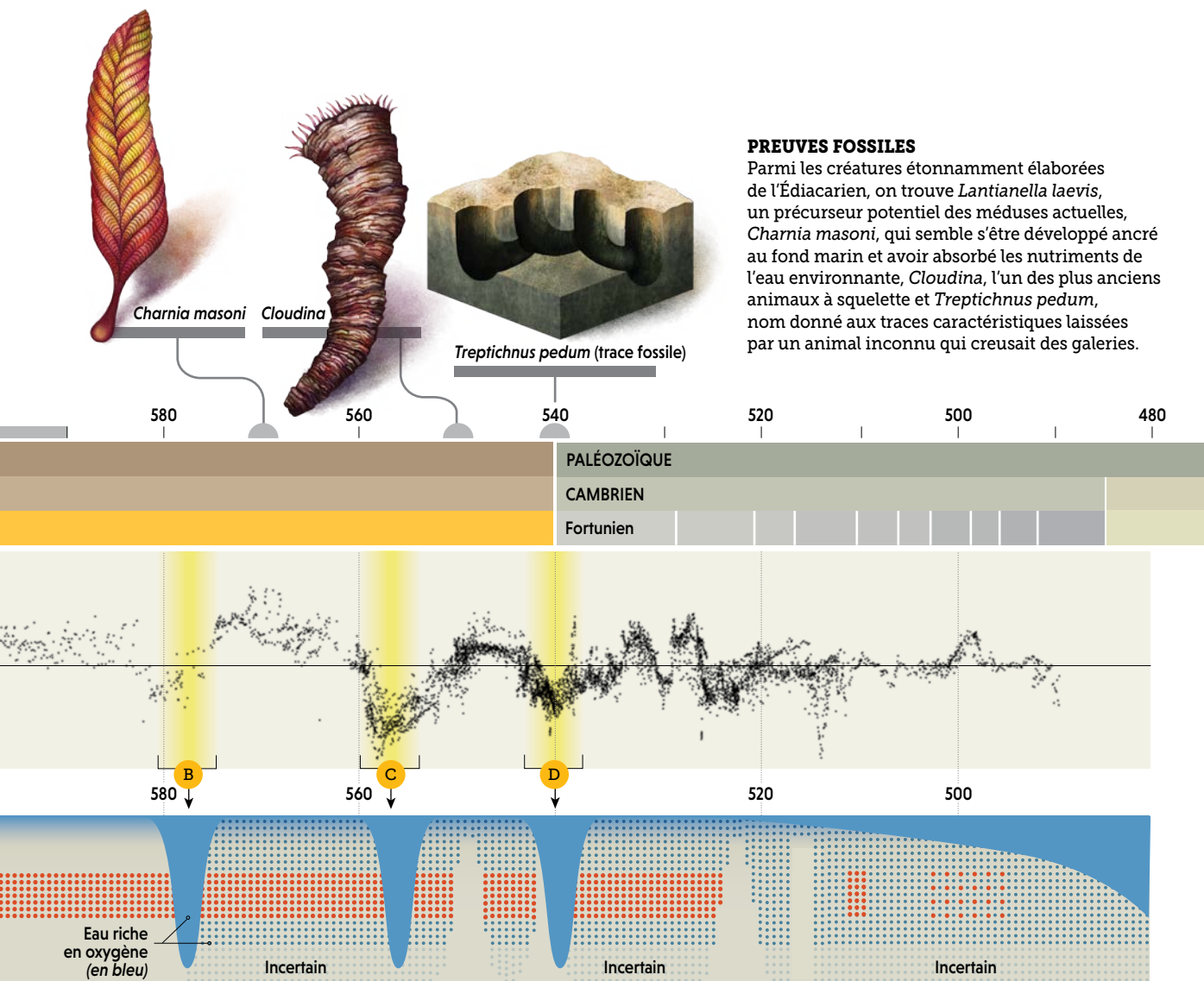




traits écologiques avec celles du Cambrien. La mèche qui avait allumé l'explosion cambrienne se révélait bien plus longue qu'on ne le pensait.

Puis, il y a quelques années, certaines découvertes clés en Sibérie et en Chine ont brouillé encore davantage les frontières entre les mondes édiacarien et cambrien. En 2016, Ben Yang, de l'Académie chinoise de sciences géologiques, à Beijing, et des collègues chinois et allemands ont montré que *Cloudina* avait perduré durant le Cambrien. Mon groupe, quant à lui, avec des collègues de Russie et de Chine, a découvert en 2017, dans des roches édiacariennes, des fossiles que l'on pensait propres au Cambrien. Pour nous, ces découvertes signifiaient une chose: pour résoudre le mystère de l'explosion cambrienne, nous devions comprendre les dynamiques du monde édiacarien qui avaient donné naissance à ces animaux.

Le rôle potentiel des variations de l'oxygène disponible dans ces dynamiques, en particulier, intéressait les chercheurs. En effet, les animaux

ont besoin d'oxygène. Aussi, une question centrale, ces dernières années, a consisté à déterminer si, à un moment de la période couvrant l'Édiacarien et le Cambrien, la concentration en oxygène dans les océans a augmenté au-delà d'un certain seuil critique qui aurait permis aux animaux d'y prospérer. La question est plus compliquée qu'elle n'en a l'air, car les animaux n'ont pas tous les mêmes besoins en oxygène. Les organismes simples et immobiles, comme les éponges, sont susceptibles d'avoir besoin de moins d'oxygène que les animaux mobiles, et ils en ont certainement moins besoin que les prédateurs actifs et qui nagent vite. Nous avons gardé cela à l'esprit au cours de nos recherches.

Par chance, nombre de nouvelles méthodes géochimiques pour estimer la quantité d'oxygène dans ces mers anciennes se sont développées ces dernières années. Une technique particulièrement efficace, la spéciation du fer, exploite les caractéristiques des diverses formes du fer, qui se comportent différemment



1



2



3



4

*Cloudina* est l'un des plus anciens organismes dotés d'un squelette externe. Il est connu grâce à des fossiles qui préservent sa délicate « armure » tubulaire (1). Les individus *Cloudina* étaient capables de se cimenter les uns aux autres et de former des récifs. *Namacalathus* est un autre organisme primitif possédant un squelette, dont les parties dures en forme de coupe sont préservées en masse (2). *Cloudina* et *Namacalathus* sont souvent retrouvés ensemble (3). *Namapoikia*, une éponge primitive, était l'un des autres compagnons de *Cloudina* et se développait dans les failles cachées des récifs (4).

> en présence ou en l'absence d'oxygène. Cette méthode permet de voir à une échelle locale où et quand la quantité d'oxygène était suffisante pour subvenir aux besoins d'une vie complexe. Les études menées en utilisant cette approche ont conduit à un large consensus : l'oxygène dissous dans l'océan a probablement atteint un seuil ou une série de seuils au cours de l'Édiacarien, ce qui a permis aux animaux de se diversifier en comblant leurs besoins métaboliques, qui croissaient à mesure qu'ils devenaient plus mobiles et actifs.

Les chercheurs ont désormais rassemblé assez de données géochimiques pour que l'on reconstitue la répartition de l'oxygène non seulement dans les différents sites édiacariens d'une

même époque, mais de façon globale au cours du temps. Au fil de l'Édiacarien et du début du Cambrien, ce travail révèle des répartitions qui diffèrent notablement de celle d'aujourd'hui, avec de nombreuses zones constituées d'une couche fine d'eaux peu profondes bien oxygénées, au-dessus d'une couche plus épaisse d'eau de mer plus profonde et probablement totalement dénuée d'oxygène – un état dit anoxique.

Ces données géochimiques montrent également que la frontière entre les eaux anoxiques et oxygénées était particulièrement dynamique au cours de cette période, s'élevant et s'abaissant avec les variations du niveau marin. Les zones du fond marin peu profond habitables pour les animaux primitifs étaient par conséquent encore