

Un quart de la faune d'eau douce menacée d'extinction

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08375-z>


Received: 8 décembre 2023

Accepted: 8 novembre 2024

Published online: 08 January 2025

Publié en ligne : xx xx xxxx

Accès libre

 Vérifier les mises à jour

Les écosystèmes d'eau douce présentent une grande biodiversité¹ et sont importants pour les moyens de subsistance et le développement économique², mais ils sont soumis à des pressions considérables³. À ce jour, les évaluations globales du risque d'extinction n'ont pas inclus les groupes d'espèces vivant principalement dans les eaux douces. Par conséquent, les données relatives aux tétrapodes principalement terrestres^{4,5} sont utilisées pour guider la politique environnementale⁶ et la définition des priorités en matière de conservation⁷, alors que les récentes propositions de fixation d'objectifs pour les eaux douces utilisent des facteurs abiotiques⁸⁻¹³. Cependant, il est prouvé¹⁴⁻¹⁷ que ces données sont insuffisantes pour représenter les besoins des espèces d'eau douce et atteindre les objectifs de biodiversité^{18,19}. Nous présentons ici les résultats d'une évaluation mondiale multi-taxons de la faune d'eau douce pour la Liste rouge de l'UICN des espèces menacées portant sur 23 496 crustacés décapodes, poissons et odonates.

un quart est menacé d'extinction. Les menaces les plus courantes sont la pollution, les barrages et l'extraction d'eau, l'agriculture et les espèces envahissantes, la surexploitation étant également à l'origine d'extinctions. Nous avons également examiné le degré de substitution des tétrapodes menacés et des facteurs abiotiques de l'eau douce (stress hydrique et azote) pour les espèces d'eau douce menacées. Les tétrapodes menacés sont de bons substituts lorsqu'il s'agit d'établir des priorités entre les sites pour maximiser la richesse pondérée par la rareté, mais moins bons lorsqu'il s'agit d'établir des priorités sur la base des espèces dont l'aire de répartition est la plus restreinte. Cependant, ils sont de bien meilleurs substituts que les facteurs abiotiques, qui sont moins performants que les facteurs aléatoires. Ainsi, bien que les régions prioritaires mondiales identifiées pour la conservation des tétrapodes reflètent largement celles des faunes d'eau douce, compte tenu des différences dans les principales menaces et les habitats, on ne peut pas considérer qu'il suffit de répondre aux besoins des tétrapodes pour conserver les espèces d'eau douce à l'échelle locale.

À l'échelle mondiale, la biodiversité est en déclin⁶ et les écosystèmes d'eau douce sont particulièrement touchés²⁰. Sur la base des zones humides intérieures naturelles surveillées (y compris les tourbières, les marais, les marécages, les lacs, les rivières et les mares, entre), 35 % de la superficie des zones humides a été perdue entre 1970 et 2015, à un rythme trois fois plus rapide que celui des forêts²¹. Parmi les habitats humides restants, 65 % sont modérément à fortement menacés²² et 37 % des cours d'eau de plus de 1 000 km ne coulent plus librement sur toute leur longueur²³. Le déclin se poursuit, généralement loin des yeux et de l'esprit, malgré l'importance du domaine de l'eau douce. Les eaux douces abritent plus de 10 % de toutes les espèces connues, dont environ un tiers des vertébrés et la moitié des poissons, alors qu'elles ne couvrent que moins de 1 % de la surface de la Terre¹. Cette diversité d'espèces d'eau douce fournit des services écosystémiques essentiels (tels que le cycle des nutriments, le contrôle des inondations et l'atténuation du changement climatique²), peut être utilisée comme bioindicateur de la qualité des zones humides²⁴ et soutient la culture, l'économie et les moyens de subsistance de milliards de personnes dans le monde². Les évaluations exhaustives du risque d'extinction des espèces figurant sur la liste rouge des espèces menacées de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) (ci-après "liste rouge de l'UICN") sont utilisées pour documenter et suivre les tendances de l'état de la biodiversité²⁵ et pour informer les stratégies, les politiques et les priorités nationales et mondiales en matière de biodiversité afin de stopper et d'inverser la perte d'espèces²⁶. Des évaluations complètes des oiseaux²⁷, des amphibiens²⁸ et des mammifères²⁹ sont disponibles depuis plus de 20 ans, et des évaluations répétées sont désormais disponibles³⁰⁻³², et constituent donc les données de choix pour la science et la politique mondiales en matière de biodiversité⁴⁻⁷. Récemment, une évaluation mondiale des reptiles a été réalisée, soulignant les besoins communs en matière de conservation de toutes les espèces de reptiles.

tétrapodes³³. Cependant, la production de données et d'évaluations globales pour les poissons et les invertébrés d'eau douce a bénéficié de relativement peu d'investissements, de volonté politique ou d'attention, y compris de la part de la communauté de la conservation³⁴. Cela signifie que les approches récentes de fixation d'objectifs pour les systèmes d'eau douce ont été limitées à l'utilisation de mesures hydrologiques abiotiques, telles que l'utilisation et la qualité de l'eau⁸⁻¹³. L'utilisation de données sur les tétrapodes essentiellement terrestres ou de données abiotiques sur les eaux douces pour prendre des décisions en matière de conservation suppose que ces types de données servent de substituts efficaces pour les espèces d'eau douce. Toutefois, il a été démontré que la substitution des espèces est généralement moins bonne lorsque le groupe taxonomique utilisé comme substitut appartient à un domaine environnemental différent de celui de la cible^{16,17}. En outre, l'efficacité de l'utilisation de substituts abiotiques pour la biodiversité des eaux douces n'a pas encore été testée. En outre, jusqu'à récemment, le domaine des eaux douces n'a pas reçu la même priorité que les domaines terrestres et marins dans la gouvernance environnementale mondiale, et a souvent été inclus dans les systèmes terrestres ou marins, malgré les preuves de ses besoins distincts en matière de gestion (par exemple, en tenant compte de la connectivité, du régime d'écoulement et de la saisonnalité)^{14,15,18,19}. Par exemple, les objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies se concentrent principalement sur les biomes terrestres (ODD 15 : vie sur terre) et marins (ODD 14 : vie sous l'eau), bien que les espèces d'eau douce soient essentielles à la réalisation de ces objectifs³⁵. Des avancées récentes ont permis de mettre en évidence le fait que les eaux douces constituent un domaine distinct avec des besoins uniques, et le cadre mondial pour la biodiversité Kunming-Montréal (GBF) mentionne spécifiquement les eaux intérieures dans les objectifs 2 et 3 (réf. 36).

Une liste des auteurs et de leurs affiliations figure à la fin du document.

Afin d'améliorer la disponibilité des informations pour la conservation et la gestion des espèces d'eau douce, nous avons examiné les résultats de l'évaluation mondiale multi-taxons de la faune d'eau douce la plus complète à ce jour sur la Liste rouge de l'UICN pour résumer le risque d'extinction, la distribution, les habitats clés et les principaux facteurs de déclin des crustacés décapodes, des poissons et des odonates d'eau douce (ci-après dénommés "espèces d'eau douce"). En , afin de vérifier s'il est approprié de s'appuyer sur des données relatives aux tétrapodes pré-dominants terrestres ou sur des données abiotiques relatives aux eaux douces lors de la prise de décisions en matière de conservation de la biodiversité des eaux douces à l'échelle mondiale, nous avons examiné si les tétrapodes menacés (amphibiens, oiseaux, mammifères et reptiles) et deux variables hydrologiques largement utilisées (le stress hydrique, représentant le rapport entre la demande totale en eau et les réserves renouvelables disponibles, et la qualité de l'eau, axée sur les niveaux d'azote, représentant l'eutrophisation) sont des substituts efficaces pour ces espèces d'eaux douces menacées.

Évaluer le risque d'extinction

Nous avons réalisé une évaluation de la faune d'eau douce mondiale multi-taxons en utilisant les catégories et les critères de la liste rouge de l'UICN³⁷ pour évaluer le risque d'extinction.

Le risque de disparition de 23 496 espèces d'eau douce, grâce à l'achèvement des efforts d'évaluation mondiale des poissons d'eau douce et des odonates (libellules et mouches de barrage), et en s'appuyant sur les données de la Liste rouge de l'UICN précédemment publiées sur les crustacés décapodes d'eau douce (crabes, écrevisses et crevettes)³⁸⁻⁴⁰. Nous n'avons pas pu inclure les mollusques d'eau douce dans notre analyse car seule la moitié des espèces connues dans le monde est actuellement évaluée pour Liste rouge de l'UICN, avec des biais géographiques notables, ce qui signifie que leur inclusion introduirait des biais régionaux et taxonomiques. Le cas , nous soulignons ci-dessous les implications de cette omission dans notre ensemble de données.

Les espèces figurant sur la liste rouge de l'UICN sont classées dans des catégories indiquant leur risque d'extinction à l'aide d'un ensemble de cinq critères quantitatifs (A-E), qui mesurent les symptômes du risque : (A) déclin des populations ; (B) aires de répartition restreintes ; (C) petites populations et populations en déclin ; (D) populations très restreintes ou de petite taille ; et (E) analyse quantitative³⁷. Grâce à la consultation d'experts des espèces (par exemple, des taxonomistes, des scientifiques de terrain et des experts de la pêche), les critères sont appliqués et validés sur la base meilleures données disponibles au moment de l'évaluation, mais avec une gamme de qualités de données acceptables pour permettre une large applicabilité, même pour les espèces pauvres en données. Le système est explicitement conçu pour gérer l'incertitude. Les experts des espèces travaillent avec des facilitateurs de la Liste rouge de l'UICN et suivent des documents d'orientation pour garantir la cohérence de l'application des critères entre les évaluations, y compris entre les groupes taxonomiques. Les évaluations de la faune d'eau douce analysées ici ont été réalisées sur une période de 20 ans avec la contribution de plus de 1 000 experts en espèces (Note complémentaire 1), grâce à une combinaison de plus de 100 ateliers et de travaux supplémentaires d'évaluation et d'examen à distance (Tableau complémentaire 1 ; voir Méthodes pour plus de détails sur le processus d'évaluation de la Liste rouge et sur le processus d'évaluation de la Liste rouge). les biais potentiels associés).

La meilleure estimation de la proportion d'espèces d'eau douce menacées d'extinction (en considérant les espèces évaluées comme étant en danger critique d'extinction, en danger ou vulnérables (ci-après espèces menacées), plus celles évaluées comme étant éteintes à l'état sauvage) indique que près d'un quart (24%) est exposé à un risque élevé d'extinction (Fig. 1 et tableau 1 des données étendues). Ce chiffre est comparable à celui des tétrapodes, dont 23 % sont menacés (figure 1.)Le risque d'extinction varie entre les groupes d'eau douce considérés, les décapodes ayant le pourcentage le plus élevé d'espèces menacées (30 %), contre 26 % pour les poissons d'eau douce et 16 % pour les odonates (figure 1 et tableau 1 des données complémentaires). Nos résultats confirment les estimations précédentes de la proportion d'espèces menacées calculées par l'approche de la Liste rouge échantillonnée⁴¹ pour les poissons⁴² et les odonates⁴³, grâce à laquelle 25 % des 733 poissons d'eau douce évalués et 14 % des 1 500 odonates évalués ont été déclarés menacés (selon la méthodologie actuelle de calcul de la meilleure estimation de la proportion d'espèces menacées). La liste rouge des mollusques d'eau douce⁴⁴ échantillonnée a révélé que près d'un tiers d'entre eux étaient menacés d'extinction.

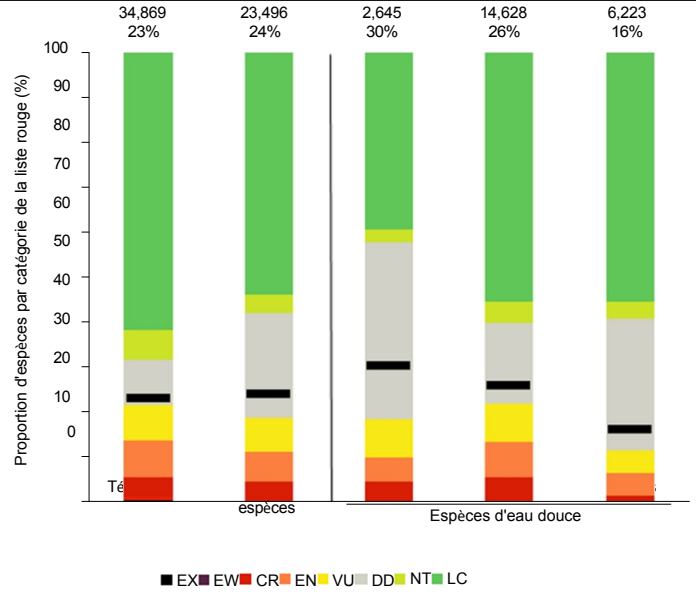


Fig. 1 | Modèles de risque d'extinction chez les tétrapodes (combinés) et les espèces d'eau douce (crustacés décapodes, poissons et odonates ; combinés et individuels). Les chiffres au-dessus de chaque colonne correspondent au nombre total d'espèces évaluées et aux meilleures estimations de la proportion d'espèces menacées (Méthodes). Les lignes noires représentent les meilleures estimations de la proportion d'espèces menacées. Les catégories de la liste rouge sont les suivantes : éteint (EX), éteint à l'état sauvage (EW), en danger critique d'extinction (CR), en danger (EN), vulnérable (VU), données insuffisantes (DD), quasi-menacé (NT) et préoccupation mineure (LC).

Les espèces d'eau douce menacées présentées ici sont prudentes et pourraient augmenter si les mollusques d'eau douce étaient inclus.

Depuis 1500, quelque 89 (0.4%) d'espèces d'eau douce évaluées, dont 82 poissons d'eau douce, 6 décapodes et 1 odonate, ont été déclarées éteintes (tableau 1 des données étendues), la majorité d'entre étant originaires des États-Unis (22 espèces, en notant qu'il pourrait s'agir d'un biais de déclaration, bien que d'autres régions riches en données (par exemple l'Europe) n'affichent pas un nombre aussi élevé d'extinctions, Europe) n'affichent pas un nombre aussi élevé d'extinctions), du Mexique (15 espèces) ou des Philippines (15 espèces, toutes endémiques au lac Lanao, bien qu'il puisse s'agir d'un artefact de l'incertitude taxonomique sur la diversité des espèces au sein du lac). Onze espèces, toutes des poissons d'eau douce, ont été considérées comme éteintes à l'état sauvage et ne survivent qu'en tant que populations captives (tableau 1 des données étendues), huit d'entre elles étant originaires du Mexique. Le nombre réel d'extinctions d'espèces d'eau douce probablement plus élevé étant donné le manque général de recherche et de surveillance à long terme de la biodiversité des eaux douces (voir "Espèces pour lesquelles les données sont insuffisantes" ci-dessous), ainsi que l'existence d'espèces éteintes non décrites qui ne sont pas évaluées dans la liste rouge de l'UICN. En outre, un cinquième des espèces évaluées comme étant en danger critique d'extinction (187 sur 949 espèces) sont étiquetées comme étant soit possiblement éteintes (178 espèces), soit possiblement éteintes à l'état sauvage (9 espèces ; tableau 1 des données étendues), ce qui signifie qu'elles sont probablement déjà éteintes, mais qu'il n'y a pas suffisamment de preuves pour le confirmer. Ces espèces comprennent 149 poissons d'eau douce, 19 décapodes et 19 odonates, la plus forte concentration (46 espèces) se trouvant dans le bassin du lac Victoria en Afrique de l'Est. La liste rouge des mollusques d'eau douce⁴⁴ estimait qu'un quart des espèces en danger critique d'extinction étaient probablement éteintes.

Près d'un quart (23 %) des espèces d'eau douce sont considérées comme insuffisamment documentées, ce qui indique que les informations disponibles sont insuffisantes pour évaluer leur risque d'extinction, contre seulement 10 % de l'ensemble des tétrapodes (Fig. 1 et tableau 1 des données complémentaires). L'incertitude introduite par les espèces pour lesquelles les données sont insuffisantes (Méthodes) signifie qu'il y a une plus grande variabilité dans l'estimation de la proportion de décapodes, poissons et odonates d'eau douce menacés (18-42%) que dans celle des tétrapodes menacés (21-31% ; Tableau 1 des données complémentaires). Au sein des groupes d'eau douce, les niveaux de menace sont plus élevés que ceux des tétrapodes.

Le manque de données chez les invertébrés (39% des décapodes et 29% des odonates) est plus important que chez les poissons (18% ; Fig. 1 et tableau 1 des données complémentaires), ce qui entraîne également une plus grande variabilité dans les estimations de la proportion d'espèces menacées (18-58% des décapodes, 11-41% des odonates et 21-40% des poissons ; tableau 1 des données complémentaires). La Liste rouge des mollusques d'eau douce échantillonnée⁴⁴ a estimé que le manque de données correspondait à nos estimations pour les odonates et les décapodes (36%).

Menaces

Parmi les décapodes, les poissons et les odonates d'eau douce, 54% des espèces menacées sont considérées comme affectées par la pollution, 39% par les barrages et l'extraction d'eau, 37% par le changement d'utilisation des terres et les effets associés de l'agriculture (de la subsistance à l'échelle agro-industrielle, à l'exclusion de l'aquaculture ; notez que les menaces de la pollution et de l'agriculture sont fortement liées), et 28% par les espèces invasives et les maladies (Fig. 2a). La plupart des espèces menacées (84 %) sont affectées par plus d'une menace. Ces menaces sont principalement à l'origine de la perte et de la dégradation des habitats d'eau douce, et leur importance est confirmée par la littérature publiée, qui souligne également leur action cumulative^{3,45} et leur impact similaire sur d'autres groupes d'eau douce, tels que les mollusques d'eau douce⁴⁴. Pour les tétrapodes, deux menaces principales dominent, toutes deux liées à la perte d'habitat, l'agriculture étant considérée comme affectant 74 % des espèces menacées et l'exploitation forestière 49 % des espèces menacées.

Nos résultats confirment les preuves antérieures que la perte d'habitat est à l'origine du risque d'extinction chez les odonates⁴³, l'agriculture, l'exploitation forestière et le urbain affectant respectivement 61%, 57% et 29% des odonates menacés (Fig. 2a). La pollution est également considérée comme une menace, affectant 28% des odonates menacés, principalement au stade larvaire. Pour les décapodes, la pollution est considérée comme la menace la plus répandue (60 %), suggérant que la détérioration de la qualité de l'habitat est à l'origine du risque d'extinction, les effluents agricoles et forestiers (39 %, y compris les charges en nutriments, les herbicides et les pesticides, et la sédimentation) et les eaux usées domestiques et urbaines (33 %, y compris le ruissellement et les eaux d'égout) étant les principales sources de pollution. La pollution est également considérée comme une menace majeure pour les poissons (59%), les effluents agricoles et forestiers (45%) étant là encore les principales sources, suivis par les eaux usées domestiques et urbaines (29%) et les effluents industriels et militaires (21%, y compris les infiltrations provenant de l'exploitation minière et de la prospection pétrolière). La gestion de l'eau (y compris les barrages et l'extraction d'eau) est considérée comme une autre menace majeure pour les poissons (46%), les barrages bloquant les voies de migration et entraînant la dégradation et la perte d'habitats (par exemple, en affectant l'hydrologie et le régime de flux en aval, en modifiant le flux de sédiments et en convertissant l'habitat fluvial en amont en retenues d'eau)⁴⁶. Les poissons sont confrontés à la plus grande variété de menaces, et sont également fréquemment affectés par les espèces envahissantes et les maladies (33 %), l'agriculture (32 %) et la surpêche (27 %), cette dernière étant principalement liée à la récolte ciblée.

Nous avons constaté que les causes les plus fréquentes d'extinction des espèces d'eau douce ne reflètent pas directement celles décrites ci-dessus, soulignant la gravité accrue des effets de certaines menaces, bien que les schémas diffèrent selon que les espèces signalées comme possiblement éteintes et possiblement éteintes à l'état sauvage sont considérées comme existantes ou éteintes. Dans les deux scénarios, les espèces envahissantes, les maladies et la surexploitation ont contribué à un plus grand nombre d'extinctions que ce à quoi on aurait pu s'attendre en se basant sur la proportion d'espèces menacées affectées par ces menaces (tableau 2 des données complémentaires). Il convient de noter que la plupart des extinctions seraient causées par des facteurs de stress multiples et souvent interdépendants, plus de deux tiers des espèces éteintes ayant fait l'objet de plus d'une menace. Si l'on examine les menaces par paire, les barrages et la gestion de l'eau, combinés à la pollution ou aux espèces envahissantes et aux maladies, ont été enregistrés comme les facteurs conjoints d'extinction les plus fréquents. Ces menaces, associées à la surexploitation, ont également été considérées comme des causes fréquentes d'extinction (tableau 3 des données complémentaires).

Près d'un cinquième des espèces d'eau douce menacées sont affectées par le changement climatique et les phénomènes météorologiques violents (figure 2a). Le changement climatique a des effets négatifs sur les écosystèmes d'eau douce, à la fois directement, par exemple en modifiant les températures et les régimes d'écoulement et en entraînant des phénomènes météorologiques plus violents⁴⁷, et indirectement, par exemple en amplifiant d'autres menaces, notamment les invasions et l'augmentation de la demande en eau de la part de l'homme

stockage. Globalement, il s'agit d'une menace qui s'intensifie^{30,45,47} et nous nous attendons à ce que son effet proportionnel augmente au fil du temps. En raison du manque d'études de modélisation de l'effet du changement climatique sur les espèces d'eau douce, cet effet peut être sous-estimé dans les évaluations actuelles de la liste rouge de l'UICN, et de nouvelles approches d'évaluation du risque d'extinction posé par le changement climatique peuvent être nécessaires dans les futurs efforts d'évaluation⁴⁸.

Habitats

Sans surprise, les zones humides naturelles à l'intérieur des terres se révèlent être les principaux habitats des espèces d'eau douce. Les forêts sont également considérées comme un habitat clé pour les odonates (en particulier les espèces (sub)tropicales), offrant un abri et des terrains de chasse aux adultes de 74 % des odonates menacés, tandis que les stades larvaires se trouvent généralement dans des habitats humides, qu'ils soient intégrés ou non dans les forêts. Les forêts et les zones humides intérieures sont également les habitats les plus importants pour les tétrapodes, bien que l'ordre d'importance soit inversé, puisqu'ils abritent respectivement 82 % et 28 % des espèces menacées (Extended Data Fig. 1).

En ce qui concerne les habitats naturels des zones humides intérieures, les rivières permanentes sont considérées comme les plus utilisées, abritant 71% des espèces d'eau douce menacées (Fig. 2b). Les poissons d'eau douce dépendent de la plus grande variété d'habitats humides, y compris les rivières permanentes (abritant 70% des espèces menacées), les lacs permanents (23%), les rivières saisonnières (13%) et les mares permanentes (11%), notant que de nombreuses espèces sont présentes dans des habitats multiples. Le karst abrite systématiquement plus d'espèces menacées que ce que l'on pourrait attendre en se basant sur le nombre total d'espèces. Ceci est particulièrement vrai pour les décapodes d'eau douce ; 24% des décapodes menacés sont présents dans cet habitat (Fig. 2b), mais seulement 12% de tous les décapodes (test du chi-carré, $P < 0.001$), probablement en raison de la richesse des petites populations de décapodes à aire de répartition restreinte dans le karst, combinée aux diverses menaces pesant sur l'habitat (par exemple, la dégradation due à l'exploitation des ressources, aux activités créatives ou à la pollution). Les extinctions d'espèces d'eau douce signalées dans les lacs permanents, les sources et les oasis sont plus nombreuses que ce que l'on aurait pu attendre sur la base de l'utilisation de ces habitats par des espèces menacées, les espèces endémiques de ces habitats (ces derniers étant souvent aussi très restreints) n'ayant aucun moyen d'échapper aux principales menaces, telles que les espèces envahissantes, l'extraction et la récolte de l'eau. Ce résultat est valable que les espèces signalées comme possiblement éteintes et possiblement éteintes à l'état sauvage soient considérées comme éteintes ou éteintes (tableau 4 des données complémentaires).

Modèles spatiaux

La richesse des espèces d'eau douce est la plus élevée sous les tropiques, avec des concentrations dans le bassin de l'Amazonie en Amérique du Sud, en Afrique occidentale, centrale et orientale, et en Asie tropicale, du sud de l'Inde et du Sri Lanka à la côte de la Nouvelle-Guinée, en passant par le Sundaland (Extended Data Fig. 2a). En dehors des tropiques, des niveaux de richesse en espèces d'eau douce aussi élevés sont également observés dans l'est des États-Unis (Extended Data Fig. 2a). La richesse des espèces pour lesquelles les données sont insuffisantes (Extended Data Fig. 2b) reflète généralement la richesse globale des espèces.

Les concentrations de richesse en espèces menacées sont plus faibles et réparties de manière inégale, mais le lac Victoria (Kenya, Tanzanie et Ouganda), le lac Titicaca (Bolivie et Pérou), la zone humide du Sri et les Ghats occidentaux (Inde) présentent la plus grande richesse absolue en espèces d'eau douce menacées (Fig. 3.) Le lac Titicaca, la région du Biobío au Chili et les Açores (Portugal) ont tous une très grande richesse en espèces menacées par rapport à la richesse absolue en espèces (Extended Data Fig. 3a). Ces schémas spatiaux se maintiennent, que les espèces probablement éteintes et probablement éteintes à l'état sauvage soient considérées comme existantes ou éteintes (Extended Data Figs. 2c et 3b).

Substituts pour les espèces d'eau douce

Nous avons étudié dans quelle mesure les tétrapodes menacés et les facteurs abiotiques de l'eau douce servent de substituts efficaces aux espèces menacées.

a

Menace	Espèces d'eau douce menacées	Espèces d'eau douce disparues	Décapodes menacés	Poissons menacés	Odonates menacés	Tétrapodes menacés
Pollution	0.54	0.52	0.60	0.59	0.28	0.17
Barrages et gestion de l'eau	0.39	0.63	0.19	0.46	0.23	0.09
Agriculture	0.37	0.06	0.33	0.32	0.61	0.74
Espèces envahissantes et maladies	0.28	0.55	0.24	0.33	0.07	0.33
Enregistrement	0.25	0.04	0.19	0.19	0.57	0.49
Développement urbain	0.23	0.07	0.34	0.19	0.29	0.35
Chasse et pêche	0.21	0.37	0.15	0.27	0.02	0.29
Production d'énergie et exploitation minière	0.18	0.01	0.10	0.20	0.16	0.18
Changement climatique et phénomènes météorologiques violents	0.18	0.05	0.14	0.19	0.16	0.23
Intrusions et perturbations humaines	0.08	0.02	0.18	0.06	0.08	0.11
Autres modifications de l'écosystème	0.06	0.04	0.03	0.08	0.02	0.02
Transport	0.05	0.01	0.07	0.06	0.01	0.13
Incendie et extinction des incendies	0.05	0.00	0.08	0.03	0.12	0.19
Espèces indigènes problématiques	0.04	0.02	0.02	0.06	0.01	0.06
Aquaculture	0.02	0.00	0.00	0.02	0.06	0.01
Événements géologiques	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02

b

Habitat	Espèces d'eau douce menacées	Espèces d'eau douce disparues	Décapodes menacés	Poissons menacés	Odonates menacés
Rivières permanentes	0.71	0.37	0.65	0.70	0.77
Lacs permanents	0.18	0.48	0.10	0.23	0.02
Rivières saisonnières	0.10	0.00	0.02	0.13	0.03
Piscines permanentes	0.09	0.03	0.04	0.11	0.07
Tourbières et marais, entre autres	0.08	0.04	0.07	0.08	0.08
Piscines saisonnières	0.08	0.00	0.02	0.10	0.02
Sources et oasis	0.06	0.19	0.03	0.07	0.03
Karst	0.05	0.00	0.24	0.03	0.00
Lacs saisonniers	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01
Autres zones humides	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00
Saline, saumâtre ou alcaline	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00

Fig. 2 | Proportion d'espèces d'eau douce menacées, d'espèces d'eau douce éteintes et de tétrapodes menacés. a, Proportion d'espèces d'eau douce menacées (crustacés décapodes, poissons et odonates ; combinés et individuels), d'espèces d'eau douce éteintes (combinées) et de tétrapodes menacés (combinés) affectées par chaque menace. Les cellules plus foncées indiquent une plus grande proportion d'espèces affectées par la menace. Les menaces ne s'excluent pas mutuellement. Les menaces sont codées selon le système de classification des menaces de l'UICN (version 3.3) et combinées pour la présentation comme suit (la valeur du niveau hiérarchique le plus élevé est indiquée ; tous les niveaux suivants sont inclus) : pollution (9) ; barrages et gestion de l'eau (7.2) ; agriculture (2.1, 2.2 et 2.3) ; espèces envahissantes et maladies (8.1, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7 et 8.8) et 8.6) ; l'exploitation forestière (5.2 et 5.3) ; le développement urbain (1) ; la chasse et la pêche (5.1 et 5.4) ; la production d'énergie et l'exploitation minière (3) ; le changement climatique et les phénomènes météorologiques violents (2) ; le changement climatique et les phénomènes météorologiques violents (3). (11) ; intrusions et perturbations humaines (6) ; autres modifications de l'écosystème (7,3) ; transports (4) ; incendies et lutte contre les incendies (7,1) ; espèces indigènes problématiques (8,2) ; aquaculture (2,4) ; et événements géologiques (10). Pour le nombre d'espèces : espèces d'eau douce menacées $n = 4\ 190$, espèces d'eau douce éteintes $n = 82$, décapodes menacés $n = 472$, poissons menacés $n = 3\ 032$, odonates menacés

$n = 686$ et tétrapodes menacés $n = 7\ 112$. **b,** Proportion d'espèces d'eau douce menacées (crustacés décapodes, poissons et odonates ; combinés et individuels) et d'espèces d'eau douce éteintes (combinées) utilisant chaque habitat de zone humide. Les cellules plus foncées indiquent une plus grande proportion d'espèces utilisant l'habitat. Les habitats ne s'excluent pas mutuellement. Les habitats sont codés selon le système de classification des habitats de l'UICN (version 3.1) comme suit : rivières permanentes (5.1) ; lacs permanents (5.5) ; rivières saisonnières (5.2) ; mares permanentes (5.7) ; tourbières et marais, entre autres (5.4) ; mares saisonnières (5.8) ; sources et oasis (5.9) ; karst (5.18) ; lacs saisonniers (5.6) ; autres zones humides (5.3, 5.10, 5.11 et 5.12) ; et zones salines, saumâtres ou alcalines (5.14, 5.15, 5.16 et 5.17). Pour le nombre d'espèces : espèces d'eau douce menacées $n = 4\ 255$, espèces d'eau douce éteintes $n = 100$, décapodes menacés $n = 484$, poissons menacés $n = 3\ 071$ et odonates menacés $n = 700$. Dans les tableaux **a,b**, les espèces menacées comprennent celles qui sont considérées comme étant en danger critique d'extinction (y compris celles qui sont signalées comme étant peut-être éteintes et peut-être éteintes à l'état sauvage), en danger ou vulnérables. Les espèces d'eau douce éteintes comprennent celles qui sont considérées comme éteintes ou éteintes à l'état sauvage.

des espèces d'eau douce dans la planification spatiale de la conservation. En utilisant une approche de représentation de la complémentarité (c' en veillant à ce que les zones sélectionnées complètent celles déjà choisies), nous avons appliqué deux stratégies qui, ensemble, mettent en évidence les principales zones de conservation prioritaires pour les espèces menacées : la stratégie a pour donner la priorité à la richesse en espèces menacées pondérée par la rareté (c'est-à-dire pour donner la priorité à l'inclusion de zones contenant de nombreuses espèces menacées dont l'aire de répartition est restreinte), et la stratégie b pour maximiser l'inclusion des espèces dont l'aire de répartition est la plus restreinte (c'est-à-dire pour donner la priorité à l'inclusion de zones centrales pour les espèces dont l'aire de répartition est la plus restreinte ; voir la section Méthodes pour plus de détails). Nous avons dérivé des indices d'accumulation d'espèces (IAE) pour tester l'efficacité des substituts, les valeurs proches de un indiquant une forte substitution, les valeurs nulles indiquant une substitution aléatoire et les valeurs négatives indiquant une substitution pire qu'aléatoire. Nous avons utilisé les descripteurs suivants pour définir la performance des ISC : 0,01-0,19 pour très faible, 0,20-0,39 pour faible, 0,40-0,59 pour raisonnable, 0,60-0,79 pour bonne et 0,80-0,99 pour très bonne. À titre de référence, l'utilisation de substituts dans 464 tests provenant de 16 études¹⁷ a donné un ISC médian = 0,12, et 8 tests provenant d'une seule étude utilisant des substituts terrestres et des cibles d'eau douce ont donné un ISC médian = 0,38. L'approche de l'ISC est plus appropriée pour déterminer dans quelle mesure les zones sélectionnées pour les substituts capturent les cibles que les approches basées sur la congruence spatiale.

A l'échelle étudiée (environ $\times 50$ km de résolution), lors de la hiérarchisation de la richesse en espèces menacées pondérée par la rareté, nous avons trouvé que les tétrapodes (combinés) étaient de bons substituts pour les espèces d'eau douce (I) en tant que cibles (SAI= 0,66), bien qu'individuellement les classes de tétrapodes ne soient que des substituts raisonnables (amphibiens SAI= 0,45, oiseaux SAI= 0,51, mammifères SAI= 0,55 et reptiles SAI= 0,56 ; Extended Data Fig. 4a). Les tétrapodes (combinés) sont de bons substituts pour chaque groupe d'eau douce, l'efficacité augmentant des poissons (ISC = 0,60) aux décapodes (ISC = 0,73) et aux odonates (ISC = 0,80 ; Extended Data Fig. 5a), ce qui s'explique probablement par le fait que de nombreux décapodes et odonates menacés dépendent de l'habitat forestier, tout comme de nombreux tétrapodes menacés (Extended Data Fig. 1).

Lorsque l'on maximise l'inclusion des espèces dont l'aire de répartition est la plus restreinte, les tétrapodes menacés (combinés) sont des substituts plus faibles, bien que toujours raisonnables, pour les espèces d'eau douce menacées (combinées ; ISC= 0,58 ; données étendues Fig. 4b). Une fois encore, les classes individuelles de tétrapodes sont moins performantes que les tétrapodes (combinés), les mammifères étant des substituts raisonnables (SAI= 0,42), suivis des reptiles (SAI= 0,37), des oiseaux (SAI= 0,35) et des amphibiens qui sont les substituts les plus médiocres (SAI= 0,21 ; Extended Data Fig. 4b). Cela suggère que les espèces d'eau douce menacées ayant les plus petites aires de répartition ont tendance à se trouver dans des endroits différents de ceux des tétrapodes ayant les plus petites aires de répartition, en particulier pour les , qui ont les aires de répartition les plus étroites parmi les tétrapodes. Si l'on considère les groupes d'eau douce individuellement comme cibles avec les tétrapodes (combinés) comme substituts, la substituabilité augmente à nouveau des poissons (ISC= 0,49) aux décapodes (ISC= 0,67) et aux odonates (ISC= 0,81 ; Extended Data Fig. 5b). Toutes les valeurs de l'ISC pour les facteurs abiotiques, représentant la quantité et la qualité de l'eau, sont négatives, ce qui signifie que la performance est inférieure à celle attendue des solutions aléatoires (Extended Data Fig. 6). L'efficacité est tout aussi mauvaise pour les deux stratégies de conservation. Le stress hydrique et l'eutrophisation sont donc de très mauvais substituts pour les espèces d'eau douce menacées. Cela suggère que le fait de s'appuyer sur ces substituts pour les décisions de conservation et de gestion pourrait conduire à des résultats sous-optimaux ou même nuisibles et, par conséquent, que les stratégies de conservation qui s'appuient sur les facteurs abiotiques, comme le stress hydrique et l'eutrophisation, ne sont pas efficaces. devraient être réévalués.

Discussion

Cette étude marque l'achèvement d'une évaluation systématique du risque d'extinction mondiale de plusieurs groupes de faune d'eau douce, grâce à un processus de consultation d'experts à grande échelle suivant des critères quantitatifs, et constitue une étape essentielle dans la lutte contre le déclin de la biodiversité des eaux douces à l'échelle mondiale. Étant donné qu'environ un quart des espèces d'eau douce sont exposées à un risque élevé d'extinction, avec 89 extinctions confirmées et 178 autres suspectées depuis 1500, il est urgent d'agir rapidement pour

faire face aux menaces afin d'éviter d'autres déclin et pertes d'espèces. Le manque de données sur l'état et la répartition de la biodiversité des eaux douces ne peut plus servir d'excuse à l'inaction. Bien que l'agriculture et les espèces envahissantes soient considérées comme des menaces majeures pour les espèces d'eau douce et les tétrapodes, certaines menaces sont plus répandues pour les espèces d'eau douce, notamment la pollution, les barrages et l'extraction d'eau, et nécessitent donc des actions ciblées. Ces menaces principales ont des effets systémiques et nécessiteront des changements dans les pratiques de gestion de l'eau à l'échelle du bassin versant, en plus des actions spécifiques aux espèces ou aux sites. L'intégration avec le secteur de l'eau et une meilleure prise en compte de la biodiversité dans le développement et la gouvernance de l'eau, par exemple par le biais d'approches analogues à celles des acteurs écologiques ou des bassins versants sains, constituent donc un élément essentiel de la lutte contre le déclin des espèces d'eau douce. Cette connexion et cette collaboration devraient être axées sur les solutions, par exemple en utilisant des solutions basées sur la nature pour proposer des développements qui profitent simultanément à la biodiversité et au bien-être humain³⁴. Il convient également d'accorder une attention particulière à la lutte contre la surexploitation des ressources, car elle est considérée comme une menace particulièrement importante dans l'extinction des espèces d'eau douce.

La majorité des espèces d'eau douce menacées sont considérées comme étant en danger en raison d'un déclin continu ou de menaces plausibles au sein de leur aire de répartition restreinte (c'est-à-dire que 90 % sont évaluées sur la base des critères B ou D2 de la liste rouge de l'UICN (réf. 37)), plutôt qu'en raison de la petite taille de la population, d'un déclin ou d'une analyse quantitative (c'est-à-dire les critères A, C, D1 et E de la liste rouge de l'UICN (37)réf.). Cela s'explique en partie par le fait que les habitats d'eau douce sont souvent fragmentés, ce qui empêche de nombreuses espèces de se déplacer entre des habitats isolés et donne lieu à de nombreuses espèces dont l'aire de répartition est naturellement restreinte, mais aussi en partie parce que les données démographiques manquent pour la plupart des espèces d'eau douce. Les données démographiques permettraient de classer les espèces dans des catégories autres que celles pour lesquelles les données sont insuffisantes, ce qui réduirait l'incertitude globale concernant le risque d'extinction. Cela souligne fortement la nécessité d'investir davantage dans la recherche quantitative et la surveillance des espèces d'eau douce ⁴⁹ afin de réduire l'incertitude concernant le risque d'extinction global, sans oublier que les pressions exercées par les populations humaines sont susceptibles d'augmenter avec le temps, car les menaces existantes sont exacerbées et de nouvelles menaces émergent ⁴⁵. En outre, la surveillance permettra d'accroître la base de preuves de l'efficacité (ou non) d'actions particulières pour lutter contre les menaces et améliorer le statut des espèces afin de mieux orienter les actions futures^{34,50,51}. L'implication accrue des parties prenantes au-delà des scientifiques de la conservation (par , les gestionnaires de ressources naturelles, les développeurs d'infrastructures et les communautés locales) et l'amélioration de la réglementation augmenteront considérablement le volume de données, ainsi que la pertinence et la légitimité des données pour toutes les parties prenantes ^{34,52}. Les programmes de science citoyenne pourraient être une solution potentielle étant donné le besoin élevé de données, mais la faible disponibilité des ressources financières pour soutenir leur production⁵³. De nouvelles techniques d'enquête devraient être étudiées, telles que l'utilisation de l'ADN environnemental⁵⁴ en , plus de l'échantillonnage conventionnel. Les données générées par des efforts de surveillance accrues sont essentielles pour réduire proportion d'espèces pour lesquelles les données sont insuffisantes, notamment en fournissant des informations sur des taxons négligés qui pourraient être exposés à un risque élevé d'extinction en raison notamment de leur isolement (Extended Data Fig. 2b).

Contrairement aux preuves publiées précédemment ^{16,17}, notre analyse a révélé que les tétrapodes menacés au niveau mondial constituent de bons substituts pour les espèces d'eau douce menacées, et des substituts raisonnables pour les espèces d'eau douce menacées dont l'aire de répartition est limitée, en notant que plus d'un quart des tétrapodes menacés dépendent directement des habitats naturels des zones humides. Cela suggère que les régions prioritaires de conservation à grande échelle (conformément à la résolution étudiée ici) basées sur des groupes d'espèces terrestres représentent efficacement les espèces d'eau douce menacées dans leur ensemble, bien que de nombreuses espèces d'eau douce à aire de répartition très restreinte, en particulier parmi les poissons, ne soient pas susceptibles d'être classées prioritaires de manière fortuite en raison de leur cooccurrence avec les tétrapodes. Les anciens bassins versants, les sources et les systèmes karstiques, par exemple, abritent souvent un grand nombre d'espèces endémiques menacées appartenant à des groupes d'eau douce (y compris des mollusques d'eau douce, qui ont été omis ici⁴⁴), mais peu de tétrapodes, et doivent donc faire l'objet d'une action ciblée spécifique. En outre, la répartition des espèces dans leur aire de distribution ne sera pas toujours la même.

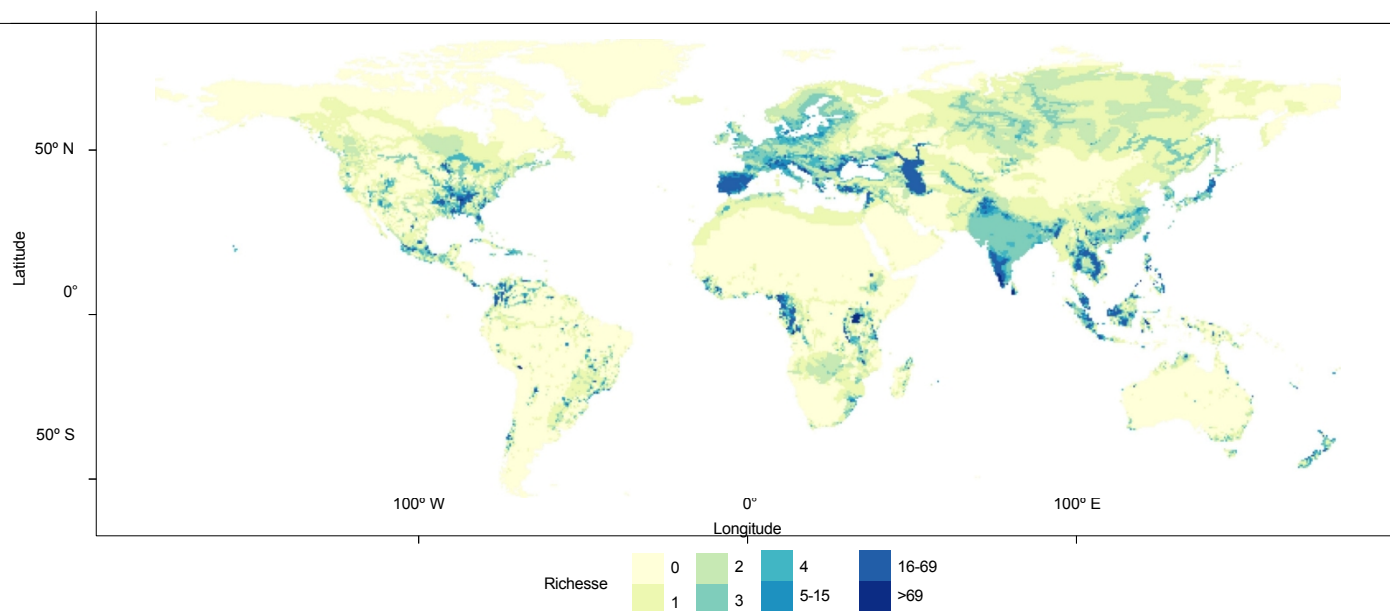


Fig. 3 | Richesse absolue des espèces d'eau douce menacées. Les espèces menacées sont celles qui sont considérées comme étant en danger critique d'extinction, en danger ou vulnérables (y compris celles qui sont signalées comme étant peut-être éteintes et peut-être éteintes à l'état sauvage). Les distributions suivantes sont incluses : la présence fait référence à l'extinction, à l' probable ou à l'extinction possible ; l'origine indique l'indigénat, la réintroduction ou la colonisation assistée ; et la saisonnalité indique la résidence, la reproduction, la non-reproduction ou l'absence de reproduction.

passage. La valeur de chaque cellule est calculée comme le nombre d'espèces menacées dont la distribution cartographiée chevauche la cellule. La richesse est indiquée à l'aide d'un
 Une grille de latitude et de longitude de 0,5 x 0,5 et WGS84. Les limites officielles de la Banque mondiale (sous licence Creative Commons CC BY 4.0) ont été utilisées comme carte de base. Pour la richesse absolue en espèces menacées de tétrapodes, voir réf. 33.

L'importance disproportionnée de certaines zones et/ou de certains types d'habitats, par exemple ceux utilisés comme zones d'alimentation ou de reproduction, doit être prise en compte lors de la planification des actions sur le terrain.

Lorsqu'il existe des zones de chevauchement spatial important entre les priorités de conservation des tétrapodes et des espèces d'eau douce, il est important que les deux groupes soient activement inclus dans les plans d'action de gestion et de conservation. Notre analyse a mis en évidence les différences entre les habitats clés et les menaces qui pèsent sur les deux groupes, de sorte que la satisfaction des besoins des tétrapodes ne peut pas être considérée comme suffisante pour conserver les espèces d'eau douce à l'échelle locale. En outre, les plans d'action doivent tenir compte des effets de la connectivité hydrologique, des flux environnementaux et de la structure de l'habitat, car sans ces considérations explicites, la plupart des actions sont moins efficaces pour les espèces d'eau douce⁵⁵. Il est encourageant de constater que les initiatives de conservation qui intègrent la biodiversité terrestre et dulçaquicole dans la planification et l'établissement des priorités présentent des avantages substantiels pour les espèces dulçaquicoles, avec une réduction négligeable des avantages pour les espèces terrestres⁵⁶.

Nos résultats révèlent que le stress hydrique et l'eutrophisation sont de très mauvais substituts lorsqu'ils sont utilisés dans la planification de la conservation des espèces d'eau douce menacées. La distribution de la biodiversité est influencée par une interaction complexe entre divers facteurs biotiques et abiotiques, et les stratégies de conservation qui s'appuient uniquement sur des facteurs abiotiques en tant qu'indicateurs clés devraient être réévaluées. Cette analyse constitue, à notre connaissance, la première étude mondiale sur l'évaluation des données environnementales abiotiques en tant que substituts pour les espèces d'eau douce, et elle est conforme aux conclusions précédentes¹⁷ concernant les espèces terrestres, selon lesquelles les substituts environnementaux sont beaucoup moins performants que les substituts inter-taxonomiques. Alors que les secteurs privé et public s'empressent de fixer des objectifs scientifiques tels que ceux du GBF³⁶ pour contribuer à la réalisation des objectifs environnementaux, nos résultats suggèrent que la fixation d'objectifs autour de la nature non vivante ne sera pas suffisante pour protéger et conserver la nature vivante et pourrait être préjudiciable en termes de coût d'opportunité et de déplacement des menaces vers des lieux plus importants pour la biodiversité d'eau douce. L'étape suivante consiste à communiquer la disponibilité de ce nouvel ensemble de données à toutes les parties prenantes concernées, qu'il s'agisse des praticiens locaux de la conservation, du secteur public ou des organismes nationaux chargés de la planification.

et les instruments politiques mondiaux. En outre, ces parties prenantes devraient être soutenues pour maximiser l'utilisation et l'intégration de l'ensemble de données dans leurs activités, afin de relier la science à des actions de gestion et de conservation fondées sur des données probantes au profit des espèces d'eau douce³⁴. Par exemple, les utilisateurs du secteur privé de l'outil d'évaluation intégrée de la biodiversité (IBAT) peuvent exécuter un rapport sur les eaux douces qui utilise les données de la liste rouge de l'UICN pour fournir des informations sur les espèces d'eau douce (en mettant l'accent sur les espèces menacées et migratrices) présentes dans les bassins versants en amont et en aval des points d'intérêt, afin d'aider à atténuer les risques pour la biodiversité des eaux douces lors de la planification des développements. L'IBAT intègre également les données de la liste rouge de l'UICN sur les espèces d'eau douce dans les profils nationaux, ce qui peut aider les pays à rendre compte de leurs stratégies et plans d'action nationaux en matière de biodiversité. L'intégration des données sur la biodiversité des eaux douces devrait être intersectorielle (impliquant une coordination avec les secteurs de l'agriculture et de l'énergie, par exemple, étant donné leur utilisation directe et leurs effets sur les systèmes d'eau douce), car des écosystèmes d'eau douce sains maintiennent les services écosystémiques et soutiennent les communautés et les moyens de subsistance de l'homme dans le monde entier. La conservation des espèces de poissons d'eau douce, en particulier, est vitale dans les régions où les communautés en dépendent pour leurs besoins en protéines, faute de quoi la sécurité alimentaire, ainsi que les moyens de subsistance et les économies qui en découlent, seront compromis². Bien que certains systèmes de connaissances, notamment ceux des communautés autochtones, reconnaissent déjà les liens inhérents entre les humains et les eaux douces⁵⁷, il est nécessaire de remodeler les relations de la société dans son ensemble pour que les eaux douces ne soient plus considérées uniquement comme une ressource à exploiter et un élément du paysage terrestre³⁴. Le nouvel ensemble de données de la Liste rouge mondiale de l'UICN sur les eaux douces que nous avons présenté ici, associé aux progrès à venir dans le calcul de la zone d'habitat des espèces d'eau douce (F. A. Ridley et al., données non publiées), permettra bientôt d'intégrer les groupes d'eau douce évalués dans la métrique STAR⁴ (species threat abatement and restoration). Cela permettra d'évaluer la contribution d'actions particulières dans des lieux spécifiques à la réduction du risque d'extinction des espèces⁴, et d'établir des objectifs scientifiques pour la conservation des espèces d'eau douce, alignés sur l'objectif A³⁶ du GBF et sur l'ODD 15. À l'appui des objectifs du GBF, la nouvelle base de données des

Article

L'ensemble des données de la liste rouge de l'UICN pour les eaux douces peut également servir de point de départ à l'identification des zones clés pour la biodiversité, des sites importants pour la persistance de la biodiversité⁵⁸ au niveau mondial pour les espèces d'eau douce. Ces zones ont déjà été identifiées dans certaines régions où des données complètes sont disponibles (par exemple, voir réf. 59). En outre, les données peuvent aider à informer les pays dont l'état de la biodiversité des eaux douces rend les plus critiques pour la restauration, dans le cadre de leurs engagements envers Défi de l'eau douce, une initiative nationale visant à obtenir le soutien nécessaire pour restaurer 300 000 km de rivières et 350 millions d'hectares d'eaux intérieures d'ici à 2030. En outre, les données présentées ici permettront de mieux déterminer où se trouvent les zones protégées existantes, ou d'autres mécanismes de protection et de gestion, dans les zones de grande importance pour la biodiversité des eaux douces, et d'identifier et de classer par ordre de priorité les lacunes en vue d'une action future. Cela a été fait pour l'Afrique¹⁶, mais peut maintenant être répété à l'échelle mondiale.

L'ensemble des données constituera également la base des processus de planification de la conservation des (multi)-espèces dans le monde entier. Bien que les groupes d'eau douce analysés ici permettent d'améliorer considérablement l'image de l'état et de la répartition de la biodiversité des eaux douces au niveau mondial, il est essentiel que les évaluations du risque d'extinction des espèces d'eau douce élargissent la couverture taxonomique afin de représenter plus complètement la biodiversité du royaume. Cela inclut un certain nombre d'initiatives en cours et émergentes visant à améliorer nos connaissances sur : les mollusques d'eau douce, un groupe qui, selon les recherches existantes, est susceptible d'être fortement menacé⁴⁴ ; les mouches des patanes, les éphémères et les éphémères, qui sont généralement utilisés dans la surveillance biologique pour déduire les changements dans la qualité de l'eau et la santé de l'écosystème²⁴ ; et les plantes dépendant des zones humides et les champignons d'eau douce, afin d'étendre la couverture à d'autres royaumes. En outre, l'indice de la liste rouge de l'UICN²⁵ est un indicateur largement utilisé de l'état de la biodiversité⁶, mais il repose sur des groupes taxonomiques (ou des échantillons de ces groupes⁴¹) évalués plus d'une fois pour évaluer les tendances. Des réévaluations ponctuelles des groupes d'eau douce sont donc essentielles pour suivre l'évolution de leur statut et rester en phase avec les nouvelles découvertes et les changements taxonomiques. En outre, l'objectif A³⁶ du GBF demande aux pays d'utiliser les indices de la Liste rouge comme indicateurs des progrès réalisés au niveau national. Les pays devraient être encouragés et équipés pour faire progresser la Liste rouge des eaux douces par le biais de réévaluations régulières au niveau national afin d'atteindre les objectifs en matière de rapports et d'informer leur prise de décision. Les réévaluations posent toutefois leurs propres problèmes en raison du manque de capacité de surveillance des eaux douces dans de nombreuses régions du monde⁴⁹, ce qui limite notre capacité à fournir de nouvelles données pour mettre à jour les évaluations. Il est donc essentiel d'accroître cette capacité pour suivre l'évolution de l'état de la biodiversité des eaux douces. En complément de la liste rouge de l'UICN, des évaluations utilisant la récente liste rouge de l'UICN ont été réalisées.

Le cadre du statut vert sur les progrès réalisés par les espèces en matière de rétablissement contribuera à encourager les mesures de conservation⁵¹. À l'heure actuelle, seules deux espèces (la crevette géante de rivière, *Macrobrachium rosenbergii*, et le poisson-kill *Acigöi*, *Anatolichthys transgrediens*) des groupes d'eau douce considérés ici ont publié des évaluations du statut vert, bien que la Liste rouge de l'UICN fournisse des preuves que le statut du risque d'extinction d'un certain nombre d'espèces d'eau douce s'est réellement amélioré grâce à des efforts de conservation efficaces et ciblés. Enfin, il est également nécessaire d'étendre les efforts d'évaluation mondiale au niveau des écosystèmes des zones humides, par le biais de la liste rouge des écosystèmes de l'UICN⁶⁰. Par conséquent, malgré les progrès démontrés ici, il est clairement nécessaire d'investir davantage dans la recherche actuellement sous-financée³⁴ sur la biodiversité des eaux douces et dans la Liste rouge de l'UICN, en soutenant des actions de gestion et de conservation fondées sur des preuves, en surveillant les effets de ces actions et en mettant en place des processus permettant de réintégrer ces résultats dans les efforts d'évaluation.

Il est encourageant de constater que les récents cadres environnementaux mondiaux ont spécifiquement identifié la nécessité d'agir et de restaurer les espèces et les habitats d'eau douce afin de respecter les engagements visant à inverser le déclin mondial de la biodiversité. Il s'agit d'une étape clé dans la restauration de la biodiversité des eaux douces³⁴. À l'avenir, nous espérons que cet ensemble de données de la Liste rouge mondiale de l'UICN pour les eaux douces, ainsi que les futures itérations élargies et les recommandations issues de cette analyse, seront intégrés dans des actions de conservation et de gestion fondées sur des preuves et dans des mesures politiques à l'échelle locale et mondiale, afin d'aider à infléchir la courbe de la perte de biodiversité des eaux douces¹⁵.

Contenu en ligne

Toutes les méthodes, les références supplémentaires, les rapports de Nature Portfolio, les données sources, les données étendues, les informations supplémentaires, les remerciements, les informations sur l'examen par les pairs, les détails sur les contributions des auteurs et les intérêts concurrents, ainsi que les déclarations sur la disponibilité des données et des codes sont disponibles à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08375-z>.

1. Strayer, D. L. & Dudgeon, D. Freshwater biodiversity conservation : recent progress and future challenges. *J. North Am. Benthol. Soc.* **29**, 344–358 (2010).
2. Lynch, A. J. et al. Les gens ont besoin de la biodiversité de l'eau douce. *WIREs Water* **10**, e1633 (2023).
3. Dudgeon, D. De multiples menaces mettent en péril la biodiversité des eaux douces dans l'Anthropocène. *Curr. Biol.* **29**, R960–R967 (2019).
4. Mair, L. et al. A metric for spatially explicit contributions to science-based species targets. *Nat. Ecol. Evol.* **5**, 836–844 (2021).
5. Hoffmann, M. et al. The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *Science* **330**, 1503–1509 (2010).
6. IPBES. *Rapport d'évaluation mondiale sur la biodiversité et les services écosystémiques de la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques* <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3831673> (IPBES, 2019).
7. FEM. Politique et lignes directrices sur le système d'allocation transparente des ressources (STAR). Politique STAR (GA/PL/01) et directives (GA/GN/01). FEM https://www.thegef.org/sites/default/files/documents/STAR_Policy_Guidelines.pdf (2018).
8. Réseau des objectifs scientifiques. Guide technique : étape 3 eau douce : mesurer, fixer et divulguer. *Science Based Targets Network* <https://sciencebasedtargetsnetwork.org/wp-content/uploads/2023/05/Technical-Guidance-2023-Step3-Freshwater-v1.pdf> (2023).
9. Pacte mondial. CEO Water Mandate : corporate water disclosure guidelines - towards a common approach to reporting water issues. *CEO Water Mandate* <https://ceowatermandate.org/disclosure/download/> (2014).
10. GRI. Les normes mondiales pour les impacts de la durabilité. *Global Reporting* <https://www.globalreporting.org/standards/> (2024).
11. Nations Unies. Indicateur 6.4.2 des ODD - niveau de stress hydrique : prélèvement d'eau douce rapport aux ressources en eau douce disponibles. ONU <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/> (2017).
12. TNFD. Recommandations du groupe de travail sur les informations financières relatives à la nature. TNFD <https://tnfd.global/publication/recommendations-of-the-taskforce-on-nature-related-financial-disclosures/> (2023).
13. WWF. Documentation sur la méthodologie de filtrage des risques liés à l'eau du WWF. *WWF* <https://riskfilter.org/water> (2023).
14. Abell, R. et al. Concordance of freshwater and terrestrial biodiversity : freshwater biodiversity concordance. *Conserv. Lett.* **4**, 127–136 (2011).
15. Tickner, D. et al. Bending the curve of global freshwater biodiversity loss : an emergency recovery plan. *BioScience* **70**, 330–342 (2020).
16. Darwall, W. R. T. et al. Implications of bias in conservation research and investment for freshwater species : conservation and freshwater species. *Conserv. Lett.* **4**, 474–482 (2011).
17. Rodrigues, A. S. L. & Brooks, T. M. Shortcuts for biodiversity conservation planning : the effectiveness of surrogates. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **38**, 713–737 (2007).
18. Martens, K., Fontaneto, D., Thomaz, S. M. & Naselli-Flores, L. Deux célébrations et les objectifs de développement durable. *Hydrobiologia* **850**, 1–3 (2023).
19. Cooke, S. J. et al. Is it a new day for freshwater biodiversity ? Reflections on outcomes of the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (Réflexions sur les résultats du cadre mondial pour la biodiversité Kunming-Montréal). *PLoS Sustain. Transform.* **2**, e0000065 (2023).
20. Albert, J. S. et al. Scientists' warning to humanity on the freshwater biodiversity crisis (L'avertissement des scientifiques à l'humanité sur la crise de la biodiversité de l'eau douce). *Ambio* **50**, 85–94 (2021).
21. Gardner, R. C. & Finlayson, C. *Global Wetland Outlook : State of the World's Wetlands and their Services to People* (Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2018).
22. Vorosmarty, C. J. et al. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* **467**, 555–561 (2010).
23. Grill, G. et al. Cartographie des rivières à écoulement libre dans le monde. *Nature* **569**, 215–221 (2019).
24. Moog, O., Schmutz, S. & Schwarzingler, I. in *Gestion des écosystèmes fluviaux* (eds. Schmutz, S. & Sendzimir, J.) 371–390 (Springer International Publishing, 2018).
25. Butchart, S. H. M. et al. Improvements to the Red List Index. *PLoS ONE* **2**, e140 (2007).
26. Rodrigues, A., Pilgrim, J., Lamoreux, J., Hoffmann, M. & Brooks, T. The value of the IUCN Red List for conservation. *Trends Ecol. Evol.* **21**, 71–76 (2006).
27. Collar, N. J. & Andrew, P. *Oiseaux à surveiller : La liste mondiale des oiseaux menacés de l'ICBP* (Conseil international pour la préservation des oiseaux, 1988).
28. Stuart, S. N. et al. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* **306**, 1783–1786 (2004).
29. Baillie, J. & Groombridge, B. *1996 Liste rouge de l'UICN des animaux menacés* (UICN, 1996).
30. Luedtke, J. A. et al. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature* **622**, 308–314 (2023).
31. Schipper, J. et al. The status of the world's land and marine mammals : diversity, threat, and knowledge. *Science* **322**, 225–230 (2008).
32. BirdLife International. *State of the World's Birds 2022 : Insights and Solutions for the Biodiversity Crisis* (BirdLife International, 2022).
33. Cox, N. et al. A global reptile assessment highlights shared conservation needs of tetrapods. *Nature* **605**, 285–290 (2022).
34. Birnie-Gauvin, K. et al. The RACE for freshwater biodiversity : essential actions to create the social context for meaningful conservation. *Conserv. Sci. Pract.* **5**, e12911 (2023).
35. Lynch, A. J. et al. Les poissons des eaux intérieures et les pêcheries font partie intégrante de la réalisation des objectifs de développement durable. *Nat. Sustain.* **3**, 579–587 (2020).

36. Convention sur la biodiversité. *Cadre mondial pour la diversité biologique de Kunming-Montréal, 18 déc. 2022. CBD/COP/15/L.25* (Convention sur la diversité biologique, 2022).
37. UICN. *Catégories et critères de la Liste rouge de l'UICN : Version 3.1 2e éd.* (UICN, 2012).
38. Cumberlidge, N. et al. Freshwater crabs and the biodiversity crisis : importance, threats, status, and conservation challenges. *Biol. Conserv.* **142**, 1665–1673 (2009).
39. Richman, N. I. et al. Multiple drivers of decline in the global status of freshwater crayfish (Decapoda : Astacidea). *Phil. Trans. R. Soc. B* **370**, 20140060 (2015).
40. De Grave, S. et al. Dead shrimp blues : a global assessment of extinction risk in freshwater shrimps (Crustacea : Decapoda : Caridea). *PLoS ONE* **10**, e0120198 (2015).
41. Baillie, J. E. M. et al. Toward monitoring global biodiversity. *Conserv. Lett.* **1**, 18–26 (2008).
42. Miranda, R. et al. Monitoring extinction risk and threats of the world's fishes based on the Sampled Red List Index. *Rev. Fish Biol. Fish.* **32**, 975–991 (2022).
43. Clausnitzer, V. et al. Odonata enter the biodiversity crisis debate : the first global assessment of an insect group. *Biol. Conserv.* **142**, 1864–1869 (2009).
44. Böhm, M. et al. The conservation status of the world's freshwater molluscs. *Hydrobiologia* **848**, 3231–3254 (2021).
45. Reid, A. J. et al. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biol. Rev.* **94**, 849–873 (2019).
46. Barbarossa, V. et al. Impacts of current and future large dams on the geographic range connectivity of freshwater fish worldwide. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **117**, 3648–3655 (2020).
47. Barbarossa, V. et al. Threats of global warming to the world's freshwater fishes. *Nat. Commun.* **12**, 1701 (2021).
48. Mancini, G. et al. A standard approach for including climate change responses in IUCN Red List assessments. *Conserv. Biol.* **38**, e14227 (2024).
49. Tydecks, L., Ibelings, B. W. & Tockner, K. Une étude mondiale des stations biologiques de terrain en eau douce. *River Res. Appl.* <https://doi.org/10.1002/rra.3476> (2019).
50. Sutherland, W. J., Pullin, A. S., P. M. & Knight, T. M. The need for evidence-based conservation. *Trends Ecol. Evol.* **19**, 305–308 (2004).
51. Grace, M. K. et al. Testing a global standard for quantifying species recovery and assessing conservation impact. *Conserv. Biol.* **35**, 1833–1849 (2021).
52. Cooke, S. J. et al. Knowledge co-production : a pathway to effective fisheries management, conservation, and governance. *Fisheries* **46**, 89–97 (2021).
53. Metcalfe, A. N., Kennedy, T. A., Mendez, G. A. & Muehlbauer, J. D. Applied citizen science in freshwater research. *WIREs Water* **9**, e1578 (2022).
54. Schenkar, T. The current state of eDNA research in freshwater ecosystems : are we shifting from the developmental phase to standard application in biomonitoring ? *Hydrobiologia* **850**, 1263–1282 (2023).
55. Hermoso, V., Abell, R., Linke, S. & Boon, P. The role of protected areas for freshwater biodiversity conservation : challenges and opportunities in a rapidly changing world : freshwater protected areas. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* **26**, 3–11 (2016).
56. Leal, C. G. et al. Integrated terrestrial-freshwater planning doubles conservation of tropical aquatic species. *Science* **370**, 117–121 (2020).
57. Reid, A. J. et al. "Two-eyed seeing" : an Indigenous framework to transform fisheries research and management. *Fish Fish.* **22**, 243–261 (2021).
58. UICN. *Norme mondiale pour l'identification des zones clés pour la biodiversité, version 1.0.* (UICN, 2016).
59. Sayer, C. A., Palmer-Newton, A. F. & Darwall, W. R. T. *Conservation Priorities for Freshwater Biodiversity in the Lake Malawi/Nyasa/Niassa Catchment* (UICN, 2019).
60. UICN. *Introduction à la liste rouge des écosystèmes de l'UICN* (UICN, 2016).

Note de l'éditeur Springer Nature reste neutre en ce qui concerne les revendications juridictionnelles dans les cartes publiées et les affiliations institutionnelles.



Libre accès Cet article est placé sous licence Creative Commons Attribution

4.0 International License, qui permet l'utilisation, le partage, l'adaptation, la distribution et la reproduction sur tout support ou dans tout format, à condition que vous fournissiez les informations appropriées sur les droits d'auteur et les droits de propriété intellectuelle.

mentionner les auteurs originaux et la source, fournir un lien vers la licence Creative Commons et indiquer si modifications ont été apportées. Les images ou autres éléments de tiers figurant dans cet article sont inclus dans la licence Creative Commons de l'article, sauf indication contraire dans la ligne de crédit de l'élément. Si le matériel n'est pas inclus dans la licence Creative Commons de l'article et que l'utilisation que vous souhaitez en faire n'est pas autorisée par la loi ou dépasse l'utilisation autorisée, vous devrez obtenir l'autorisation directement auprès du détenteur des droits d'auteur. Pour consulter une copie de cette licence, visitez le site <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

© Auteur(s) 2025

Catherine A. Sayer[✉], **Eresha Fernando**¹, **Randall R. Jimenez**², **Nicholas B. W. Macfarlane**³, **Giovanni Rapacciuolo**⁴, **Monika Böhm**⁵, **Thomas M. Brooks**⁶, **Topiltzin Contreras-MacBeath**⁷, **Neil A. Cox**^{8,9}, **Ian Harrison**¹⁰, **Michael Hoffmann**¹¹, **Richard Jenkins**¹², **Kevin G. Smith**¹³, **Jean-Christophe Vié**¹⁴, **John C. Abbott**¹⁵, **David J. Allen**¹⁶, **Gerald R. Allen**¹⁷, **Violeta Barrios**¹⁸, **Jean-Pierre Boudot**¹⁹, **Savrina F. Carrizo**²⁰, **Patricia Charvet**²¹, **Viola Clausnitzer**²², **Leonardo Congiu**²³, **Keith A. Grandall**²⁴, **Neil Cumberlidge**²⁵, **Annabelle Cuttled**²⁶, **James Dalton**²⁷, **Adam G. Daniels**²⁸, **Sammy De Grave**²⁹, **Geert De Knijff**³⁰, **Klaas-Douwe B. Dijkstra**³¹, **Rory A. Dow**^{32,33}, **Jörg Freyhof**³⁴, **Nieves Garcia**³⁵, **Joern Gessner**³⁶, **Abebe Getahun**³⁷, **Claudine Gibson**³⁸, **Matthew J. Gollock**³⁹, **Michael I. Grant**^{40,41}, **Alice E. R. Groom**⁴², **Michael P. Hammer**⁴³, **Geoffrey A. Hammerson**⁴⁴, **Craig Hilton-Taylor**⁴⁵,

Laurel Hodgkinson⁴⁶, **Robert A. Holland**⁴⁷, **Rima W. Jabado**^{48,49}, **Diego Juffe Bignoli**⁵⁰, **Vincent J. Kalkman**⁵¹, **Bakhtiyor K. Karimov**⁵², **Jens Kipping**⁵³, **Maurice Kottelat**⁵⁴, **Philippe A. Laléyé**⁵⁵, **Helen K. Larson**⁵⁶, **Mark Lintermans**^{56,57}, **Federico Lozano**⁵⁸, **Arne Ludwig**⁵⁹, **Timothy J. Lyons**⁶⁰, **Laura Máiz-Tomé**⁶¹, **Sanjay Molur**⁶², **Heok Hee Ng**⁶³, **Catherine Numa**⁶⁴, **Amy F. Palmer-Newton**⁶⁵, **Charlotte Pike**⁶⁶, **Helen E. Pippard**⁶⁷, **Carla N. M. Polaz**⁶⁸, **Caroline M. Pollock**⁶⁹, **Rajeev Raghavan**⁷⁰, **Peter S. Rand**⁷¹, **Tsilavina Ravelomanana**⁷², **Roberto E. Reis**⁷³, **Cassandra L. Rigby**⁷⁴, **Janet A. Scott**⁷⁵, **Paul H. Skelton**⁷⁶, **Matthew R. Sloat**⁷⁷, **Jos Snoeks**⁷⁸, **Melanie L. J. Stiasny**⁷⁹, **Heok Hui Tan**⁸⁰, **Yoshinori Taniguchi**⁸¹, **Eva B. Thorstad**⁸², **Marcelo F. Tognelli**⁸³, **Armi G. Torres**⁸⁴, **Yan Torres**⁸⁵, **Denis Tweedle**⁸⁶, **Katsutoshi Watanabe**⁸⁷, **James R. S. Westrip**⁸⁸, **Emma G. E. Wright**⁸⁹, **E Zhang**⁹⁰ & **William R. T. Darwall**⁹¹

¹ UICN (Union internationale pour la conservation de la nature), Cambridge, Royaume-Uni. ² UICN (Union internationale pour la conservation de la nature), San José, Costa Rica. ³ UICN (Union internationale pour la conservation de la nature), Washington, DC, États-Unis. ⁴ Elmira, San Diego, CA, États-Unis. ⁵ Centre mondial pour la survie des espèces, zoo d'Indianapolis, Indianapolis, IN, États-Unis. ⁶ UICN (Union internationale pour la conservation de la nature), Gland, Suisse. ⁷ Laboratorio de Ictiología, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, México. ⁸ Conservation International, Washington, DC, États-Unis. ⁹ Free Flowing Rivers Laboratory, Northern Arizona University, Flagstaff, AZ, États-Unis. ¹⁰ Société zoologique de Londres, Londres, Royaume-Uni. ¹¹ Fondation Franklinia, Genève, Suisse. ¹² Université de l'Alabama, Tuscaloosa, AL, États-Unis. ¹³ Western Australian Museum, Perth, Australie occidentale, Australie. ¹⁴ Sahara Conservation, Saint Maur des Fossés, France. ¹⁵ Université de Nancy/CNRS, Vandoeuvre-lès-Nancy, France.

¹⁶ Zoo and Aquarium Association Australasia, Sydney, Nouvelle-Galles du Sud, Australie. ¹⁷ Federal University of Ceará, Fortaleza, Brésil. ¹⁸ Senckenberg, Göttingen, Allemagne. ¹⁹ Université de Padoue, Padoue, Italie. ²⁰ Université George Washington, Washington, DC, États-Unis. ²¹ Northern Michigan University, Marquette, MI, États-Unis. ²² Chercheur indépendant, Pully, Suisse. ²³ Chercheur indépendant, Cambridge, Royaume-Uni. ²⁴ Musée d'histoire naturelle de l'université d'Oxford, Oxford, Royaume-Uni.

²⁵ Institut de recherche sur la nature et la forêt (RIOB), Bruxelles, Belgique. ²⁶ Centre de biodiversité Naturalis, Leyde, Pays-Bas. ²⁷ Institut de la biodiversité et de la conservation de l'environnement, Universiti Malaysia Sarawak, Sarawak, Malaisie. ²⁸ Museum für Naturkunde, Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Berlin, Allemagne. ²⁹ Chercheur indépendant, Malaga, Espagne. ³⁰ Institut Leibniz pour l'écologie des eaux douces et la pêche intérieure, Berlin, Allemagne. ³¹ Université d'Addis-Abeba, Addis-Abeba, Éthiopie. ³² Zoo d'Auckland, Auckland, Nouvelle-Zélande. ³³ Centre for Sustainable Tropical Fisheries and Aquaculture and College of Science and Engineering, James Cook University, Townsville, Queensland, Australie. ³⁴ Faculté des sciences de la mer et de la pêche, Université Hasanuddin, Makassar, Indonésie. ³⁵ Société royale pour la protection des oiseaux, Sandy, Royaume-Uni. ³⁶ Musée et galerie d'art du Territoire du Nord, Darwin, Territoire du Nord, Australie. ³⁷ NatureServe, Port Townsend, WA, États-Unis. ³⁸ Animals Asia Foundation, Bedford, Royaume-Uni. ³⁹ Université de Southampton, Southampton, Royaume-Uni. ⁴⁰ Projet Elasmu, Dubaï, Émirats arabes unis. ⁴¹ Durrell Institute for Conservation and Ecology (DICE), Université du Kent, Canterbury, Royaume-Uni. ⁴² Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers National Research University (TIAME NRU), Tashkent, Ouzbékistan. ⁴³ BioCart Ökologische Gutachten, Taucha/Leipzig, Allemagne. ⁴⁴ Chercheur indépendant, Delémont, Suisse.

⁴⁵ Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin. ⁴⁶ Centre for Applied Water Science, Université de Canberra, Canberra, Territoire de la capitale australienne, Australie. ⁴⁷ Fish Fonder Pty Ltd, Bundengore, Nouvelle-Galles du Sud, Australie. ⁴⁸ Laboratoire de biodiversité et de génétique environnementale - UNDAV, Avellaneda, Argentine. ⁴⁹ Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research, Department of Evolutionary Genetics & Humboldt University Berlin, Faculty of Life Sciences, Thae-Institute for Agricultural and Horticultural Sciences, Berlin, Allemagne. ⁵⁰ Center for Species Survival : New Mexico, New Mexico BioPark System, Albuquerque, NM, États-Unis.

⁵¹ Mott MacDonald Environment and Social Division (ENS), Cambridge, Royaume-Uni. ⁵² Zoo Outreach Organisation, Coimbatore, Inde. ⁵³ Musée d'histoire naturelle Lee Kong Chian, Université nationale de Singapour, Singapour, Singapour. ⁵⁴ UICN (Union internationale pour la conservation de la nature), Malaga, Espagne. ⁵⁵ Chercheur indépendant, Londres, Royaume-Uni. ⁵⁶ Chercheur indépendant, Suva, Fidji. ⁵⁷ Institut Chico Mendes (ICMBIO), Pirassununga, Brésil. ⁵⁸ Université des pêches et des études océaniques du Kerala (KUFOS), Kochi, Inde. ⁵⁹ Prince William Sound Science Center, Cordova, AK, USA. ⁶⁰ Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar. ⁶¹ Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brésil. ⁶² Institut sud-africain pour la biodiversité aquatique, Makhanda, Afrique du Sud.

⁶³ Wild Salmon Center, Portland, OR, États-Unis. ⁶⁴ Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren et KU Leuven (Université de Louvain), Louvain, Belgique. ⁶⁵ Musée américain d'histoire naturelle, New York, NY, États-Unis. ⁶⁶ Université Meijo, Nagoya, Japon. ⁶⁷ Institut norvégien de recherche sur la nature, Trondheim, Norvège. ⁶⁸ American Bird Conservancy, The Plains, VA, États-Unis. ⁶⁹ Département des sciences biologiques, College of Science and Mathematics, Mindanao State University-Iligan Institute of Technology, Iligan City, Philippines. ⁷⁰ Division des sciences biologiques, École supérieure des sciences, Université de Kyoto, Kyoto, Japon. ⁷¹ Comité conjoint de conservation de la nature, Peterborough, Royaume-Uni. ⁷² Institut d'hydrobiologie, Académie chinoise des sciences, Wuhan, Chine. ⁷³ Tamar Valley National Landscape, Gunnislake, UK. [✉] e-mail catherine.sayer@iucn.org

Méthodes

Compilation des données

Nous avons utilisé les catégories et les critères de la liste rouge de l'UICN^{37,61}, ainsi que des méthodes développées dans d'autres efforts d'évaluation globale^{28,31,33}, pour évaluer le risque d'extinction des espèces d'eau douce. Les processus détaillés pour l'évaluation des poissons et des odonates d'eau douce sont décrits ci-dessous. Les efforts d'évaluation globale des crustacés décapodes d'eau douce (axés sur les espèces primaires de crabes, d'écrevisses et de crevettes d'eau douce (c'est-à-dire celles qui passent l'ensemble de leur cycle de vie dans les eaux douces)) ont été rapportés précédemment³⁸⁻⁴⁰. Cependant, certaines espèces de décapodes d'eau douce ont été évaluées ou réévaluées depuis que ces efforts d'évaluation globale ont été réalisés pour la première fois. Par conséquent, les chiffres mis à jour de l'évaluation de la Liste rouge sont fournis ci-dessous pour refléter la version de l'ensemble de données utilisée dans cette analyse.

Pour tous les groupes taxonomiques considérés dans cette analyse, nous avons utilisé la version 2022-2 (6^e décembre 2022) des données tabulaires et spatiales du site Internet de la Liste rouge de l'UICN, qui a été téléchargée en mars 2023 (voir les sections "Processus d'évaluation de la Liste rouge" et "Cartes de distribution" ci-dessous pour une description des données). Ces données concernent 13 259 espèces de poissons d'eau douce des classes Actinopterygii, Cephalaspidomorphi, Chondrichthyes, Myxini et Sarcopterygii. Les espèces de poissons d'eau douce sont définies ici comme celles qui passent la totalité ou une partie critique de leur cycle de vie dans les eaux douces, et sont identifiées par le code de système "Eau douce = eaux intérieures" sur la liste rouge de l'UICN. En outre, nous avons inclus des catégories préliminaires (définies ci-dessous) de la Liste rouge de l'UICN pour 1 577 espèces de poissons d'eau douce, y compris 208 réévaluations. Au total, cela couvre 14 628 espèces de poissons d'eau douce, représentant 79% des 18 432 espèces de poissons d'eau douce formellement décrites en décembre 2022 (réf. 63). L'ensemble de données de la Liste rouge de l'UICN comprend également d'autres espèces dépendant de l'eau douce : 6 223 espèces d'odonates (libellules et demoiselles) (ordre des odonates), représentant 97% des 6 392 espèces formellement décrites en décembre 2022 (réf. 64) ; et 2 645 espèces de crustacés décapodes (crabes, écrevisses et crevettes d'eau douce) (familles Alpheidae, Astacidae, Atyidae, Cambaridae, Desmocarididae, Euryrhynchidae, Gecarcinucidae, Palaemonidae, Parastacidae, Potamidae, Potamonautidae, Pseudoscorpionidae, Trichodactylidae, Typhlocarididae et Xiphocarisidae), représentant 81% des 3 267 espèces formellement décrites décembre 2022 (réf. 65). Ensemble, les espèces évaluées représentent 84% des espèces formellement décrites dans les trois groupes taxonomiques (voir la section "Espèces manquantes" ci-dessous pour une description des lacunes dans la couverture). Ces groupes ont été sélectionnés pour l'évaluation parce qu'ils couvrent à la fois les vertébrés et les invertébrés, illustrent une gamme d'histoires de vie, occupent divers habitats de zones humides, ne sont pas limités à des continents particuliers et sont des groupes pour lesquels on pense qu'il existe un niveau raisonnable d'informations existantes, de sorte que leur évaluation globale fournirait une bonne indication de l'état de la faune d'eau douce à l'échelle mondiale.

Cet ensemble d'espèces d'eau douce a été comparé à celui des tétrapodes : amphibiens (classe Amphibia ; 7 468 espèces), oiseaux (classe Aves ; 11 188 espèces), mammifères (classe Mammalia ; 5 973 espèces) et reptiles (classe Reptilia ; 10 222 espèces).

Processus d'évaluation de la liste rouge

Nous avons travaillé avec des experts en espèces et des membres de la Commission de la sauvegarde des espèces (CSE) de l'UICN pour compiler des données, rédiger et réviser les évaluations de la liste rouge.

Pour les poissons d'eau douce, les évaluations de la Liste rouge ont été principalement réalisées dans le cadre d'une série de sous-projets régionaux dirigés par l'UICN, dans lesquels des évaluations globales de la Liste rouge de l'UICN de toutes les espèces indigènes de la région ont été réalisées. Il y a eu 40 sous-projets régionaux entre 2003 et 2023, qui ont donné lieu à près de 60 ateliers (tableau supplémentaire 1a). Certaines familles (Acipenseridae, Anguillidae et Salmonidae) ont été évaluées principalement dans le cadre de processus distincts facilités par l'UICN.

par le groupe de spécialistes de la CSE de l'UICN concerné (c'est-à-dire l'esturgeon, l'anguille et le saumon, respectivement). Dans l'ensemble, les évaluations de la Liste rouge des poissons d'eau douce ont été rédigées par 820 experts des espèces (Note complémentaire 1a), d'autres personnes ayant contribué à la facilitation et à la révision.

Pour les odonates, les évaluations de la Liste rouge ont également été réalisées principalement dans le cadre d'une série de sous-projets régionaux (dirigés par l'UICN, des membres du Groupe de spécialistes des libellules de la CSE de l'UICN ou des groupes apparentés, exemple la Sociedad de Odonatología Latinoamericana), dans le cadre desquels des évaluations globales de la Liste rouge de l'UICN de toutes les espèces indigènes de la région ont été réalisées. Il y a eu 26 sous-projets régionaux entre 2003 et 2023, qui ont comporté près de 50 ateliers (tableau supplémentaire 1b). En , entre 2006 et 2008, l'approche par échantillonnage du projet Red List Index⁴³ a permis de sélectionner et d'évaluer de manière aléatoire 1 500 espèces d'odonates. Enfin, le travail effectué dans le cadre du partenariat UICN-Toyota⁶⁶ a permis de combler les lacunes restantes (principalement en Amérique latine et en Asie du Sud-Est) afin de compléter l'évaluation mondiale des libellules. Dans l'ensemble, les évaluations de la Liste rouge des odonates ont été rédigées par 112 experts des espèces (Note complémentaire 1b), d'autres personnes ayant contribué à la facilitation et à la révision.

Des efforts d'évaluation globale des crustacés décapodes d'eau douce ont déjà été rapportés³⁸⁻⁴⁰. Dans l'ensemble, ces évaluations ont été rédigées par 78 experts des espèces (note complémentaire 1c), d'autres personnes ayant contribué à la facilitation et à la révision.

Pour toutes les espèces d'eau douce, les experts en espèces et/ou le personnel du projet ont d'abord obtenu des informations pour chaque espèce à partir de la littérature publiée et grise, de bases de données en ligne, de connaissances d'experts et de collections, puis les ont saisies dans la base de données du Service d'information sur les espèces de l'UICN (<https://sis.iucnis.org/apps/org.iucn.sis.server/SIS/index.html>). Conformément aux lignes directrices relatives aux informations complémentaires pour la Liste rouge de l'UICN⁶⁷, des informations ont été enregistrées sur la distribution géographique, l'état et la tendance des populations, les habitats et les exigences écologiques, l'utilisation et le commerce, les menaces et les actions de recherche et de conservation pertinentes pour l'espèce, en citant des sources complémentaires. En outre, une carte de distribution a été produite pour chaque espèce (voir "Cartes de distribution" ci-dessous). Les critères de la Liste rouge³⁷ ont ensuite été appliqués pour attribuer une catégorie de la Liste rouge indiquant le risque d'extinction de l'espèce : éteinte (EX), éteinte à l'état sauvage (EW), en danger critique d'extinction (CR), en danger (EN), vulnérable (VU), quasi menacée (NT), peu préoccupante (LC) ou pour laquelle les données sont insuffisantes (DD). Les espèces menacées sont celles qui sont classées comme étant en danger critique d'extinction, en danger ou vulnérables, et qui sont considérées comme étant confrontées à un risque élevé à extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage. Les espèces considérées comme étant en danger critique d'extinction peuvent également être étiquetées comme étant peut-être éteintes ou peut-être éteintes à l'état sauvage. Dans le premier cas, il s'agit d'espèces probablement éteintes, mais pour lesquelles il existe une faible possibilité qu'elles encore, et dans le second, d'espèces qui survivent encore en captivité⁶¹.

Chaque évaluation a ensuite fait l'objet de deux examens. Tout d'abord, au moins un scientifique connaissant bien chaque espèce a examiné l'évaluation pour s'assurer que les données présentées étaient correctes et complètes et que les critères de la Liste rouge avaient été appliqués de manière appropriée. Une fois que chaque évaluation a passé cette première étape de l'examen, y compris la révision (si nécessaire), le personnel de l'Unité Liste Rouge de l'UICN a examiné les évaluations pour s'assurer que les critères de la Liste Rouge avaient été appliqués de manière appropriée et que les normes de documentation avaient été respectées. Une fois que chaque évaluation a passé cette deuxième étape de l'examen, y compris la révision (si nécessaire), elle est considérée comme finalisée et prête à être publiée sur le site Internet de la Liste rouge de l'UICN.

Les évaluations préliminaires de la Liste rouge de 1577 espèces de poissons d'eau douce utilisées dans cette analyse n'avaient subi que la première étape du processus de révision décrit ci-dessus au moment de l'analyse. Parmi ces évaluations, 87% (1370 espèces) sont maintenant publiées, seules sept espèces (0,5%) ayant changé de catégorie pour la Liste rouge avant la publication suite à la deuxième étape de révision. Nous prévoyons que les 207 espèces restantes (13%) ayant fait l'objet d'évaluations préliminaires auront achevé le processus d'évaluation décrit ci-dessus d'ici octobre 2024.

Article

Taxonomie

Pour les poissons d'eau douce, nous avons utilisé le Catalog of Fishes d'Eschmeyer⁶³ comme source taxonomique, et pour les odonates, nous avons utilisé la World Odonata List⁶⁴. Dans les deux, nous n'avons divergé que pour suivre des positions taxonomiques bien justifiées, telles que recommandées par le groupe de spécialistes de la CSE de l'UICN concerné. Nous n'avons pas été en mesure de revoir les nouvelles descriptions de régions ou de familles après la fin des sous-projets régionaux originaux. Par conséquent, les listes d'espèces finales ne sont pas entièrement cohérentes avec une seule version de l'une ou l'autre des sources taxonomiques susmentionnées.

Cartes de répartition

Lorsque les données le permettaient, nous avons produit des cartes de distribution polygonale pour chaque espèce en suivant les normes de cartographie de la Liste rouge de l'UICN⁶⁸. Ces cartes de distribution représentent la meilleure représentation disponible de la distribution historique, actuelle et présumée d'une espèce. Elles représentent les limites de la distribution d'une espèce, indiquant que l'espèce n'est probablement présente qu'à l'intérieur du polygone, mais pas nécessairement partout à l'intérieur du polygone. Chaque polygone a été codé en fonction de la présence, de l'origine et de la saisonnalité des espèces dans la zone correspondante. Pour les espèces d'eau douce, ces polygones étaient basés sur les bassins versants rivières et des lacs, qui sont généralement acceptés comme l'unité de gestion la plus appropriée pour les eaux intérieures⁶⁹. Ces bassins versants sont délimités à l'aide d'HydroBASINS, un cadre hydrologique normalisé à l'échelle mondiale⁷⁰, avec le niveau 8 d'HydroBASINS comme résolution par défaut (superficie moyenne des sous-bassins de 576 km²) Il est recommandé aux évaluateurs d'utiliser des HydroBASINS à plus haute résolution (c'est-à-dire les niveaux 10 et 12) pour les espèces dont la répartition est restreinte.

Menaces

Toutes les menaces passées, actuelles et futures connues pour une espèce ont été codées à l'aide du système de classification des menaces de l'UICN (version 3.3 ; <https://www.iucnredlist.org/resources/threat-classification-scheme>).

Préférences en matière d'habitat

Lorsqu'ils étaient connus, les habitats des espèces ont été codés à l'aide du système de classification des habitats de l'UICN (version 3.1 ; <https://www.iucnredlist.org/resources/habitat-classification-scheme>). Les espèces ont été affectées à toutes les classes d'habitat dans lesquelles elles sont connues.

Limites des données

Bien que nous ayons déployé des efforts considérables pour compléter les évaluations de tous les poissons et odonates d'eau douce, certaines lacunes dans les données subsistent. Ces lacunes sont discutées ci-dessous, ainsi que les limites des données publiées sur les décapodes d'eau douce.

Espèces manquantes. En décembre 2022, 3 804 poissons d'eau douce (21% des espèces formellement décrites), 169 odonates (3% des espèces formellement décrites) et 622 décapodes d'eau douce (19% des espèces formellement décrites) ont été omis de l'étude.

Pour les poissons d'eau douce, la majorité de ces espèces ont été omises parce qu'elles ont été décrites après l'achèvement des sous-projets régionaux pertinents. Les premiers sous-projets sur les poissons d'eau douce se sont concentrés sur la Pan-Afrique⁷¹ (2003-2011 ; tableau supplémentaire 1a) et, par conséquent, nous nous attendons à ce qu'il y ait le plus grand nombre de nouvelles descriptions pour cette région étant donné que la période la plus longue s'est écoulée. Toutefois, un certain nombre de sous-projets régionaux portant sur des sous-régions africaines très diverses (par exemple, le bassin du lac Victoria⁷², le bassin du lac Malawi/Nyasa/Nyassa⁵⁹ et l'Afrique de l'Ouest⁷³) ont été achevés plus récemment et auront permis de saisir une grande partie de cette nouvelle diversité. En outre, les régions où les taux de description sont les plus élevés (c'est-à-dire l'Amérique du Sud et l'Asie)^{74,75} ont fait l'objet de sous-projets régionaux plus récents.

Les odonates sont les mieux évalués des trois groupes d'eau douce, les quelques espèces omises étant de nouvelles descriptions, reflétant la distribution géographique de l'ordre dans son ensemble.

Pour les décapodes d'eau douce, la majorité des omissions sont dues à de nouvelles descriptions⁶⁵ après que les efforts d'évaluation globale³⁸⁻⁴⁰ ont été. Les nouvelles descriptions reflètent également la répartition géographique du groupe dans son ensemble et ont été effectuées principalement en Asie, suivie par les régions néotropicales et afrotropicales, pour les crabes ; en Asie, suivie par l'Océanie et l'Amérique latine, pour les crevettes ; et en Amérique du Nord, suivie par l'Australie, pour les écrevisses. Par conséquent, nous ne nous attendons pas à un biais géographique dans les résultats pour les espèces d'eau douce en raison de descriptions récentes, bien que nous sous-estimons la richesse globale des espèces⁶⁵.

Les espèces récemment décrites sont souvent mal connues et peuvent être rares ou se trouver dans des zones très restreintes ou mal étudiées qui sont souvent soumises à des niveaux élevés d'impacts humains. En tant que telles, les descriptions récentes sont plus susceptibles d'être évaluées comme des données insuffisantes ou dans une catégorie menacée⁷⁶, que d'être évaluées comme les moins préoccupantes. L'effet sur nos analyses est probablement une sous-estimation du nombre d'espèces menacées et des niveaux de substitution plus faibles que ceux rapportés ici.

Pour les poissons d'eau douce, l'omission d'espèces s'explique en second lieu par le fait que certains sous-projets régionaux étaient encore en cours au moment de l'exportation des données en mars 2023 (tableau supplémentaire 1), de sorte que toutes les espèces n'avaient pas fait l'objet d'évaluations suffisamment avancées dans le processus d'évaluation de la Liste rouge pour être prises en compte. Les omissions pour cette raison concernent principalement des poissons d'eau douce originaires de Chine (environ 850 espèces), d'Amérique du Sud (environ 670 espèces), d'Inde (environ 190 espèces) et de la péninsule coréenne (environ 30 espèces). À l'exception de la Chine, où seulement 50 % environ des poissons d'eau douce sont évalués, la couverture des espèces de poissons d'eau douce dans les autres pays ou régions est considérée comme suffisamment complète (c'est-à-dire 80 % ou plus) pour évaluer l'état du groupe taxonomique^{77,78}.

Espèces pour lesquelles les données sont insuffisantes. Une évaluation des données insuffisantes indique que les informations disponibles sur la distribution et/ou le statut de la population d'une espèce sont insuffisantes pour permettre une évaluation directe ou indirecte de son risque d'extinction³⁷. Dix-huit pour cent des poissons d'eau douce (2 634 espèces), 29 % des odonates (1 830 espèces) et 39 % des déca-podes d'eau douce (1 042 espèces) ont été évalués comme ayant des données insuffisantes.

Données spatiales. Bien que nous ayons déployé des efforts considérables pour cartographier la distribution actuelle connue de chaque espèce, celle-ci est manquante ou incomplète pour certaines espèces. La disponibilité des cartes polygonales pour toutes les espèces d'eau douce est suivante : décapodes d'eau douce (94%), poissons d'eau douce (95%) et odonates (77%). La disponibilité des cartes polygonales pour les espèces d'eau douce menacées était la suivante : décapodes d'eau douce (89%), poissons d'eau douce (96%) et odonates (87%). La disponibilité des cartes polygonales pour les espèces d'eau douce dont les données sont insuffisantes était la suivante : décapodes d'eau douce (93%), poissons d'eau douce (92%) et odonates (77%). La disponibilité des cartes polygonales pour les espèces de tétrapodes menacées était la suivante : amphibiens (100%), oiseaux (100%), mammifères (100%) et reptiles (96%). Les espèces pour lesquelles il manquait des cartes avaient généralement fait l'objet d'évaluations plus anciennes pour la Liste rouge, où les exigences en matière de données étaient moins élevées, ou ne disposaient que de données spatiales non polygonales (c'est-à-dire des données sur les localités ponctuelles).

Il convient de noter qu'il est peu probable que la présence des espèces soit répartie uniformément ou entièrement sur l'ensemble de la zone décrite dans les cartes de répartition des espèces, par exemple, des lacunes étant attendues dans les zones dépourvues d'habitat adéquat.

Durée des évaluations. La réévaluation des espèces de la Liste rouge de l'UICN est recommandée tous les 10 ans⁷⁹, les évaluations plus anciennes étant étiquetées comme "nécessitant une mise à jour". Les évaluations des poissons d'eau douce ont été achevées entre 1996 et 2023, avec 4 834 évaluations (33%) achevées avant 2013. Les évaluations des odonates ont été achevées entre 1996 et 2021, dont 1 663 (27%) avant 2013. Les évaluations des décapodes d'eau douce ont été achevées entre 1996 et 2022, dont 2 482 (94 %) avant 2013. Environ la même proportion de poissons d'eau douce a été évaluée comme menacée dans les ensembles de données antérieurs à 2013 (27%) et postérieurs à 2013 (26%). Cependant, une proportion plus élevée de

Les odonates et les décapodes d'eau douce ont été considérés comme menacés dans l'ensemble de données post-2013 (17% et 42%, respectivement) par rapport à l'ensemble de données pré-2013 (12% et 29%, respectivement). Cela pourrait s'expliquer par le fait que les dernières évaluations se sont davantage concentrées sur les Amériques tropicales et l'Asie, où les espèces ont en moyenne des aires de répartition plus restreintes qu'en Afrique et dans l'Holarctique, ce qui est susceptible d'entraîner un pourcentage plus élevé d'espèces menacées. Étant donné le déclin continu de la biodiversité à l'échelle mondiale⁶, il est probable que les espèces dont les évaluations datent de plus de 10 ans soient aujourd'hui classées dans une catégorie de menace plus élevée, ce qui indique une sous-estimation potentielle du risque d'extinction dans ces groupes.

Analyses

Proportion d'espèces menacées d'extinction. Pour tenir compte de l'incertitude relative à la proportion d'espèces menacées d'extinction introduite par les espèces pour lesquelles les données sont insuffisantes, nous présentons trois valeurs pour le pourcentage d'espèces menacées, comme suit.

Nous avons utilisé la formule suivante comme point médian de la proportion d'espèces menacées d'extinction :

$$(EW+ CR+ EN+ VU)/(N- EX- DD)$$

où EW, CR, EN, VU, EX et DD sont le nombre d'espèces dans chaque catégorie correspondante de la liste rouge, et N est le nombre total d'espèces évaluées. Cette formule suppose que les espèces pour lesquelles les données sont insuffisantes sont aussi menacées que les espèces pour lesquelles les données sont suffisantes. Cette valeur est considérée comme la meilleure estimation du risque d'extinction⁷⁸.

Nous avons utilisé la formule suivante pour calculer l'estimation inférieure de la proportion d'espèces menacées d'extinction :

$$(EW+ CR+ EN+ VU)/(N- EX)$$

où EW, CR, EN, VU et EX sont le nombre d'espèces dans chaque catégorie correspondante de la liste rouge, et N est le nombre total d'espèces évaluées. Cette formule suppose que les espèces pour lesquelles les données sont insuffisantes ne sont pas menacées.

Enfin, nous avons utilisé la formule suivante pour calculer l'estimation supérieure de la proportion d'espèces menacées d'extinction :

$$(EW+ CR+ EN+ VU+ DD)/(N- EX)$$

où EW, CR, EN, VU, DD et EX sont le nombre d'espèces dans chaque catégorie correspondante de la liste rouge, et N est le nombre total d'espèces évaluées. Cette formule suppose que toutes les espèces pour lesquelles les données sont insuffisantes sont menacées.

Menaces. Nous avons analysé les menaces telles qu'elles sont classées dans le système de classification des menaces de l'UICN. Plusieurs menaces peuvent affecter une même espèce. Il est possible d'attribuer à chaque menace des codes correspondant à sa portée et à sa gravité. Toutefois, cette option est facultative⁶⁷ et n'est pas disponible pour la majorité des espèces d'eau douce. Par conséquent, nous n'avons pas utilisé la portée et la gravité pour distinguer l'importance relative des menaces pour les espèces individuelles, et toutes les menaces codées ont été incluses dans l'analyse. Nous recommandons que les réévaluations futures incluent ces codes, de sorte que les menaces majeures puissent être distinguées des menaces insignifiantes dans les analyses basées, par exemple, sur la proportion de la population affectée.

L'analyse des menaces présentée ici se concentre sur les espèces menacées, ainsi que sur les espèces d'eau douce éteintes et éteintes dans la nature. La disponibilité des données sur les menaces pour les espèces menacées pour chaque groupe taxonomique était la suivante : décapodes d'eau douce (97%), poissons d'eau douce (98%), odonates (97%), amphibiens (100%), oiseaux (100%), mammifères (99%) et reptiles (97%). Quarante-deux pour cent des espèces d'eau douce éteintes et éteintes à l'état sauvage ont fait l'objet d'un codage des menaces. Les espèces sans données sur les menaces étaient soit confrontées à aucune menace majeure connue, soit à des menaces inconnues, soit n'avaient pas de données codées sur les menaces parce qu'elles avaient fait l'objet d'évaluations plus anciennes pour la Liste rouge, où les exigences en matière de données complémentaires étaient moindres.

Habitats. Nous avons d'abord analysé l'utilisation de l'habitat au niveau le plus élevé du système de classification des habitats de l'UICN, en nous concentrant sur les espèces menacées. En outre, pour les espèces d'eau douce uniquement, nous avons analysé l'utilisation de l'habitat au sein du code d'habitat 5 "Zones humides (intérieures)", en nous concentrant sur toutes les espèces, puis sur les espèces menacées, éteintes à l'état sauvage et éteintes.

La disponibilité des données sur les habitats des espèces menacées pour chaque groupe taxonomique était la suivante : décapodes d'eau douce (99 %), poissons d'eau douce (99 %), odonates (97 %), amphibiens (100 %), oiseaux (100 %), mammifères (99 %) et reptiles (97 %). La disponibilité des données sur les habitats spécifiques aux zones humides pour toutes les espèces de chaque groupe taxonomique d'eau douce était la suivante : décapodes d'eau douce (100 %), poissons d'eau douce (99 %) et odonates (99 %). Toutes les espèces d'eau douce éteintes et éteintes à l'état sauvage avaient des habitats codés. Les espèces sans données sur l'habitat avaient soit des habitats codés comme "inconnus", soit aucune donnée sur l'habitat codée parce qu'elles avaient fait l'objet d'évaluations plus anciennes pour la Liste rouge dans lesquelles les exigences en matière de données justificatives étaient moindres.

Tests statistiques. Nous avons utilisé des tests du chi carré pour déterminer si les menaces enregistrées pour les espèces disparues étaient plus nombreuses que ce que l'on aurait pu attendre sur la base des menaces enregistrées pour les espèces menacées, si les habitats enregistrés pour les espèces menacées étaient plus nombreux que ce que l'on aurait pu attendre sur la base des habitats enregistrés pour toutes les espèces, et si les habitats enregistrés pour les espèces disparues étaient plus nombreux que ce que l'on aurait pu attendre sur la base des habitats enregistrés pour les espèces menacées.

Analyses spatiales. Les analyses des cartes de distribution ont utilisé des polygones codés avec les valeurs de présence, d'origine et de saisonnalité suivantes (telles que définies dans les normes de cartographie de la Liste rouge de l'UICN⁶⁸) :

- La présence indique l'existence (code 1), l'existence probable (code 2) ou l'extinction probable (code 4).
- L'origine se réfère à l'indigène (code 1), à la réintroduction (code 2) ou à la colonisation assistée (code 6).
- La saisonnalité indique la résidence (code 1), la reproduction (code 2), la non-reproduction (code 3) ou le passage (code 4).

En , pour les analyses de substitution, nous avons exclu les aires de répartition portant le code de présence 4 (probablement éteintes).

Toutes les cartes spatiales et les analyses ultérieures ont été réalisées sur une grille globale de latitude-longitude de 0,5 × 0,5 (résolution d'environ 50 km ; WGS84). Nous avons converti toutes les cartes des aires de répartition des polygones (y compris les cartes basées sur HydroBASIN) étiquetées avec des codes de présence, d'origine et de saisonnalité comme décrit ci-dessus à ces grilles afin d'avoir un format cohérent pour l'analyse de tous les groupes taxonomiques. Nous avons cartographié la distribution espèces en comptant le nombre d'aires de répartition des espèces qui se chevauchent dans chaque cellule de la grille.

Analyses de l'estimation de la substitution dans le cadre de deux stratégies

de conservation. Pour évaluer dans quelle mesure la conservation des amphibiens, oiseaux, mammifères et reptiles menacés (individuellement ou combinés) sert de substitut à la conservation des décapodes, poissons et odonates d'eau douce menacés (individuellement ou combinés), nous avons calculé l'ISC de l'efficacité des substituts³³. Un substitut est choisi comme représentant de la planification de la conservation, ce qui simplifie le processus de surveillance et de conservation de la biodiversité. Son efficacité dépend de sa capacité à refléter la présence, l'abondance et la diversité des espèces dans une zone donnée. Nous avons utilisé les courbes d'accumulation d'espèces pour mesurer cette efficacité, en comparant les courbes d'accumulation d'espèces des substituts avec celles du groupe cible.

Nous avons effectué les analyses sur la base de deux stratégies principales de conservation mondiale : (a) maximiser la richesse pondérée par la rareté (c'est-à-dire l'importance globale de chaque cellule de la grille pour les espèces qui y sont présentes) des espèces menacées, et (b) maximiser l'inclusion des espèces menacées dont l'aire de répartition est la plus restreinte. La première stratégie donne la priorité aux zones contenant de nombreuses espèces menacées dont l'aire de répartition est très restreinte à l'échelle mondiale, tandis que la seconde donne la priorité aux zones essentielles pour les espèces menacées dont l'aire de répartition est la plus restreinte à l'échelle mondiale.

Article

Nous avons mis en œuvre les deux stratégies de conservation dans le logiciel de planification spatiale de la conservation Zonation⁸⁰ et le paquet R⁸¹ "zona-tor"⁸², en utilisant la fonction de bénéfice additif (ABF) et les algorithmes de zonage de la zone centrale (CAZ) pour la stratégie a et la stratégie b, respectivement. L'algorithme de la FBA (stratégie a) se concentre sur le classement des zones en fonction de somme de la proportion de la taille de l'aire de répartition globale de toutes les espèces présentes dans une cellule de grille spécifique (c'est-à-dire une quantité similaire à l'endémisme des espèces pondéré et à la richesse de l'endémisme). Les cellules de la grille qui contiennent de nombreuses espèces présentes exclusivement dans cette cellule ou dans quelques autres cellules seulement se voient accorder la priorité la plus élevée. Dans l'algorithme CAZ (stratégie b), les zones sont classées par ordre de priorité en fonction de la proportion maximale de la taille de l'aire de répartition mondiale de toutes les espèces dans une cellule spécifique de la grille. L'algorithme attribue la priorité la plus élevée aux cellules qui contiennent les plus grandes proportions des aires de répartition des espèces dont l'aire de répartition est la plus restreinte.

Nous avons estimé des courbes optimales, de substitution et aléatoires basées sur de multiples combinaisons d'espèces cibles et d'espèces de substitution. Nous avons utilisé 100 ensembles de séquences aléatoires de mailles terrestres pour générer des intervalles de confiance à 95 % autour d'une courbe aléatoire médiane. Nous avons effectué cinq itérations de chaque algorithme de hiérarchisation spatiale pour chaque groupe taxonomique, et les courbes optimales et de substitution ont été résumées en utilisant la médiane et les intervalles de confiance à 95 % pour les cinq itérations.

Nous avons dérivé l'ISC de l'efficacité de substitution⁸³, qui quantifie le taux d'inclusion des unités de biodiversité cibles dans les zones sélectionnées de manière optimale sur la base des cibles elles-mêmes, sur la base de la diversité de substitution, ou de manière aléatoire, comme suit

$$(s-r)/(o-r)$$

où s est l'aire sous la courbe de substitution, r est l'aire sous la courbe aléatoire et o est l'aire sous la courbe optimale. Si $ISC = 1$, les courbes optimale et de substitution coïncident (substitution parfaite) ; si ISC est compris entre 1 et 0, la courbe de substitution est supérieure à la courbe aléatoire (substitution positive) ; si $ISC = 0$, les courbes de substitution et aléatoire sont identiques (pas de substitution) ; et si $ISC < 0$, la courbe de substitution est inférieure à la courbe aléatoire (substitution négative). Nous avons utilisé les descripteurs suivants pour définir la performance de l'ISC : 0,01-0,19 comme très mauvais, 0,20-0,39 comme mauvais, 0,40-0,59 comme raisonnable, 0,60-0,79 comme bon, et 0,80-0,99 comme très bon. Il convient de noter que si l'ISC = 0,5, par exemple, cela ne signifie pas que 50 % des cibles sont représentées et que 50 % des cibles ne sont pas représentées. Pour chaque ISC, nous avons indiqué la médiane et les intervalles de confiance à 95 % sur la base des cinq itérations de courbes de cibles et de substituts et des 100 itérations de courbes aléatoires.

En outre, nous avons évalué si l'établissement de priorités pour deux variables hydrologiques largement utilisées (le stress hydrique comme mesure de la quantité d'eau et l'eutrophisation (nitrate-nitrite) comme mesure de la qualité de l'eau) sont des stratégies de substitution efficaces pour la conservation des d'eau douce menacées. Nous avons utilisé l'ISC pour évaluer la capacité des deux variables à identifier les zones qui représentent le plus efficacement les espèces d'eau douce menacées, en exploitant à nouveau les stratégies de maximisation de la pondérée par la rareté (ABF) et de maximisation de l'inclusion des espèces dont l'aire de répartition est limitée (CAZ). Une fois encore, nous avons utilisé Zonation⁸⁰ pour générer le classement basé sur la complémentarité des valeurs de conservation de la cible, avec les algorithmes respectifs, dans le paysage d'intérêt. Pour générer l'ordre de classement, nous avons utilisé (1) la couche de référence du stress hydrique de l'Aqueduct Water Risk Atlas, qui mesure le rapport entre la demande totale en eau (par exemple, les utilisations domestiques, industrielles, d'irrigation et d'élevage avec ou sans consommation) et les réserves renouvelables d'eau de surface et d'eau souterraine disponibles^{84,85}, et (2) la couche de référence de l'azote du catalogue de la Banque mondiale, qui fournit des prévisions mondiales des niveaux de nitrates et de nitrites⁸⁶. La couche de stress hydrique a été considérée comme une approximation du niveau de base de la demande en eau par rapport à l'eau renouvelable et aux eaux souterraines disponibles, tel qu'il est utilisé pour fixer des objectifs scientifiques en matière d'eau douce⁸. Les niveaux d'azote dans l'eau à travers le monde sont fortement corrélés à la densité de population, aux pratiques d'assainissement et aux activités agricoles. Ici, la couche d'azote a été prévue à l'échelle mondiale et fournit des informations précieuses sur la qualité de l'eau.

des informations sur les concentrations d'azote dans des zones où aucune observation n'a été auparavant.

Nous avons tramé le stress hydrique de base et les couches d'azote sur un Grilles de latitude-longitude de 0,5 × 0,5 (résolution d'environ 50 km ; WGS84) pour correspondre aux trames des espèces. Pour l'analyse du stress hydrique, nous avons exclu les cellules pour lesquelles les données sur le stress hydrique étaient manquantes sur l'ensemble des terres du monde (12 % des cellules exclues). Nous avons constaté que 44% des cellules du monde avec des données sur le stress hydrique ne contenaient pas d'espèces d'eau douce menacées, mais ces cellules ont quand même été incluses dans l'analyse. Pour l'analyse des niveaux d'azote, nous avons exclu les cellules pour lesquelles il manquait des données sur l'azote sur l'ensemble des terres du monde, ce qui représentait 16 % des cellules. Parmi les cellules restantes avec des données sur l'azote, 52% n'avaient pas d'espèces d'eau douce menacées, mais elles ont à nouveau été retenues dans l'analyse. Avant de construire les courbes, nous avons organisé les sites (cellules de la grille) dans la matrice des espèces, de ceux qui ont des valeurs abiotiques élevées à ceux qui ont des valeurs abiotiques faibles, afin de classer les cellules. Nous avons utilisé 100 ensembles de séquences aléatoires de mailles terrestres pour générer des intervalles de confiance à 95 % autour d'une courbe aléatoire médiane. Nous avons généré cinq séquences aléatoires de cellules de la grille terrestre pour construire les courbes de substitution, de sorte que nous avons modifié aléatoirement l'ordre de classement uniquement entre les cellules qui ont les mêmes valeurs.

Résumé du rapport

De plus amples informations sur la conception de la recherche sont disponibles dans le résumé du rapport de Nature Port- folio lié à cet article.

Disponibilité des données

Les données taxonomiques pour les poissons d'eau douce sont disponibles dans le Catalog of Fishes d'Eschmeyer (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>) et pour les odonates dans la World Odonata List (<https://www.pugetsound.edu/slater-museum-natural-history-0/biodiversity-resources/insects/dragonflies/world-odonata-list>). Toutes les données d'évaluation de la liste rouge de l'UICN sont accessibles au public sur le site web de la liste rouge des espèces menacées de l'UICN (www.iucnredlist.org). Parfois, lorsqu'une espèce est menacée par une collecte excessive, les données spatiales sensibles ne sont pas accessibles au public. Toutes les données tabulaires et spatiales utilisées dans les analyses ("Un quart de la faune d'eau douce menacée d'extinction") sont disponibles (<https://www.iucnredlist.org/resources/data-repository>). Les données de référence sur le stress hydrique ("Aqueduct water stress projections data") sont disponibles dans l'Aqueduct Water Risk Atlas (<https://www.wri.org/data/aqueduct-water-stress-projections-data>). Les données de référence sur l'azote ("Global - nitrate-nitrite in surface water") sont disponibles dans le catalogue de la Banque mondiale (<https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0038385/Global-Nitrate-nitrite-in-Surface-Water>). Les données sources sont fournies avec ce document.

Disponibilité du code

Le code utilisé pour les analyses de maternité de substitution est disponible sur Zenodo⁸⁷ (<https://doi.org/10.5281/zenodo.10286099>). Aucun code n'a été utilisé pour les tests du chi-carré, qui ont été réalisés dans Microsoft Excel.

61. Comité des normes et des pétitions de l'UICN. Lignes directrices pour l'utilisation des catégories et critères de la Liste rouge de l'UICN. Version 15.1. UICN <https://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf> (2022).
62. L'UICN. Liste rouge de l'UICN des espèces menacées. Version 2022-2. UICN <https://www.iucnredlist.org> (2023).
63. Fricke, R., Eschmeyer, W. N. & Van der Laan, R. Eschmeyer's Catalog of Fishes : genera, species, references. *Institut pour la science de la biodiversité et la durabilité* <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> (2022).
64. Paulson, D. et al. World Odonata List. OdonataCentral <https://www.odonatacentral.org/app/#/wol/> (2022).
65. De Grave, S. et al. Benchmarking global biodiversity of decapod crustaceans (Crustacea : Decapoda). *J. Crustac. Biol.* <https://doi.org/10.1093/jcbl/ruad042> (2023).
66. L'UICN. Partenariat UICN-Toyota. *Liste rouge de l'UICN* <https://www.iucnredlist.org/about/iucn-toyota> (2023).
67. UICN. Normes de documentation et contrôles de cohérence pour les évaluations de la Liste rouge de l'UICN et les comptes d'espèces. Version 2. Adoptée par le Comité de la Liste rouge de l'UICN et la CSE de l'UICN.

- Comité de pilotage. *Liste rouge de l'UICN* https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment_files/RL_Standards_Consistency.pdf (2013).
68. Groupe de travail technique de la Liste rouge de la CSE de l'UICN. Normes de cartographie et qualité des données pour les données spatiales de la Liste rouge de l'UICN. Version 1.19. *Liste rouge de l'UICN* https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment_files/Mapping_Standards_Version_1.19_2021.pdf (2021).
69. Collares-Pereira, M. J. & Cowx, I. G. The role of catchment scale environmental management in freshwater fish conservation. *Fish. Manag. Ecol.* **11**, 303-312 (2004).
70. Lehner, B. & Grill, G. Global river hydrography and network routing : baseline data and new approaches to study the world's large river systems. *Hydrol. Process.* **27**, 2171-2186 (2013).
71. Darwall, W. R. T. et al. *The Diversity of Life in African Freshwaters : Underwater, Under Threat* (UICN, 2011).
72. Sayer, C. A., Maiz-Tome, L. & Darwall, W. R. T. *Freshwater Biodiversity in the Lake Victoria Basin : Guidance for Species Conservation, Site Protection, Climate Resilience and Sustainable Livelihoods* (UICN, 2018).
73. Starnes, T. & Darwall, W. R. T. Identification et validation des zones clés pour la biodiversité d'eau douce d'Afrique de l'Ouest. UICN <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.RA.1.en> (2021).
74. Edmondstone, M. R. J. *New Species 2022 : The Freshwater Fish Species Described in 2022 (Report 2)* (Shoal, 2023).
75. Edmondstone, M. R. J., Patricio, H. C. & Baltzer, M. *New Species 2021 : The Freshwater Fish Species Described in 2021 (Report 1)* (Shoal, 2022).
76. Liu, J., Silk, F., Zheng, S. & Lindenmayer, D. B. Undescribed species have higher extinction risk than known species. *Conserv. Lett.* **15**, e12876 (2022).
77. UICN. Summary statistics. *Liste rouge de l'UICN* <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics> (2023).
78. UICN. Lignes directrices pour une utilisation appropriée des données de la Liste rouge de l'UICN (version 4.0). Incorporant en annexe les (1) lignes directrices pour les rapports sur la proportion menacée (version 1.2), (2) lignes directrices sur le prélèvement scientifique d'espèces menacées (version 1.1), (3) lignes directrices pour l'utilisation appropriée de la Liste rouge de l'UICN par les entreprises (version 1.1) et (4) lignes directrices pour l'utilisation appropriée des données de la Liste rouge de l'UICN dans le prélèvement d'espèces menacées (version 1.0). Approuvé par le Comité de la Liste rouge de l'UICN. *Liste rouge de l'UICN* www.iucnredlist.org/resources/guidelines-for-appropriate-uses-of-red-list-data (2022).
79. UICN. Règlement intérieur pour les évaluations de la Liste rouge de l'UICN 2017-2020. Version 3.0. Approuvé par le Comité directeur de la CSE de l'UICN en septembre 2016. *Liste rouge de l'UICN* https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment_files/Rules_of_Procedure_for_UICN_Red_List_Assessments_2017-2020.pdf (2016).
80. Moilanen, A., Montesino Pouzols, F., Meller, L. & Veach, V. *Conservation Planning Methods and Software Zonation. User Manual v.4* (C-BIG Conservation Biology Informatics Group, Department of Biosciences, University of Helsinki, Finland, 2014).
81. R Core Team. *R : A Language and Environment for Statistical Computing* <http://www.R-project.org/> (R Foundation for Statistical Computing, 2023).
82. Lehtomaki, J. *zinator*. R package v.0.6.0, <https://github.com/cbig/zinator> (2020).
83. Ferrier, S. Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning : where to from here ? *Syst. Biol.* **51**, 331-363 (2002).
84. Kuzma, S. et al. *Aqueduct 4.0 : Updated Decision-Relevant Global Water Risk Indicators ; Technical Note* (World Resources Institute, 2023).
85. Gassert, F., Luck, M., Landis, M., Reig, P. & Shiao, T. *Aqueduct Global Maps 2.1 : Constructing Decision-Relevant Global Water Risk Indicators. Document de travail* (World Resources Institute, 2014).
86. Damania, R., Desbureaux, S., Rodella, A.-S., Russ, J. & Zaveri, E. D. *Quality Unknown : The Invisible Water Crisis* (Groupe de la Banque mondiale, 2019).
87. Randall, J. *Randall-HYLA-FW-surrogacy : FW_surrogacy*. *Zenodo* <https://doi.org/10.5281/zenodo.13178145> (2024).

Remerciements Nous remercions les évaluateurs de la Liste rouge de l'UICN (Note complémentaire 1) ;

N. Bogutskaya, M. Dagou Diop, M. Entsu-Mensah, M. Kretschmar, T. Lowe, A. Mclvor et W. Vishwanath pour leur contribution à la coordination des efforts d'évaluation de la Liste rouge de l'UICN pour les poissons d'eau douce ; et J. Hart pour son aide dans le traitement de la couche de données sur l'azote pour la Liste rouge de l'UICN.
l'analyse de substitution. Nous remercions l'Université nationale kazakhe Al-Farabi, l'Agence asiatique de développement (ADA) et la Banque mondiale pour le financement et le soutien des efforts d'évaluation mondiale des poissons d'eau douce et des odonates.

Bank ; Ashoka Trust for Research in Ecology and the Environment ; Auckland Zoo ; California Academy of Sciences ; Câmara Municipal de Vila do Conde ; Center for Species Survival, New Mexico BioPark Society ; Comitato Italiano IUCN ; Comité Français de l'UICN ; Conservation International ; Critical Ecosystem Partnership Fund ; Department of Fisheries, Malawi ; Dirección General de Diversidad Biológica del Ministerio del Ambiente de Perú ; Dutch Ministry of Foreign Affairs ; Environment Agency Abu Dhabi ; Union européenne ; Federazione Italiana dei Parchi e delle Riserve Naturali (Federparchi) ; Fonds Pacifique ; Global Center for Species Survival, Indianapolis Zoo ; Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade ; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos von Humboldt ; IBAT ; Institut international pour la conservation de la nature et de l'environnement ; Institut international pour la protection de la nature et de l'environnement ; Institut international pour la conservation de la nature et de l'environnement ; Sciences de l'information géographique et observation de la Terre ; UICN ; Bureau régional de l'UICN pour l'Afrique centrale et occidentale ; Comité national marocain de l'UICN ; Comité national néerlandais de l'UICN ; CSE de l'UICN ; Comité national tunisien de l'UICN ; Initiative eau et nature de l'UICN ; Fondation John D. et Catherine T. MacArthur ; Fondation JRS pour la biodiversité ; Junta de Andalucía ; Musée d'histoire naturelle Lee Kong Chian, Université nationale de Singapour ; Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries ; Mandai Wildlife Group ; MAVA Foundation ; Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ; Missouri Botanical Garden, Madagascar ; Monash University ; Museum and Art Gallery of the Northern Territory ; Muséum National d'Histoire Naturelle ; National Institute of Biological Resources ; National Museums of Kenya ; NatureServe ; North of England Zoological Society ; Office Pour les Insectes et leur Environnement ; Pontificia Universidad Javeriana de Colombia ; Research Centre for Biodiversity and Genetic Resources of Porto University ; Rufford Foundation ; Sapienza Università di Roma ; Senckenberg Research Institute and Natural History Museum ; Sociedade de Odonatologia Latinoamericana ; Société française d'Odonatologie ; Society of Entrepreneurs and Ecology Foundation ; South Africa Institute for Aquatic Biodiversity ; South Africa National Biodiversity Institute ; Spanish Agency for International Cooperation Development ; Spanish Ministry of Environment ; Synchronicity Earth ; Tanzania Fisheries Research Institute ; Toyota Motor Corporation par le biais du Partenariat Liste Rouge UICN-Toyota ; Uganda Coalition for Sustainable Development ; Ugandan National Wetlands Programme ; Université du Burundi ; Université de Canberra ; Universidad de Los Andes ; Wetlands International ; WildFish ; WorldFish ; Yayasan Bumi Sawerigading ; Zoo Outreach Organisation ; et Zoological Society of London. Nous remercions la Fondation Regina Bauer Frankenberg, le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et l'Agence de projet FEM de l'UICN pour le financement de cette analyse et de ce manuscrit. Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles de l'UICN. La désignation d'entités géographiques dans ce document et la présentation du matériel n'impliquent pas l'expression d'une opinion quelconque de la part de l'UICN concernant le statut juridique d'un pays, d'un territoire ou d'une région, ou de ses autorités, ou concernant la délimitation de ses frontières ou limites.

Contributions des auteurs C.A.S. a conçu l'idée originale et a rassemblé les données. C.A.S., E.F., R.R.J. et N.B.W.M. ont effectué les analyses avec l'aide de G.R. N.A.C. et W.R.T.D. ont assuré le financement principal de l'analyse et du manuscrit. C.A.S. et R.R.J. ont rédigé la première version. C.A.S., E.F., R.R.J., N.B.W.M., G.R., M.B., T.M.B., T.C.-B., N.A.C., I.H., M.H., R.J., K.G.S., J.-C.V., J.C.A., D.J.A., G.R.A., V.B., J.-P.B., S.F.C., P.C., V.C., L.C., K.A.C., N.C., A.C., J.D., A.G.D., S.D.G., G.D.K., K.-D.B.D., R.A.D., J.F., N.G., J.G., A.G., C.G., M.J.G., M.I.G., A.E.R.G., M.P.H., G.A.H., C.H.-T., L.H., R.A.H., R.W.J., D.J.B., V.J.K., B.K.K., J.K., M.K., P.A.L., H.K.L., M.L., F.L., A.L., T.J.L., L.M.-T., S.M., H.H.N., C.N., A.F.P.-N., C.P., H.E.P., C.N.M.P., C.M.P., R.R., P.S.R., T.R., R.E.R., C.L.R., J.A.S., P.H.S., M.R.S., J.S., M.L.J.S., H.H.T., Y.T., E.B.T., M.F.T., A.G.T., Y.T., D.T., K.W., J.R.S.W., E.G.E.W., E.Z. et W.R.T.D. ont relu et édité le manuscrit.

Intérêts concurrents G.R., M.L. et L.M.-T. sont affiliés à des sociétés commerciales (Elimia, Fish Fondler Pty Ltd. et Mott MacDonald, respectivement), mais leurs contributions à cet article ont été faites à titre bénévole. Les autres auteurs ne déclarent aucun intérêt concurrent.

Informations complémentaires

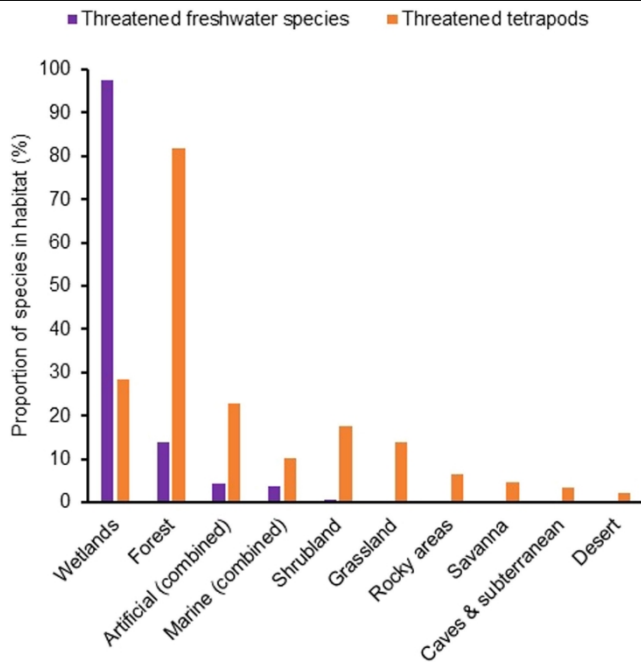
Informations complémentaires La version en ligne contient des informations complémentaires disponibles à l'adresse <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08375-z>.

La **correspondance et les demandes de matériel** doivent être adressées à Catherine A. Sayer.

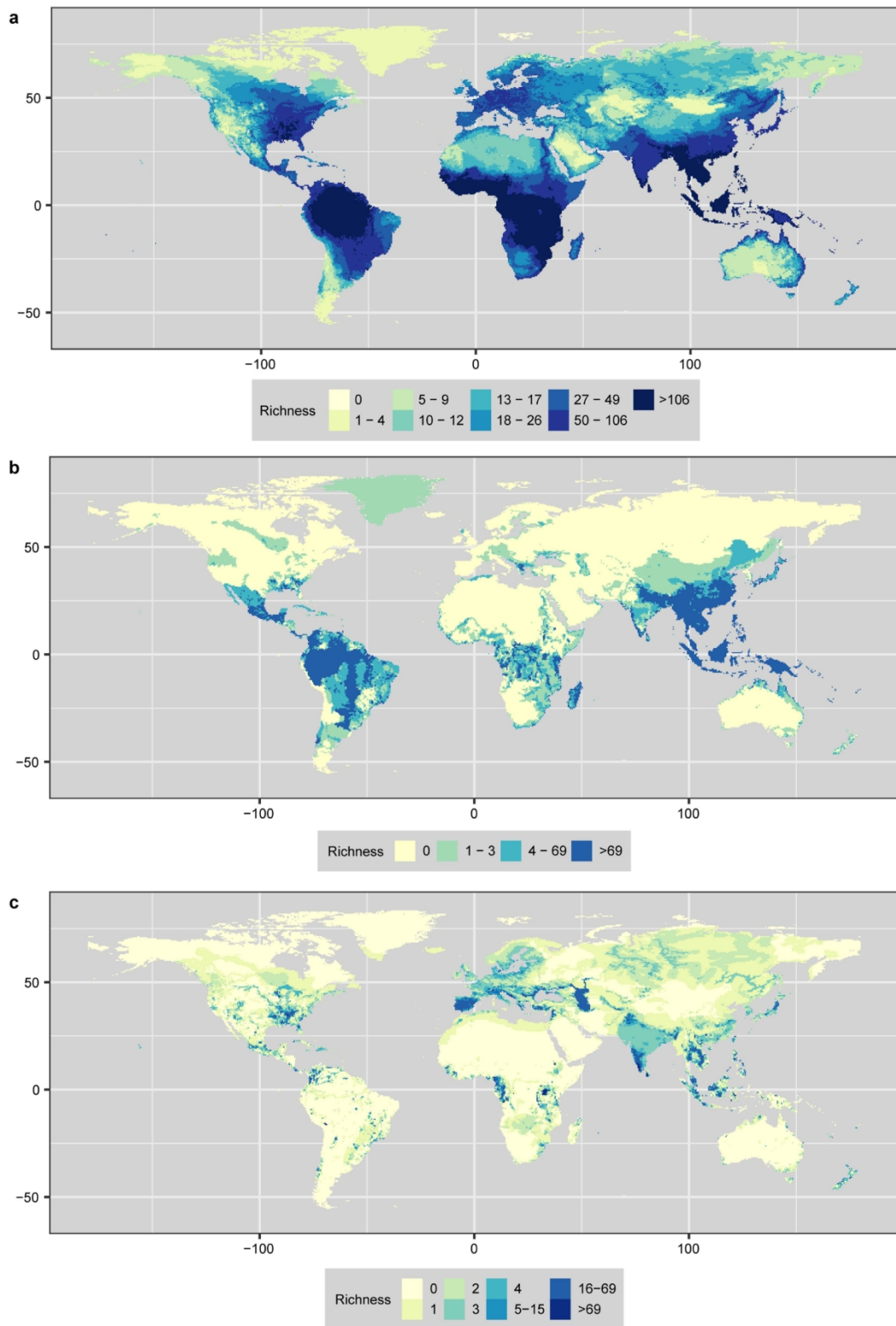
Informations sur l'évaluation par les pairs *Nature* remercie Anthony Ricciardi et les autres évaluateurs anonymes pour leur contribution à l'évaluation par les pairs de ce travail. Les rapports des évaluateurs sont disponibles.

Les informations relatives à la réimpression et aux autorisations sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.nature.com/reprints>.

Article

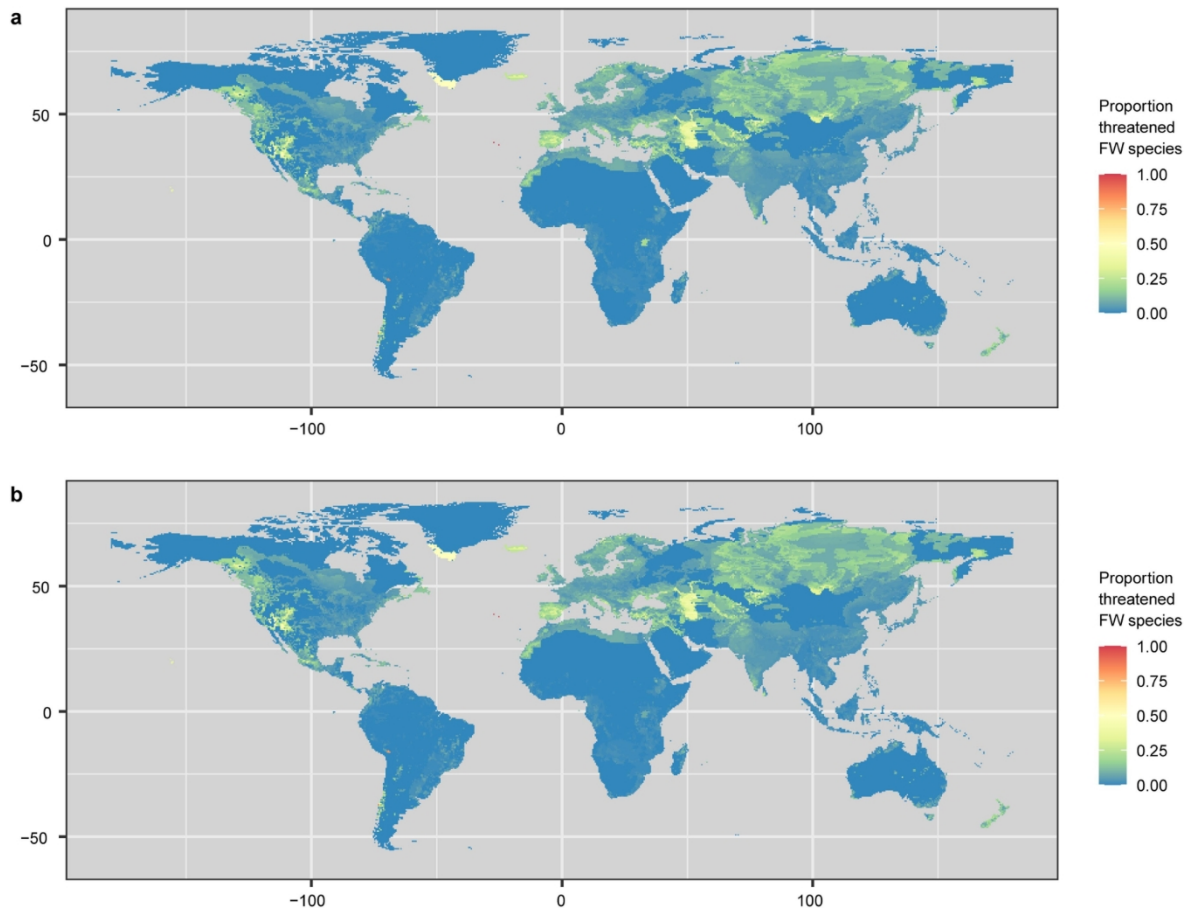


Extended Data Fig. 1| Habitats utilisés par les espèces d'eau douce menacées (crustacés décapodes, poissons et odonates ; combinés) et les tétrapodes menacés. Les espèces menacées comprennent celles qui sont considérées comme étant en danger critique d'extinction, en danger ou vulnérables (y compris celles qui sont marquées comme étant possiblement éteintes et possiblement éteintes à l'état sauvage). Les habitats ne s'excluent pas mutuellement. Les habitats sont codés selon le système de classification des habitats de l'UICN (version 3.1) et combinés pour la présentation comme suit (la valeur du niveau hiérarchique le plus élevé est indiquée, tous les niveaux suivants sont inclus) : zones humides (5) ; forêts (1) ; zones artificielles (combinées) (14, 15) ; zones marines (combinées) (9, 10, 11, 12, 13) ; zones arbustives (3) ; prairies (4) ; zones rocheuses (6) ; savane (2) ; grottes et souterrains (7) ; et désert (8). Les habitats suivants ne sont pas représentés : végétation introduite (16) ; autres (17) ; et inconnu (18). Nombre d'espèces : espèces d'eau douce menacées n = 4 236 ; et tétrapodes menacés n = 7 108.



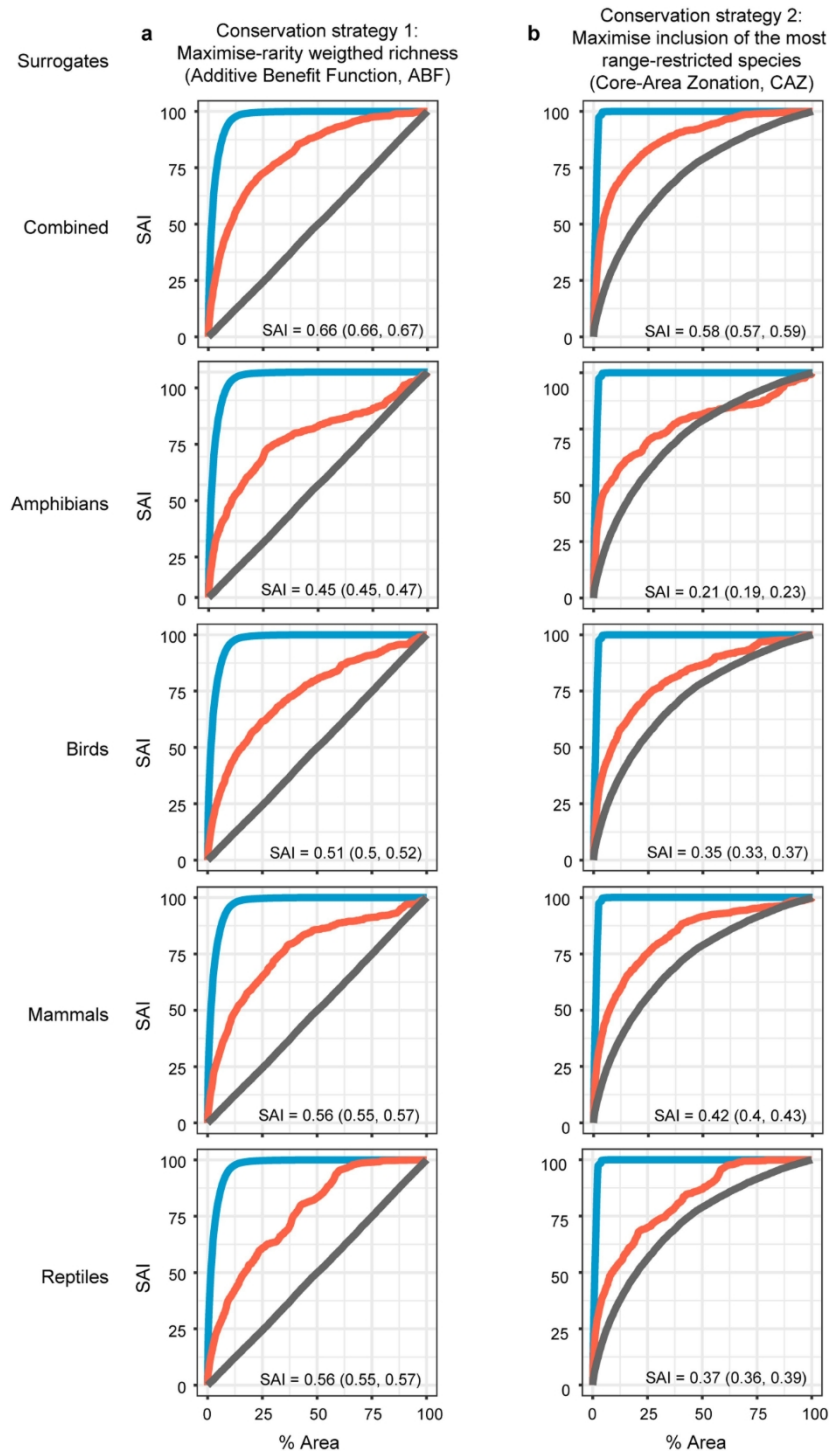
Extended Data Fig. 2 | Richesse absolue des espèces d'eau douce pour a) toutes les espèces d'eau douce ; b) les espèces d'eau douce pour lesquelles les données sont insuffisantes ; et c) les espèces d'eau douce menacées (à l'exclusion des espèces en danger critique d'extinction (possiblement éteintes) et en danger critique d'extinction (possiblement éteintes à l'état sauvage)). Les distributions suivantes sont incluses : Présence = Existante, Probablement Existante ou Possiblement Éteinte ; Origine= Indigène, Réintroduite ou Colonisation assistée ; et

Saisonnalité= Résident, reproducteur, non reproducteur ou de passage. La valeur de chaque cellule est calculée comme le nombre d'espèces dont la distribution cartographiée chevauche la cellule. La richesse est indiquée en utilisant une grille de latitude-longitude de $0,5 \times 0,5$ et le WGS84. Les limites officielles de la Banque mondiale (sous licence Creative Commons CC BY 4.0) ont été utilisées comme carte de base.



Extended Data Fig. 3 | Richesse proportionnelle des espèces d'eau douce menacées a) y compris les espèces en danger critique d'extinction (possiblement éteintes) et les espèces en danger critique d'extinction (possiblement éteintes à l'état sauvage) ; et b) à l'exclusion des espèces en danger critique d'extinction (possiblement éteintes) et des espèces en danger critique d'extinction (possiblement éteintes à l'état sauvage). Les distributions suivantes sont incluses : Présence = Existant, Probablement Existant ou Possiblement Éteint ;

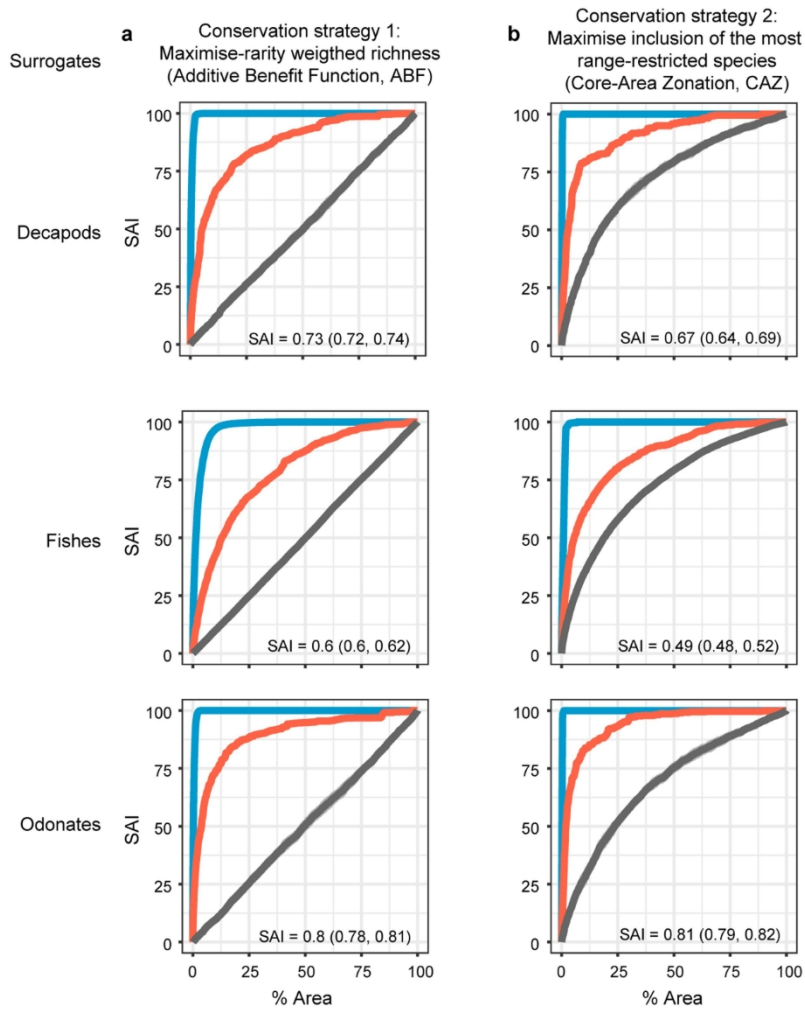
Origine = indigène, réintroduite ou colonisation assistée ; et saisonnalité = résidente, reproductrice, non reproductrice ou de passage. La valeur de chaque cellule est calculée en divisant la richesse absolue en espèces menacées par la richesse absolue en espèces. Richesse indiquée en utilisant une grille de latitude-longitude de 0,5× 0,5 et WGS84. Les limites officielles de la Banque mondiale (sous licence Creative Commons CC BY 4.0) ont été utilisées comme carte de base.



Extended Data Fig. 4 | Valeurs et courbes de l'indice d'accumulation d'espèces (SAI) de l'analyse de substitution, indiquant l'efficacité des tétrapodes (combinés ou individuels) en tant que substituts pour les objectifs des espèces d'eau douce (combinés). Les valeurs et les courbes sont présentées pour deux stratégies de conservation alternatives : **a)** maximiser la richesse pondérée en fonction de la rareté, et **b)** maximiser l'inclusion des espèces dont l'aire de répartition est la plus restreinte. Voir les méthodes pour une explication complète de chaque stratégie. L'efficacité de la substitution est mesurée à l'aide de l'indice d'accumulation d'espèces (IAE) : les valeurs vont de $-\infty$ à 1, 1 indiquant une substitution parfaite, les valeurs entre 1 et 0 indiquant une substitution positive, 0 indiquant une absence de substitution,

et les valeurs inférieures à 0 indiquant une maternité de substitution négative. Dans chaque panel, la médiane

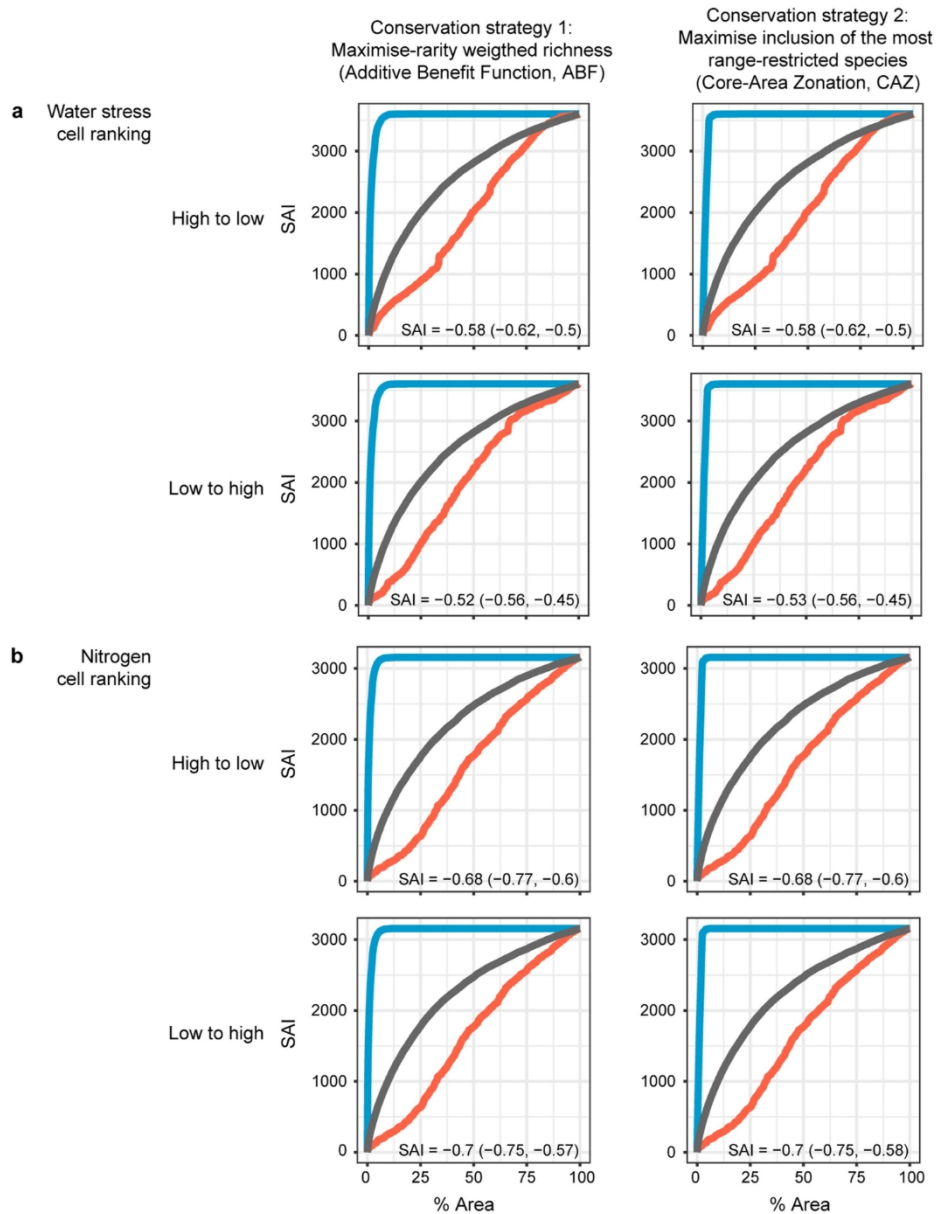
Les valeurs de l'ISC sont fournies, avec les intervalles de confiance inférieurs et supérieurs entre parenthèses. Les lignes bleues représentent les courbes optimales (accumulation de la diversité cible sur la base des zones prioritaires cibles) ; les lignes rouges représentent les courbes de substitution (accumulation de la diversité cible sur la base des zones prioritaires de substitution) ; et les lignes grises représentent les courbes aléatoires (accumulation de la diversité cible sur la base d'une sélection aléatoire des zones). Les intervalles de confiance (95 %, sur la base de 100 randomisations) sont indiqués dans une zone plus claire autour des courbes ; la plupart d'entre elles sont trop petites pour être visibles.



Données complémentaires Fig. 5 | Valeurs et courbes de l'indice d'accumulation d'espèces (SAI) issues de l'analyse de substitution, indiquant l'efficacité des tétrapodes (combinés) en tant que substituts des espèces d'eau douce (individuellement) ciblées.

Les valeurs et les courbes sont présentées pour deux stratégies de conservation alternatives : **a)** maximiser la richesse pondérée par la rareté, et **b)** maximiser l'inclusion des espèces dont l'aire de répartition est la plus restreinte. Voir les méthodes pour une explication complète de chaque stratégie. L'efficacité de la substitution est mesurée à l'aide de l'indice d'accumulation d'espèces (IAE) : les valeurs vont de $-\infty$ à 1, 1 indiquant une substitution parfaite, les valeurs entre 1 et 0 indiquant une substitution positive, 0 indiquant une absence de substitution, et les valeurs entre 1 et 0 indiquant une absence de substitution.

des valeurs inférieures à 0 indiquant une maternité de substitution négative. Dans chaque panneau, les valeurs médianes de l'ISC sont indiquées, avec les intervalles de confiance inférieurs et supérieurs entre parenthèses. Les lignes bleues représentent les courbes optimales (accumulation de la diversité cible sur la base des zones prioritaires cibles) ; les lignes rouges représentent les courbes de substitution (accumulation de la diversité cible sur la base des zones prioritaires de substitution) ; et les lignes grises représentent les courbes de substitution (accumulation de la diversité cible sur la base d'une sélection aléatoire de zones). Les intervalles de confiance (95 %, sur la base de 100 randomisations) sont indiqués les zones plus claires autour des courbes ; la plupart sont trop petits pour être visibles.



Données complémentaires Fig. 6 | Valeurs et courbes de l'indice d'accumulation d'espèces (IAE) issues de l'analyse de substitution, indiquant l'efficacité de deux facteurs abiotiques en tant que substituts pour les espèces d'eau douce (combinées) cibles : a) le stress hydrique et b) l'azote (en tant que substitut de l'eutrophisation). Les valeurs et les courbes sont présentées pour deux stratégies de conservation alternatives : 1) maximiser la richesse pondérée par la rareté, et 2) maximiser l'inclusion des espèces dont l'aire de répartition est la plus restreinte. Voir les méthodes pour une explication complète de chaque stratégie et des valeurs du stress hydrique.

L'efficacité de la maternité de substitution est mesurée à l'aide de l'indice d'accumulation d'espèces (IAE) : les valeurs vont de $-\infty$ à 1, 1 indiquant une maternité de substitution parfaite, les valeurs

entre 1 et 0 indiquant une maternité de substitution positive, 0 indiquant l'absence de maternité de substitution, et des valeurs inférieures à 0 indiquant une maternité de substitution négative. Dans chaque panneau, les valeurs médianes de l'ISC sont indiquées, avec les intervalles de confiance inférieurs et supérieurs entre parenthèses. Les lignes bleues représentent les courbes optimales (accumulation de la diversité cible sur la base des zones prioritaires cibles) ; les lignes rouges représentent les courbes de substitution (accumulation de la diversité cible sur la base des zones prioritaires de substitution) ; et les lignes grises représentent les courbes aléatoires (accumulation de la diversité cible sur la base d'une sélection aléatoire de zones). Les intervalles de confiance (95 %, sur la base de 100 randomisations) sont indiqués dans les zones plus claires autour des courbes ; la plupart d'entre eux sont trop petits pour être visibles.

Article

Données complémentaires Tableau 1| Résumé des catégories de la liste rouge pour tous les groupes taxonomiques d'eau douce

Red List Category	Freshwater taxonomic group			
	Decapods	Fishes	Odonates	Total
EX	6	82	1	89
EW	0	11	0	11
CR	116	737	96	949
CR (PE)	18	141	19	178
CR (PEW)	1	8	0	9
EN	144	1,154	311	1,609
VU	226	1,209	301	1,736
NT	70	686	237	993
LC	1,041	8,115	3,447	12,603
DD	1,042	2,634	1,830	5,506
Total	2,645	14,628	6,223	23,496
% DD	39%	18%	29%	23%
% threatened (best estimate)	30%	26%	16%	24%
% threatened (lower estimate)	18%	21%	11%	18%
% threatened (upper estimate)	58%	40%	41%	42%

Les catégories de la Liste rouge sont les suivantes : EX, éteint ; EW, éteint à l'état sauvage ; CR, en danger critique d'extinction ; EN, en danger ; VU, vulnérable ; NT, quasi menacé ; DD, données insuffisantes ; et LC, préoccupation mineure. Possiblement éteint (PE) et Possiblement éteint à l'état sauvage (PEW) sont des balises ajoutées à la catégorie CR. Voir Méthodes pour le calcul de la meilleure estimation, de l'estimation inférieure et de l'estimation supérieure de la proportion d'espèces menacées.

Tableau des données étendues 2 | Proportion d'espèces d'eau douce menacées par rapport aux espèces éteintes affectées par les menaces

Threat	a			b		
	Proportion freshwater species impacted		p	Proportion freshwater species impacted		p
	Threatened (incl. PE + PEW)	Extinct (excl. PE + PEW)		Threatened (excl. PE + PEW)	Extinct (incl. PE + PEW)	
Pollution	0.54	0.52	0.961	0.53	0.63	0.005*
Dams & water management	0.39	0.63	2.8E-05*	0.39	0.38	0.933
Agriculture	0.37	0.06	5.9E-08†	0.37	0.18	2.3E-10†
Invasive species & disease	0.28	0.55	3.7E-07*	0.27	0.50	5.0E-16*
Logging	0.25	0.04	4.1E-05†	0.26	0.08	1.3E-10†
Urban development	0.23	0.07	0.004†	0.23	0.14	0.003†
Hunting & fishing	0.21	0.37	0.003*	0.20	0.42	2.2E-17*
Energy production & mining	0.18	0.01	4.0E-04†	0.19	0.04	6.1E-09†
Climate change & severe weather	0.18	0.05	0.010†	0.18	0.06	3.1E-06†
Human intrusions & disturbance	0.08	0.02	0.212	0.08	0.04	0.104
Other ecosystem modifications	0.06	0.04	0.582	0.07	0.04	0.298
Transportation	0.05	0.01	0.252	0.06	0.01	0.008†
Fire & fire suppression	0.05	0.00	0.109	0.05	0.02	0.026†
Problematic native species	0.04	0.02	0.679	0.03	0.19	3.3E-40*
Aquaculture	0.02	0.00	0.411	0.02	0.01	0.295
Geological events	0.01	0.00	0.653	0.01	0.01	0.971

Les proportions et les valeurs p pour les différences testées au moyen de tests chi-carré bilatéraux sont données pour **a)** l'inclusion des espèces en danger critique d'extinction (possiblement éteintes) et en danger critique d'extinction (possiblement éteintes à l'état sauvage) comme existantes et menacées (parce que leur extinction n'a pas été confirmée), et **b)** l'inclusion des espèces en danger critique d'extinction (possiblement éteintes) et en danger critique d'extinction (possiblement éteintes à l'état sauvage) comme éteintes (parce que l'on s'attend à ce que ce soit leur véritable statut). Par ailleurs, les espèces menacées comprennent celles qui sont considérées comme étant en danger critique d'extinction, en danger ou vulnérables. Les valeurs de p marquées d'un * indiquent que la menace a un impact sur plus d'espèces éteintes que prévu sur la base des menacées. Les valeurs de p marquées d'un † indiquent que la menace a un impact sur moins d'espèces éteintes que prévu sur la base des espèces menacées. Degrés de liberté= 1.

Article

Données étendues Tableau 3| Fréquences des paires de menaces conduisant à l'extinction des espèces d'eau douce

Threat	Agriculture	Climate change & severe weather	Dams & water management	Energy production & mining	Human intrusions & disturbance	Hunting & fishing	Invasive species & disease	Logging	Other ecosystem modifications	Pollution	Problematic native species	Transportation	Urban development
Agriculture		1	1		1	1	3	2		3			2
Climate change & severe weather			2				3			2			
Dams & water management				1	2	20	28		2	30	1	1	1
Energy production & mining						1							
Human intrusions & disturbance							2			2			1
Hunting & fishing							21	2		21		1	2
Invasive species & disease								2	1	23	1		3
Logging										1			1
Other ecosystem modifications										1			1
Pollution											1	1	2
Problematic native species													1
Transportation													
Urban development													

Les espèces d'eau douce éteintes comprennent celles qui sont considérées comme éteintes ou éteintes à l'état sauvage. Les chiffres indiquent le nombre d'espèces d'eau douce éteintes considérées comme affectées par les deux menaces énumérées. Les cellules plus foncées indiquent un plus grand nombre d'espèces affectées par les deux menaces.

Données complémentaires Tableau 4| Proportion d'espèces d'eau douce menacées par rapport aux espèces disparues utilisant chaque habitat

Habitat	a			b		
	Proportion freshwater species using habitat		p	Proportion freshwater species using habitat		p
	Threatened (incl. PE + PEW)	Extinct (excl. PE + PEW)		Threatened (excl. PE + PEW)	Extinct (incl. PE + PEW)	
Permanent rivers	0.71	0.37	1.7E-12†	0.73	0.38	2.3E-39†
Permanent lakes	0.18	0.48	1.1E-13*	0.17	0.47	2.6E-39*
Seasonal rivers	0.10	0.00	0.003†	0.11	0.03	1.0E-04†
Permanent pools	0.09	0.03	0.087	0.10	0.03	7.0E-04†
Bogs, marshes, etc.	0.08	0.04	0.329	0.08	0.03	0.012†
Seasonal pools	0.08	0.00	0.014†	0.08	0.03	0.005†
Springs & oases	0.06	0.19	8.4E-08*	0.06	0.10	0.008*
Karst	0.05	0.00	0.067	0.05	0.02	0.105
Seasonal lakes	0.02	0.00	0.450	0.02	0.01	0.764
Other wetlands	0.01	0.00	0.489	0.01	0.01	0.558
Saline, brackish, or alkaline	0.01	0.00	0.526	0.01	0.00	0.143

Les proportions et les valeurs p pour les différences testées au moyen de tests chi-carré bilatéraux sont données pour **a)** l'inclusion des espèces en danger critique d'extinction (possiblement éteintes) et en danger critique d'extinction (possiblement éteintes à l'état sauvage) comme existantes et menacées (parce que leur extinction n'a pas été confirmée), et **b)** l'inclusion des espèces en danger critique d'extinction (possiblement éteintes) et en danger critique d'extinction (possiblement éteintes à l'état sauvage) comme éteintes (parce que l'on s'attend à ce que ce soit leur véritable statut). Par ailleurs, les espèces menacées comprennent celles qui sont considérées comme étant en danger critique d'extinction, en danger ou vulnérables. Les valeurs de p marquées d'un * indiquent que l'habitat a été utilisé par plus d'espèces éteintes que prévu sur la base des espèces menacées. Les valeurs de p marquées d'un † indiquent que l'habitat a été utilisé par moins d'espèces éteintes que prévu sur la base des espèces menacées. Degrés de liberté= 1.

Résumé du rapport

Nature Portfolio souhaite améliorer la reproductibilité des travaux qu'il publie. Ce formulaire fournit une structure pour assurer la cohérence et la transparence des rapports. Pour plus d'informations sur les politiques de Nature Portfolio, voir nos [éditoriales](#) et la [politique d'](#) st.

Statistics

Pour toutes les analyses statistiques, confirmez que les éléments suivants sont présents dans la légende de la figure, la légende du tableau, le texte principal ou la section Méthodes. s.o. Confirmé

- La taille exacte de l'échantillon (n) pour chaque groupe expérimental/condition, sous forme de nombre discret et d'unité de mesure.
- Une déclaration indiquant si les mesures ont été prises sur des échantillons distincts ou si le même échantillon a été mesuré à plusieurs reprises Le(s) test(s)
- statistique(s) utilisé(s) ET s'il(s) est (sont) unilatéral(s) ou bilatéral(s)
Les techniques plus complexes sont décrites dans la section "Méthodes".
- Une description toutes les covariables testées
- Une description de toutes les hypothèses ou corrections, telles que les tests normalité et l'ajustement pour les comparaisons multiples.
- Une description complète des paramètres statistiques, y compris la tendance centrale (par exemple les moyennes) ou d'autres estimations de base (par exemple le coefficient de régression) ET la variation (par exemple l'écart-type) ou les estimations associées de l'incertitude (par exemple les intervalles de confiance).
- Pour la vérification de l'hypothèse nulle, la statistique du test (par exemple F, t, r) avec les intervalles de confiance, les tailles d'effet, les degrés de liberté et la valeur P notée.
Indiquer les valeurs P en tant que valeurs exactes chaque fois que cela est possible.
- Pour l'analyse bayésienne, des informations sur le choix des priors et des paramètres de la chaîne de Markov Monte Carlo.
- Pour les modèles hiérarchiques et complexes, identification du niveau approprié pour les tests et rapport complet des résultats
- Estimations des tailles d'effet (par exemple, *d* de Cohen, *r* de Pearson), avec indication de la manière dont elles ont été calculées

Our +e0 0//e.c/L/On ns L/sE/0sOr0 /O/sL0nn2 r0/esnmn fie OnLs 00e.

Logiciel et code

Informations sur la politique concernant l'[avaliabilité du code](#).

informatique Collecte des données
No code was used for the collection of data in this study.

Analyse des données Nous avons utilisé les logiciels libres suivants pour effectuer analyses de substitution : R (v4.3), Zonation (v4, qui comprend les algorithmes CAZ et ABF) et zonator (v0.6.0). Des scripts R personnalisés ont été développés pour fonctionner avec le logiciel Zonation et sont disponibles à l'adresse suivante : <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.10286099>. Nous avons également utilisé Microsoft Excel pour analyser les données tabulaires sur le risque d'extinction, les habitats et les menaces. Des tests du chi carré ont également été effectués dans Microsoft Excel (version 2408).

For manuscript preparation, the following software was used: R (v4.3), Zonation (v4, which includes the CAZ and ABF algorithms) and zonator (v0.6.0). Custom R scripts were developed to work with Zonation software and are available at the following address: <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.10286099>. We also used Microsoft Excel to analyze tabular data on extinction risk, habitats and threats. Chi-square tests were also performed in Microsoft Excel (version 2408).

For manuscript preparation, the following software was used: R (v4.3), Zonation (v4, which includes the CAZ and ABF algorithms) and zonator (v0.6.0). Custom R scripts were developed to work with Zonation software and are available at the following address: <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.10286099>. We also used Microsoft Excel to analyze tabular data on extinction risk, habitats and threats. Chi-square tests were also performed in Microsoft Excel (version 2408).

Données

Informations politiques sur la [disponibilité des données](#)

Tous les manuscrits doivent inclure [une](#) données. Cette déclaration doit fournir les informations suivantes, le cas :

- Codes d'accès, identifiants uniques ou liens internet pour les ensembles de données accessibles au public
- Une description des restrictions éventuelles concernant la disponibilité des données
- Pour les ensembles de données cliniques ou les données de tiers, veuillez vous assurer que la déclaration est conforme à nos [règles de confidentialité](#).

Les données taxonomiques pour les poissons d'eau douce proviennent du catalogue des poissons d'Eschmeyer (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>) et pour les odonates de la liste mondiale des odonates (<https://www.pugetsound.edu/slater-museum-natural-history-0/biodiversity-resources/insects/dragonflies/world-odonata-list>). Toutes les données d'évaluation de la Liste rouge de l'UICN sont accessibles au public sur le site web de la Liste rouge de l'UICN des espèces menacées (www.iucnredlist.org). Parfois, lorsqu'une espèce est menacée par une collecte excessive, les données spatiales sensibles ne sont pas accessibles au public. Toutes les données tabulaires et spatiales de la Liste rouge de l'UICN seront résumées et mises à disposition sur le site www.iucnredlist.org/resources/data-repository avant la publication du manuscrit. Les données de référence sur le stress hydrique ("Aqueduct Water Stress Projections Data") sont disponibles dans l'atlas des risques hydriques de l'aqueduc à l'adresse suivante : <https://www.wri.org/data/aqueduct-water-stress-projections-data>. Les données de référence sur l'azote ("Global - Nitrate-nitrite in Surface Water") sont disponibles dans le catalogue de la Banque mondiale à l'adresse suivante : <https://atacatalog.worldbank.org/search/dataset/0038385/Global--Nitrate-nitrite-in-Surface-Water>.

Recherche impliquant des participants humains, leurs données ou du matériel biologique

Informations sur la politique concernant les études avec des [participants humains ou des données humaines](#). Voir également les informations politiques sur le [sexe, le genre \(identité/présentation\)](#), l'[orientation sexuelle](#) et la [race, l'ethnicité et le racisme](#).

Rapports sur le sexe et le genre	<input type="checkbox"/> La recherche des n'implique pas de participants humains, de données les concernant ou de matériel biologique. biologiques.
Rapports sur la race, l'ethnicité ou d'autres groupes socialement pertinents	<input type="checkbox"/> La recherche n' implique pas de participants humains, de données les concernant ou de matériel biologique.
Caractéristiques de la population	<input type="checkbox"/> h est une recherche qui n'implique pas de participants humains, de données les concernant ou de matériel biologique.
Recrutement	<input type="checkbox"/> h est une recherche qui n'implique pas de participants humains, de données les concernant ou de matériel biologique.
Surveillance de l'éthique	<input type="checkbox"/> h est une recherche qui n'implique pas de participants humains, de données les concernant ou de matériel biologique.

Il convient de noter que l'information sur l'approbation du protocole d'étude doit également être fournie dans le formulaire.

Rapports spécifiques au terrain

Veuillez sélectionner ci-dessous celui qui correspond le mieux à votre recherche. Si vous n'êtes pas sûr, lisez les sections appropriées avant de faire votre choix.

Sciences de la vie
 Sciences comportementales et sociales
 Sciences écologiques, évolutives et environnementales

Pour une re le n e n c e o p y de l' O c u m e n t i w i h a l s e c t i o n s , s e n a t u r e . c o m / d O c e n t s / n r r e p a i g s u m r t i a l a i . p d f

Plan d'étude des sciences écologiques, évolutives et environnementales

Tous les élèves doivent clôturer les points de la foire, même si la découverte est négative.

Description de l'étude	Cette étude examine le risque d'extinction, la distribution, les habitats clés et les facteurs de menace des espèces d'eau douce (crustacés décapodes, poissons et odonates) au niveau mondial, en comparaison avec le statut des tétrapodes (amphibiens, oiseaux, mammifères et reptiles) sur la base des données de la Liste rouge des espèces menacées de l'UICN. En outre, l'étude comprend une analyse de l'efficacité des tétrapodes menacés et d'un facteur abiotique (le stress hydrique) en tant que substituts pour la conservation des espèces d'eau douce menacées.
Échantillon de recherche	L'échantillon de recherche était constitué d'évaluations d'espèces pour la Liste rouge des espèces menacées de l'UICN (www.iucnredlist.org). Pour chaque espèce, ces évaluations comprennent des informations sur la taxonomie, la répartition (y compris une carte de l'aire de répartition), la population, les habitats et l'écologie, l'utilisation et le commerce, les menaces, les actions de conservation et de recherche, ainsi qu'une catégorie de risque d'extinction pour la Liste rouge (attribuée sur la base des critères de la Liste rouge). Les données proviennent de la version 2022-2 de la Liste rouge de l'UICN, téléchargée en mars 2023, avec des données supplémentaires non publiées pour un sous-ensemble de poissons d'eau douce. D'autres ensembles de données ont été utilisés : le catalogue des poissons d'Eschmeyer (http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp) et la liste mondiale des odonates (https://www.pugetsound.edu/slater-museum-natural-history-0/biodiversity-resources/insects/dragonflies/world-odonata-list). Voir les méthodes pour plus de détails.
Stratégie d'échantillonnage	<input checked="" type="checkbox"/> ve visait à inclure des données sur toutes les espèces formellement décrites de crustacés décapodes, de poissons et d'odonates d'eau douce. Cependant,

Stratégie d'échantillonnage	Principalement en raison de nouvelles descriptions depuis les efforts d'évaluation régionale, l'étude a inclus des données sur plus de 80% de toutes les espèces d'eaux douces décrites, combinées dans les groupes taxonomiques d'intérêt. Cette valeur est considérée comme "évaluée de manière exhaustive" sur la liste rouge de l'UICN et suffisante pour représenter le statut d'un groupe taxonomique. Voir les méthodes pour plus de détails.
Collecte de données	Les données ont été recueillies dans base de données du Service d'information sur les espèces de l'UICN (https://sis.iucn.org/apps/org.iucn.sis.server/SIS/index.html). La compilation initiale des données a été réalisée principalement par des experts en espèces travaillant à distance. Elle a été suivie par des ateliers (principalement en personne) où des groupes d'experts en espèces et des animateurs spécialisés dans les catégories et critères de la Liste rouge de l'UICN se sont réunis pour examiner et approuver les données. Les évaluateurs et les réviseurs sont listés dans les crédits de chaque évaluation. Les évaluations finales ont ensuite été révisées et approuvées par le personnel de l'Unité Liste Rouge de l'UICN. Voir les Méthodes et les Informations supplémentaires pour plus de détails.
Calendrier et échelle spatiale	La collecte de données a eu lieu entre 2003 et 2023 dans le cadre d'une série d'évaluations régionales. La fréquence et la durée de chaque effort d'évaluation dépendaient du financement disponible. Les détails complets des calendriers associés à chaque effort d'évaluation régionale figurent dans les informations complémentaires. Les données sont recueillies à l'échelle mondiale et couvrent toutes les zones où les décapodes d'eau douce sont présents. <small>Crustacea</small>
Exclusions de données	Aucune donnée n'a été intentionnellement exclue de l'analyse. Cependant, certaines espèces n'ont pas été incluses si, par exemple, elles ont été officiellement décrites après l'évaluation de leur région d'origine. <small>On sait qu'il y a des céans, des poissons et des odonates.</small>
Reproductibilité	Chaque évaluation a fait l'objet de deux examens. Tout d'abord, au moins un scientifique indépendant connaissant bien chaque espèce a examiné l'évaluation pour s'assurer que les données présentées étaient correctes et complètes et que les critères de la Liste rouge avaient été appliqués de manière appropriée. Une fois que chaque évaluation a passé cette première étape de l'examen, y compris la révision (si nécessaire), le personnel de l'Unité Liste Rouge de l'UICN a examiné les évaluations pour s'assurer que les Critères pour la Liste Rouge avaient été appliqués de manière appropriée et que les normes de documentation avaient été respectées. Une fois que chaque évaluation a passé cette deuxième étape de l'examen, y compris la révision (si nécessaire), elle est considérée comme finalisée et prête à être publiée sur le site web de la Liste rouge de l'UICN. Un sous-ensemble d'espèces de poissons d'eau douce utilisées dans cette analyse n'avait subi que la première étape du processus de révision décrit ci-dessus au moment de la rédaction du présent document. Aucune tentative n'a été faite pour reproduire les évaluations originales.
Randomisation	Aucun groupe randomisé n'a été utilisé dans l'étude, car nous voulions couvrir tous les décapodes, poissons et odonates d'eau douce formellement décrits au moment de l'évaluation. Aucune covariable pertinente n'a été prise en compte dans l'analyse.
Aveuglement	L'identification n'était pas pertinente pour cette étude, qui ne comportait pas d'analyse expérimentale.

L'étude comportait-elle des travaux sur le terrain ? Oui Non

Rapports sur des matériaux, systèmes et méthodes spécifiques

Nous demandons aux experts de nous fournir des informations sur certains types de , d'experts, de systèmes et de méthodes utilisés dans les études de gestion. Il s'agit d'indiquer si le matériel, le système ou la méthode énumérés sont révélés votre étude. Si l'un des 11 premiers éléments vous convient, lisez la section relative au taux d'intérêt avant de sélectionner une réponse.

Matériaux et systèmes expérimentaux

Méthodes

n/a Impliqué dans l'étude

- Anticorps
- Lignées cellulaires eucaryotes
- Paléontologie et archéologie
- Animaux et autres organismes
- Données cliniques
- Recherche à double usage
- préoccupante Plantes

n/a Impliqué dans l'étude

- ChIP-seq
- Cytométrie en flux
- Neuro-imagerie par IRM

Plantes

Stocks de semences

La recherche ne porte pas sur les plantes.

Nouveaux génotypes végétaux

La recherche ne porte pas sur les plantes.

Authentification

La recherche ne porte pas sur les plantes.