

> d'apercevoir, nous avons constaté que les rochers le parsemant étaient tous couverts de films visqueux produits par les bactéries sulfureuses. Y nageaient de nombreux poissons qui, curieusement, maintenaient leurs têtes à la surface, comme s'ils haletaient la bouche grande ouverte pour trouver de l'air.

Un novice ne l'aurait pas cru, mais il s'agissait de poissons de la même espèce qu'à Arroyo Cristal. Comment était-ce possible, étant donné l'énorme différence entre cet habitat frais aux eaux pures et les eaux laiteuses à force d'être chargées en H_2S du gros ruisseau coulant à nos pieds? Ici, les mollusques taupes avaient des têtes bien plus grandes et semblaient ne pouvoir respirer qu'en surface. Pas de doute, nous avons bien trouvé le cours d'eau dont nous étions venus étudier les poissons: une petite rivière du nom d'El Azufre, ce qui en espagnol signifie «le soufre». Les mollusques taupes que nous voyions nager à nos pieds semblaient à l'aise dans ces eaux sulfureuses. Par quels mécanismes évolutifs s'étaient-ils ainsi adaptés?

Le phénomène est d'autant plus intrigant que les milieux riches en H_2S tuent en quelques minutes ou quelques secondes tout organisme non adapté, humains compris. C'est pourquoi la façon dont certains animaux parviennent à vivre dans ces milieux fascine les chercheurs.

On étudie depuis les années 1960 les Poeciliidés adaptés au H_2S , mais le flot de résultats a grossi au cours des quinze dernières années, avec les avancées du séquençage génétique. Les chercheurs sont en effet désormais capables de lire à l'échelle moléculaire comment un organisme s'adapte à telle ou telle contrainte environnementale.

C'est ce que nous avons fait: en combinant nos observations de terrain des Poeciliidés avec l'analyse de leurs gènes, nous avons obtenu de nouveaux aperçus sur le fonctionnement interne de la sélection naturelle, ce mécanisme clé de l'évolution. Cela nous a permis d'explorer les limites de l'adaptation chez les poissons. Ce genre d'information pourrait nous aider à évaluer le devenir d'espèces qui subissent des pollutions ou d'autres altérations de l'environnement dues aux activités humaines.

DES TRÈS NOMBREUX HABITATS EXTRÊMES SUR LA PLANÈTE

Les Poeciliidés sont très loin d'être les seuls organismes capables de s'adapter à un milieu difficile. Notre planète possède en effet toute une variété de tels milieux, qui vont des sources ultrachaudes que l'on rencontre fond de l'océan aux grottes sans lumière, en passant par les déserts salés. Or tous ces habitats abritent des formes de vie.

Parmi eux, les eaux sulfureuses sont particulièrement hostiles. Répandu dans la nature, le H_2S est une substance toxique qui se rencontre dans les eaux de certaines sources, dans les sources hydrothermales océaniques ou encore dans les vasières côtières et autres marais salants. Il est notamment produit par décomposition de grandes quantités de matière organique – les algues vertes de Bretagne par exemple. Surtout, certains phénomènes géologiques le libèrent des profondeurs de la Terre. C'est par cette voie que sont apparues les eaux sulfureuses que nous sommes allés étudier au Mexique. Bien entendu, il arrive aussi que des activités humaines – la production de papier, le tannage, l'exploitation du gaz naturel ou de l'énergie géothermique – introduisent du H_2S dans les habitats aquatiques.

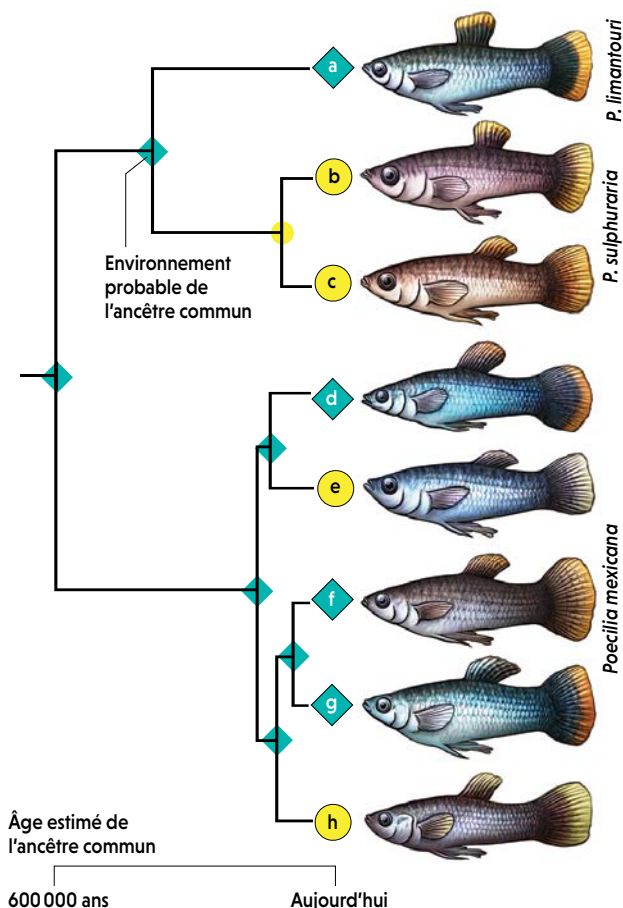
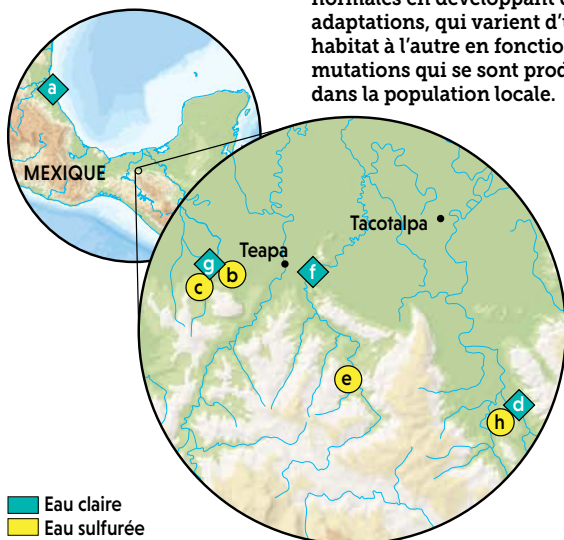
Ces poissons passent beaucoup de temps près de la surface, là où l'eau est plus riche en oxygène

Même en très faibles quantités, le H_2S est extrêmement toxique. Deux raisons l'expliquent: d'une part, il se lie spontanément à l'oxygène disponible, ce qui empêche les animaux de respirer; d'autre part, il bloque l'activité de l'hémoglobine, la protéine qui transporte l'oxygène dans le sang. Son activité provoque donc la mort par suffocation. Le H_2S bloque aussi le processus par lequel les cellules extraient de l'énergie de la nourriture.

Ces inconvénients sont aggravés par le fait que ce composé traverse librement les membranes cellulaires des délicates branchies des poissons, de sorte que ces animaux n'ont pas besoin de l'ingérer pour en pâtir. Les humains aussi courent des risques en inhalant du H_2S ; aussi, lorsque nous travaillons près de sources sulfureuses durant de longues périodes, nous nous protégeons en portant des combinaisons adaptées.

MÊME ESPÈCE, MAIS DIFFÉRENTS

Diverses espèces de Poeciliidés, de petits poissons à reproduction rapide, ont colonisé les eaux riches en H_2S de certains cours d'eau mexicains. Certains traits – têtes et bouches agrandies par exemple – leur permettent de vivre dans ces eaux hautement toxiques. Leur ADN montre qu'ils ont évolué à partir de la forme vivant dans les eaux normales en développant des adaptations, qui varient d'un habitat à l'autre en fonction des mutations qui se sont produites dans la population locale.



Tout cela explique que les irrptions naturelles ou anthropogéniques de H_2S dans la nature créent, un peu partout dans le monde, des mortalités massives dans les habitats aquatiques. Pour autant, divers membres de la classe de poissons prédominante dans la nature – les téléostéens ou poissons à nageoires rayonnées – se sont adaptés à la présence de H_2S dans leur habitat. Parmi eux figurent les Poeciliidés, mais aussi certaines loquettes – des poissons anguilliformes à la peau visqueuse, connus pour leur capacité à « allaiter » leurs embryons – et certains poissons plats vivant autour des cheminées hydrothermales froides ou chaudes du plancher océanique.

L'observation de ces animaux est difficile et coûteuse. Elle requiert l'emploi de sous-marins capables de résister à la pression des grandes profondeurs. Aussi, en pratique, la plupart des travaux expérimentaux qui nous intéresseraient à leur propos n'ont pu être réalisés. D'où l'intérêt de concentrer nos efforts sur les Poeciliidés, des poissons beaucoup plus faciles à observer. Parmi eux, plus de dix espèces, dont les mollys, les guppys, le porte-glaive et autres gambusies (tous des Poeciliidés), ont colonisé indépendamment les unes des autres des dizaines de sources sulfureuses à travers l'Amérique.

Les Poeciliidés adaptés au H_2S ont développé un grand nombre de traits qui leur permettent de survivre dans cet environnement toxique. Certains de ces traits sont comportementaux. Ainsi, ces poissons passent beaucoup de temps près de la surface, où ils pratiquent une respiration de surface, qui donne l'impression qu'ils avalent de l'air; en réalité, ils en sont incapables, mais exploitent plutôt dans leurs ouïes l'eau riche en oxygène de la partie supérieure de la colonne d'eau.

UN COMPORTEMENT COÛTEUX EN TERMES D'ADAPTATION

En termes d'adaptation, ce comportement est coûteux, car il limite le temps que les poissons peuvent passer à d'autres activités, par exemple la recherche de nourriture. Il aide toutefois les mollys taupes à récupérer l'oxygène dont ils ont besoin.

La disponibilité limitée de l'oxygène dans ces milieux a aussi façonné des traits physiques particuliers. Les individus des populations vivant dans les sources sulfureuses ont des têtes notablement plus grandes que celles de leurs congénères des habitats dénués de soufre. Cette augmentation de la taille de la tête résulte d'une tendance à l'élargissement des ouïes, laquelle favorise la captation de l'oxygène par les poissons.

L'une des espèces adaptées au sulfure, le molly soufre (*Poecilia sulphuraria*) a même d'étranges appendices sur la lèvre inférieure, >