

chantier test sur 1 600 mètres carrés. De la même façon, dans les hôpitaux, les caisses d'assurance maladie ou à La Poste, comme à la SNCF, à la RATP ou à EDF-GDF, dans les principaux locaux à risques, le traitement est en cours ou achevé. En revanche, les collectivités locales et, plus encore, les propriétaires privés rencontrent de grands problèmes d'inventaire et de coût.

Comment remplacer l'amiante ? L'utilisation de fibres minérales artificielles est envisagée avec prudence, afin de ne pas diffuser massivement des produits dont la toxicité serait équivalente, voire supérieure, à celle de l'amiante. La nocivité dépend de la taille des fibres (les plus dangereuses ont un diamètre de 0,5 micromètre, et une longueur comprise entre 5 et 15 micromètres) et de leur biopersistance (leur degré de rétention dans les poumons). L'ajustement de la taille des fibres afin de protéger le poumon profond réduit leur intérêt technique. La biopersistance des fibres artificielles est inférieure à celle de l'amiante, sauf pour les fibres céramiques. Toutefois, toutes les fibres de substitution connues aujourd'hui sont classées parmi les cancérogènes possibles pour l'homme par le Centre international de recherche sur le cancer.

Comme beaucoup d'autres pays, mais peut-être plus et plus longtemps, la France a sacrifié à la « pierre magique ». La lenteur de la prise de conscience et de l'action des pouvoirs publics témoigne-t-elle seulement du poids des groupes de pression économiques, ou souligne-t-elle les déficiences en matière de santé publique dans notre pays ? La valeur pédagogique de ce qui aura été, après le « sang contaminé » et après la « vache folle », la « leçon de l'amiante », réside dans la réponse à cette question.

Jean-Pierre FAVRE-TROSSON est médecin du travail à EDF - GDF Services, à Marseille.

J. LENGLET, *L'affaire de l'amiante*, La Découverte, 1996.

F. MALYE, *Amiante : le dossier de l'air contaminé*, Le Pré aux Clercs, 1996.

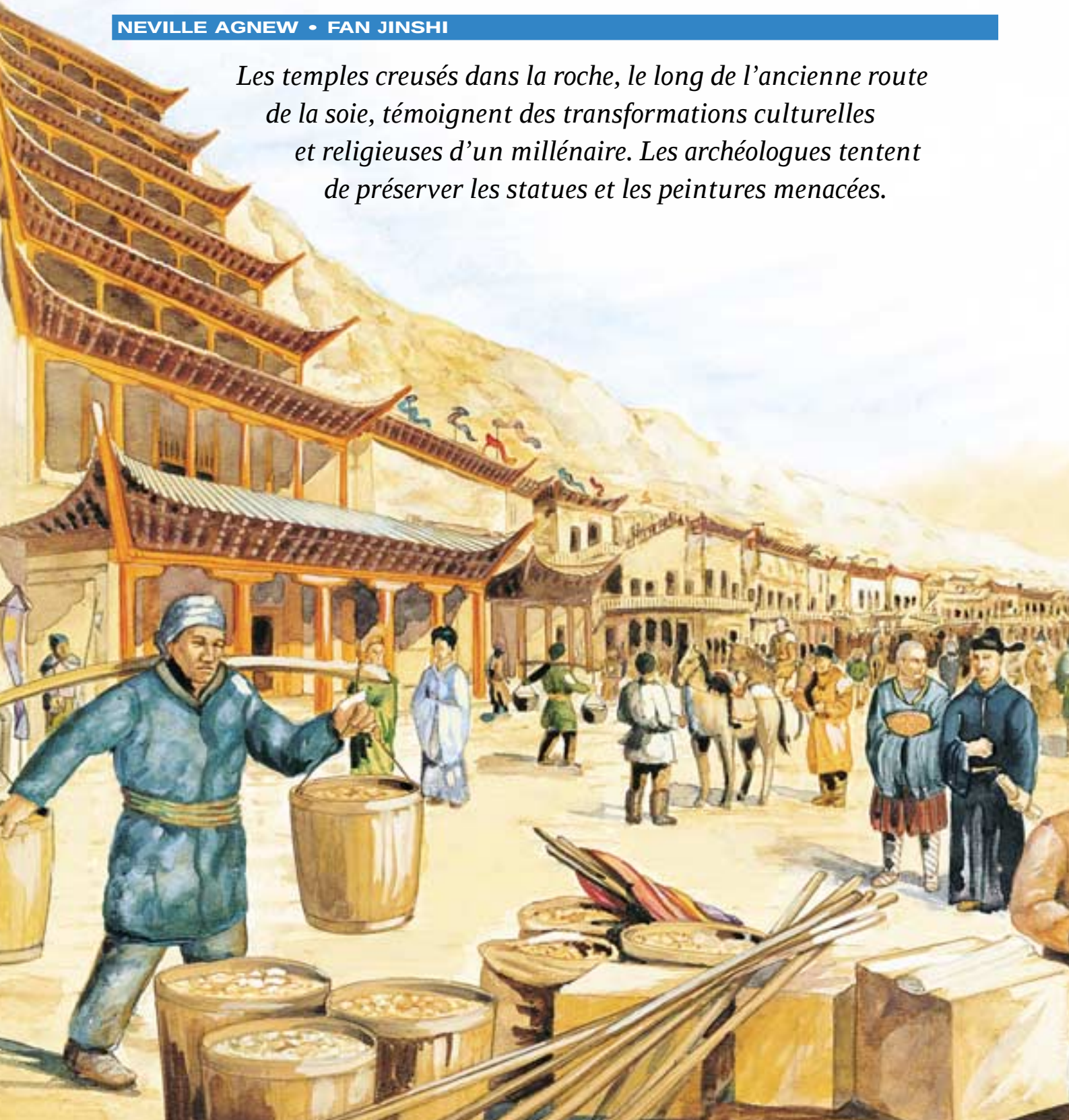
J.-P. FAVRE-TROSSON, *Amiante : les dangers*, Flammarion, 1997.

Effets sur la santé des principaux types d'exposition à l'amiante, rapport inserm, du groupe d'expertise présidé par A.-B. Tonnel, juin 1996.

Les trésors du bouddhisme chinois de Dunhuang

NEVILLE AGNEW • FAN JINSHI

Les temples creusés dans la roche, le long de l'ancienne route de la soie, témoignent des transformations culturelles et religieuses d'un millénaire. Les archéologues tentent de préserver les statues et les peintures menacées.



A 1 900 kilomètres à l'Ouest de Beijing, entre les déserts de Gobi et de Taklamakân, la ville de Dunhuang était un des canaux culturels les plus importants du monde. En chinois, Dunhuang signifie « colline flamboyante » : la ville était la dernière oasis chinoise pour les voyageurs en route pour l'Ouest, que ceux-ci empruntent la voie Nord ou la voie Sud de la route de la soie (les deux voies contournaient le désert de Taklamakân, se rejoignant 1 600 kilomètres plus à l'Ouest, à Kashi). Pour les voyageurs arrivant vers l'Est, la vue des deux forts de Dunhuang – la porte de jade ou barrière Yumen, et la barrière Yung – était un soulagement, après le contournement du désert, par des routes marquées d'os blanchis de chameaux, de chevaux et de voyageurs malheureux. L'avant-poste fortifié de Dunhuang était l'extrémité occidentale de la Grande Muraille de Chine.

Du IV^e au XIV^e siècle, les 7 500 kilomètres de la route de la soie reliaient la Chine à Rome, via le Tibet, l'Inde, le Turkestan, l'Afghanistan et la péninsule arabe. Son nom, dû au baron Ferdinand von Richthofen, explorateur allemand du XIX^e siècle, est trompeur, car il laisse supposer qu'elle n'était qu'une voie d'échanges commerciaux ; en réalité, elle fut la première autoroute de l'information, sur un quart de la conférence terrestre. De l'Empire du Milieu arrivaient les étonnantes richesses et innovations techniques de la Chine : la soie, la céramique, les fourrures et, plus tard, le papier et la poudre à canon ; de l'Ouest venaient le coton, les épices, le raisin, le vin et le verre. L'art et les idées allaient et venaient avec ces denrées, le long d'un chemin infesté de bandits, transformant des cultures extrêmement différentes.

C'est par la route de la soie qu'arriva en Chine le bouddhisme, né en

1. L'OASIS DE MOGAO, près de la ville de Dunhuang, au milieu du désert, était une étape importante, sur la route de la soie, un lieu de repos et de prière pour les voyageurs et les marchands. Mogao est représenté ici tel qu'il était vers le milieu de la dynastie Tang (618 à 907 de notre ère). Plaques tournantes commerciales, Mogao et Dunhuang étaient aussi des lieux d'échanges culturels. Les bouddhistes priaient dans les grottes qu'ils avaient creusées dans la falaise et décorées de bannières de cérémonie, tandis que les pèlerins se préparaient pour le voyage à l'Est vers Beijing, ou à l'Ouest vers la Méditerranée.





2. LE SABLE DU DÉSERT MENACE les grottes de Mogao (*ci-dessus*). Des façades en béton (*à droite*), construites dans les années 1960, renforcent certaines de ces grottes qui ont été érodées par les vents et fragilisées par les séismes. Comme le montre la carte

de la route de la soie (*ci-dessous*), ces grottes, situées à 25 kilomètres de Dunhuang, étaient à la frontière occidentale de la Chine, à la limite du désert du Taklamakân. Elles furent préservées des aléas politiques, en raison de leur isolement.





3. CES DIVINITÉS CÉLESTES, nommées *apsarasas*, sont peintes sur le plafond d'une grotte de Mogao ; elles datent de la dynastie Wei occidentale (535 à 542 de notre ère).

4. LE DÉSERT entoure Mogao : les dunes Mingsha s'étendent jusque dans le lointain. Devant elles, à côté de la rivière Daquan qui alimente Mogao, se trouvent les arbres et la façade de la falaise, criblée de grottes.



5. CE PERSONNAGE AGENOUILLE de la période Tang se trouve dans la grotte 384. Ce type de statue fournit des informations détaillées sur les costumes de la Chine médiévale.

Inde au VI^e siècle avant notre ère. Le remarquable développement de cette religion est bien illustré par les temples de roche situés près de la ville de Dunhuang. À partir de l'an 360 environ, les pèlerins bouddhistes qui faisaient halte à Dunhuang commencèrent à creuser des grottes dans une falaise de 1 600 mètres de long, à 25 kilomètres au Sud-Est de la ville ; ils bâtirent des chasses, des loges et des niches pour les œuvres sacrées, utilisant les temples pour faire les offrandes qui devaient leur assurer une traversée sûre. Au cours des dix siècles qui suivirent, les moines creusèrent des centaines d'alcôves dans la roche, transformant la falaise en nid d'abeilles. Aujourd'hui quelque 490 grottes abritent encore 2 000 statues du Bouddha et 50 000 mètres carrés de

peintures murales. Ces œuvres d'art reflètent les changements de dix périodes et dynasties, dont celle des Tang (618-907),

pendant laquelle fleurirent la culture et l'art chinois. Les peintures murales de la haute période Tang révèlent la vie quotidienne des personnes de toutes les classes sociales qui traversaient Dunhuang ou qui y vivaient ; les fresques des périodes précédentes décrivent un bouddhisme plus austère. Ces peintures représentent également des pratiques commerciales, des techniques, des habitudes, des légendes et des sôtras (prières sacrées). Elles montrent aussi les transformations du bouddhisme indien vers sa forme chinoise : les mythes et les modèles chinois sont progressivement incorporés dans l'iconographie indienne, jusqu'à l'émergence d'un pur art bouddhiste chinois. Ces grottes de Mogao sont la plus importante collection d'art bouddhiste mural en Chine ; elles donnent un aperçu inégalé sur la vie dans la Chine ancienne et le long de la route de la soie.

Cette dernière ferma au cours du XV^e siècle, lorsque le recul des gla-



6. LE PLAFOND effondré de la grotte 460 montre la fragilité des monuments de Dunhuang. Le plafond a été progressivement aminci par l'érosion dans nombre d'entre elles.

Po-Ming Lin, Getty Conservation Institute



Neville Agnew

7. LE GRAND MONASTÈRE du mont Wutai, dans la province de Shanxi, est représenté sur cette peinture murale de la période de la Cinquième

Dynastie (907-960), trouvée dans la grotte 61. Les grottes de Mogao contiennent 50 000 mètres carrés de fresques.



Getty Conservation Institute

8. DES BODDHISATTVAS EN PRIÈRE ornent la grotte 328. Ces statues, qui datent de l'ère Tang supérieure, sont recouvertes d'une

mince couche de poussière arrachée aux falaises par le vent ; les fresques sont également obscurcies.



9. LE SABLE devait constamment être balayé (à gauche) avant que les archéologues installent des clôtures longues de cinq kilomètres (en haut) pour le contenir au-dessus de Mogao. Ils l'ont également protégé par une végétation désertique, composée de *Tamarix chinensis*, *Haloxylon ammodendron*, *Calligonum arborescens* et *Hedysarum scorparium* (à droite).



ciers des monts Qilian provoqua l'assèchement des oasis du Taklamakân. Simultanément les envahisseurs convertissaient des zones importantes à l'Islam, mais l'héritage bouddhiste de Dunhuang subsista, en raison de l'isolement de la ville. De même, pendant les deux périodes de persécution des bouddhistes par les empereurs chinois – en 446, par l'empereur Wu, et en 845 par l'empereur Wuzong –, la ville de Dunhuang fut peu touchée :

elle était trop éloignée du centre du pouvoir. Les Tibétains conquièrent bien deux fois la cité, en 781 et au début de XVI^e siècle, mais ils vénéraient le site et y priaient ; leur influence stylistique est visible dans certaines grottes. Enfin pendant la révolution culturelle, la ville bénéficia également de son éloignement.

Au début de ce siècle, cependant, des « démons étrangers » commencèrent l'exploration systématique et le

pillage de l'héritage culturel de la route de la soie. L'explorateur suédois Sven Hedin, l'archéologue parisien Paul Pelliot, Langdon Warner, de l'Université Harvard, et Aurel Stein, un collectionneur britannique d'origine hongroise, emportèrent autant d'objets qu'ils pouvaient en transporter. Stein arriva sur les lieux en 1907. Il avait apparemment entendu parler du site par les premiers visiteurs occidentaux connus : le comte hongrois Bela Szechenyi et deux de ses compagnons, qui avaient atteint Dunhuang en 1878.

Le nom de Stein est maudit des archéologues et des historiens chinois, parce que le Hongrois emporta 7 000 anciens textes et peintures bouddhistes, ainsi que le livre le plus ancien, le *Soutra du diamant*, qui fut imprimé en l'an 868 de notre ère. Tous ces documents, qui se trouvent aujourd'hui au British Museum de Londres, ont été pris dans la grotte 17, une bibliothèque qui avait été dissimulée vers l'an 1000 et ne fut redécouverte qu'au début des années 1900 par le prêtre taoïste Wang Yuanlu. Wang vendit secrètement les manuscrits à Stein, puis à Pelliot, pour des sommes dérisoires qu'il utilisa pour « restaurer » les temples creusés dans la roche. Quand la Chine fut fermée aux archéologues, vers le milieu des années 1920, les explorateurs européens avaient enlevé plusieurs milliers de textes, et aussi des statues et



10. LA PRÉSERVATION des sites comprend un suivi des peintures (à gauche), ainsi que des contrôles de la température et de l'humidité dans les grottes et sur la falaise (à droite). À partir de ces informations, les conservateurs peuvent déterminer le nombre de visiteurs autorisés à pénétrer dans les grottes, et le temps de visite.

des fresques. Ces objets sont dispersés dans les grands centres et musées archéologiques d'Europe, d'Inde, du Japon et des États-Unis.

Aujourd'hui les grottes de Mogao sont encore menacées, mais par les éléments naturels : au cours des années, les vents ont attaqué la falaise, et le sable qui est tombé des voûtes a en partie rempli les grottes, recouvrant les sculptures et les fresques. La pluie et la neige qui se sont infiltrées ont endommagé les peintures, détachant de la paroi rocheuse la couche d'argile sur laquelle elles se trouvaient. En outre, la roche elle-même a été fissurée par les séismes, dont le plus récent s'est produit en 1933, de sorte que des grottes entières se sont écroulées.

Les visiteurs, également, ont endommagé les œuvres. Naguère ils allumaient des torches dans les grottes, couvrant les peintures de suie. Plus récemment, les touristes ont introduit de l'humidité qui menace les pigments déjà décolorés ; les sols millénaires ont été usés. Depuis 1980, Mogao est ouvert au public et l'augmentation du nombre de vols vers l'aéroport agrandi de Dunhuang a modifié la région : des hôtels récemment construits dépassent la ville ancienne.

Depuis 1988, l'Institut Getty et le Bureau chinois des vestiges culturels tentent de préserver ce site célèbre que l'UNESCO a désigné comme élément du patrimoine mondial en 1987. Les équipes de conservation ont construit une palissade coupe-vent de cinq kilomètres de long. Faite de tissu synthétique et de plantes adaptées au désert, cette protection placée au sommet de la falaise évite l'ensablement des grottes : il fallait enlever chaque année 2 000 mètres cubes de sable devant les grottes ; le volume à déblayer a été réduit de 60 pour cent. De surcroît, des filtres à poussière placés aux portes des grottes protègent contre le sable qui continue de tomber du sommet. Pour renforcer les grottes, les archéologues, qui ont recensé les fissures, prévoient de les boucher.

Une station météorologique à énergie solaire installée sur la falaise recueille des données de base telles que la vitesse et la direction du vent, l'éclairement solaire, l'hygrométrie et la hauteur d'eau tombée. Dans les grottes, des capteurs mesurent le degré d'humidité, la concentration en dioxyde de carbone, la température et

le nombre de visiteurs. Ces données, comparées aux données collectées dans les grottes fermées au public et aux données collectées à l'extérieur, permettent de définir des stratégies touristiques avisées.

Malgré cette surveillance étroite, il a fallu limiter le défilé des visiteurs dans les grottes, surtout dans les plus populaires, où les fresques représentent la vie de Bouddha. L'Académie de Dunhuang a donc construit, à proximité, un grand musée et des galeries d'exposition où une dizaine de grottes ont été reproduites. Ces imitations grandeur nature sont bien éclairées, contrairement aux grottes elles-mêmes, et les visiteurs sont autorisés à y passer plus de temps que dans les grottes originales.

L'archéologie chinoise, qui renaît depuis une vingtaine d'années, a fait des découvertes inespérées : la tombe du premier empereur, Qin-shi Huang, emplie de milliers de soldats et de chevaux en terre cuite, fut découverte à Xi'an en 1974 ; des momies caucasiennes vieilles de plus de 4 000 ans ont été trouvées dans la partie Sud du désert de Taklamakân ; dans la province du Jiangxi, une tombe du XIII^e siècle avant notre ère a livré des poteries et des vases en bronze, des cloches et des armes ornées d'une iconographie inconnue jusqu'alors. Tous ces sites devront être préservés pour que les voyageurs d'aujourd'hui puissent continuer de découvrir l'histoire du monde.

Neville AGNEW est directeur adjoint de programme à l'Institut Getty. Fan JINSHI est directrice adjointe de l'Académie de Dunhuang.

Peter HOPKIRK, *Foreign Devils on the Silk Road : The Search for the Lost Cities and Treasures of Chinese Central Asia*, University of Massachusetts Press, 1980.

Roderick WHITFIELD, *Dunhuang, Caves of the Singing Sands : Buddhist Art from the Silk Road*, photographies de Seigo Otsuka, Textile and Art Publications, Londres, 1995.

Conservation of Ancient Sites on the Silk Road, Proceedings of an International Conference on the Conservation of Grotto Sites : Mogao Grottoes, Dunhuang, the People's Republic of China, sous la direction de Neville Agnew, Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1997.

Les poissons lumineux fossiles des Carpates

RUZENA GREGOROVA

Les organes émetteurs de lumière permettent aux poissons de vivre dans les ténébreuses profondeurs abyssales. Cette merveilleuse adaptation est révélée par des fossiles vieux de 35 millions d'années.

L'origine des poissons d'eaux profondes est d'autant plus fascinante qu'elle demeure en partie énigmatique. La vie n'est pas apparue dans les abysses où les conditions de vie sont difficiles : les poissons actuels des profondeurs sont les descendants d'espèces d'origine littorale. Ces poissons ont gagné les profondeurs à la suite de variations climatiques ou de changements du niveau des mers, par exemple à la suite de l'enfoncement d'îles ou de zones continentales, ou lors des baisses de niveau dues aux glaciations. Les espèces entraînées dans les zones profondes qui y ont survécu se sont adaptées et diversifiées, profitant de l'espace libre et de la fixité du milieu.

Il est patent qu'à ces profondeurs les poissons lumineux avaient un extraordinaire avantage adaptatif : aucune lumière solaire ne pénètre à ces profondeurs. Ce sont ces poissons que nous examinerons ici, en nous préoccupant d'abord de leurs origines.

L'histoire d'une adaptation

Les paléontologues pensent que les premiers poissons lumineux datent de la fin de l'ère mésozoïque, il y a quelque 75 millions d'années. Ces premiers poissons abyssaux ont-ils survécu à la phase d'extinction drastique de la limite Crétacé-Tertiaire, il y a 65 millions d'années ? C'est probable, car on trouve dans l'Oligocène des Carpates (–35 millions d'années) des poissons fossiles qui possèdent des organes lumineux et qui sont proches de leurs descendants actuels.

Les poissons abyssaux de l'Oligocène des Carpates appartiennent à quatre familles : les Myctophidae (poissons-lanternes, ordre des Myctophiformes), les Gonostomatidae, les Photichthyidae et les Sternoptychidae (poissons-dragons, ordre des Stomiiformes). Paradoxalement, au début du siècle, certains de ces poissons ont été classés, sur la base de leur forme, parmi les poissons d'eau douce du genre *Leuciscus*, ce qui a entraîné des interprétations paléo-écologiques erronées. Ainsi, les sédiments oligocènes de la formation ménilitique où les fossiles ont été découverts ont été considérés longtemps comme les résultats de la sédimentation dans des milieux d'eau douce. Ces opinions étaient corroborées par des découvertes d'insectes, de plantes et de plumes d'oiseaux.

Dans les années 1930, le paléontologue tchèque, Vladimir Kalabis, identifia les organes lumineux conservés sur les poissons fossiles provenant de l'Oligocène de Moravie (République tchèque), et révisa les descriptions anciennes des représentants fossiles de la famille des Myctophidae.

En 1939, Camille Arambourg, du Muséum national d'histoire naturelle de Paris, écrivait à Vladimir Kalabis : «C'est en effet la première fois que des poissons de ce genre sont reconnus dans des niveaux inférieurs au Miocène. Jusqu'ici les seuls connus à l'état fossile étaient ceux du Pléistocène de Tarente et ceux du Sahélien que j'ai décrits, des couches de Licata et d'Oran et où pour la première fois j'ai signalé la présence d'organes lumineux conservés.»

La branche Nord de la Téthys

Aujourd'hui, le caractère marin des sédiments oligocènes qui appartiennent à la formation ménilitique des Carpates est incontestable. Cette formation présente des faciès lithologiques uniques le long de tout l'arc des Carpates, et elle est caractérisée par la présence du membre siliceux auquel la formation doit son nom. À l'origine, le terme de «ménilite» a été appliqué par J.-C. Delamétherie, en 1797, à des concrétions siliceuses trouvées dans les argiles schisteuses de Ménilmontant. Les sédiments des Carpates sont

1. LES POISSONS LUMINEUX FOSSILES des Carpates appartiennent à quatre familles, les Myctophidae ou poissons-lanternes, les Gonostomatidae, les Photichthyidae et les Sternoptychidae ou poissons-dragons. Ils datent de 35 millions d'années. *Oligophum* (a), de cinq centimètres de long, a l'œil bien développé, caractère typique de la famille des Myctophidae. Les écailles (b) où sont implantés les photophores (taches noires) sont des lentilles qui contrôlent la propagation des rayons lumineux. Les photophores ventraux sont visibles sur la partie ventrale (c). *Eomyctophum* (d) est un Myctophidae fossile originaire du Caucase où l'œil géant est bien visible (cinq centimètres). *Scopeloides glarisianus* (Gonostomatidae) est répandu dans l'Oligocène des Carpates, des Alpes et du Caucase (e). La partie antérieure du corps (20 centimètres) de *Vinciguera* (Photichthyidae) avec le contour de l'estomac, est particulièrement bien conservée, comme les photophores pectorales (f). *Argyropelecus cosmovicii* (Sternoptychidae, ou Hache d'argent) provient du gisement de Bystrice/Olsi (g). La forme (25 millimètres) découpée du profil ventral est typique. Les photophores sont reconnaissables par les grandes écailles spécialisées qui les portent.