

L'invasione degli alieni

Pietro Greco

La diffusione delle specie aliene invasive rappresenta oggi una delle più grandi minacce alla biodiversità a livello mondiale e costituisce anche un notevole problema economico a causa dei danni che queste specie possono provocare all'agricoltura, alla pesca e ad altre attività umane. Non tutte le specie aliene causano però danni ecologici e non tutte, in particolare, aggrediscono la biodiversità

È balzata, di recente, agli onori della cronaca, anche giudiziaria; è presente, per ora, in Puglia; si chiama *Xylella fastidiosa* ed è l'emblema di quel gruppo di organismi viventi che gli esperti chiamano "specie alloctone invasive" note ai profani come "specie aliene". Espressione della biodiversità ma anche tra i suoi principali nemici. Seconde, come minaccia, solo alla distruzione diretta degli habitat. Ma le specie aliene invasive sono in grado di perturbare anche l'economia e la salute di quello che possiamo considerare, con un'immagine non troppo figurata, il loro principale vettore: *Homo sapiens*.

Non a caso Joseph-Marie Bové, un esperto dell'*Académie d'agriculture de France*, considera quella scatenata da *Xylella fastidiosa* come «la peggior emergenza fitosanitaria al mondo». Sono definite alloctone (o aliene) le specie che si trovano a vivere a molta distanza, talvolta migliaia di chilometri, dal loro habitat naturale originario. La *Xylella fastidiosa*, per esempio, è un batterio originario delle Americhe che solo di recente è giunto in Europa e, nella fattispecie, in Puglia. Non tutte le specie aliene, tuttavia, sono invasive e minacciose come *Xylella*. La gran parte, anzi, non si adatta facilmente al nuovo ambiente. Alcune, tuttavia, trovano un ambiente adatto e, se non trovano ostacoli naturali (per esempio predatori) e artificiali, diventano invasive e provocano danni ecologici.

È il caso della *Xylella fastidiosa* che sta contagiando gli ulivi pugliesi, determinandone o contribuendo a determinarne il disseccamento rapido. Il *Global Invasive Species Database*, gestito dall'IUCN *Invasive Species Specialist Group* presieduto da Piero Genovesi dell'ISPRA, ne ha fin ora catalogato in tutto il mondo

con rigore scientifico 891. Ma, certamente, sono molte di più. In Europa, per esempio, sono state individuate almeno 10.000 diverse specie alloctone: ovvero specie giunte nel nostro continente dopo il 1.500 in genere portate, non importa se intenzionalmente o casualmente, dall'uomo. Di queste, sostengono gli esperti del progetto DAISIE dell'Unione Europea, 1.094 (pari all'11% del totale) sono da considerarsi invasive perché capaci di causare danni ecologici. Non stiamo commettendo un errore. La parte (le specie invasive in Europa secondo gli esperti dell'UE) non sono maggiori del tutto (le specie invasive nel mondo). È semplicemente che la classificazione IUCN è più restrittiva di quella del progetto DAISIE.

Sia gli esperti che i non esperti usano stilare delle liste delle specie aliene più pericolose. Il *Global Invasive Species Database*, per esempio, propone una lista delle 100 specie più pericolose.

Tra loro ci sono microrganismi, come l'*Aphanomyces astaci*, un parassita venuto, come *Xylella* dall'America, che causa la cosiddetta "peste dei gamberi" in Europa. Ci sono alghe, come l'*Undaria pinnatifida*, proveniente dal Giappone, che sta sconvolgendo non pochi ecosistemi tipici del Mediterraneo.

Ci sono alberi come la *Schinus terebinthifolius*, insetti come la *Aedes albopictus* (zanzara tigre), pesci come la *Salmo trutta*, rettili come la *Trachemys scripta elegans*, uccelli come il *Pycnonotus cafer* e anche mammiferi come lo *Sciurus carolinensis*, lo scoiattolo grigio d'origine americana che spesso ha la meglio sui nostri scoiattoli rossi. Ma, a dimostrazione che il tema è di interesse generale, anche la rivista *Time* ha la sua lista delle 10 specie



aliene considerate più pericolose, con in testa un pesce (la gigantesca carpa asiatica, che raggiunge anche i 45 chili e fa man bassa degli altri pesci nei fiumi e nei Grandi Laghi americani) e un coniglio portato dagli olandesi che ora infesta le terre del Sud Africa. Già perché l'espansione delle specie aliene è in ogni direzione. Riguarda microrganismi, piante e animali giunti dalle Americhe (come non ricordare i pomodori giunti in Europa dall'America?) o dall'Oceania (come non ricordare il kiwi?), ma anche organismi che hanno fatto il tragitto opposto. Spesso con effetti ancor più devastanti: i 50 milioni (il 90% circa dell'intera popolazione) di nativi americani morti tra il 1492 e il 1550 a causa degli agenti infettivi dell'influenza, del vaiolo, della varicella, del morbillo (autentiche specie aliene invasive) portate nelle Americhe dagli Europei?

Né si deve pensare che l'abbattimento delle barriere geografiche e l'esondazione di specie alloctone appartenga al passato, al tempo delle grandi scoperte geografiche. Al contrario, è oggi che in maniera diretta (con gli scambi internazionali di uomini e merci; con l'irruzione in aree prima inesplorate) o indiretta (cambiamenti climatici) l'esondazione delle specie aliene è ai massimi storici. Il fenomeno riguarda anche l'Italia. Il progetto DAISIE ha contato 120 specie marine alloctone nei mari prospicienti la penisola. Sono parte di un fenomeno più generale che fa del Mediterraneo il mare che ospita al mondo il maggior numero di specie aliene. Molte sono entrate nel Mediterraneo attraverso il canale di Suez: si calcola, infatti, che il 92% dei pesci alieni proven-



Le specie aliene riscontrate nel Mediterraneo sono molte e, talvolta, si rivelano pericolose per quelle autoctone

ga da zone subtropicali (48%) o tropicali (44%). Tuttavia, l'invasione di specie alloctone è triplicata dagli anni Ottanta del secolo scorso a causa, molto probabilmente, dell'aumento della temperatura del mare, a sua volta causata dai cambiamenti climatici,

che ha reso abitabili acque una volta proibite per molte specie. Ma l'Italia è interessata dall'invasione di specie aliene anche per quanto riguarda le acque dolci (sono 97 le specie alloctone classificate) e la terraferma (902 specie aliene).

Il progetto DAISIE ha individuato nella penisola 1.516 specie alloctone, cui vanno aggiunte le 253 presenti in Sicilia e le 302 individuate in Sardegna. Il che significa che più del 20% delle specie alloctone giunte in Europa nell'ultimo mezzo millennio hanno trovato un nuovo habitat anche in Italia. Non tutte le specie aliene, lo ripetiamo, causano danni ecologici e non tutte, in particolare, aggrediscono la biodiversità. Anzi, molte svolgono un ruolo utile che porta persino a un incremento di diversità. In fondo, la storia della vita del pianeta è una storia di migrazioni, di animali, piante, microrganismi. E, anche, di uomini.

Tuttavia, quando il fenomeno è così massiccio e così rapido i danni possono superare i benefici ecologici. E, infatti, il *Global Biodiversity Outlook* calcola che, al 2010, l'11% delle specie di anfibi e il 33% delle specie di uccelli in tutto il mondo sono minacciate da specie aliene invasive. Mentre due ricercatori spagnoli, Miguel Clavero ed Emili Garcia-Berthou, hanno dimostrato che le alloctone sono una causa nel 54% delle estinzioni di specie viventi e nel 20% dei casi sono unica causa. Ecco perché, già nel 2005, il *Millennium Ecosystem Assessment* considerava le specie aliene invasive seconde solo alla distruzione diretta degli habitat tra i responsabili.

Oggi la situazione è ancora più grave. Perché il numero di specie aliene aumenta a velocità crescente. Secondo un report pubblicato dalla rivista *Science*, tra il 1970 e il 2007 le specie alloctone invasive è aumentato del 76%. Un aggiornamento reso pubblico dal *Global Biodiversity Outlook* nel 2014 conferma il trend crescente. A generare i danni maggiori, secondo uno studio di Piero Genovesi e altri, sono i vertebrati alieni sulla terraferma (30% dei danni ecologici complessivi) e gli organismi alieni nelle acque interne (30% dei danni), seguiti dai funghi alieni (24%). Ma le specie aliene invasive causano

anche danni economici, valutati da un rapporto per la Commissione di Bruxelles in 12,5 miliardi di euro l'anno per la sola Europa.

Si tratta di soldi spesi in maniera diretta, come nel caso di *Xylella*, per l'eradicazione della specie pericolosa o di soldi per manutenzione, prevenzione e ricerca. Ebbene, anche in questo caso Piero Genovesi e altri hanno valutato le responsabilità: a causare i maggiori danni economici sono i vertebrati sulla terraferma (37%), seguiti dagli invertebrati (34%).

In questi conteggi andrebbero valutati anche (e, forse, soprattutto) i danni per la salute. Il ritorno delle malattie infettive, per esempio, è per parte considerevole dovuto al combinato disposto dell'aumento degli spostamenti di uomini (turismo, lavoro, migrazioni per altre cause) e merci, ma anche all'esplorazione di habitat prima non frequentati dall'uomo. Un solo esempio, le recenti epidemie di Ebola in Africa avrebbero come causa principale proprio l'esplorazione di aree mai prima frequentate dall'uomo. In questo caso è difficile dire chi sia l'alieno, se l'uomo o i pipistrelli che veicolano il virus di Ebola. Cosa si può fare per porre un argine? La strategia a scala globale è stata messa a punto già nel 2002, all'Aja, in Olanda, nell'ambito di COP VI: prevenzione, pronto rilevamento delle specie invasive, eradicazione. Le linee guida europee contro *Xylella* sono figlie di questa strategia.

Ma, più di recente l'Aichi Target 9 della Convenzione delle Nazioni Unite sulla Biodiversità, ha indicato degli obiettivi più precisi: entro il 2020 devono essere identificate tutte (il maggior numero possibile di) le specie invasive e i loro "vettori di introduzione"; devono essere individuate, controllate e possibilmente eradicare le specie più pericolose e devono essere applicate le misure più opportune per la "gestione dei vettori". In definitiva, la *Xylella fastidiosa* non è e non sarà un caso unico di invasioni di specie alloctone.

E la gestione concreta di questa peculiare emergenza ci dirà se siamo preparati o meno a contrastare una delle due minacce più serie alla biodiversità nei prossimi anni: l'invasione delle specie aliene.

Ipossia dei laghi e colpe dell'uomo

Stefano Pisani

Un team internazionale di scienziati ha scoperto che le prime avvisaglie dell'allargamento del fenomeno dell'ipossia lacustre si possono attribuire principalmente a impatti antropogenici diretti e locali, piuttosto che ai cambiamenti climatici intervenuti di recente. Lo studio, inoltre, ha mostrato che i programmi che si occupano della cosiddetta "riabilitazione acquatica" si sono finora dimostrati inefficaci rispetto allo scopo prefissato di far tornare i fondali dei laghi alle loro originarie condizioni di buona ossigenazione

Un nuovo studio ha mostrato che a guidare l'attuale aumento del numero di laghi del mondo che si trovano in condizioni di ipossia abbia contribuito l'incremento delle attività umane e dei nutrienti – legati ai fertilizzanti – rilasciati in queste acque. Non ci sarebbe invece alcun nesso con i cambiamenti climatici, sia per quanto riguarda il regime delle precipitazioni sia in quello delle temperature. La ricerca è stata pubblicata di recente sulla rivista *Global Change Biology*. La ricerca, inoltre, ha mostrato che i programmi che si occupano della cosiddetta "riabilitazione acquatica" si sono finora dimostrati inefficaci rispetto allo scopo prefissato di far tornare i fondali dei laghi alle loro originarie condizioni di buona ossigenazione. L'ossigeno disciolto è fondamentale per la salute dei laghi e dei fiumi e il recente esaurimento di questo elemento dalle acque di fondo, il fenomeno appunto dell'ipossia, è una delle più importanti minacce alle nostre risorse di acqua dolce. Sono due, tipicamente, le cause che possono condurre all'impoverimento d'ossigeno delle acque di fondo: l'eutrofizzazione, provocata da un eccesso di nutrienti, e i cambiamenti climatici.

L'EUTROFIZZAZIONE

Il carico eccessivo di sostanze nutrienti è diventato una crescente minaccia per fiumi, laghi, paludi, zone costiere e barriere coralline. A partire dal 1950 l'aumento, antropogenico, in queste acque di fosforo, azoto, zolfo e altri nutrienti associati all'inquinamento è emerso come uno dei più importanti fattori nel cambiamento di ecosistemi delle acque dolci e delle coste. L'eccessivo carico di nutrimento associato all'uso di azoto e fosforo

nei fertilizzanti ha causato, appunto, eutrofizzazione, fenomeno in cui la crescita di una quantità eccessiva di piante esaurisce l'ossigeno a disposizione nell'acqua. L'impatto negativo del carico di nutrienti, inoltre, può arrivare a far sentire i suoi effetti perfino a centinaia di chilometri dalla sorgente dell'inquinamento, creando anche delle "zone morte" ipossiche in aree costiere. Diversi scenari di proiezione del *Millennium Ecosystem Assessment* del 2005 stimavano che il flusso globale di azoto verso gli ecosistemi costieri sarebbe cresciuto di circa il 20% entro il 2030, con la quasi totalità dell'incremento che si sarebbe verificato nei Paesi in via di sviluppo.

IL RUOLO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Per quanto riguarda i cambiamenti climatici, come si legge nello studio, è stato di recente dimostrato che l'innalzamento delle temperature globali potrebbe rappresentare un ulteriore fattore responsabile della diminuzione dell'ossigeno negli ecosistemi d'acqua dolce e marini, attraverso i processi della stimolazione microbica e delle mineralizzazione della materia organica che vanno a diminuire la solubilità dell'ossigeno nell'acqua e a rafforzare la stratificazione termica, una dinamica che impedisce ai vari strati d'acqua di mescolarsi tra loro. La comunità scientifica, tuttavia, è stata finora in difficoltà nell'individuare il fattore più incisivo tra eutrofizzazione e cambiamenti climatici, poiché i diversi fenomeni hanno effetti molto simili sulle acque profonde, si intrecciano e si sono co-evoluti in maniera sincrona nel corso dell'ultimo secolo. A complicare le cose,

c'è poi anche la considerazione del fatto che l'ipossia può anche avere un'origine naturale. Negli estuari, per esempio, l'acqua dolce dei fiumi che si riversano nel mare è meno densa di quella salata e la stratificazione nella colonna d'acqua può indurre ipossia, perché la miscelazione verticale dei corpi d'acqua è ridotta e viene limitato il rifornimento di ossigeno dalle acque di superficie a quelle di profondità (più saline). Condizioni di scarsità di ossigeno si verificano poi anche con cadenza stagionale, come nel caso del Canal Hood e nelle aree di Puget Sound, nello stato di Washington. Il *World Resource Institute* ha identificato 375 zone costiere ipossiche in tutto il mondo, concentrate in aree nell'Europa occidentale, nelle coste meridionali e orientali degli Stati Uniti e nell'estremo Oriente, in particolare in Giappone.

DATI INCOMPLETI

Per riuscire a determinarne con chiarezza le cause dell'ipossia dei laghi, potrebbe essere utile avere a disposizione una corposa mole di dati provenienti da un monitoraggio continuo e a lungo termine dell'ossigenazione delle acque lacustri, ma purtroppo si tratta di record che sono raramente disponibili. "I dati di monitoraggio a lungo termine sono scarsi o incompleti e non coprono praticamente mai il periodo pre-industriale. In questo studio, le tendenze a lungo

L'ipossia lacustre ha cominciato a diffondersi ben 70 anni prima dell'ipossia delle zone costiere

termine dei cambiamenti storici nell'ipossia dei laghi sono stati ricostruiti dall'analisi di sedimenti di cui si conosceva con certezza la datazione cronologica" ha spiegato Jean-Philippe Jenny, dell'*Institut national de la recherche scientifique* canadese (INRS), uno dei co-autori della ricerca. Quello che si sa con certezza è che, per le coste marine, il numero di siti per i quali è stata riportata l'ipossia a causa di eutrofizzazione antropogenica è cresciuto esponenzialmente e globalmente nel corso del tempo, con gravi conseguenze per la vita del mare, la pesca, gli ecosistemi costieri e le economie collegate a essi.

LA “LETTURA” DEI SEDIMENTI

La struttura dei sedimenti di numerosi laghi può offrire una semplice strada per ricostruire la storia dell'ossigenazione dei fondali acquatici. L'analisi dei sedimenti laminati come indicatori di ipossia è stata convalidata attraverso cinquant'anni di studio di dati derivati da monitoraggio e da indagini che svolte attraverso carotaggi di sedimenti. Quando si ritrovano sedimenti laminati sopra sedimenti omogenei, significa che le condizioni di ossigenazione sono cadute al di sotto di una soglia critica. “I cosiddetti ‘depositi a varva’ sono sedimenti laminati che hanno il vantaggio ulteriore di permettere una datazione precisa del passaggio, stagionale, da condizioni di buona ossigenazione alle condizioni di minima ossigenazione” ha commentato Pierre Francus, sempre dell'INRS, altro autore della ricerca.

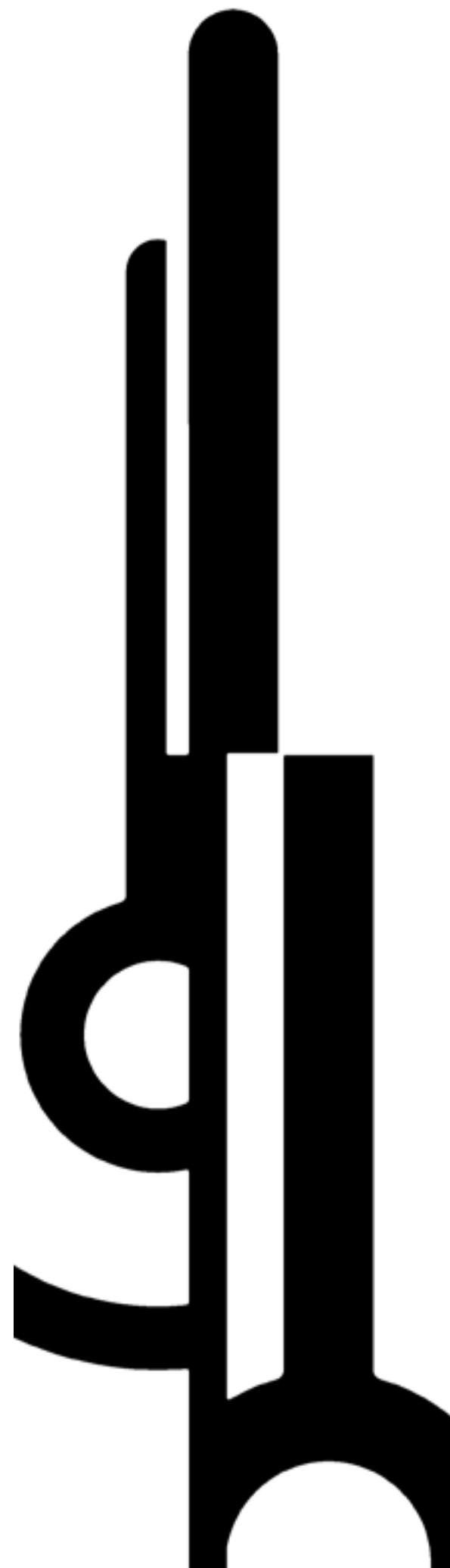
I ricercatori hanno compiuto un lavoro certosino di ricostruzione di inizio e durata delle ipossie vissute da 365 laghi di tutto il mondo (in sei continenti, con la maggioranza localizzata in Europa e Nord America) a partire da dati che risalgono fino al 1700 e che derivano, appunto, da depositi a varva oppure sedimenti laminati.

I laghi si trovavano in regioni con una ampia varietà in termini di clima, di vegetazione dominante e di grado di impatto umano. Le analisi hanno mostrato che 71 di questi laghi, corrispondenti a circa il 20%, sono passati a condizioni di ipossia già dalla metà del diciannovesimo secolo e, quindi, l'ipossia lacustre ha cominciato a diffondersi ben circa 70 anni prima dell'ipossia delle zone costiere. Que-



L'ipossia dei laghi ha avuto inizio nel secondo dopoguerra, quando le attività umane hanno subito un'accelerazione

sti laghi carenti di ossigeno sono soprattutto localizzati, in generale, in aree con alta densità di popolazione umana e una maggiore emissione di nutrienti (essenzialmente legata a una maggiore copertura di aree urbane e coltivate) piuttosto che in siti naturalmente ipossici (che, cioè, hanno manifestato altri episodi di ipossia già 300 anni prima). Non è stata poi trovata alcuna correlazione con cambiamenti intervenuti nelle precipitazioni oppure nelle temperature.



L'IPPOSSIA È CRESCIUTA DAL 1850

Lo studio ha rivelato che tra il 1700 e il 1850 il numero di laghi con una riconosciuta ipossia è stato approssimativamente costante. Le prime avvisaglie di una maggiore diffusione di questo fenomeno cominciano a partire dal 1850 e sono legate alla crescita della popolazione, all'erosione del suolo e all'uso di fertilizzanti nell'agricoltura. Inoltre, analisi statistiche della popolazione condotte nel 2000 hanno confermato che la pressione antropogenica è stata determinante nell'ipossia recentemente emersa nei bacini lacustri. L'intreccio con le vicende sociali della popolazione mondiale risulta evidente anche dal fatto che l'incremento dell'ipossia dei laghi si è mosso in parallelo con il Pil pro capite: tra il 1850 e la Prima Guerra Mondiale, le economie di Europa e Nord America, dopo un periodo di stabilità, hanno vissuto un aumento del Pil che è coinciso con la diffusione dell'ipossia lacustre. La più veloce diffusione di questo evento si è avuta dopo la Seconda Guerra Mondiale, quando le attività umane hanno subito un'accelerazione esponenziale e hanno progressivamente riguardato l'Europa orientale, l'Asia, l'Africa e il Sud America. I recenti incrementi di Pil che si sono verificati nell'Europa dell'est e nelle economie emergenti si sono accompagnate con un aumento dell'ipossia lacustre in quelle zone. In generale, il numero complessivo di laghi che si riportano in condizioni di ipossia sembra essersi stabilizzato a partire dal 1980. Tuttavia, molta della intensificazione delle attività umane dopo il 1980 si è verificata in Paesi in via di sviluppo dove potrebbe non essere ben funzionante la rete di raccolta dati lacustre.

LA VULNERABILITÀ DEI LAGHI

Secondo lo studio, esistono forti prove che la diffusione dell'ipossia nei laghi sia aumentata rapidamente nel corso del secolo scorso e non c'è stato un ritorno al precedente buono stato di ossigenazione. Sebbene i programmi di riabilitazione acquatica messi in atto a partire dagli anni Ottanta in Europa e Nord America abbiano avuto successo nel ridurre l'afflus-

so dei nutrienti e la conseguente eutrofizzazione, la persistenza dell'ipossia nell'arco degli ultimi decenni indica infatti che gli ecosistemi di acque dolci potrebbero avere una debole resilienza, che potrebbe anche essere peggiorata dall'attuale surriscaldamento climatico. È il caso, per esempio, dei laghi perialpini di Bourget, Annecy e Ginevra, nei quali, nonostante la riduzione dell'afflusso di fosforo, a distanza di 40 anni persiste ancora ipossia. Secondo gli scienziati, dunque, i programmi di riabilitazione acquatica non sono riusciti a ripristinare lo stato ottimale di ossigenazione dei laghi e studi come questo potranno avere molta importanza sotto il profilo delle direttive ambientali da considerare, come quelle contenute nello *European Water Framework Directive*.

I ricercatori auspicano e incoraggiano misure di prevenzione per ridurre le emissioni di nutrienti nelle aree in via di sviluppo prima che compaiano sintomi di persistente ipossia nei laghi di queste regioni.

Riferimenti bibliografici

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

Meire L, Soetaert KER, Meysman FJR (2013) Impact of global change on coastal oxygen dynamics and risk of hypoxia. *Biogeosciences*, 10, 2633-2653