

DÉCOUVREZ LES ARCHIVES DE **POUR LA SCIENCE**



RETROUVEZ TOUS
LES NUMÉROS
DEPUIS 1996

COMPLÉTEZ
VOTRE COLLECTION
SUR www.pourlascience.fr



L'ESSENTIEL

> Plusieurs espèces de poissons de la famille des Poeciliidés colonisent des cours d'eau mexicains malgré une forte concentration en sulfure d'hydrogène.

> Divers traits, dont une tête et une progéniture de plus grande taille, facilitent leur survie dans ces eaux toxiques.

> Leur ADN montre qu'elles ont développé ces

adaptations par des voies moléculaires diverses.

> Les conditions extrêmes régnant dans les eaux sulfureuses conduisent à une spéciation rapide.

LES AUTEURS



RÜDIGER REISCH
enseignant de biologie
évolutive à l'université
de Londres



MARTIN PLATH
professeur de
zoologie à l'université
Nord-Ouest A&F à
Yangling, en Chine

Sulfureuse évolution chez les poissons mexicains

LES EAUX DE CERTAINES SOURCES MEXICAINES, RICHES EN SULFURE D'HYDROGÈNE, SONT EXTRÊMEMENT TOXIQUES. POURTANT, DES ESPÈCES DE POISSONS S'Y SONT ADAPTÉES. PAR QUELS MÉCANISMES ?



LE MOLLY TAUPE

Petit poisson américain à cycle reproductif court, qui s'est révélé capable de s'adapter à des eaux sulfureuses toxiques.

Le Tabasco est un État du sud du Mexique connu pour ses piments. Récemment, nous sommes allés y étudier de petits poissons caractéristiques de certains cours d'eau de sa forêt tropicale humide. C'est ainsi qu'un après-midi de septembre, nous recherchions dans la forêt un ruisseau, dont nous avions prévu d'étudier les poissons. Guidés par un bruit d'écoulement, nous progressions vers ses eaux sous les arbres tandis que des papillons d'un bleu iridescent voletaient autour de nous et que des singes hurleurs vociféraient depuis la cime des arbres. Ce spectacle aurait pu nous détourner de notre projet, mais un martin-pêcheur nous y ramena: après avoir plongé dans les eaux que nous apercevions, l'oiseau vert se percha pour gober un poisson.

Or il s'agissait d'un molly taupe, le poisson que nous étions venus étudier! De son

nom d'espèce *Poecilia mexicana*, il fait partie des Poeciliidés, une famille de poissons vivipares, c'est-à-dire dont les femelles ne pondent pas d'œufs mais donnent naissance à des petits vivants; les mâles, aux couleurs chatoyantes, sont par ailleurs très appréciés des aquariophiles.

Les jours précédents, nous avions observé des molly taupes dans un site enchanteur, que nous avons nommé l'Arroyo Cristal – c'est-à-dire le «ruisseau de cristal» – en raison de ses eaux particulièrement claires. Assis sur de grandes pierres, nous pouvions tremper nos jambes dans l'eau pour nous rafraîchir, tandis que notre sujet d'étude nageait tranquillement entre nos pieds...

Ce paradis était ce jour-là remplacé par un enfer malodorant: celui de la petite rivière aux eaux chargées de sulfure d'hydrogène (ou H_2S) que nous recherchions. Parvenus sur les rives du cours d'eau que nous venions >

> 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 mollus 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 mollus 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.

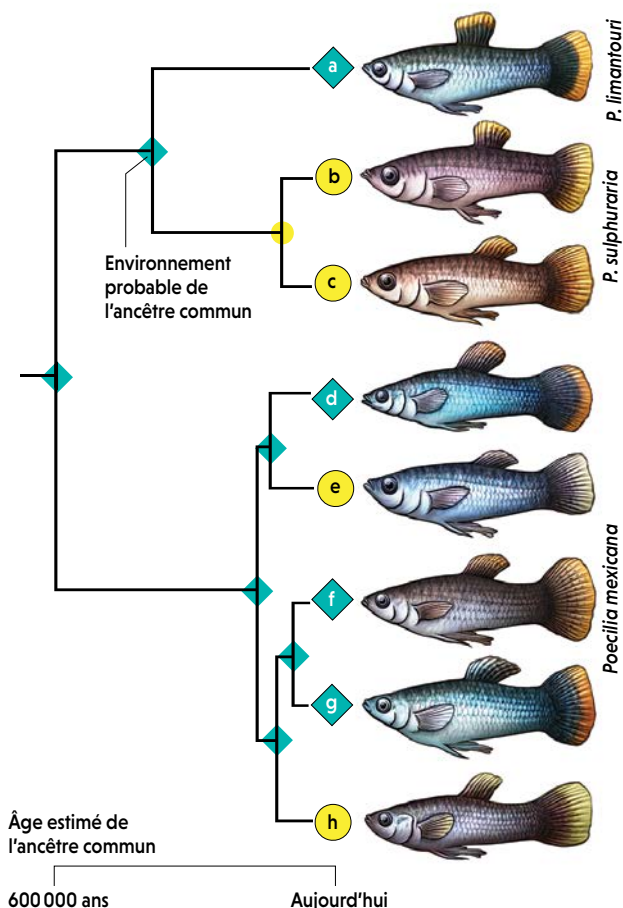
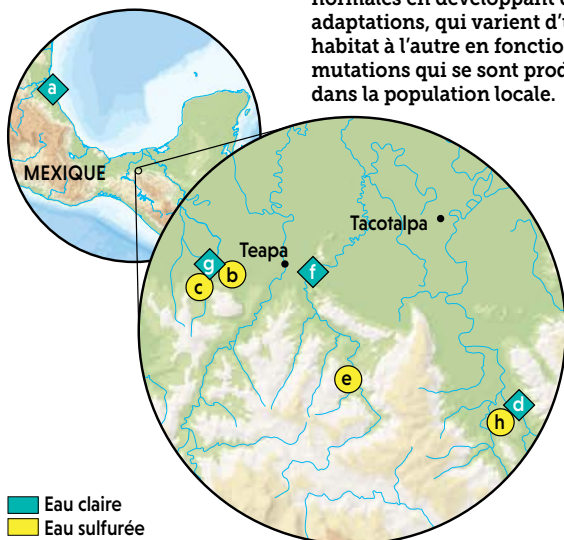
Ces poissons passent beaucoup de temps près de la surface, là où l'eau est plus riche en oxygène

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, >

> qui semblent favoriser la prise d'oxygène. On retrouve des protubérances similaires chez divers poissons ne faisant pas partie de la famille des Poeciliidés et provenant de milieux faiblement oxygénés tout autour du globe. Cette convergence évolutive indiquerait que de telles structures ont été sélectionnées parce qu'elles augmentent la surface de la région buccale et favorisent ainsi la captation de l'oxygène dans l'eau superficielle.

Les poissons des eaux sulfureuses ont aussi développé des moyens pour détoxifier le H_2S . Tous les animaux fabriquent une substance nommée sulfure quinone oxydoréductase ou SQR. Cette enzyme se lie aux molécules H_2S et forme des composés non toxiques. Toutefois, lorsque la concentration de H_2S est excessive, ce qui est le cas dans les eaux sulfureuses, l'action des enzymes ne suffit plus à capturer l'ensemble des molécules toxiques, et l'excès de H_2S commence à obérer la capacité des cellules à produire de l'énergie. Chez nos poissons adaptés aux eaux sulfureuses, des modifications de la voie organochimique de production de la SQR ont rendu la détoxification possible, même à concentration élevée de H_2S .

Par ailleurs, ces Poeciliidés donnent naissance à des alevins nettement plus grands que ceux de leurs congénères des milieux aquatiques non toxiques. La taille supérieure de ces bébés implique une progéniture moins nombreuse. Dès lors, se demande-t-on, où est l'avantage de cette stratégie reproductive? L'accroissement en taille entraîne chez ces poissons une diminution du rapport surface/volume du corps. Le flux entrant de H_2S , qui est proportionnel à la surface, est donc moindre relativement au volume de tissus, ce qui facilite la détoxification.

Le point le plus frappant dans ces recherches est que des populations d'espèces différentes de Poeciliidés partagent des adaptations communes à ce milieu toxique. Nous avons en effet constaté que des traits similaires sont apparus au sein de populations d'espèces et d'implantations géographiques différentes, qui n'ont en commun que le fait d'être exposées au H_2S . Or ces caractéristiques n'existaient pas dans les formes ancestrales dont elles sont issues, ou du moins dans les descendants actuels de ces formes vivant dans des eaux non sulfureuses.

Cette similitude entre des lignées de poissons bien distinctes, mais toutes adaptées au H_2S , soulève une question intrigante: les populations de Poeciliidés qui se sont à plusieurs reprises adaptées au H_2S indépendamment les unes des autres ont-elles subi les mêmes modifications de l'ADN ou ont-elles acquis leurs traits adaptatifs par des voies moléculaires différentes?



UN RUISSEAU MORTEL

El Azufre est un cours d'eau du sud du Mexique dont les eaux sont riches en H_2S dissous, ce qui leur donne une apparence laiteuse.

Pour étudier cette question, nous nous sommes associés à Markus Pfenninger, du Centre de recherche sur la biodiversité et le climat de Francfort-sur-le-Main, et à plusieurs autres collègues.

L'ADN DE PLUSIEURS CENTAINES DE MOLLYS TAUPES

Nous avons ainsi pu analyser l'ADN de plusieurs centaines de mollys taupes, appartenant à des paires de populations vivant dans deux bassins-versants distincts du sud du Mexique, une population étant adaptée au H_2S et l'autre vivant dans des eaux non sulfureuses. Une même rivière du Tabasco peut en effet avoir des affluents riches en soufre et d'autres qui en sont dénués.

Une analyse statistique nous a ensuite permis d'estimer le nombre de variants de gènes présents dans le génome; elle nous a aussi permis de déterminer lesquels de ces variants tendent à devenir de plus en plus fréquents dans la population parce qu'ils favoriseraient la survie des individus ou leur reproduction.

Nous avons également découvert que les modifications génomiques d'une population adaptée au soufre tendaient à lui être



spécifiques: elles n'étaient pas partagées avec la population non adaptée.

Nous avons ensuite analysé les gènes modifiés à l'aide d'une base de données listant les fonctions et les interactions génétiques. Il en est ressorti que, même si les gènes modifiés varient d'une population de poissons à l'autre, la plupart d'entre eux sont impliqués dans la régulation des mêmes voies métaboliques (des chaînes de réactions chimiques dont l'organisme vivant est le siège). En ce sens, le terme de métabolisme désigne ici non seulement la façon dont les poissons trouvent de l'énergie dans la nourriture, mais aussi de façon générale l'ensemble des rôles joués par les myriades de protéines dans la machinerie biochimique qui maintient un organisme en vie. Ces rôles pourraient être impliqués dans tous les types d'adaptations. Nos données suggèrent qu'il existe de nombreuses voies génétiques pouvant conduire, face à un certain stress environnemental, à des adaptations similaires.

Une étude récente de Joanna Kelley, de l'université d'État de Washington, Michael Tobler, de l'université d'État du Kansas, et leurs collègues soutient cette idée. Ces chercheurs ont découvert que chez les mollus

Ce schéma d'activité des gènes reflète ce que nous observons directement dans l'ADN: les poissons ont suivi différentes voies moléculaires vers les mêmes solutions au problème posé par la vie dans des eaux sulfureuses.

L'étude des Poeciliidés adaptés aux eaux sulfureuses nourrit aussi la discussion sur une autre question fondamentale de la biologie évolutive. Certains généticiens pensent que des populations exposées aux mêmes facteurs de stress évoluent de façon comparable. Mais d'autres soutiennent que le déroulé précis d'un processus d'évolution peut influencer sur son résultat. Le point de vue sous-jacent à cette dernière idée est que si certaines mutations apparues aléatoirement produisent des adaptations clés, elles devraient se répandre rapidement dans la population adaptée au sulfure correspondante. Des jeux initiaux d'adaptations clés différents affecteront alors de différentes façons la trajectoire évolutive d'une population donnée, en altérant les avantages adaptatifs des mutations apparues à un stade tardif.

Nos résultats confortent cette idée. En étudiant trois populations de mollusques taupes adaptées au sulfure, nous avons découvert qu'au sein de deux d'entre elles, la résistance au H_2S a évolué dans un gène qui code une protéine clé appelée cytochrome c-oxydase (COX), impliquée dans la production d'énergie par la cellule. La troisième population n'avait pas acquis cette adaptation clé initiale; elle avait donc dû développer une autre solution pour protéger du H_2S sa production d'énergie.

DES FOYERS D'ÉVOLUTION ACCÉLÉRÉE

Les défis posés à la vie par la colonisation de milieux aussi infernaux sont si grands que l'on peut se demander pourquoi la sélection naturelle l'a facilitée. Il y a une raison évidente: les eaux sulfureuses sont en quelque sorte des refuges où tous les prédateurs aquatiques et tous les poissons concurrents sont absents, ce qui constitue un avantage majeur. Dans les cours d'eau chargés en H_2S du sud du Mexique, on observe en effet seulement des Poeciliidés spécialisés, et aucune des nombreuses autres espèces de poissons présentes dans les eaux ordinaires de la région.

Ainsi, pour toxiques que soient les eaux sulfureuses, elles favorisent aussi la vie en faisant apparaître de nouvelles formes. La vision habituelle de la spéciation – c'est-à-dire de l'ensemble des phénomènes de sélection qui font apparaître une nouvelle espèce – veut qu'une séparation prolongée entre deux populations autrefois connectées entraîne leurs évolutions sur deux trajectoires évolutives différentes.

Dans ce scénario classique, la séparation résulte en général de l'apparition d'une >

Les eaux sulfureuses sont des refuges où l'absence de prédateurs aquatiques et de poissons concurrents est un avantage majeur

taupes tolérants au sulfure du sud du Mexique, les schémas d'expression des gènes – en d'autres termes leurs différentes façons de fabriquer des protéines – différaient d'une population à l'autre. Toutefois, les niveaux d'expression des gènes impliqués dans la régulation des voies métaboliques considérées sont tous comparables.

> barrière géographique. Le cas des bassins-ver-sants mexicains où coulent des eaux tantôt normales, tantôt sulfureuses suggère que des conditions différentes régnant dans des zones différentes du même biotope suffisent parfois à déclencher une spéciation, en l'absence de barrière géographique.

Nos observations sur les Poeciliidés adaptés au H_2S vont-elles dans ce sens? Nous pensons que oui, puisque nous avons découvert que l'adaptation à un habitat donné, qu'il soit sulfuré ou non sulfuré, limite les capacités qu'ont les poissons à passer aisément dans l'autre type d'habitat. Cette forme de sélection naturelle conduit essentiellement à la présence de poissons adaptés au sulfure dans les sites sulfureux, et inversement, même quand les deux habitats ne sont séparés que de quelques dizaines de mètres.

UNE SPÉCIATION EN MOINS DE 100 000 ANS

D'autres facteurs vont dans le même sens, par exemple le fait que hors de leur habitat sulfureux, les poissons spécialisés sont plus facilement victimes de prédateurs. Par ailleurs, si une migration entre habitats se produit, ou si des individus d'un écotype (forme issue d'un certain écosystème) rencontrent des individus d'un autre écotype dans les zones intermédiaires, ils ne se reproduiront pas ensemble. Des expériences sur le choix des partenaires ont en effet montré que les femelles vivant dans les eaux non sulfureuses préfèrent s'accoupler avec des mâles de leur propre écotype.

L'existence et le degré de cette préférence semblent dépendre de la force de la sélection naturelle: nous avons découvert que les préférences des femelles pour leur propre écotype sont plus fortes quand la sélection naturelle des mâles migrants adaptés au sulfure est faible. Il semble que plus une femelle a la possibilité de rencontrer un mâle issu d'un autre écotype et donc de donner naissance à une progéniture hybride, plus elle développe d'aversion envers les étrangers. Au contraire, quand la sélection naturelle des migrants est forte et donc que la probabilité de les rencontrer est faible, les femelles ont moins d'aversion à l'égard des mâles étrangers.

On ignore combien de Poeciliidés ont évolué pour former de nouvelles espèces adaptées aux sources sulfureuses parce que, dans de nombreux cas, nous ne savons pas encore jusqu'où la différenciation génétique a été ou si des croisements avec les populations voisines se produisent encore. Toutefois, certaines des lignées adaptées aux eaux sulfureuses présentant toutes les adaptations sont âgées d'environ 100 000 ans – ce qui est très peu à l'échelle de l'évolution.

Le fait que ces espèces aient pu développer des traits distinctifs en un temps assez court et atteindre, par rapport à leurs voisins vivant dans des eaux non toxiques, un certain degré d'isolement reproductif, suggère que les conditions extrêmes des eaux sulfureuses accélèrent la spéciation. L'une de nos études récentes corrobore cette idée: nous avons découvert que le degré d'isolement reproductif chez les Poeciliidés adaptés au sulfure est corrélé à la concentration de H_2S régnant dans leur écosystème.

La rapidité avec laquelle les Poeciliidés se sont adaptés à cet agent toxique naturel qu'est le H_2S signifie-t-elle que ces poissons seraient aussi capables de s'adapter à une pollution due aux activités humaines? Une étude publiée l'année dernière par Noah Reid, de l'université du Connecticut et des collègues montre que les fondules (des poissons d'une famille différente de celle des Poeciliidés, quoique proche) qui vivent dans certains sites pollués d'Amérique du Nord ont réussi des adaptations évolutives rapides et répétées à la pollution toxique provenant de complexes industriels.

Ces chercheurs suggèrent que cela pourrait résulter de l'existence chez les fondules de nombreuses variations génétiques, parmi lesquelles ils pourraient « piocher » afin de faire face aux pressions de sélection dues à la pollution. On ne sait pas encore bien si les Poeciliidés sont ou non équipés de la même façon, bien que nos recherches suggèrent que chez ces poissons des mutations de l'ADN nouvelles jouent un rôle adaptatif plus important que l'existence ancienne et permanente de nombreuses variations génétiques.

UNE ADAPTABILITÉ MÊME AUX CHANGEMENTS RADICAUX D'ORIGINE ANTHROPIQUE ?

Considérées dans leur ensemble, ces recherches sur les fondules et nos propres découvertes suggèrent que certaines espèces de petits poissons ayant une faible longévité, mais qui produisent plusieurs générations par an, pourraient, sous certaines conditions, s'adapter même aux changements environnementaux radicaux imposés par les activités humaines.

De nombreux points restent à explorer. Par exemple, nous ne comprenons pas pourquoi la présence de H_2S a conduit à des adaptations et à un isolement reproductif dans certains écosystèmes, mais pas dans les autres. Avec le progrès continu du séquençage de l'ADN, la baisse de ses coûts ainsi que la publication récente des génomes de plusieurs espèces de Poeciliidés, nous devrions bientôt comprendre beaucoup mieux les mécanismes génétiques à la base de l'évolution dans l'enfer des eaux sulfureuses. ■

BIBLIOGRAPHIE

A. Meyer, **Cichlidés : les clés d'une spectaculaire évolution**, *Pour la Science*, n° 463, mai 2016.

M. Pfenninger et al., **Unique evolutionary trajectories in repeated adaptation to hydrogen sulphide-toxic habitats of a neotropical fish (*Poecilia mexicana*)**, *Molecular Ecology*, vol. 24(21), pp. 5446-5459, 2015.

R. Riesch et al., **Colonisation of toxic environments drives predictable life-history evolution in livebearing fishes (*Poeciliidae*)**, *Ecology Letters*, vol. 17(1), pp. 65-71, 2014.

M. Pfenninger et al., **Parallel evolution of COX genes in H_2S -tolerant fish as key adaptation to a toxic environment**, *Nature Communications*, vol. 5, art. 3873, 2014.

L'ESSENTIEL

> Avant l'ère de la communication électronique, des villageois ont créé des versions sifflées de leurs langues maternelles afin de se parler à distance.

> De nouvelles études ont découvert la présence de la parole sifflée dans le monde entier. Environ 70 populations réparties à travers le monde

communiquent de cette manière.

> Certaines écoles des îles Canaries, de Turquie ou du Béarn l'enseignent aujourd'hui. Une langue sifflée représente à la fois un patrimoine culturel et un angle intéressant pour étudier comment le cerveau traite l'information.

L'AUTEUR



JULIEN MEYER
linguiste et bioacousticien
du CNRS au GIPSA-lab
de Grenoble

Parler en sifflant un phénomène planétaire

« JE VOUDRAIS MANGER », « CACHE-TOI, LA POLICE ARRIVE »... COMMENT TRANSMETTRE DE TELS MESSAGES SUR DES CENTAINES DE MÈTRES ? EN SIFFLANT ! DANS LE MONDE, DE NOMBREUSES POPULATIONS ONT DÉVELOPPÉ CETTE TECHNIQUE QUI FASCINE LES LINGUISTES.

Un matin de printemps, dans le petit village grec d'Antia, Panagiotis Kefalas est dans la taverne dont il est le propriétaire lorsqu'il reçoit un appel de son amie Kiriakoula Yiannakari. Panagiotis Kefalas avait prévu de prendre son petit déjeuner chez elle, à quelque deux cents mètres de là. Rien que de très banal, si ce n'est que l'appel ne débute pas par la sonnerie d'un téléphone portable, ni d'un fixe : c'est un appel direct de la bouche de Kiriakoula aux oreilles de Panagiotis, sous forme d'une série de sifflements aigus, à laquelle répond le tavernier, en sifflant les lèvres pincées. Et un dialogue s'instaure :

« Bienvenue, que veux-tu ?

– S'il te plaît, je voudrais manger.

– D'accord.

– J'aimerais des œufs brouillés. »

De quoi laisser perplexe un visiteur... À entendre les modulations sifflées qui commencent la première phrase, « bienvenue » (*kalós irthate* en grec romanisé), on pourrait croire qu'une fille se fait siffler, à ceci près que le son de la seconde syllabe à rallonge monte brusquement dans les aigus.

Les récits traditionnels attestent que la pratique de la parole sifflée a représenté pendant des siècles le meilleur moyen pour les bergers et les chevriers de communiquer d'une colline à l'autre. Les sifflements, après tout, portent beaucoup plus loin que les cris et ménagent les cordes vocales. Et aujourd'hui encore, quelques habitants de ce village de la pointe sud de la deuxième plus grande île grecque, Eubée, maintiennent en vie et utilisent de maison à maison cette efficace forme naturelle de télécommunication sans fil pour transmettre des nouvelles, échanger des potins et s'inviter à déjeuner.

J'ai enregistré la conversation entre Panagiotis Kefalas et Kiriakoula Yiannakari en mai 2004. Depuis le début des années 2000, j'étudie la parole sifflée pratiquée par des villageois du monde entier vivant principalement dans des montagnes reculées et des forêts denses, autre type d'environnement où les sifflements sont plus efficaces pour communiquer que la parole ordinaire. Ce faisant, avec des collègues de divers laboratoires, nous avons découvert de nombreuses langues sifflées qui n'avaient pas encore été documentées. Nous avons également mesuré les distances >