



**STÉPHAN JACQUET**  
Responsable de rubrique

L'étude proposée par Jean-Philippe Jenny, publiée dans *Global Change Biology*, révèle que les lacs sont d'incroyables sentinelles des changements qui les entourent à l'échelle locale et plus globale. L'analyse des sédiments de 365 lacs vient de révéler que le manque ou l'absence d'oxygène dans les eaux profondes de ces derniers ont surtout été dus à la pollution locale, mettant donc en cause les rejets anthropiques associés aux activités agricoles et domestiques. Le changement climatique, peu responsable jusqu'alors, pourrait toutefois rapidement le devenir. Cette étude est particulièrement intéressante, à l'heure où la COP21 vient de déboucher sur un accord de principe sur le réchauffement terrestre.



**JEAN-PHILIPPE JENNY**

## LES LACS MANQUERAIENT-ILS D'OXYGÈNE ?

L'eau douce et les écosystèmes aquatiques continentaux sont très importants mais aussi très fragiles. L'hypoxie est le terme barbare qui désigne le seuil de concentration d'oxygène dissous dans l'eau en dessous duquel les organismes aquatiques peuvent mourir. Généralement on utilise le seuil de 2 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>. Sous cette valeur, l'oxygène manque donc cruellement au développement de la vie, exception faite peut-être de certains micro-organismes. L'hypoxie due aux activités humaines implique actuellement des conséquences écologiques graves : diminution de la biodiversité, altération des réseaux trophiques et parfois la mort en masse des organismes. Pourtant, il n'existait pas jusqu'à présent de reconstitution de la dynamique de l'hypoxie à l'échelle globale pour les lacs.

### UN SUIVI À LONG TERME NÉCESSAIRE

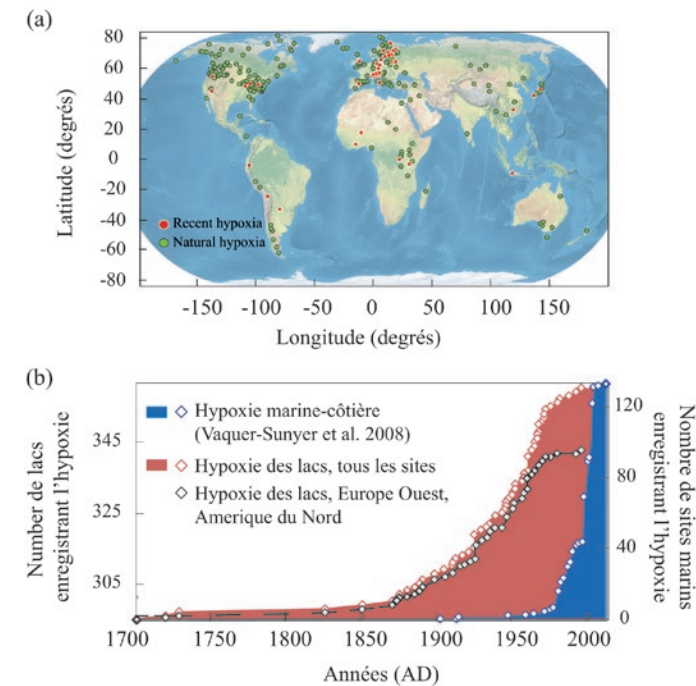
Si l'hypoxie des milieux aquatiques peut être d'origine « naturelle », comme observé par exemple dans le lac Pavin en Auvergne au cours des derniers millénaires, son développement généralisé en domaine marin-côtier pendant les 50-100 dernières années résulte en revanche de la contamination en nutriments d'origine humaine. De plus, le réchauffement climatique est également une cause de la diminution de l'oxygène : l'augmentation des températures conduit à l'augmentation de la respiration, à la diminution de la solubilité de l'oxygène et à la diminution de la ventilation par cause d'intensification de la stratification.

Si les processus et les forçages (disons les causes) impliqués actuellement dans le développement de l'hypoxie sont bien connus, la part respective des uns et des autres au cours des derniers 300 ans n'avait pas encore été étudiée. Seul un suivi à long terme du taux d'oxygène d'un lac peut permettre d'en éclaircir les causes, mais ce type de suivi est rarement disponible. L'étude conduite par l'équipe du Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) est donc très originale et tente de donner un recul historique sur les causes principales de l'hypoxie grâce aux archives sédimentaires lacustres. « *Le peu de données à long terme peut être en effet compensé par l'analyse de sédiments datés. Ces archives permettent de renseigner les conditions d'oxygénation des lacs au-delà de la période préindustrielle qui n'est pratiquement jamais couverte avec les données instrumentales* » m'explique le premier auteur de l'étude, Jean-Philippe Jenny de l'INRS.

### DES AVANTAGES INDÉNIABLES

La structure des sédiments lacustres peut servir d'indicateur fiable des conditions d'oxygénation des eaux de fond. En effet, lorsque des sédiments laminés (c'est-à-dire qui forment des strates marquées) recouvrent des sédiments homogènes, cela indique que les conditions d'oxygène sont tombées sous un seuil critique qui conduit à la disparition des macro-organismes res-

ponsables de la bioturbation (c'est-à-dire les vers, les larves d'insectes typiquement). Les larves sont un cas particulier de sédiments laminés : « *ils présentent des stratifications annuelles offrant l'avantage supplémentaire de pouvoir dater précisément la transition entre les conditions bien oxygénées vers des conditions hypoxiques* » note un des coauteurs de l'étude, le professeur Pierre Francus de l'INRS. Grâce à cette approche, la reconstitution de la dynamique de l'hypoxie des lacs a pu être publiée dans la revue *Global Change Biology*. L'équipe de recherche internationale a démontré que les activités humaines dans les bassins-versants des lacs, et non les changements climatiques récents, sont la principale cause de l'augmentation de l'hypoxie observée jusqu'à présent. L'étude a aussi démontré que les programmes de restauration des lacs mis en place n'ont pas été en mesure jusqu'à maintenant de renverser la situation. Du moins, pas encore... Les chercheurs ont déterminé la date de début et la durée de l'hypoxie depuis les années 1700 à partir des sédiments larvés ou laminés de 365 lacs à travers le monde (figure 1 ci-contre). Les lacs étudiés se situent dans des zones variées de climats, biomes et niveaux d'impact par les activités humaines. L'analyse des données a montré que dans 71 de ces lacs (~20 %), les conditions hypoxiques sont apparues depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. Ces lacs hypoxiques sont pour la plupart situés dans des zones de plus forte densité de population humaine et où les rejets



**Figure 1**  
Évolution du nombre de lacs hypoxiques depuis 300 ans. (a) Distribution des lacs étudiés dans cette étude. (b) Évolution du nombre de sites hypoxiques en domaine marin-côtier (d'après Vaquer-Sunyer & Duarte, 2008) et dans les lacs (cette étude).

de nutriments sont plus importants (associés aux zones ayant une plus grande couverture d'aires urbaines et agricoles) que les sites naturellement hypoxiques (c'est-à-dire pour lesquels l'hypoxie remontait à plus de 300 ans). Aucune corrélation n'a été trouvée entre l'hypoxie et les changements dans la température ou les précipitations. De plus, malgré le succès des programmes de restauration mis en place dans les années 1980 en Europe et en Amérique du Nord à réduire les apports de nutriments aux lacs ainsi que leur eutrophisation, la persistance de l'hypoxie ces dernières décennies indique une faible résilience de ces milieux qui pourrait être aggravée par l'actuel réchauffement climatique.

### POUR CONCLURE

En guise de conclusion, cette étude permet d'affirmer que les activités humaines ont conduit de manière généralisée au manque d'oxygène dans les lacs au cours des dernières décennies. Et ce phénomène va être accentué par le réchauffement climatique. Nous pouvons d'ores et déjà anticiper une réduction de l'habitat des poissons et des espèces benthiques car les volumes d'eau appauvris en oxygène au fond des lacs vont augmenter. Ce phénomène va s'ajouter à la perte d'habitat de certaines espèces de poissons qui fuient l'augmentation des températures des couches d'eaux de surface. Dans les pays industrialisés, le retour à de bonnes conditions d'oxygénation des lacs est difficile à réaliser car il existe des effets complexes de rétroactions et de synergie des systèmes lacustres. Une gestion intégrée sur le long terme des rejets de nutriments conduira à restaurer les lacs. Dans les pays en cours d'industrialisation et de développement, il est encore temps de limiter le manque d'oxygène des lacs en réduisant les rejets de nutriments avant que ceux-ci ne causent une perturbation à long terme des systèmes. Et cela, on le sait depuis très longtemps... ■

### L'ARTICLE QUI A INSPIRÉ CET ARTICLE :

J.-P. Jenny, P. Francus, A. Normandeau, F. Lapointe, M.-E. Perga, A.E.K. Ojala, A. Schimmelmann, B. Zolitschka, 2015. *Global spread of hypoxia in freshwater ecosystems during the last three centuries is caused by rising local human pressure*. *Global Change Biology*, DOI: 10.1111/gcb.13193

### APPEL À CONTRIBUTION

Vous venez de publier un article scientifique et vous voulez nous le faire connaître. Contactez notre collaborateur : [stephan.jacquet@thonon.inra.fr](mailto:stephan.jacquet@thonon.inra.fr)

**BAUER**  
COMPRESSEURS

Quality. Our DNA

**BAUER AUGMENTE VOTRE POUVOIR D'ACHAT**



**POSEIDON**  
Edition  
BAUER KOMPRESSOREN

### PE-MVE

- Assemblage et composants 100% BAUER
- Commande électromécanique automatique : BHW-Control
- 2 sorties avec flexibles et connexions de série
- Encombrement ultra-compact
- Compresseur insonorisé

[www.bauer-compresseurs.com](http://www.bauer-compresseurs.com)

