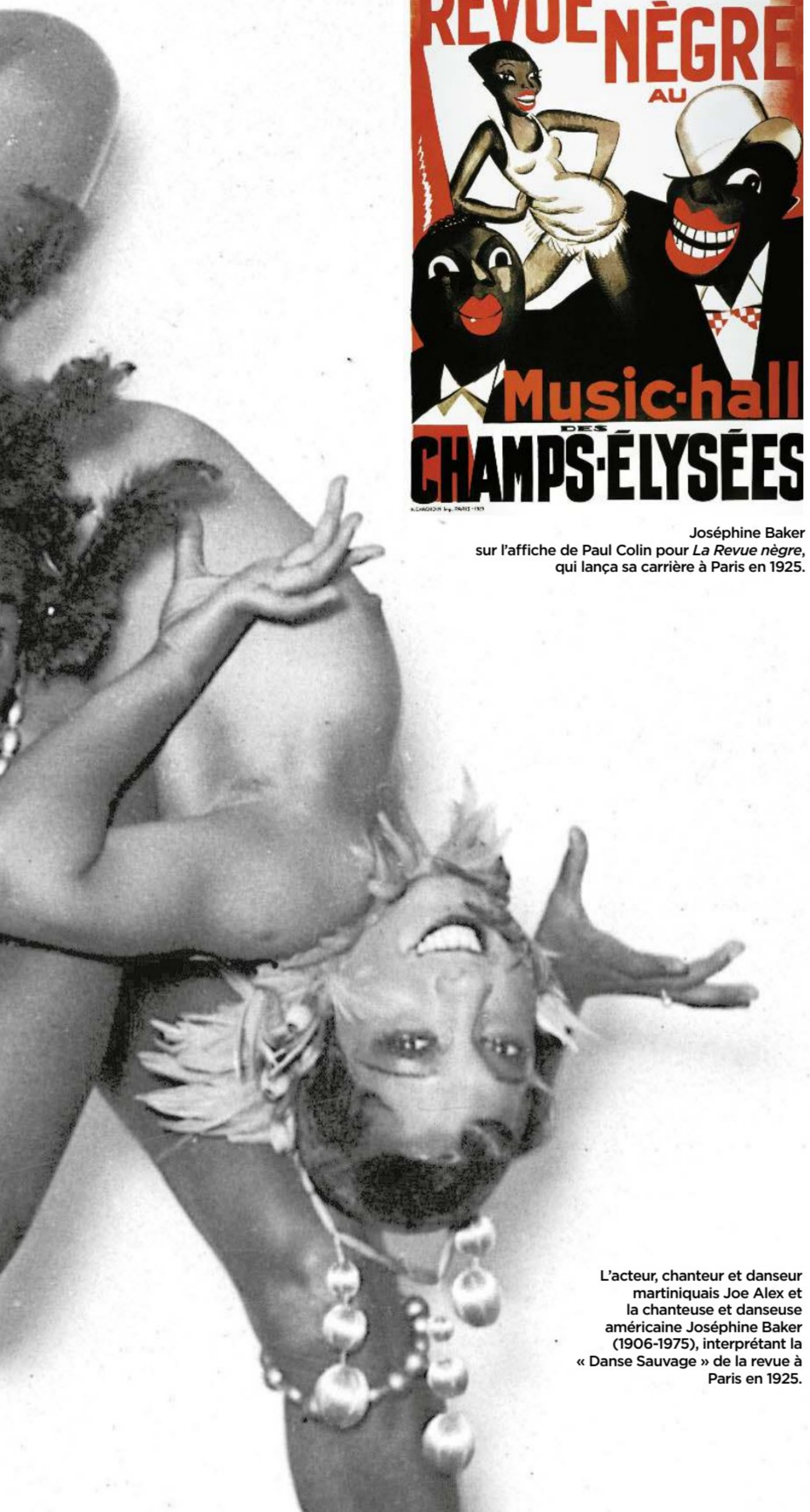
☐ Je ne souhaite pas que mes coordonnées postales et mon téléphone soient communiqués à des partenaires pour recevoir leurs bons plans. Dommage !

Offre valable en France Métropolitaine jusqu'au 31/12/2025. Conformément à l'article L 221-18 du code de la consommation, vous disposez d'un droit de rétractation de 14 jours à compter de la réception de votre commande et vous pouvez nous retourner votre colis dans son emballage d'origine complet. Les frais d'envoi et de retour restent à votre charge. Responsable de traitement des données personnelles : Reworld Media Magazines SAS. Finalités du traitement : gestion de la relation client, opérations promotionnelles et de fidélisation. Données postales et téléphoniques susceptibles d'être transmises à nos partenaires. Conformément à la Loi informatique et Libertés du 6-01-78 modifiée, vous pouvez exercer vos droits d'opposition, accès, rectification, effacement, portabilité, limitation à l'utilisation de vos données ou donner vos directives sur le sort de vos données après décès en écrivant à Reworld Media-DPD, c/o service juridique, 40 Avenue Aristide Briand 92220 Bagneux ou par mail à dpd@reworldmedia.com. Vous pouvez introduire une réclamation auprès de la CNIL - www.cnil.fr. Pour toute autre information, vous pouvez consulter nos CGV sur kiosquemag.com.

UN ŒIL DANS LE RÉTRO

JOSÉPHINE BAKER ILLUMINE *LA REVUE NÈGRE*





Joséphine Baker sur l'affiche de Paul Colin pour *La Revue nègre*, qui lança sa carrière à Paris en 1925.

L'acteur, chanteur et danseur martiniquais Joe Alex et la chanteuse et danseuse américaine Joséphine Baker (1906-1975), interprétant la « Danse Sauvage » de la revue à Paris en 1925.

2 OCTOBRE 1925

Ce vendredi 2 octobre 1925, le Tout-Paris s'est donné rendez-vous au Théâtre des Champs-Élysées pour assister à l'un des grands événements de la saison : la première de *La Revue nègre*, un spectacle musical tout droit venu de New York entièrement exécuté par une troupe afro-américaine, mêlant jazz, danse, numéros burlesques acrobatiques. L'avant-garde artistique et intellectuelle française est présente avec Robert Desnos, Francis Picabia, Blaise Cendrars, Fernand Léger ou encore Jean Cocteau. Rien d'étonnant, tant la France de ces Années folles est friande d'exotisme et d'« art nègre ».

Dès que retentissent les premières notes du saxophone de Sidney Bechet, l'émotion gagne la salle. Et plus encore lorsqu'apparaît Joséphine Baker, jeune femme noire au corps sculptural de 19 ans. Cheveux courts plaqués sur la tête, maquillée outrageusement, elle se dandine, gesticule comme un pantin désarticulé, genoux écartés et pliés, louchant et grimaçant avec espièglerie. Et c'est encore elle qui va envoûter le public avec une ultime « danse sauvage » où, seins nus, une ceinture de plumes autour de la taille, elle enchaîne les déhanchés frénétiques et érotiques. Une chorégraphie à mille lieues des codes et de la retenue de la valse pratiquée jusqu'alors… mais qui séduit immédiatement la presse. Pour Jacques Patin, du *Figaro*, l'artiste est comme *« une liane vivante (…), elle ploie, ondule, bondit, se courbe et se redresse, secouée par une manière de convulsion rythmique, tordue par les contorsions les plus cocasses »*. De quoi conforter dans leur choix de programmation Rolf de Maré, qui avait acheté quelques mois auparavant le théâtre moribond, et André Daven, son directeur artistique. Les deux hommes s'en étaient remis à l'Américaine Caroline Dudley pour recruter les vingt-cinq artistes de la troupe. Mais ils étaient sortis déçus des répétitions, ne trouvant pas le spectacle assez « nègre ». Les chorégraphies féminines en particulier leur semblaient trop prudes. Appelé à la rescousse, le revuiste Jacques Charles leur proposa de mettre en avant Joséphine Baker et d'en faire l'incarnation de la figure fantasmée et caricaturale de la femme noire africaine, primitive, sauvage et animale.

S'il connait un succès phénoménal, le spectacle n'est toutefois pas du goût de tous. Dans l'édition du *Figaro* du 16 novembre, l'académicien Robert de Flers dénonce ainsi une *« offense »* au *« goût français »* et *« un lamentable exhibitionnisme transatlantique qui semble nous faire remonter au singe en beaucoup moins de temps que nous n'avons mis à en descendre »*. Et la faute de *« cette bouffonnerie navrée »* revient pour lui *« à la foule des snobs »*, qui goûtent un spectacle *« dénué de toute civilisation, même élémentaire »*. Une charge virulente empreinte des préjugés racistes de l'époque qui n'entachera en rien la carrière de la jeune femme. Un an après la *Revue nègre,* Joséphine Baker sera en effet meneuse de revue aux Folies Bergère, avec cette fois-ci une ceinture de bananes autour de la taille qui deviendra légendaire.

◗ Fabienne Lemarchand

ALAMY / HEMIS - THE GRANGER COLL NY / AURIMAGES

LES MAYAS ET LES **CITÉS PERDUES**

Depuis le XIX[e] siècle, les découvertes archéologiques ont auréolé la civilisation maya d'un parfum de mystère et d'aventure. Les cités perdues dans la jungle fascinent, offrent de séduisants décors de cinéma et font les choux gras des médias. Mais derrière ces mythes, l'histoire est complexe, à mille lieues des clichés, et les Mayas sont toujours bien vivants.



BIBLIOTECA NACIONAL MEXICO / AURIMAGES

UNE CITÉ ENFOUIE DEPUIS 2800 ANS

Le 29 mai dernier, le gouvernement guatémaltèque révélait la découverte des vestiges d'une cité maya baptisée «Los Abuelos» (les grands-parents) au nord du pays. Les premières explorations ont dévoilé des pyramides et autres monuments qui dormaient depuis plus de 2800 ans dans la forêt du Petén. Situées à 21 km du site majeur d'Uaxactun, les ruines ont été découvertes dans le cadre du projet archéologique régional d'Uaxactun (PARU) dirigé depuis 2009 par le Slovaque Milan Kovác, mené avec des chercheurs guatémaltèques.

Tête d'Itzamna à Izamal – extrait de *Voyage au Yucatán de John Stephens* (gravures de Frederick Catherwood, 1841).

Les archéologues ont exploré un triangle dessiné par trois sites urbains s'étendant sur 16 km² – Los Abuelos, Petnal et Cambrayal –, dont l'occupation remonte à la période préclassique, entre 800 et 500 av. J.-C. Ils ont été surpris par *«la planification architecturale remarquable»* sous-tendant l'aménagement territorial. Le centre cérémoniel de los Abuelos tire son nom de deux sculptures anthropomorphes datant de 500 à 300 ans av. J.-C., qui symboliseraient un couple d'ancêtres fondateurs, et comporte des alignements architecturaux témoignant de



Le site récemment découvert du temple des Masques à Uaxactun, ancienne cité maya du Guatemala.

connaissances astronomiques. Organisée autour d'une pyramide haute de 33 mètres, la cité de Petnal a sans doute constitué un centre politique, tandis que le site de Cambrayal a révélé un important réseau de canaux.

« À ce stade, il faut se garder de toute surinterprétation », tempère l'archéologue Philippe Nondédéo (laboratoire Archéologie des Amériques, CNRS). Le spécialiste a de bonnes raisons de se méfier de l'emballement médiatique : à la suite d'un reportage publié en 2018, qui relatait une campagne d'acquisition de données Lidar par avion – permettant de repérer des vestiges sous la canopée – l'annonce de la découverte d'une cité maya de plus de 2 000 km² s'était propagée à la vitesse de l'éclair. En réalité, cette surface correspondait non à une ville nouvellement découverte, mais à l'ensemble de la zone couverte, qui concernait une dizaine de secteurs discontinus incluant de grands sites connus comme justement celui d'Uaxactun ainsi que celui de Naachtun, où Philippe Nondédéo dirige des fouilles depuis 2010.

« À Naachtun, cette première couverture lidar a permis de cartographier environ 12 000 structures sur 140 km², précise l'archéologue. *Nous exploitons aujourd'hui les données d'une seconde couverture lidar, qui s'est étendue sur près de 600 km² en 2021. Pour les interpréter, il faudra visiter tous les vestiges, ce qui représente un énorme travail ! »* Or, le temps long de la recherche ne fait pas bon ménage avec la course à l'actualité… En 2018, le gigantisme de la ville soi-disant découverte aurait dû alerter les journalistes, mais certains n'ont pas pris le temps de vérifier l'information. C'est que ce type d'annonce, qui convoque des images d'archéologues téméraires et de cités perdues enfouies sous une végétation luxuriante, permet de vendre du rêve…

LA VITALITÉ D'UNE CULTURE MILLÉNAIRE

Dans la culture populaire, la civilisation maya, qui a rayonné sur une large partie de l'Amérique centrale, est devenue le symbole d'une sagesse millénaire à jamais disparue après s'être brutalement effondrée, dont les ruines sur lesquelles la forêt a repris ses droits offrent un reflet saisissant. *« Elle a émergé vers 1500 av. J.-C. sur la côte Pacifique et dans les hautes terres du Guatemala ainsi que dans le Chiapas, et vers 1100 à 1000 av. J.-C. dans les basses terres »*, rappelle Philippe Nondédéo. Les grandes cités du Petén ont été édifiées à son apogée, durant la période classique (250-900 apr. J.-C.), celles du Yucatán apparaissant plus tardivement.



Page du Codex de Dresde, manuscrit maya du XIIIe siècle. Calendrier sacré de 260 jours aux tables astronomiques d'une précision remarquable.

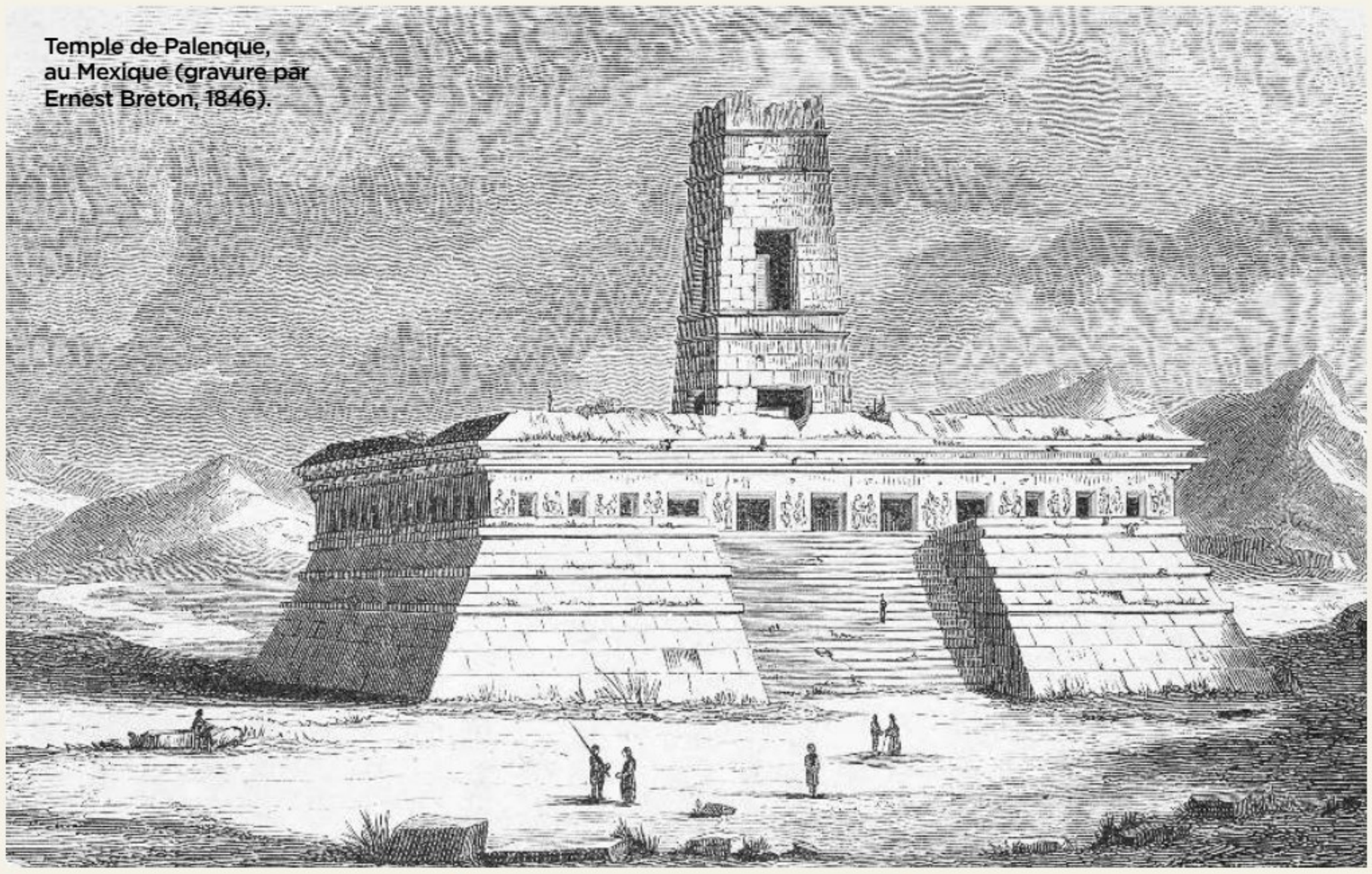
À l'arrivée des conquistadors, les populations avaient déserté depuis longtemps les grandes cités pour des raisons mal comprises. *« Certaines comme Lamanai restaient très peuplées et les Mayas du Yucatán ont résisté aux Espagnols »*, remarque toutefois le mésoaméricaniste Éric Taladoire. La cité de Tayasal, dernier grand bastion maya, a été conquise en 1697. Aujourd'hui, comme l'a souligné l'archéologue Chloé Andrieu dans son récent livre *Les Mayas n'ont pas disparu*, *« plus de 6 millions de personnes parlent une langue maya et en font vivre les visions du monde. »*

« Tous les ouvriers sur nos différents chantiers archéologiques sont mayas, parlent maya, écoutent des radios en maya », abonde Éric Taladoire. Au Mexique, l'archéologie est devenue un enjeu national et le projet du Train maya lancé en 2018 pour relier les principales destinations touristiques, dont les sites historiques, a stimulé les fouilles et les restaurations. *« Nos collègues mexicains luttent beaucoup pour des fouilles sérieuses, solides, bien documentées. Les archéologues guatémaltèques se battent aussi, mais ils ont beaucoup moins de moyens »*, remarque le mayaniste.

« Les traditions se sont perpétuées dans la vie quotidienne, la connaissance du milieu, les pratiques culinaires, etc. », poursuit-il. Les communautés ont préservé leur système alimentaire et leurs pratiques agricoles agroforestières et le maïs reste un élément central de leur culture. Les motifs et les coupes de leurs vêtements transmettent une symbolique ancienne. Le jeu de balle maya, qui tire son origine dans la mythologie, fait désormais partie du patrimoine culturel mexicain, et des matchs organisés lors de festivals ou de célébrations réactivent leur mémoire.

Si l'adoption du catholicisme a profondément transformé la spiritualité maya, le syncrétisme est profond et la mémoire de sites sacrés et de certains mythes a été préservée. *« On trouve encore des* curanderos, *des chamans et guérisseurs qui ont conservé une bonne connaissance des plantes, mais beaucoup se sont éteints avec leurs savoirs*

CLEMENS SCHMILLEN / CC BY-SA 4.0 - HERITAGE IMAGES / AURIMAGES



Temple de Palenque, au Mexique (gravure par Ernest Breton, 1846).



***Apocalypto* (2006), réalisé par Mel Gibson.**





Les façades californiennes de l'Aztech Hotel (à gauche) et du Mayan Theater de Los Angeles (à droite).

lors de l'épidémie de covid», déplore Philippe Nondédéo. Les rituels traditionnels ont le vent en poupe. *«Pratiqués par des communautés autochtones qui cherchent à retrouver leurs racines, ils sont aussi adaptés à destination des touristes et alimentent des conceptions New Age. La célébration des solstices et des équinoxes sur les sites archéologiques, en particulier, draine de plus en plus de monde!»*, ajoute l'archéologue.

LE MYTHE D'UNE CIVILISATION DISPARUE

Comment expliquer alors le mythe tenace de l'extinction des Mayas ? Fascinés par le riche et puissant empire aztèque, les Espagnols ont fait peu cas des cités décentralisées des périodes postclassique et coloniale. *«Même si le nombre et la densité de leurs habitants, parfois supérieurs à ceux des villes européennes de l'époque, ont pu les impressionner, les petites huttes à perte de vue ne leur ont pas laissé un souvenir impérissable»*, suppose Philippe Nondédéo. *«Ils visaient les richesses et cherchaient des populations à soumettre et à évangéliser. Or, les Mayas ont résisté…»*, ajoute Éric Taladoire. Leur histoire avait sombré dans l'oubli quand les premiers vestiges ont été redécouverts au XVIIIe siècle. *«Le site mexicain de Palenque a été très important pour le développement de l'imaginaire collectif»*, indique Philippe Nondédéo. Connus dès 1746, ses vestiges sont décrits dans le journal lithographié de l'aventurier Jean-Frédéric Waldeck, qui y a vécu entre 1834 et 1836. Cependant, il confère aux monuments un curieux style néoclassique et parsème ses dessins de détails anachroniques, parfois inspirés de l'antiquité égyptienne. *«La culture des Mayas était complètement étrangère, d'où ce besoin de la lier à la civilisation judéo-chrétienne pour se l'approprier»*, s'amuse le mayaniste. L'engouement pour les Mayas doit aussi beaucoup à un livre paru en 1841 relatant le périlleux voyage entrepris par John Lloyd Stephens, un avocat américain, et son complice Frederick Catherwood, un dessinateur anglais, qui ont décrit en détail les ruines de Copán, au Honduras, et visité de nombreuses cités du Yucatán. *«À partir des années 1840-1850, l'apparition du daguerréotype permettra de rendre une image plus exacte des monuments»*, ajoute Philippe Nondédéo.

La « Maya mania » atteint son comble aux États-Unis au début du XXe siècle. Elle se manifeste en architecture par le style néo-maya mêlant inspiration précolombienne et art déco, inauguré en 1925 dans le comté de Los Angeles avec l'Aztec Hotel – la distinction entre Mayas, Aztèques et Incas est souvent peu claire ! Dans la foulée, on bâtit un cinéma Aztec à San Antonio, au Texas, et le Mayan Theater de Los Angeles, orné de motifs précolombiens. Le cinéma s'empare aussi des civilisations mésoaméricaines dans d'improbables fictions, qui ne s'embarrassent guère de réalité historique. Le film *The Captive God* (le dieu captif), réalisé par Charles Swickard en 1916, narre les aventures d'un jeune naufragé espagnol élevé comme un dieu par une tribu maya en guerre contre les Aztèques, interprété par l'icône du cinéma muet William Hart. Dans *The Living Idol*, film d'Albert Lewin sorti en 1957, un archéologue côtoie une princesse aztèque réincarnée en une jeune mexicaine et une divinité maya personnifiée par un jaguar.

MAYA MANIA, D'HOLLYWOOD À TINTIN

Les fantasmes vont perdurer dans les représentations, souvent réduites à une imagerie floue. On retrouve ainsi des silhouettes de pyramides mayas dans l'album *Tintin et les Picaros* (1976), qui se déroule dans un État imaginaire d'Amérique latine, et dans le premier *Stars Wars* réalisé en 1977 par Georges Lu-

AKG-IMAGES / DE AGOSTINI - WIKIMEDIA COMMONS CC BY-SA 2.0 - CAROL M. HIGHSMITH



cas, où des vues aériennes du site de Tikal plantent le décor de la base secrète de Yavin 4. Dans *La Vengeance du serpent à plumes*, une pochade de Gérard Oury sortie en 1984, les deux antihéros campés par Coluche et Luis Rego enlèvent en hélicoptère un faux pilier d'un temple de Chichén Itzá, dissimulant un missile nucléaire… Des références aux Mayas apparaissent aussi dans des jeux vidéo – *Pitfall : L'Aventure maya* (1994) ; *Age of Empires II : The Conquerors* (2000) ; *Lara Croft and the Guardian of Light* (2013)… – et dans des romans comme *Civilizations*, une uchronie de Laurent Binet récompensée par le grand prix du roman de l'Académie française en 2019.

Quelques œuvres s'inspirent directement de l'Histoire. En 1982, la première saison d'une série animée télévisée française devenue culte, *Les mystérieuses cités d'or*, prend ainsi pour point de départ la quête des légendaires cités d'or par les conquistadors. Dans un autre registre, le film *Apocalypto* de Mel Gibson (2006) multiplie les choix radicaux et discutables pour brosser une fresque sanglante de l'effondrement de la civilisation maya. Le tournage s'effectue dans l'État de Veracruz, de culture différente, et l'on demande aux acteurs de s'exprimer dans un drôle de sabir de yucatèque ancien et contemporain. Les critiques sont partagées : *« Nouvelle boucherie signée Mel Gibson, chez les Mayas. Attention navet »*, peut-on lire dans *Télérama*, quand *Le Nouvel Observateur* salue *« un extraordinaire récit d'aventures »* d'une violence *« éprouvante mais nécessaire ».*

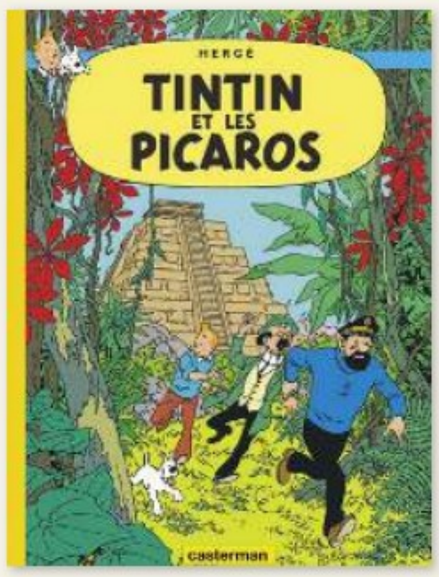
Les représentations évoluent avec les connaissances. Le déchiffrement de l'écriture maya est bien avancé depuis les années 1990 et les quatre codex qui ont échappé aux destructions ont été exploités. *« On connaît aussi plus de 5000 textes : des sculptures sur pierre, des inscriptions sur des objets et des récipients, etc. »*, remarque Philippe Nondédéo. La fascination pour les calendriers et les savoirs astronomiques mayas a même été à l'origine du grand malentendu autour de l'apocalypse soi-disant prévue en 2012 par une prophétie maya. *« C'était une construction parfaitement absurde conçue pour faire vendre des livres ou des films, à partir d'une date sans importance. Dans la conception cyclique du temps qui était celle des Mayas, elle marquait la fin d'une période et le début d'une autre, mais en aucun cas la fin du monde ! »*, s'exclame Éric Taladoire.

« Monter un projet en zone maya coûte cher. Or, il est plus facile d'obtenir des financements pour fouiller une grande pyramide qu'une zone agricole », regrette-t-il. Si certains archéologues se risquent à des interprétations prématurées et hasardeuses en se basant sur de simples cartographies Lidar, c'est qu'une découverte prestigieuse reste un bon moyen de réunir des fonds, surtout quand on dépend de financements privés comme les Américains. La période préclassique reste mal connue, et la période postclassique peu étudiée. Au-delà des effets d'annonce, les Mayas sont donc loin d'avoir livré tous leurs secrets…

◗ Marielle Mayo



***The Captive God (1916),* réalisé par Charles Swickard, avec William S. Hart et Enid Markey.**



***Tintin et les Picaros*, dernier album de Tintin achevé par Hergé.**

À LIRE

Les Mayas n'ont pas disparu, Chloé Andrieu, Allary Édition, 2025.



***The Living Idol* (1957), réalisé par Albert Lewin, avec Liliane Montevecchi.**

ANDREW COOPER / ICON ENTERTAINMENT / BUENA VISTA / EVERETT / AURIMAGES - EVERETT COLLECTION / AURIMAGES - CASTERMAN

L'ARLÉSIENNE EST ENFIN LÀ

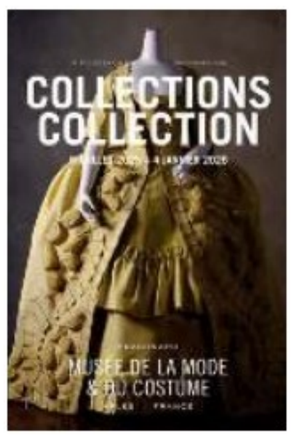
La Maison Fragonard a inauguré le 6 juillet 2025 le Musée de la Mode et du Costume d'Arles. Fruit de la rencontre exceptionnelle des collections Pascal et Costa, le musée révèle trois siècles de costumes et bijoux, de savoir-faire et d'élégance, et fait réapparaître l'Arlésienne qu'on n'attendait plus.

On l'évoquait depuis si longtemps, cette silhouette fantôme qui hantait conversations et imaginaires : l'Arlésienne se dérobait, insaisissable, telle l'éternelle absente immortalisée par Daudet. Aujourd'hui, la voilà, installée en majesté au musée de la Mode et du Costume d'Arles. Odile Pascal, héritière de la passion de sa mère Magali et dixième reine d'Arles, peut sourire. Le rêve qu'elle caressait depuis des décennies se réalise : l'Arlésienne tant attendue se donne enfin à voir.

Bien sûr, son souvenir se ravive lors des festivals, comme la Fête du Costume, lorsque la reine d'Arles, cette ambassadrice de la culture locale depuis 1930 pour un mandat de trois ans, endosse la robe pour incarner son pays. Comparée à d'autres régions françaises, la tradition demeure étonnamment vivante : bien des jeunes femmes arborent fièrement ce costume identitaire, prolongeant le geste de leurs mères et grands-mères, qui le portaient comme une seconde peau. Le musée, lui, loin de figer la pratique, en raconte l'histoire, en déploie la richesse et le prestige, offrant une nouvelle aura à ce patrimoine vivant.



L'Arlésienne de la seconde moitié du XIXe siècle.



FANNY TERNO

COLLECTIONS-COLLECTION
MUSÉE DE LA MODE
ET DU COSTUME D'ARLES
Jusqu'au 4 janvier 2026

Cette dynamique de transmission s'est concrétisée avec la rencontre des collections Costa et Pascal. Les trésors rassemblés par Hélène Costa et ses filles – héritières des parfums Fragonard et fondatrices du Musée provençal du Costume et du Bijou à Grasse – ont rejoint la collection patiemment constituée par Magali et Odile Pascal. *« La complémentarité de ces deux ensembles est absolument extraordinaire… Leur réunion permet d'évoquer la quasi-totalité de l'histoire de la mode d'un bout à l'autre de la Provence depuis le XVIIIe siècle »*, s'enthousiasme Clément Trouche, directeur des musées de Grasse et d'Arles.

Peu avant sa disparition, Magali Pascal veille à l'avenir de sa collection : les

sœurs Costa s'engagent à la préserver et à lui offrir un lieu pérenne. C'est ainsi que, en 2019, la Maison Fragonard acquiert l'hôtel Bouchaud de Bussy, demeure du XIVe siècle et ancienne maternité de la ville – où sont nées les Arlésiennes de plus de cinquante ans. Magnifiquement rénové par le Studio KO, en dialogue avec l'architecte du patrimoine Nathalie d'Artigues, le bâtiment offre un cadre idéal : sa façade séculaire, son escalier de pierre et la calade de la cour intérieure s'accordent avec justesse aux salles plongées dans une scénographie noire, d'où surgissent étoffes et bijoux.

ÉLÉGANCE HYBRIDE

La toute première exposition de ce musée, inauguré en juillet dernier, s'intitule « Collections-collection ». Elle ne se contente pas de montrer des costumes d'Arlésiennes, mais raconte d'abord comment deux collections s'unissent pour en constituer une troisième, unique. *« Chaque pièce, à son arrivée, occupe une place isolée avant de dialoguer avec celles qui l'entourent, éclairant ainsi leurs usages et leur histoire »*, explique Naïs Lesbros, 23e reine d'Arles et aujourd'hui régisseuse des œuvres du musée. Dans la première salle du rez-de-chaussée, après la boutique, se construit un véritable système à partir d'éléments singuliers : robes à la française, capes en coton imprimé, rubans de coiffe en velours, bijoux anciens et ensembles d'époques, chacun authentique et souvent issu d'Arles ou de Mouriès.

Alors, pour entrer dans le vif du sujet – cette Arlésienne qui toujours se dérobe et qui va enfin se révéler –, la Maison Fragonard a commandé au photographe Charles Fréger, familier des uniformes, une installation vidéo. Neuf femmes, presque en ombre chinoise, rejouent avec dextérité la gestuelle traditionnelle de coiffure et d'habillage du costume local. Une sorte de cérémonie d'effeuillage inversé, délicate et mystérieuse. Elles sont toutes d'anciennes reines d'Arles *« élues non seulement pour leur photogénie*, rougit Naïs Lesbros, qui apparaît en haut à gauche de la composition en énnéaptyque, *mais surtout pour leurs connaissances en histoire, littérature, architecture, arts, traditions et langue provençale, afin de pouvoir représenter au mieux la culture locale. »*



Extraits de l'œuvre de Charles Fréger.

Le fil de l'exposition nous ramène aux origines. Dans le dédale des modes régionales françaises, la mode arlésienne s'impose tôt par une singularité assumée. *« Les Arlésiennes ont toujours un œil sur la mode parisienne »*, pose Clément Trouche. Mais jamais pour copier servilement : leur originalité naît justement de cette distance.

Le peintre Antoine Raspal (1738-1811) avait fixé cette élégance dans ses portraits. Ceux de ses sœurs Catherine et Thérèse, qui dirigeaient un atelier de couture, restituent avec une précision inouïe le soin porté à chaque robe et chaque coiffe. Leur atelier, immortalisé dans un tableau conservé au musée Réattu, montre ces femmes en costume arlésien, cousant pour les aristocrates et les grandes bourgeoises d'Arles, ces dernières étant vêtues exclusivement à la mode de cour. *« Ce qui est amusant, c'est que Catherine Raspal, debout dans le tableau, porte des tissus somptueux, d'habitude réservés aux robes à la française, mais qu'elle a adaptés à son costume d'Arlésienne »*, observe Clément Trouche. Petite bourgeoise en concubinage avec un aristocrate, elle aurait pu céder à la mode du grand-monde sans réserve ; elle choisit au contraire de sublimer le costume local, inventant une élégance hybride. Dès les années 1770-1780, les sœurs Raspal instaurent un style immédiatement reconnaissable. Leurs modèles sont même catalogués par leur frère – un geste rare hors de Paris.

SILHOUETTE EN S ET BÉNITIER

À l'étage du musée, les silhouettes flirtent avec les tendances parisiennes et les textiles exotiques venus d'Inde, de Turquie, des Pays-Bas ou d'Allemagne. Car Arles ne possède pas de manufacture : tout est assemblé localement, et c'est la coupe qui signe l'identité.

Dans cette alchimie entre emprunt et invention, le costume devient outil de distinction sociale et culturelle : couleurs, motifs et ornements signalent statut et parfois convictions, comme les cocardes des révolutionnaires portées par des femmes encore interdites d'expression. *« La silhouette en S, si singulière de l'Arlésienne, reste en tout cas constante, quel que soit le statut social »*, signale Naïs Lesbros. Déjà au XVIIIe siècle, le costume

CHARLES FRÉGER



Ensemble de costumes arlésiens portés entre 1850 et 1875.

arlésien affirme l'identité : une architecture de plis et d'étoffes sculptant autant la communauté que la silhouette.

Au XIXe siècle, le dialogue avec Paris se poursuit. Sous l'Empire, le costume adopte des codes néoclassiques : taille remontée, mousseline monochrome, posture de vestale. La nostalgie du XVIIIe demeure : les Arlésiennes conservent des éléments de l'Ancien Régime dans leurs atours. La Restauration rapproche de nouveau la tenue arlésienne de la cour : manches gigot, tissus de luxe, détails copiés des élégantes de la capitale. L'industrialisation enrichit la palette : mousselines alsaciennes, soieries lyonnaises, rubans de Saint-Étienne… Trop d'influences parisiennes font parfois grincer les chroniqueurs locaux.

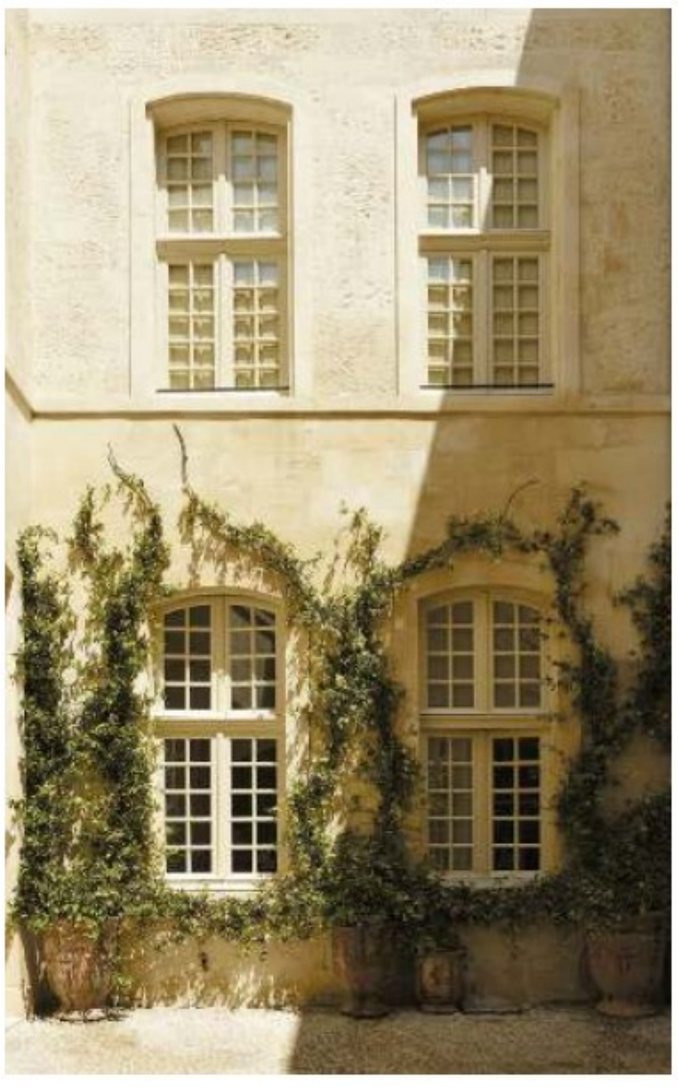
Vers 1860, l'éclat des Arlésiennes frappe jusqu'au sommet de l'Empire. L'impératrice Eugénie, reçue à la gare d'Arles, reste *« stupéfaite de la qualité et de la modernité de ces toilettes si loin de Paris »*, remarquent en chœur Clément Trouche et Naïs Lesbros.

La fin du XIXe siècle codifie le costume. Les termes « chapelle », pour le buste, et « bénitier », pour le dos, apparaissent. Leur intérêt réside moins dans la dimension religieuse – compréhensible dans une Provence où le catholicisme imprimait encore sa marque – que dans le langage architectural : plis et épingles transforment le corps en petit édifice éphémère, régulier et parfaitement symétrique. *« La chapelle ressemble plus exactement à un portail d'église, à l'envers. Lorsque tout est juste dans les volumes et les proportions, c'est la magie du beau »*, s'enflamme Clément Trouche. La maîtrise du volume et de l'équilibre rend l'ensemble spectaculaire, et les Arlésiennes savent que c'est par la précision de leurs gestes qu'elles se distinguent.

Le costume survit grâce au folklore et à la fidélité aux savoir-faire d'autrefois. Les Arlésiennes continuent à coudre, broder, transmettre leurs gestes ancestraux. Aujourd'hui encore, souligne Clément Trouche, *« elles sont à la fois designers, couturières et mannequins de leurs propres créations »*, captivant les regards, y compris des hommes, par la maîtrise artisanale et la beauté des étoffes.

Les collections Costa et Pascal dévoilent désormais cette virtuosité au public, national et international, dans une ville où l'élégance patrimoniale reste reine. L'Arlésienne, qui a cessé de se dérober, continue de jouer avec les codes, oscillant entre tradition et modernité, mémoire et création, malice et majesté.

Julien Nénault



FANNY TERNO - ANDRANE DE BARRY

Cour intérieure du musée de l'hôtel Bouchaud de Bussy.

CLÉOPÂTRE, REINE ET ICÔNE

Qui était réellement Cléopâtre ? L'Institut du monde arabe redonne vie à la dernière reine de l'Égypte des Ptolémées, celle qui osa défier Rome, et dont la mémoire fut longtemps occultée par moult préjugés défavorables, stéréotypes et fantasmes.

C'est sans aucun doute la souveraine la plus connue de l'Antiquité, la plus populaire aussi. Et paradoxalement l'une des plus mystérieuses. Car plus de 2000 ans après sa mort, Cléopâtre interroge toujours, tant les témoins historiques et archéologiques la concernant sont ténus. C'est par eux – monnaies gravées à son effigie, sculptures, bijoux, papyrus, etc. – que débute l'exposition de l'Institut du monde arabe. On y découvre comment, en 51 av. J.-C., à 18 ans environ, la fille illégitime du roi Ptolémée XII arrive au pouvoir aux côtés de son jeune frère, Ptolémée XIII. Comment une lutte fratricide finit par éclater entre eux, qui l'oblige à fuir. Et comment César, général glorieux de Rome devenu son amant, la réinstalle seule sur le trône en 47 av. J.-C. Leur alliance, dont naitra un fils, Césarion, sera pour Cléopâtre un moyen de protéger sa dynastie et de préserver l'indépendance relative de son royaume face à la puissance grandissante de Rome. Mais l'assassinat du Romain, en 44 av. J.-C., la prive de son protecteur. Dotée d'un indéniable sens politique et d'une grande érudition, la jeune souveraine se révèle alors une dirigeante avisée et habile. Confrontée à de mauvaises récoltes et à la famine, elle améliore l'irrigation et régule le transport et le stockage des céréales, réforme le système monétaire, etc. En -41, elle noue une nouvelle alliance stratégique et amoureuse avec Marc-Antoine, lieutenant fidèle de César et maître de l'Empire romain d'Orient. Ce faisant, ce dernier se met à dos Octave, futur Auguste et premier empereur romain, et surtout frère d'Octavie l'épouse qu'il a répudiée pour se marier avec Cléopâtre… Le conflit entre Marc-Antoine et Octave éclate ouvertement en -32. L'année suivante, la grande bataille navale d'Actium scelle le succès de ce dernier. Marc-Antoine se suicide, tout comme Cléopâtre qui refuse l'humiliation de la captivité.

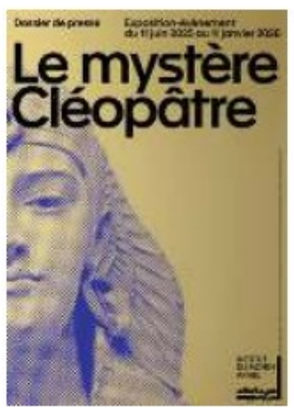


Cléopâtre essayant des poisons sur des condamnés à mort, par Alexandre Cabanel, 1883.

DE LA LÉGENDE AU MYTHE

C'est alors que la légende se forge, objet du second volet de l'exposition. Légende noire d'abord orchestrée par Octave. Désireux d'effacer la souveraine des mémoires et de discréditer son fils Césarion, il lance avec les auteurs et poètes proches de lui (Horace, Virgile, Plutarque…) une campagne calomnieuse, faisant d'elle une femme cruelle et manipulatrice, dépravée, assoiffée de pouvoir et de plaisirs. Properce la qualifie même de *meretrix regina*, « la prostituée reine ». Des clichés qui inspireront des générations de peintres. Mais au Moyen Âge, le ton change. Les sources arabes et égyptiennes font d'elle une reine savante, bâtisseuse et soucieuse de protéger et de nourrir son peuple. De la légende au mythe, il n'y a qu'un pas que l'on franchit en abordant la Renaissance et l'époque romantique. La littérature, la peinture, la sculpture, l'opéra et la publicité aussi, font alors de Cléopâtre une héroïne tragique, une femme fatale… Les plus grandes comédiennes et actrices endosseront son rôle, de Sarah Bernhardt (dont on peut admirer les bijoux conçus en 1890 pour elle) à Sophia Loren, Elizabeth Taylor ou plus récemment Monica Belluci. Le quatrième et dernier volet montre, à travers les œuvres d'artistes contemporaines, comment la souveraine est devenue aujourd'hui une icône féministe universelle. Au final, un bel hommage à cette femme hors normes.

Fabienne Lemarchand



LE MYSTÈRE CLÉOPÂTRE
INSTITUT DU MONDE ARABE, PARIS
Jusqu'au 11 janvier 2026

GALERIE MICHEL DESCOURS / DIDIER MICHALET

MAGELLAN, FLAMBOYANT ÉCHEC

À LIRE

Magellan par Stefan Sweig, Paulsen, 2019.

L'Incroyable périple de Magellan, 1519-1522, Ugo Bienvenu et François de Riberolles , Denoël, 2023.

Le voyage de Magellan. La relation d'Antonio Pigafetta et autres témoignages, Chandeigne & Lima, 3e éd. remaniée, 2025.



Il voulait les îles Moluques, il mourut aux Philippines. Entre-temps, Magellan avait ouvert le détroit qui porte son nom et jeté les bases de la première circumnavigation – réalisée sans lui. Le Musée national de la Marine de Paris restitue cette aventure collective, faite d'ambitions impériales, de mutineries et de chocs culturels.

Magellan est célèbre. Mais pourquoi ? Contrairement à ce que l'on répète encore, il n'a jamais accompli le tour du monde – et n'en eut même jamais l'intention. Il ne songea pas davantage à démontrer que la Terre était ronde : cette évidence allait de soi pour les marins du XVIe siècle. Le vrai débat portait sur la distance à parcourir pour atteindre l'Asie en naviguant vers l'ouest. Christophe Colomb l'avait sous-estimée d'un quart ; Magellan paria à son tour sur des cartes incomplètes.

Portugais renégat à la cour de Lisbonne, il franchit la frontière en 1517 et offrit ses services à Charles Quint. Le projet qu'il soumit au jeune roi ne visait pas l'exploit – notion étrangère aux marins de métier – mais relevait d'une stratégie de puissance. Le traité de Tordesillas de 1494 avait partagé le monde entre Espagne et Portugal, et les îles Moluques, convoitées pour leurs girofliers, demeuraient dans une zone d'incertitude. Elles se trouvaient tout à l'est des mers connues, dans ce chapelet d'îles qu'on appelle aujourd'hui l'Indonésie. Magellan calcula qu'elles appartenaient à la Castille et proposa d'en rapporter la preuve : traverser l'Atlantique, franchir un passage au sud du Nouveau Monde, rejoindre les îles et revenir chargé de clous de girofle.

« Au commencement, les épices », écrivait Stefan Zweig en ouverture de sa biographie de Magellan, en 1938. « *C'est plus subtil,* corrige Michel Chandeigne, éditeur des récits originaux du voyage sous le pseudonyme de Xavier de Castro, *l'élan de Magellan ne fut pas seulement commercial, mais nourri par l'amitié* », car Francisco Serrão, son compagnon d'armes établi aux Moluques, lui envoyait des lettres pressantes de le rejoindre – dont l'acheminement prenaient tout de même alors plus d'un an !

Magellan n'atteignit jamais son but. Tué à Mactan en 1521, il ne connut ni gloire ni retour. L'expédition, achevée par Juan Sebastián Elcano, devint néanmoins la première circumnavigation et bouleversa à jamais la représentation du globe.

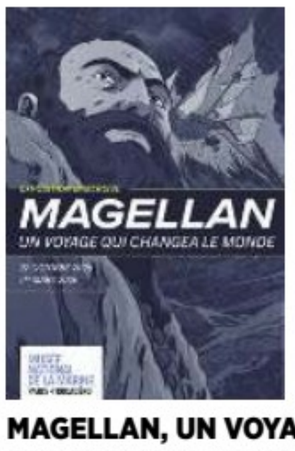
CÉLERI ET MANCHOTS POURRIS

Le Musée national de la Marine restitue aujourd'hui cette épopée, longtemps méconnue faute de servir une gloire nationale. La scénographie, guidée par la voix d'Antonio Pigafetta, chroniqueur embarqué de l'expédition, déploie des dessins d'Ugo Bienvenu et des images tirées du documentaire de François de Riberolles, *L'Incroyable périple de Magellan* (Arte, 2022). Ces éléments sont enrichis par des interventions d'historiens issues de rushs inédits. Conçue par Brigitte Poupart, l'exposition *Magellan, un voyage qui changea le monde* s'appuie aussi sur l'expertise scientifique et les recherches décisives de l'éditeur Michel Chandeigne, qui a réuni et confronté en 2007 – pour la toute première fois – les vingt-six témoignages directs de l'expédition.

Dès l'entrée, le sol illustre le partage du monde imposé par le traité de Tordesillas : deux hémisphères, l'un portugais, l'autre espagnol, séparés par une ligne bornant les ambitions maritimes. Des stèles surmontées d'écrans présentent les témoignages d'experts, tandis qu'un mur affiche la composition de l'équipage, dont les fluctuations – transferts, désertions et



La bataille de Mactan, 27 avril 1521.



MAGELLAN, UN VOYAGE QUI CHANGEA LE MONDE
MUSÉE NATIONAL DE LA MARINE, PARIS-TROCADÉRO
Du 22 octobre 2025 au 1er mars 2026

CAMERA LUCIDA PRODUCTIONS - ARTE FRANCE – MINIMAL FILMS – BELGICA FILMS – SERENA PRODUCTIONS – 2022



Carte du monde, attribuée à Jorge Reinel, 1519.

morts – jalonneront le parcours, depuis le départ de Séville en 1519 jusqu'au retour, trois ans plus tard, de la *Victoria*, seule survivante des cinq caraques.

De vastes projections entraînent le visiteur sur la route atlantique. On suit le quotidien des marins jusque dans des cales reconstituées, la rigueur du code de bord jusqu'à l'exécution d'un homme surpris en « acte contre nature » avec un mousse. Pigafetta consigne aussi des récits plus singuliers, comme celui d'une « Indienne » montée à bord en canot : « Nous l'observâmes, cachés, pour voir ce qu'elle faisait. Elle regardait tous les objets, elle était nue, et, trouvant un long clou, pour une forme très étrange, elle le cacha entre les lèvres de sa nature. »

Puis viennent les véritables épreuves : l'impasse du Rio de la Plata, le découragement, et l'enfer du froid à mesure que l'escadre s'approche de l'Antarctique. La recherche obsessionnelle d'un passage vers l'ouest se prolonge interminablement, entre sondages incertains et mutineries. *« La traversée du Pacifique compte tout de même très peu de morts : 9 sur 166 »*, rappelle Michel Chandeigne. *« La moins mortifère de tout le XVIe siècle ! »* Une escale forcée au cœur du détroit, après la disparition d'un navire, permit en effet aux marins de découvrir un salut inattendu : le céleri austral ! *« Ils en avaient fait des conserves dans du vinaigre, ressource qui s'avéra les protéger partiellement du scorbut »*, s'amuse Michel Chandeigne. Ils se montrent parfois moins chanceux, lorsqu'ils décident par exemple d'hiverner à San Julián alors qu'ils sont à cinq jours seulement du détroit, qu'ils n'atteindront que six mois plus tard… Pigafetta décrit aussi les razzias de manchots – pris pour des sortes d'oies – que l'équipage dévora pendant de longues semaines, souvent pourris, grouillant d'asticots, mais qui prolongèrent la survie.

LAPU-LAPU, ELCANO, HENRIQUE

Aux Mariannes, la perte d'une chaloupe provoque une expédition punitive : villages brûlés, indigènes capturés. Pigafetta rapporte alors une scène troublante : *« Avant de descendre à terre, quelques-uns de nos malades nous prièrent, si nous tuions hommes ou femmes, que nous leur portassions leurs entrailles, car soudain ils seraient guéris. »*

L'exposition met justement à l'honneur une dimension ethnologique largement occultée dans le documentaire de François de Riberolles. L'incompréhension mutuelle entre conquérants et autochtones est éclairée par les interventions de l'historien Romain Bertrand, qui restitue le regard philippin sur le colonisateur. Aux Philippines, le héros n'est naturellement pas Magellan, mais Lapu-Lapu, vainqueur à Mactan.

C'est face à lui que Magellan trouve la mort, en avril 1521. *« Le Portugais se bat à un contre cent, refuse toute aide »*, souligne Michel Chandeigne. *« C'est l'attitude d'un homme qui veut périr les armes à la main, en soldat, et non en paria. »* Sa mort trahit la conscience de son échec : les Moluques ne relevaient pas de l'Espagne, et aucune terre ne lui reviendrait. *« On lit souvent qu'il ignorait les dimensions du Pacifique ; il les avait parfaitement estimées. Mais ce qu'il ne savait pas, c'est qu'on n'y trouverait pas d'îles ou de royaumes avec lesquels commercer. »*

La suite appartient à ses hommes. Guidée par Elcano, la *Victoria* regagne l'Espagne et boucle le tour du monde – parcours qui n'avait pourtant pas été prévu. Pourquoi, alors, Elcano reste-t-il si peu connu hors de l'Espagne ? Et quid d'Henrique, esclave malais de Magellan, qui pourrait avoir accompli la toute première circumnavigation en rejoignant son port natal de Malacca depuis les Philippines ?

Julien Nénault

CPL / GE AA-564 (RES) / BNF

MÉGALITHES & CAMPANIFORME

Des milliers de pierres levées bretonnes obtiennent enfin la reconnaissance de l'UNESCO, consacrant un Néolithique d'une ampleur exceptionnelle. Parallèlement, le musée de Carnac présente cet automne l'énigme des vases campaniformes.



Alignements de Carnac.

Il y avait déjà Vézelay, Chartres, le mont Saint-Michel, Versailles… Cet été, la liste des sites français inscrits au Patrimoine mondial de l'UNESCO s'est encore enrichie d'un 54e bien : les mégalithes de Carnac et des rives du Morbihan y ont fait leur entrée ! Ce sont 557 monuments et sites, disséminés dans 28 communes, qui viennent rejoindre ce club très restreint. Leur âge ? Entre 7000 et 4000 ans.

« En réalité, cela représente des milliers de pierres levées », précise Victoire Dorise, directrice de l'association Paysages de mégalithes. *« Certaines sont isolées (les fameux menhirs), d'autres forment des enceintes (cromlech), d'autres encore sont alignées et dans ce cas associées à des tertres (tumulus) élevés au-dessus de tombes (dolmens). »* Mais la plupart restent bien cachées : trois quarts de ces monuments se trouvent sur des terrains privés.

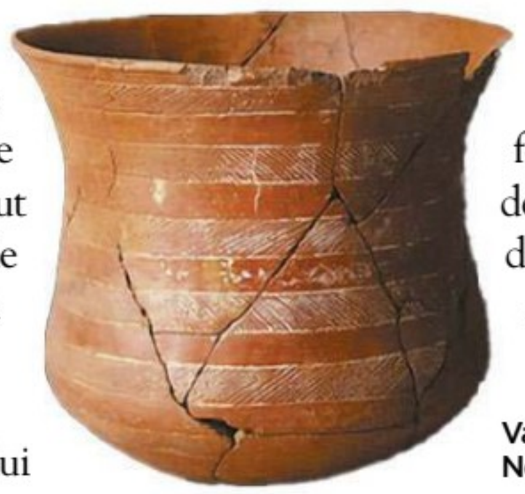
GÉNIE ET PAYSAGE

Si les propriétaires ont eu la surprise de voir leurs pierres rejoindre l'UNESCO, cette reconnaissance était attendue de longue date pour les alignements de Carnac, gérés par le Centre des monuments nationaux et connus dans le monde entier. *« Dans les années 1990, un premier projet de classement avait en effet échoué »*, commente Victoire Dorise. *« Il a fallu attendre 2012 et la création de l'association Paysages de mégalithes, avec un comité scientifique présidé par Yves Coppens, pour relancer la candidature, en fédérant chercheurs, services de l'État et élus locaux – condition désormais requise par l'UNESCO. »*

Deux critères ont été retenus pour justifier de leur Valeur Universelle Exceptionnelle : leur statut de « chef-d'œuvre du génie créateur humain », au même titre que le Taj Mahal ou la Grande Muraille de Chine, et celui de paysage emblématique du Néolithique. *« Outre la fierté locale, ce classement devrait aider à mieux faire connaître et donc protéger les sites discrets et un peu oubliés, notamment lors des journées du patrimoine »*, indique Victoire Dorise.

Un troisième critère, illustrant l'influence et les échanges entre peuples au vu des dépôts mobiliers, n'a pas été retenu. Mais le musée de la Préhistoire de Carnac explore justement cette question jusqu'au 30 novembre avec son exposition *Peuple de la mer ? Le Campaniforme en Bretagne et au-delà*. On y découvre ces étonnants vases en forme de cloche – d'où leur nom latin, *campana* – présents il y a 4500 à 4000 ans de la Bretagne jusqu'à la Hongrie et du Maroc jusqu'à l'Écosse. Une diffusion qui intrigue toujours les archéologues : effet de mode ou reflet de vastes mouvements de populations ? C'est ce mystère passionnant que l'exposition tente d'éclairer, en réunissant pour la première fois des pièces d'habitat et de dépôts funéraires provenant de différentes institutions.

Anne Lefèvre-Balleydier



Vase campaniforme, fin du Néolithique.



PEUPLE DE LA MER ? LE CAMPANIFORME EN BRETAGNE ET AU-DELÀ
MUSÉE DE PRÉHISTOIRE, CARNAC
Du 17 mai au 30 novembre 2025
www.menhirs-carnac.fr

CMN / PHILIPPE BERTHÉ - SOCIÉTÉ POLYMATHIQUE DU MORBIHAN

LES CAHIERS SCIENCE&VIE

Quand LA SCIENCE revisite l'histoire



ABONNEZ-VOUS POUR **5,90€** sans engagement

+ EN CADEAU la montre à quartz

Photo non contractuelle. © shutterstock.com

PROFITEZ-EN en flashant le QR code ci-dessus ou rendez-vous sur bit.ly/abo-csv-225

LES CAHIERS SCIENCE&VIE **BULLETIN D'ABONNEMENT** à retourner sous enveloppe affranchie à :
Les Cahiers de Science et Vie – Abonnements – 59898 Lille cedex 9

① Je choisis mon offre d'abonnement :

M036 # D1071687

☐ **Offre liberté : 5,90€ par numéro** puis 6,50€ tous les 2 mois au lieu de ~~8,72€~~*. 1 numéro tous les 2 mois **+ la montre en cadeau** (1) **-32%**
Je résilie quand je le souhaite. Je remplis le mandat ci-dessous accompagné de mon RIB. Je règlerai 6,50€ tous les 2 mois l'année suivante.

☐ **Offre annuelle : 39,90€**/an au lieu de ~~52,32€~~*. 6 numéros par an (2) **-23%**
Mon abonnement se renouvellera automatiquement à la date anniversaire sauf résiliation de ma part.

② Je valide mon règlement :

Par prélèvement automatique :
Je complète l'IBAN à l'aide de mon RIB et je n'oublie pas de **joindre mon RIB**.

IBAN

Vous autorisez Reworld Media Magazines à envoyer des instructions à votre banque pour débiter votre compte, conformément aux instructions de Reworld Media Magazines . Créancier : Reworld Media Magazines 40, avenue Aristide-Briand - 92220 Bagneux Cedex 09 France - Identifiant du créancier : FR 05 ZZZ 489479.

Date et signature obligatoires :
Le __/__/____

Par carte bancaire : je me rends sur KiosqueMag.com : **bit.ly/abo-csv-225**
La boutique officielle des Cahiers de Science & Vie
Plus simple, plus rapide, 100% sécurisé !

Par chèque (formule annuelle uniquement) :
je renvoie le coupon accompagné de mon chèque libellé au nom des Cahiers de Science & Vie (sans agrafe, ni scotch) à :
Les Cahiers de Science & Vie Service abonnement 59898 Lille Cedex 9

③ J'indique les coordonnées du bénéficiaire de l'abonnement :

Nom** : Prénom** :
Adresse postale** :
CP** : Ville** :
Tél. (portable de préférence) : (Envoi d'un SMS en cas de problème de livraison)
Email :
(Utile pour accéder à votre magazine en numérique et à votre espace client sur Kiosquemag.com, et gérer votre abonnement)
**À remplir obligatoirement
Date de naissance : __/__/____ (pour fêter votre anniversaire)

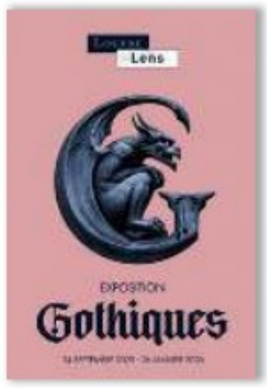
☐ Je ne souhaite pas recevoir les offres Privilège Les Cahiers Science & Vie et Kiosquemag sur des produits et services similaires à ma commande par la Poste, e-mail et téléphone. Dommage !
☐ Je ne souhaite pas que mes coordonnées postales et mon téléphone soient communiqués à des partenaires pour recevoir leurs bons plans. Dommage !

*Le prix de référence à l'année se compose du prix kiosque : 6 n° des Cahiers Science & Vie à 47,40€ et des frais de port à 4,92€. **À remplir obligatoirement. (1) Offre liberté (sans engagement) : je peux résilier à tout moment sur simple appel ou par courrier au service client. Après 1 an, je serai prélevé de 6,50€ tous les 2 mois. (2) Offre avec engagement : abonnement annuel automatiquement reconduit à date d'anniversaire. Le règlement s'effectue en 1 seule fois. Vous serez informé par écrit dans un délai de 3 mois avant le renouvellement de votre abonnement. Vous aurez la possibilité de l'annuler 30 jours avant la date de reconduction auprès du service client. A défaut l'abonnement sera reconduit pour une durée identique à votre abonnement initial. Pour toute autre information, vous pouvez consulter nos CGV sur kiosquemag.com et contacter le service client par mail sur serviceabomag.fr ou encore par courrier à Reworld Media Magazines - Service Client - 40 avenue Aristide Briand - 92227 Bagneux. Offre réservée aux nouveaux abonnés en France Métropolitaine valable jusqu'au 16/12/2025. DOM-TOM et autres pays nous consulter. Vous disposez, conformément à l'article L 221-18 du code de la consommation, d'un droit de rétractation de 14 jours à compter de la réception du magazine en notifiant clairement votre décision à notre service abonnement. Les informations demandées sont destinées à la société REWORLD MEDIA MAGAZINES (KiosqueMag) à des fins de traitement et de gestion de votre commande, de la relation client, des réclamations, de réalisation d'études et de statistiques et, sous réserve de vos choix, de communication marketing par KiosqueMag et/ou ses partenaires par courrier, téléphone et courrier électronique. Vous bénéficiez d'un droit d'accès, rectification, d'effacement de vos données ainsi que d'un droit d'opposition en écrivant à RMM-DPD, c/o service juridique, 40 avenue Aristide Briand – 92220 Bagneux, ou par mail à dpd@reworldmedia.com. Vous pouvez introduire une réclamation auprès de la CNIL - www.cnil.fr. Pour en savoir plus sur la gestion de vos données personnelles, vos droits et nos partenaires, consultez notre politique de Confidentialité sur www.kiosquemag.com.



LENS
OBSCURES CLARTÉS

Du XII[e] siècle à nos jours, l'art gothique déploie une vitalité exceptionnelle. Le Louvre-Lens lui consacre un vaste panorama, depuis les cathédrales médiévales aux esthétiques néogothiques jusqu'à la culture goth contemporaine. Mouvement majeur en Europe, le gothique a généré un foisonnement d'expressions artistiques : sculptures, manuscrits, vitraux, peintures, photographies… Plus de 250 œuvres révèlent ses métamorphoses et son pouvoir d'évocation, oscillant entre lumière mystique et imaginaire sombre.
Conçu comme une déambulation chronologique, le parcours s'articule autour du plan symbolique d'une cathédrale, ponctué d'incursions thématiques. Deux *« period rooms »* restituent l'héritage gothique au XIX[e] siècle et aujourd'hui. L'exposition interroge les réinventions de cet art dans la littérature, le cinéma et la musique, soulignant son humanisme, sa virtuosité et son rapport au fantastique. Un voyage sensoriel et intellectuel au cœur d'un langage visuel toujours vivant. ◗ **A-L.B.**



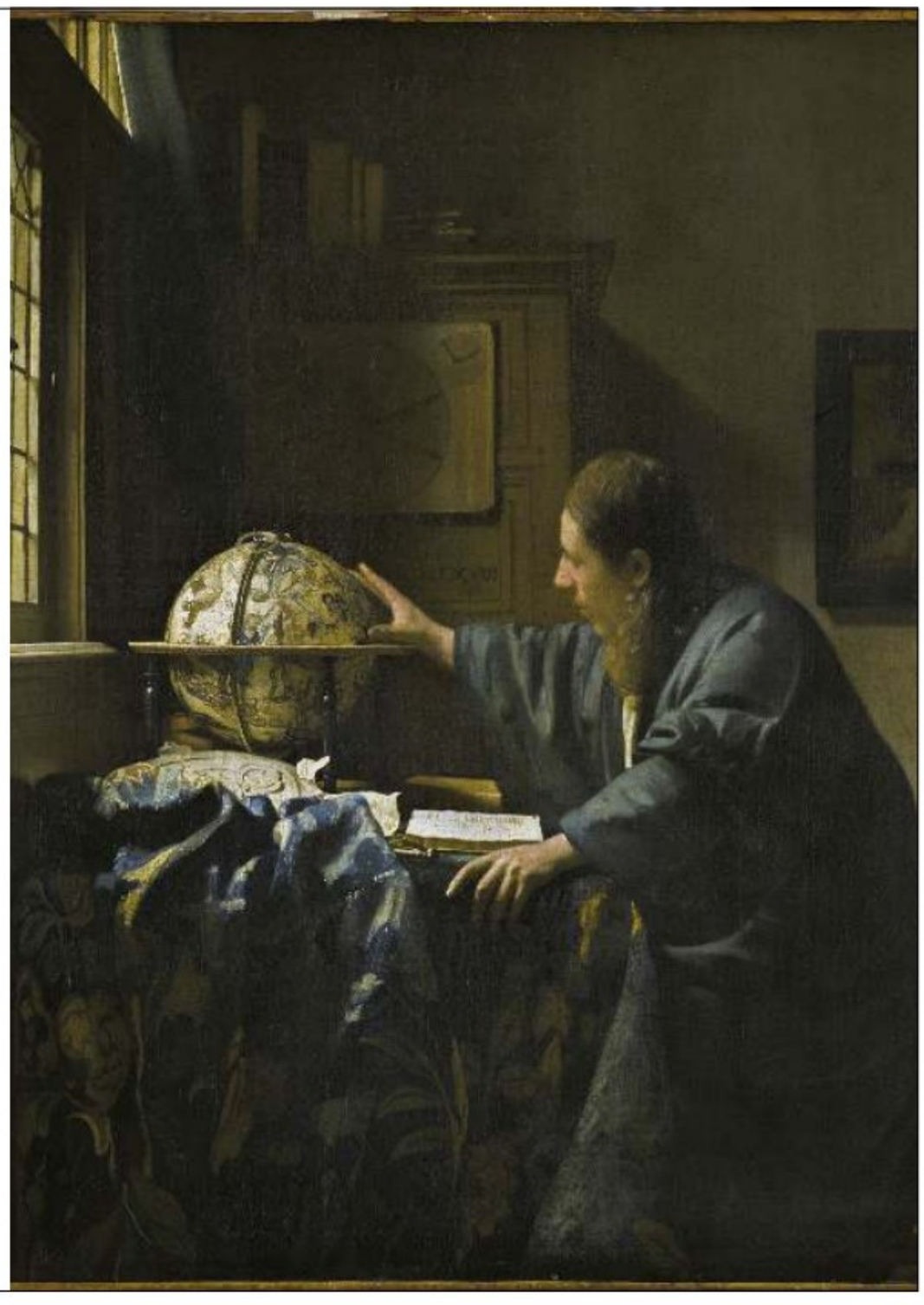
GOTHIQUES
MUSÉE DU LOUVRE LENS
Jusqu'au 26 janvier 2026

MARSEILLE
ÉTOILES SAVANTES

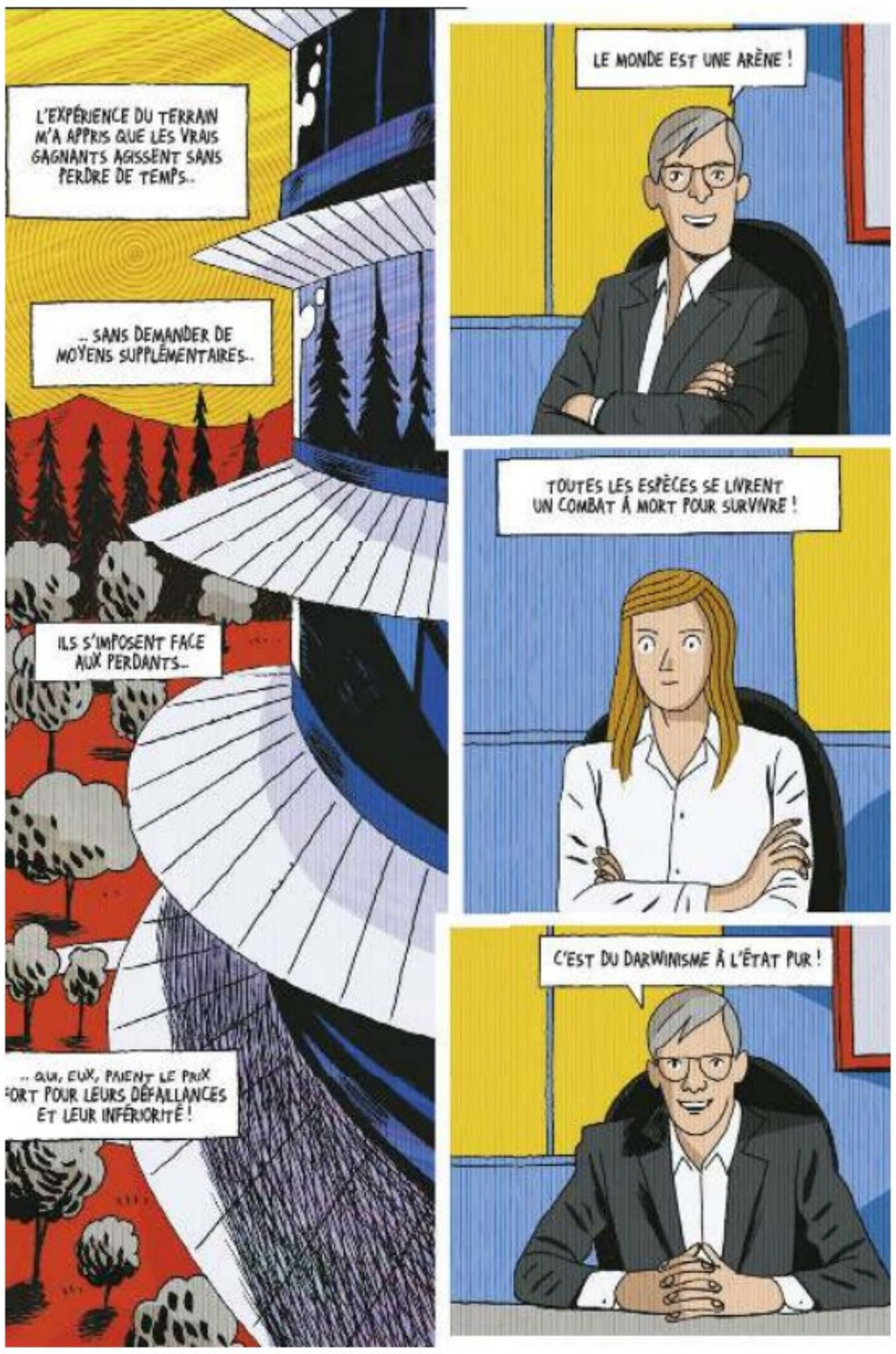
De la Lune à la Grande Ourse, le ciel fascine, éclaire et oriente depuis des millénaires. L'exposition *Lire le ciel*, au Mucem, retrace l'histoire méditerranéenne de cette relation intime aux astres. Des premières observations mésopotamiennes à l'astronomie galiléenne, en passant par la science médiévale arabo-musulmane, l'astrologie populaire et les interprétations contemporaines, savoirs et croyances ont longtemps avancé de concert, organisant le calendrier, guidant les voyages et inspirant les gouvernants. Plus de 300 œuvres jalonnent ce parcours : fresques pompéiennes, manuscrits arabes, globes célestes, *L'Astronome* de Vermeer ou encore le cabinet du médium Belline. La scénographie, conçue comme un voyage céleste, fait dialoguer cimaises courbes, podiums circulaires et constellations de fibres optiques, plongeant le visiteur dans un ciel méditerranéen contemplé depuis la Terre. Alors que les étoiles s'effacent sous la lumière des villes, l'exposition nous invite à retrouver dans la voûte nocturne un guide, un miroir et une source inépuisable de rêverie. ◗ **J.N.**



LIRE LE CIEL – SOUS LES ÉTOILES EN MÉDITERRANÉE
MUCEM, MARSEILLE
Jusqu'au 5 janvier 2026

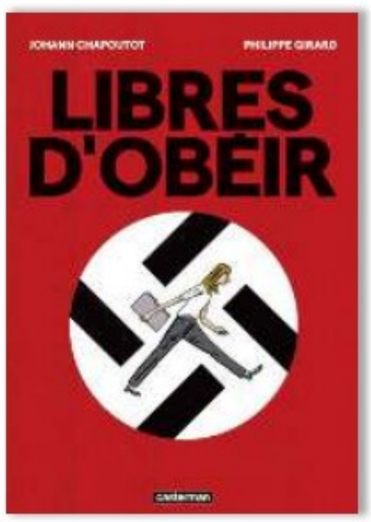


MUSÉE DES BEAUX-ARTS D'ARRAS - GRAND PALAIS RMN (MUSÉE DU LOUVRE) / FRANCK RAUX



MANAGEMENT SOUS CONTRAINTE

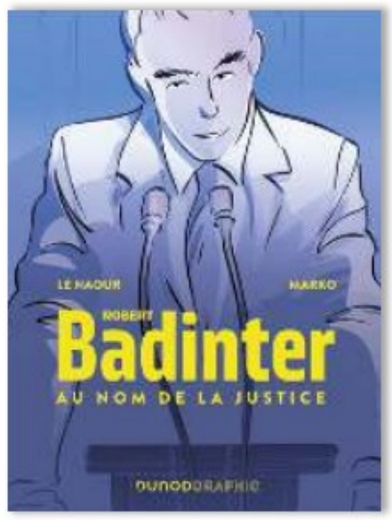
Et si le management moderne avait une généalogie nazie ? Dans *Libres d'obéir* (2020), Johann Chapoutot raconte comment Reinhard Höhn (1904-2000), juriste et général SS, théorisa une autonomie « sous contrainte » – liberté dans les moyens, mais finalité imposée – avant de recycler ses méthodes dans l'Allemagne d'après-guerre. L'idée a fait mouche : plus de 60 000 exemplaires vendus. La thèse est-elle solide, ou le *poing* Godwin a-t-il encore frappé ?
Plusieurs historiens jugent le lien exagéré, relativisant l'influence de Höhn face au modèle américain de Peter Drucker (1909-2005), figure tutélaire des business schools.
Mais l'adaptation en bande dessinée par Philippe Girard joue ailleurs : moins sur la solidité d'une filiation que sur le vertige d'un rapprochement. Car les nazis, qui exécraient l'État rationnel-bureaucratique, préféraient une nébuleuse d'organisations concurrentes, fonctionnant par délégation et autonomie imposée d'en haut. Ils mirent même en avant un management « par la joie », qui annonce étrangement les multinationales soi-disant « cool » de la tech. C'est ce miroir troublant – plus que la démonstration historique – qui donne envie de tourner les pages. ◗ **J.N.**



LIBRES D'OBÉIR
JOHANN CHAPOUTOT & PHILIPPE GIRARD
Casterman, 136 pages.

MONSIEUR JOIE DE VIVRE

« *Qui n'a pas tué ne peut pas être tué.* » Marqué à jamais par le procès Buffet-Bontems en 1972, où Robert Badinter échoue à sauver son client de la guillotine, l'avocat s'engage dans un combat de toute une vie contre la peine de mort, finalement abolie en 1981. L'historien Jean-Yves Le Naour et le dessinateur Marko retracent, dans ce roman graphique rigoureux et sensible, les grandes étapes qui jalonneront l'existence de l'ancien ministre de la Justice, panthéonisé en octobre prochain. De son enfance bouleversée par la mort de son père, immigré juif disparu dans un camp de concentration, jusqu'à l'hommage national qui lui sera rendu à sa mort en 2024, se révèle le charisme discret de cet abolitionniste, un temps honni par une partie des Français. Ses convictions resteront pourtant inébranlables : *« Je suis l'homme hanté par la justice, car je suis l'homme hanté par la mort »*, conclut le héros, avant de prendre son envol. ◗ **A.E.**

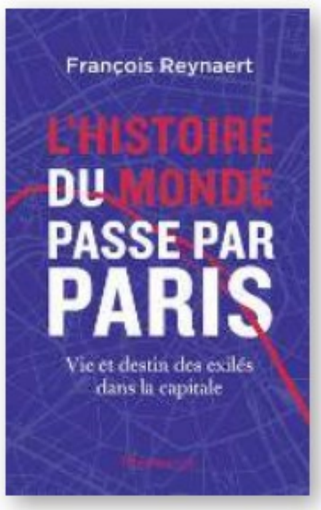


ROBERT BADINTER. AU NOM DE LA JUSTICE
JEAN-YVES LE NAOUR
Marko, Dunod, 104 pages.

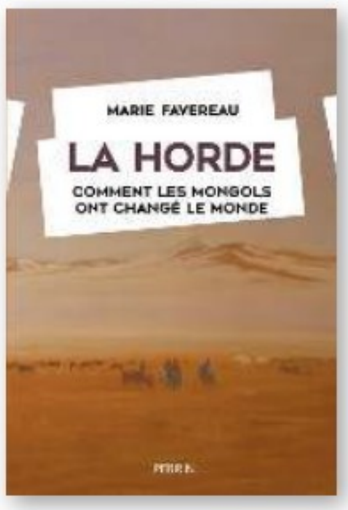


CASTERMAN. DUNOD

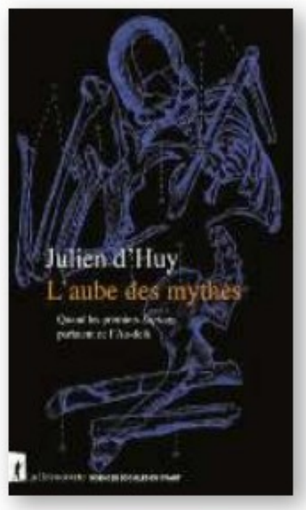
PARIS, HORDE D'OR, AU-DELÀ



L'HISTOIRE DU MONDE PASSE PAR PARIS. VIE ET DESTIN DES EXILÉS DANS LA CAPITALE
FRANÇOIS REYNAERT,
Flammarion, 368 pages.



LA HORDE. COMMENT LES MONGOLS ONT CHANGÉ LE MONDE
MARIE FAVEREAU,
Perrin (nouvelle édition de prestige), 432 pages.



L'AUBE DES MYTHES. QUAND LES PREMIERS SAPIENS PARLAIENT DE L'AU-DELÀ
JULIEN D'HUY,
La Découverte (édition augmentée), 504 pages.

CARREFOUR DU MONDE

La capitale française vue comme un kaléidoscope de l'histoire mondiale. Au fil d'une promenade érudite, l'écrivain François Reynaert explore la trace laissée sur Paris par les exilés – penseurs, étudiants ou combattants de toutes origines – qui y ont trouvé un terreau pour nourrir leurs idées, voire un tremplin vers leur destin. L'auteur ne raconte pas l'histoire de l'immigration, mais bien celle *« des exilés, des visiteurs, des étudiants […] qui ont repensé l'histoire de leur propre pays »* depuis la France. À travers des figures comme Rifa'a al-Tahtawi, jeune Égyptien envoyé à Paris en 1826, il met en lumière l'influence discrète mais déterminante de la ville sur les modernités étrangères. *« Je vous ai extrait l'or de tout ce que j'ai vu à Paris pour vous en donner la synthèse »*, écrit dans *L'Or de Paris* (1834) celui qui deviendra l'un des premiers artisans de la Nahda, la renaissance arabe. Ce livre invite le lecteur à voir la ville autrement : non seulement comme un musée de pierre, mais comme un carrefour d'existences et d'idées. *« Avec Paris, on peut faire tenir le monde entier sur les bords de la Seine »*, résume l'auteur au terme de cette promenade captivante dans une ville-monde. ◗ **C.G.**

ÉTAT FLEXIBLE ET MOBILE

Publié initialement en 2021, *La Horde* de Marie Favereau revient dans une édition collector reliée, enrichie de cartes retravaillées. L'occasion de redécouvrir ce livre qui a redéfini notre perception de l'histoire mongole. Ni empire classique ni simple khanat, la Horde d'or de Jochi – qui engloba la Mongolie, le Kazakhstan, la Russie, la Géorgie, la Bulgarie et l'Ukraine entre le XIIIe et le XVe siècle – est dépeinte comme un *« régime flexible, capable de s'adapter aux changements internes et pouvant résister aux pressions externes »*. Loin du cliché du pillard brutal, le pouvoir jochide se révèle un modèle d'intégration et de circulation à l'échelle continentale. L'historienne décrit un système politique et économique sophistiqué, fondé sur un *« vaste réseau de communication »* et une *« gestion pragmatique des territoires conquis »*. Elle souligne ainsi le rôle structurant des nomades dans la mondialisation médiévale : *« Pour la première fois, voyageurs et caravanes marchandes pouvaient, sans prendre de risque inconsidéré, aller d'Italie jusqu'en Chine. »* En s'attachant aux mécanismes internes du pouvoir nomade, ce livre éclaire le fonctionnement d'un État mobile qui transforma durablement les routes commerciales et les équilibres politiques eurasiens. ◗ **C.G.**

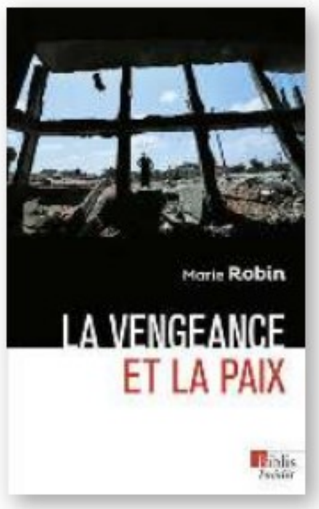
REGARDS SUR L'AU-DELÀ

L'historien Julien d'Huy remonte aux origines de l'humanité pour explorer un mystère aussi ancien que notre espèce : quelle conception les premiers *Sapiens* avaient-ils de la mort et de l'Au-delà ? Armé d'outils scientifiques innovants, tels que la phylomythologie, il propose une enquête passionnante au croisement de l'archéologie, de la génétique et de l'anthropologie. Dès les premières pages, l'auteur fait le point sur ce qui distingue les humains du reste du règne animal : *« Ce n'est pas tant la conscience de la mort que la capacité d'adopter une attitude réflexive face à elle »*, pose-t-il. À partir de là, il développe une analyse rigoureuse, où les mythes les plus anciens font figure de *« fossiles »* de nos croyances premières. Il s'appuie sur des exemples parlants, comme le mythe du Plongeon cosmogonique (un animal plonge au fond de l'océan primordial pour en ramener un peu de terre, à partir de laquelle le monde est créé), présent dans de nombreuses cultures de l'hémisphère nord, pour démontrer l'importance de la dynamique de diffusion culturelle liée aux migrations. Emporter partout avec soi ses récits fondateurs, voilà ce qui fait de l'humain, profondément, *« un animal mythologique »*. ◗ **C.G.**

DR

& AUTRES HISTOIRES

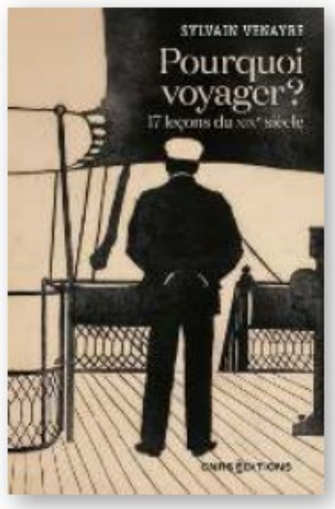
Par Cécile Gérardin & Julien Nénault



LA VENGEANCE ET LA PAIX
MARIE ROBIN,
CNRS Éditions,
264 pages.

LA VENGEANCE COMME **VERTU**

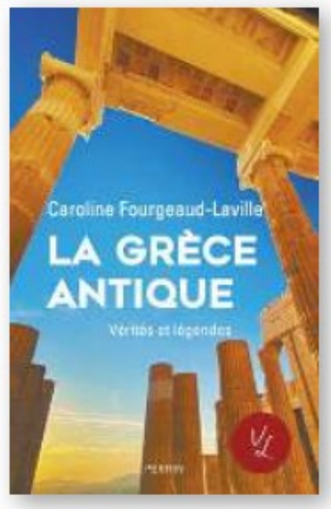
Comment la vengeance, sentiment aux relents archaïques, voire barbares, continue-t-elle d'être revendiquée par certains acteurs des relations internationales comme un moteur légitime ? À l'aide d'exemples historiques et contemporains – de l'antique révolte de Mytilène au bombardement de Gaza, en passant par le 11-Septembre –, la spécialiste des questions de sécurité Marie Robin démonte le mythe libéral selon lequel la justice moderne aurait supplanté toute pulsion vengeresse. *« Peut-on bâtir la paix sur la base de cette conception de la vengeance qui la restreint à sa dimension de vice, sans interroger la manière dont les acteurs eux-mêmes peuvent la revendiquer en tant que vertu ? »*, demande-t-elle. L'auteure propose d'écouter ces *« revendications de vengeance »* non pour les excuser, mais pour les comprendre, y voir l'expression de griefs souvent ignorés, base possible d'une paix durable. *« La vengeance peut être vertu quand elle défend la dignité, vice quand elle devient passion de détruire »*, rappelle l'auteure, citant l'anthropologue du droit Raymond Verdier. Un essai percutant, qui déplace les lignes du débat sur la violence, la justice et la réconciliation. ◗ **C.G.**



POURQUOI VOYAGER ? 17 LEÇONS AU XIXE SIÈCLE
SYLVAIN VENAYRE,
CNRS éditions,
344 pages.

DES ÉLITES AU **TOURISTE**

À l'heure où l'on culpabilise de prendre l'avion, Sylvain Venayre pose une question faussement naïve : pourquoi voyageons-nous ? Dans ce livre, l'historien explore la genèse de notre imaginaire du voyage, forgé il y a deux siècles, pour mieux en interroger la persistance : *« Nos désirs semblent à nouveau en accord avec ceux des hommes et des femmes du XIXe siècle »*, note-t-il avec ironie. À cette époque, voyager était vu à la fois comme un remède – contre la mélancolie, l'ennui ou même la maladie –, une quête esthétique, une preuve de distinction et une manière de penser le monde. Chateaubriand, pionnier du récit subjectif, l'écrit : *« Je voyageais pour voir les peuples, et surtout les Grecs qui étaient morts. »* Mais derrière la poésie des départs, l'auteur décèle une réalité plus ambiguë. Le voyage devient une industrie quand surgit le « touriste », figure honnie des élites ; George Sand fustige cette foule qui *« emprisonne toutes les jouissances des promeneurs contemplatifs »*. De là naît un paradoxe : le désir de nature détruit par ceux-là mêmes qui l'éprouvent… Un livre précieux pour qui veut penser le voyage non plus comme une évidence, mais comme un héritage culturel à déconstruire. ◗ **C.G.**



LA GRÈCE ANTIQUE. VÉRITÉS ET LÉGENDES
CAROLINE FOURGEAUD-LAVILLE,
Perrin, 272 pages.

ATLANTIDE ET COMPAGNIE

Et si l'on regardait la Grèce antique à travers ses clichés ? L'helléniste Caroline Fourgeaud-Laville s'amuse à les prendre au mot. Chaque chapitre s'ouvre sur une question apparemment simplissime, qui se retourne en vrai problème historique. Athènes avait-elle une démocratie exemplaire ? Hippocrate fut-il le père de la médecine ? La Pythie était-elle une voyante ? L'homosexualité avait-elle droit de cité ? Les Amazones sont-elles de purs fantasmes ? Avec précision et érudition, l'auteure montre combien la civilisation grecque fut à la fois inventive et contradictoire. La démocratie côtoyait l'exclusion, la science naissait de la croyance, les mythes éclairaient autant qu'ils brouillaient l'histoire. L'Atlantide, entre songe et savoir, n'est pas oubliée. Un livre qui restitue avec clarté et nuance une Grèce antique multiple, à la fois proche et lointaine. Une invitation limpide à approcher le « miracle grec ». ◗ **J.N.**

RENDEZ-VOUS LE 17 DÉCEMBRE PROCHAIN POUR NOTRE NUMÉRO :

LE LABORATOIRE DES MYTHES

Ce que la science révèle des récits fondateurs



HERITAGE IMAGES / AURIMAGES

LES CAHIERS SCIENCE&VIE

REWORLD MEDIA

REWORLD MEDIA MAGAZINES
Une publication du groupe
ÉDITEUR REWORLD MEDIA MAGAZINES SAS
40, avenue Aristide Briand
92227 Bagneux Cedex
DIRECTEUR DE LA PUBLICATION Gautier Normand
ACTIONNAIRE Reworld Media France
RCS Nanterre 477 494 371
Tel accueil : 01 41 33 50 00
RÉDACTION 40, avenue Aristide Briand
92227 Bagneux Cedex Tél. : 01 46 48 19 88.
DIRECTRICE DE LA RÉDACTION Danielle McCaffrey, assistée de Bénédicte Orselli
RÉDACTEUR EN CHEF Julien Nénault
RÉALISATION Delicity
DIRECTRICE ARTISTIQUE Anaïs Delaporte
COUVERTURE Émilien Guillon
COORDINATION Marie-Pierre Ombrédanne
SECRÉTAIRE DE RÉDACTION Amélie Renaud
RESPONSABLE PHOTO Pierre Husson

ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO
Anne Lefèvre-Balleydier, Pascale Desclos, Aimie Eliot, Cécile Gérardin, Fabienne Lemarchand, François Mallordy, Marielle Mayo, Christophe Migeon.
SERVICE LECTEURS sev.lecteurs@reworldmedia.com
DIRECTION-ÉDITION
Directeur d'édition : Germain Périnet
Éditrice adjointe : Charlotte Mignerey
DIFFUSION
Responsable ventes marché : Siham Daassa
Responsable diffusion : Isabelle Fargier
ABONNEMENTS ET DIFFUSION
Directrice marketing client : Catherine Grimaud
MARKETING
Responsable marketing et relations presse : Giliane Douls.
PUBLICITÉ. TÉL. 01 41 33 51 16
Directrice générale : Élodie Bretaudeau-Fonteilles
Directrice de Pôle Commercial : Catherine Mireux
Directrice de Publicité : Anne Lefeuvre
Planning : Sandrine Aleton, Angélique Consoli (53 52), Stéphanie Guillard (53 50)
Trafic : Catherine Leblanc (43 86)
FABRICATION Créatoprint, H. Bernardi, V. Brunehaut
DÉPARTEMENT INTERNATIONAL
Directeur : Andrea Albini, albini@reworldmedia.com
PRÉPRESSE/PHOTOGRAVURE Sylvain Boularand,
IMPRIMERIE IMAYE Graphic, 96, bd Henri-Becquerel, ZI les Touches 53021 Laval.
ISSN : n° 1157-4887
Commission paritaire : n° 1128 K 79605.
Tarif d'abonnement légal : 1 an, 6 n° : 41,40 €.
Dépôt légal : octobre 2025

RELATIONS CLIENTÈLE ABONNÉS
Service Abonnements :
Cahiers de Science & Vie 59898 Lille Cedex 9
Tél. : 01 46 48 47 87
(Ouverture du lundi au vendredi de 9h à 19h, le samedi de 9h à 18h)
Pour nous contacter par écrit :
https://www.serviceabomag.fr
COMMANDES D'ANCIENS NUMÉROS ET RELIURES :
Tél. : 01 46 48 47 87 www.kiosquemag.com
ÉTATS-UNIS ET CANADA : Express Mag, 8275, Avenue Marco Polo, Montréal, QC H1E 7K1, Canada. Tél. : 1 800 363-1310 (français) et 1 877 363-1310 (anglais). Fax : (514) 355-3332.
SUISSE : Edigroup. 39, rue Peillonnex 1225 Chêne Bourg. Tel. : 022 860 84 50 ; reworld@edigroup.ch
BELGIQUE : Edigroup Belgique. Bastion Tower Etage 20 – Pl. du Champs-de-Mars 5 – 1050 Bruxelles. Tél. : 070 233 304. reworld@edigroup.be

Affichage environnemental
Origine du papier : Allemagne.
Taux de fibres recyclées : 0 %.
Certification : PEFC. Impact sur l'eau : Ptot 0,014 kg/tonne.

LE TRI + FACILE — BAC DE TRI

Certifié PEFC
Ce produit est issu de forêts gérées durablement et de sources contrôlées.
PEFC 10-31-1141
pefc-france.org

LES CAHIERS SCIENCE & VIE

CROISIÈRES

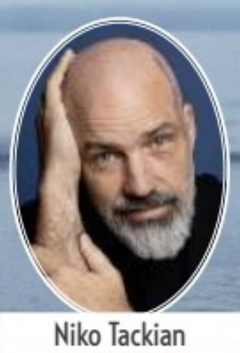
AVANTAGE LECTEURS
50$ DE CRÉDIT OFFERT À BORD !

TRAVERSÉES TRANSATLANTIQUES

LE HAVRE / NEW YORK 2026

DEUX **SÉJOURS EXCLUSIFS** ET DES **PROGRAMMES INÉDITS**
AVEC LES ÉCRIVAINS DE
LA LIGUE DE L'IMAGINAIRE *


Maxime Chattam


Niko Tackian


Eric Giacometti


Bernard Werber


Sarah Kaminsky


Barbara Abel


Mathias Malzieu

1ER AU 8 MAI 2026
LE HAVRE / NEW YORK
8 JOURS / 7NUITS

8 AU 17 JUIN 2026
LE HAVRE / NEW YORK
10 JOURS / 9 NUITS

IM 075 100 151 - Photo Cunard

En partenariat avec
CUNARD

Encadrement francophone
Vol New York / Paris inclus
Prix à partir de
3 350€ ** /pers.
au départ de PARIS

- Téléchargez la documentation
  sur www.voyages-lecteurs.fr/csv
- Informations & réservations
  01 45 75 18 19 en précisant Cahiers Science & Vie
  du lundi au vendredi de 9h30 à 18h30

DÉCOUVREZ LE PROGRAMME EN FLASHANT CE CODE >

LES CAHIERS
SCIENCE & VIE