



# Recherche en écologie et biodiversité : Quels étaient les sujets majeurs investigués en 2023 ?



## COORDINATION ET REDACTION

**Hélène Soubelet**, directrice de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB) et **Denis Couvet**, président de la FRB

## Sommaire

Développement de techniques et technologies pour mieux comprendre le vivant ou mieux le gérer.....	4
Consolidation des connaissances sur l'état de la biodiversité, services écosystémiques et des écosystèmes .....	7
Nouveaux concepts et propositions pour vivre en harmonie avec la nature.....	10
Avancées des connaissances sur les impacts des activités et comportements humains sur la biodiversité .....	15
Bibliographie .....	21

En 2023, plus de 28 000 articles scientifiques ont été publiés dans les domaines de l'écologie et de la biodiversité<sup>1</sup>. Les sujets abordés sont variés avec pour sujet principal l'écologie, puis les sciences de l'environnement, la biologie de la conservation. Certaines spécialités ont également beaucoup publié en 2023 : la science des plantes, la biologie des organismes d'eau douce, la zoologie, la microbiologie ou la foresterie (figure 1).



La France arrive en 7<sup>e</sup> position des pays qui publient le plus sur le sujet. A part la Chine et l'Inde (en 11<sup>e</sup> position), ce sont globalement les pays occidentaux qui impriment la tendance en matière de publications scientifiques dans ces domaines (figure 2).



L'analyse des trente premiers papiers pertinents, sur les cinquante les plus cités, montre plusieurs tendances intéressantes. D'une part huit articles sur trente présentent des développements de techniques et de technologies pour améliorer les performances de la recherche ou de la gestion des écosystèmes naturels ou des espèces. Sept articles consolident les connaissances sur la biodiversité ou les services

<sup>1</sup> Accession à la base de données *web of science* le 27 décembre 2023 – Mots clés : *Biodiversity or Ecology*. Résultats : 28 490 publications

écosystémiques. Six articles proposent de nouveaux cadres ou discutent la mise en œuvre des cadres internationaux. Quatre d'entre eux sont relatifs au cadre mondial pour la biodiversité et deux au concept Une seule santé. La plupart insistent sur la dimension de justice environnementale ou de prise en compte des diverses valeurs. Enfin, neuf articles, le plus gros groupe, s'intéressent aux impacts des activités et comportements humains sur la biodiversité, y compris le microbiome (un article). Dans ce lot, trois articles s'intéressent au régime alimentaire et son impact sur la biodiversité et trois autres s'intéressent aux liens climat et biodiversité et à la nécessité de résoudre ces crises conjointement. Les articles sont résumés ci-après.

## DEVELOPPEMENT DE TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES POUR MIEUX COMPRENDRE LE VIVANT OU MIEUX LE GERER

**« Explorer le génome pour trouver de nouvelles molécules d'intérêt »** : Kai Blin et collaborateurs ont présenté une amélioration (version 7) de l'outil, actuellement le plus largement utilisé pour l'exploration génomiques des produits naturels microbiens chez les archées, les bactéries et les champignons, : le « shell-antiSMASH d'analyse des antibiotiques et des métabolites secondaires » c'est-à-dire les métabolites des microorganismes ayant des activités antimicrobiennes, anticancéreuses, antifongiques, antivirales. Cette version contient des améliorations dans les domaines de la prédiction de la structure chimique, de la visualisation de la chaîne d'assemblage enzymatique et de la régulation des clusters de gènes.

>> Blin, K., Shaw, S., Augustijn, H. E., Reitz, Z. L., Biermann, F., Alanjary, M., ... & Weber, T. (2023). antiSMASH 7.0: New and improved predictions for detection, regulation, chemical structures and visualisation. *Nucleic acids research*, gkad344.

**« Mieux identifier les espèces sauvages menacées dans les milieux complexes »** : Roy et collaborateurs présentent WilDect-YOLO, un modèle de détection automatisé haute performance basé sur l'apprentissage profond (*deep learning*) pour la détection en temps réel des espèces sauvages menacées. Il s'agit d'un système d'observation animale de terrain, non invasif et entièrement automatisé. L'objectif est de mieux surveiller les populations d'espèces sauvages menacées par l'instabilité climatique et les perturbations anthropiques afin de les protéger et d'engager des actions de conservation et de gestion des écosystèmes appropriées. Les lacunes des meilleurs modèles de pointe actuels ont des capacités insuffisantes de discrimination de certaines caractéristiques en raison d'arrière-plans complexes et d'une grande variabilité. Les résultats des tests sur les performances de ce nouvel outil montrent qu'il est plus précis et plus fiable que celles des systèmes déjà utilisés.

>> Roy, A. M., Bhaduri, J., Kumar, T., & Raj, K. (2023). WilDect-YOLO: An efficient and robust computer vision-based accurate object localization model for automated endangered wildlife detection. *Ecological Informatics*, 75, 101919.

**« Les génomes de référence, un outil de conservation pour les espèces menacées »** : Theissinger et collaborateurs démontrent comment la génomique peut constituer un outil de gestion puissant, scientifiquement étayé, pour la conservation des espèces les plus menacées. Ils examinent les principales approches et applications en génomique de la biodiversité et de la conservation, prenant en compte le coût, le temps, les compétences préalables et les lacunes de connaissances. Ils établissent que la plupart des approches fonctionnent mieux en combinaison avec des génomes de référence provenant de l'espèce cible ou d'espèces étroitement apparentées, ce qui nécessite d'avoir accès à des ressources génomiques publiques A travers sept études de cas, la morue, la limule, le frêne européen, le hêtre européen, le lynx

ibérique, la panthère de Floride et l'éponge d'eau douce, ils illustrent comment ces génomes de référence facilitent la recherche et la conservation de la biodiversité et proposent de considérer les génomes de référence comme des ressources fondamentales et d'intégrer leur utilisation comme meilleure pratique en génomique de conservation. Ils réaffirment que la conservation de la biodiversité doit intégrer la diversité génomique pour diminuer les mortalités, maintenir la viabilité de la population, préserver le potentiel évolutif de réponses adaptatives aux changements environnementaux. A l'instar du projet Génome Humain qui a fortement impacté les sciences biomédicales au cours des deux dernières décennies, la disponibilité de génomes de référence pourrait devenir un outil majeur de conservation de la biodiversité.

>> Theissinger, K., Fernandes, C., Formenti, G., Bista, I., Berg, P. R., Bleidorn, C., ... & Zammit, G. (2023). How genomics can help biodiversity conservation. *Trends in Genetics*.

« Normaliser la taxonomie des espèces », Zhang et Quian présentent un outil *open source* (package R, « U.Taxonstand » Copyright (c) 2022 Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences) pour normaliser les noms scientifiques des espèces vivantes. Même si de nombreuses bases de données sont déjà accessible en ligne (bryophytes, des plantes vasculaires, des amphibiens, des oiseaux, des poissons, des mammifères et des reptiles, cette attribution correcte de noms scientifiques est en effet une condition préalable à la recherche et à la documentation sur la biodiversité. Le grand avantage de U.Taxonstand est qu'il peut fonctionner avec toutes les bases de données dès lors qu'elles sont correctement formatées. Les résultats des tests montrent que la vitesse d'exécution de U.Taxonstand est beaucoup plus rapide et que le taux de réussite de la correspondance est plus élevé que celui des packages R similaires.

>> Zhang, J., & Qian, H. (2023). U. Taxonstand: An R package for standardizing scientific names of plants and animals. *Plant Diversity*, 45(1), 1-5.

« L'écologie moléculaire au service de la planification des aires protégées » : Nielsen et collaborateurs proposent d'utiliser les données moléculaires pour guider la prise de décision en matière de conservation, en particulier pour la planification spatiale. Ces données fournissent des informations importantes sur les processus évolutifs nécessaires à la conservation de plusieurs niveaux de biodiversité (gènes, populations, espèces et écosystèmes). Les auteurs fournissent un guide pratique d'écologie moléculaire au service de la planification systématique de la conservation pour répondre aux questions : « pourquoi conserver » et « comment conserver ». Il convient de définir des objectifs de conservation, d'obtenir des données moléculaires, de calculer des indicateurs moléculaires, de définir les caractéristiques de la priorisation spatiale, d'établir des scénarios de conservation prioritaire, La connectivité moléculaire en particulier peut permettre d'établir des zones de réserve connectées, au sein desquelles le flux de gènes conduit à des avantages démographiques et génétiques dans les métapopulations. Se conformer aux objectifs du cadre mondial pour la biodiversité nécessite des approches intégrées qui peuvent être facilitées par l'écologie moléculaire pour l'expansion des systèmes d'aires protégées, l'amélioration de la connectivité multi-espèces, la réalisation des objectifs socio-économiques, la promotion des services écosystémiques et la sauvegarde de la diversité génétique.

>> Nielsen, E. S., Hanson, J. O., Carvalho, S. B., Begger, M., Henriques, R., Kershaw, F., & Von der Heyden, S. (2023). Molecular ecology meets systematic conservation planning. *Trends in Ecology & Evolution*, 38(2), 143-155.

«**L'intelligence artificielle au service de l'analyse de données**» : Pichler et Hartig fournissent une synthèse sur les développements historiques, les familles d'algorithmes existantes (et leur richesse), les différences par rapport aux outils statistiques traditionnels, les principes universels du *machine learning* et les applications actuelles et émergentes qui pourraient avoir un impact significatif sur l'analyse des données écologiques à l'avenir (par exemple le *machine learning* scientifique et causal, l'IA explicable et l'IA responsable). Ils font également des recommandations sur les raisons et les conditions qui font que les modèles *machine learning* et le *deep learning* excellent dans les tâches de prédiction et pourraient également offrir des alternatives aux méthodes statistiques traditionnelles d'inférence. Malgré leur popularité croissante, ces outils sont encore souvent perçus comme opaques et leur relation avec les outils classiques d'analyse de données reste controversée, car l'accent mis par ces méthodes sur les prédictions crée des défis pour l'interprétation de ces modèles. Cependant, ils présentent également des avantages, car les performances de leurs algorithmes sont supérieures aux modèles statistiques en raison d'une plus grande flexibilité et de l'optimisation automatique de la complexité en fonction des données. D'après les auteurs, le *machine learning* et le *deep learning* sont de nouveaux outils puissants pour la modélisation prédictive et l'analyse des données, et pourraient devenir indispensables en écologie et en évolution, comparable aux autres outils statistiques traditionnels.

>> Pichler, M., & Hartig, F. (2023). Machine learning and deep learning—A review for ecologists. *Methods in Ecology and Evolution*, 14(4), 994-1016.

« **La sélection génomique pour augmenter les rendements de la féverole** » : Dans un contexte européen d'injonctions politiques à augmenter la proportion de protéines végétales produites localement, pour des bénéfices en matière de santé et d'environnement, **Jayakodi et collaborateurs** proposent une plateforme de sélection génomique pour la féverole (*Vicia faba L.*), permettant aux sélectionneurs et aux généticiens d'accélérer l'amélioration de la production durable de protéines dans les zones agroécologiques méditerranéennes, subtropicales et tempérées du nord. L'équipe a développé un test de génotypage ciblé, grâce à une analyse d'association à haute résolution à l'échelle du génome pour disséquer la base génétique de la taille des graines et de la couleur du hile. Cette plante a un potentiel de rendement élevé et une bonne adaptation à la culture dans les régions tempérées. Le problème auquel le développement agronomique de cette plante fait face est la rareté des ressources génomiques. Les auteurs montrent que le génome de la féverole s'est développé jusqu'à atteindre une taille massive de 13 Go en raison d'un déséquilibre entre les taux d'amplification et d'élimination des éléments génétiques (rétrotransposons et répétitions satellites).

>> Jayakodi, M., Golicz, A. A., Kreplak, J., Fehete, L. I., Angra, D., Bednář, P., ... & Andersen, S. U. (2023). The giant diploid faba genome unlocks variation in a global protein crop. *Nature*, 615(7953), 652-659.

« **Les nanopesticides, le nouvel eldorado des industries chimiques ?** » : Partant du postulat que pour nourrir une population en croissance l'agriculture mondiale avait besoin de se moderniser, **Kannan et collaborateurs** publient une revue des avantages et des risques des nanopesticides en tant que nouvelle technologie au service de la sécurité sanitaire mondiale. Dans un contexte où les pesticides traditionnels sont de plus en plus mis en cause en raison d'impacts négatifs en termes de santé et d'environnement) plus importants que d'impacts positifs (en termes de rendements), les nanotechnologies suscitent un grand intérêt dans les applications agricoles. Diverses études ont démontré l'effet bénéfique des nanomatériaux manufacturés en tant qu'ingrédients actifs ou des nanoformulations dans la lutte contre les insectes nuisibles et la protection des plantes. Les nanopesticides semblent avoir plus d'avantages que les pesticides conventionnels en termes d'adsorption élevée, de volatilisation réduite, de perméation tissulaire améliorée, de libération contrôlée. Cependant, des études soulignent également la toxicité potentielle des nanopesticides chez les organismes non ciblés et leur risque environnemental. Cette revue

explore divers aspects des nanopesticides, notamment les méthodes de préparation, les types, les techniques de caractérisation, l'importance dans la lutte antiparasitaire, la toxicité dans les modèles végétaux et animaux, le risque environnemental et les approches actuelles en matière d'évaluation des risques et de stratégies réglementaires.

>> Kannan, M., Bojan, N., Swaminathan, J., Zicarelli, G., Hemalatha, D., Zhang, Y., ... & Faggio, C. (2023). Nanopesticides in agricultural pest management and their environmental risks: A review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-26

## CONSOLIDATION DES CONNAISSANCES SUR L'ETAT DE LA BIODIVERSITE, SERVICES ECOSYSTEMIQUES ET DES ECOSYSTEMES

« Une base de référence historique pour réévaluer la perte de zones humides au niveau mondial » : **Fluet-Chouinard et collaborateurs**, ont reconstitué la quantité, la distribution spatiale et la temporalité de la conversion anthropique des zones humides entre 1700 et 2020, en combinant des statistiques de drainage, des cartes d'utilisation des terres et des estimations des pertes régionales de zones humides. Cet article a permis de mieux évaluer l'ampleur mondiale de la perte naturelle des zones humides avec une réestimation à 3,4 millions de km<sup>2</sup> (intervalle de confiance 2,9-3,8) de zones humides intérieures perdues depuis 1700, principalement à cause de leur conversion en terres cultivées. Ceci équivaut à une perte nette de 21 % (intervalle de confiance 16-23 %), inférieure aux chiffres couramment avancés. Les auteurs font l'hypothèse que la surestimation est due à des extrapolations disproportionnées de données à partir de régions à forte perte. D'après ces données, la perte de zones humides est concentrée sur l'Europe, les États-Unis et la Chine, et s'est accélérée au milieu du XX<sup>e</sup> siècle. Ces informations peuvent fournir une base de référence historique pour guider l'évaluation de l'impact de la perte de zones humides sur les processus du système terrestre, la planification de la conservation pour protéger les zones humides restantes et la priorisation des sites pour la restauration des zones humides et des espèces qui en dépendent. Le drainage des zones humides affectant fortement les flux de gaz à effet de serre, le contrôle des inondations, le cycle des nutriments et la biodiversité, les auteurs concluent qu'il est urgent de protéger celles qui restent pour réduire le forçage radiatif ou restaurer le flux des éléments nutritifs.

>> Fluet-Chouinard, E., Stocker, B. D., Zhang, Z., Malhotra, A., Melton, J. R., Poulter, B., ... & McIntyre, P. B. (2023). Extensive global wetland loss over the past three centuries. *Nature*, 614(7947), 281-286.

« Avancée de la connaissance sur la différenciation des algues et des plantes » : **Rieseberg et collaborateurs** ont publié un article synthétisant les connaissances sur la compréhension actuelle des voies du métabolisme spécialisé des embryophytes (plantes terrestres) qui remontent à une époque antérieure à la conquête des terres par les plantes. Aujourd'hui, les embryophytes constituent la majorité de la biomasse terrestre, avec une biodiversité étonnante. L'une de leurs caractéristiques déterminantes, probablement une des clés de leur succès, est la production de métabolites spécialisés avec diverses fonctions (par exemple, polymères structuraux, molécules de signalisation) régissant la croissance, le développement et la physiologie des plantes terrestres, y compris leur réponse à l'environnement. En étudiant les algues streptophytes d'eau douce (algues apparentées les plus proches des plantes terrestres qui possèdent les mêmes voies métaboliques spécialisées), combinées aux données phylogénies des plantes terrestres, les auteurs en ont déduit des éléments robustes de conservation et de divergence ancestrale des fonctions de protéines, enzymes et métabolites spécialisés. Ils en ont déduit des degrés de liberté évolutive pour les inventions métaboliques qui ont rendu la Terre plus verte. Plusieurs métabolites que l'on pensait spécifiques aux embryophytes ont été détectés dans les algues streptophytes, laissant penser que ces voies pouvaient être incomplètes ou que leur présence était la preuve de leur assemblage progressif, la complexité du métabolisme spécialisé étant alors en corrélation avec la complexité

structurelle accrue chez les plantes (par exemple les voies métaboliques des phénylpropanoïdes, la voie de signalisation ABA, la voie des glucosinolates, la voie de signalisation et de transport de l'auxine et l'acide jasmonique). Cependant, ces conclusions présentent le danger de fournir une vision biaisée, linéaire, de l'évolution, des algues aux angiospermes, plutôt que comme un processus. En réalité, souvent, ces « voies incomplètes » sont complétées par des réactions ou enzymes différentes. Certaines voies sont mêmes plus complexes chez les algues et semblent être « perdues » chez les embryophytes. Les recherches systématiques sur la chimiodiversité des algues streptophytes sont encore rares et des études complémentaires sont nécessaires d'autant que des métabolites spécialisés semblent souvent spécifiques à une lignée ou même à une espèce. Les deux conclusions majeures de cette étude sont que des métabolismes spécialisés définissant la biologie des embryophytes avaient déjà évolué avant la conquête des terres et que les algues les plus proches des plantes terrestres ne constituent pas une forme « primitive » mais ont développé leurs propres stratégies (parfois même plus) élaborées de détection et d'atténuation des fluctuations environnementales.

>> Rieseberg, T. P., Dadras, A., Fürst-Jansen, J. M., Ashok, A. D., Darienko, T., De Vries, S., ... & De Vries, J. (2023, January). Crossroads in the evolution of plant specialized metabolism. In *Seminars in cell & developmental biology* (Vol. 134, pp. 37-58). Academic Press.

**« Avancées des connaissances sur le processus d'invasion de la chenille légionnaire d'automne » : Tay et collaborateurs** mettent à jour les connaissances sur la chenille légionnaire d'automne, *Spodoptera frugiperda* (*Lepidoptera, Noctuidae*), un ravageur agricole originaire d'Amérique, devenue envahissant dans le monde au cours de la dernière décennie. L'analyse des études menées dans son aire d'origine et dans les zones envahies permettent de mieux comprendre l'écologie de *S. frugiperda*, en particulier sa biologie reproductive, l'utilisation des plantes hôtes, l'état des allèles de résistance aux insecticides et les méthodes de contrôle biologique dans les régions indigènes et envahissantes. Les auteurs montrent que la référence aux souches hôtes n'est pas informative dans les populations invasives, car des événements d'introduction multidirectionnels ont probablement été à l'origine de sa récente propagation rapide. Des analyses génomiques récentes montrent que la noctuelle est beaucoup plus diversifiée qu'on ne le pensait auparavant et que les forces de sélection naturelle diffèrent probablement géographiquement. Des approches spécifiques à chaque région seront nécessaires pour lutter contre cette espèce exotique envahissante. En passant en revue la littérature, y compris les analyses génomiques les plus récentes les auteurs tirent six conclusions importantes. Premièrement, la noctuelle ne se compose pas de deux souches hôtes distinctes dans les zones envahies. Deuxièmement, la propagation de la chenille légionnaire d'automne envahissante à travers l'Ancien Monde a probablement impliqué des introductions d'ouest en est et d'est en ouest, bien qu'une confirmation par spécimen de plusieurs introductions avant 2016 soit nécessaire. Troisièmement, certains leurres commerciaux à base de phéromones ne sont pas efficaces dans plusieurs régions envahissantes, ce qui peut être dû à des variations régionales dans les réponses des mâles. Quatrièmement, l'adaptation locale des plantes hôtes peut se produire relativement rapidement. Cinquièmement, les réponses à la résistance aux insecticides sont très variables. Enfin, le contrôle biologique sera probablement plus efficace contre les parasitoïdes endémiques (œufs), les virus et les champignons entomopathogènes.

>> Tay, W. T., Meagher Jr, R. L., Czapak, C., & Groot, A. T. (2023). *Spodoptera frugiperda*: ecology, evolution, and management options of an invasive species. *Annual Review of Entomology*, 68, 299-317.

**« Les ressources phytogénétique, un bien commun mondial » : Salgotra et Chahan** font la synthèse des développements récents en matière de maintien de la diversité des ressources génétiques, de leur conservation et de leur utilisation durable pour garantir la sécurité alimentaire mondiale. Les ressources phytogénétiques sont constituées des allèles de divers gènes, utiles pour une espèce cultivée, elles sont

conservées dans les races locales, les espèces sauvages apparentées, les espèces sauvages, le stock génétique, le matériel de sélection avancé et les variétés modernes. Constituant une ressource majeure pour la résilience et la sécurité alimentaire, la demande en ressources génétiques augmente avec la population mondiale, mais aujourd'hui la perte de diversité pose un problème au développement de nouvelles variétés. Même si les choix humains récents en matière de sélection ont induit de l'érosion génétique, aggravée par les changements environnementaux, la sélection a néanmoins contribué à la création de nouvelles variétés et races, au maintien d'une biodiversité domestique et cultivée et les progrès des outils biotechnologiques (séquençage de nouvelle génération, marqueurs moléculaires, culture *in vitro*, cryoconservation et banques de gènes), contribuent à la caractérisation et à la conservation précises des espèces rares et menacées. Le maintien de la diversité des ressources phytogénétiques, leur conservation et leur utilisation durable et efficace contribueraient à résoudre les contraintes qui limitent la productivité des cultures et faire face à la demande croissante de ressources génétiques pour l'agriculture. Pour cela il est nécessaire d'en faire une priorité des communautés nationales et internationales, à la fois *in situ* et *ex situ*, d'améliorer l'accès aux collections en augmentant la quantité d'informations disponibles (c'est un défi majeur), d'apporter un soutien technique et financier aux communautés locales, populations autochtones, agriculteurs, sélectionneurs, entrepreneurs pour une bonne conservation, une gestion et une utilisation durable des ressources phytogénétiques. Une surveillance appropriée de l'érosion et la vulnérabilité de la diversité génétique est également cruciale pour protéger les espèces végétales rares et menacées, ainsi, pourrait être prioritaire : l'évaluation, la caractérisation et la documentation appropriées des espèces végétales endémiques et de leurs habitats, le renforcement des cadres et politiques pour la conservation durable des races locales et de leurs parents sauvages, l'exploration d'allèles/gènes pour des caractères importants chez les espèces sauvages et les espèces sauvages apparentées aux cultures. La biotechnologie (par exemple les techniques génotypiques et phénotypiques à haut débit) doit aider à la caractérisation des ressources phytogénétiques, leur conservation et leur utilisation dans les programmes de sélection.

>> Salgotra, R. K., & Chauhan, B. S. (2023). Genetic diversity, conservation, and utilization of plant genetic resources. *Genes*, 14(1), 174.

**« Services et dys-services des forêts artificielles dans les zones d'oasis arides » : Qiu et collaborateurs** ont utilisé des données isotopiques de l'eau (eau du sol, précipitations) et des données hydrométéorologiques associées, pour étudier l'évaporation, le mouvement et la capacité de stockage de l'eau dans la plantation de peupliers d'une zone d'oasis aride. Leurs résultats montrent que le taux moyen de perte par évaporation du sol dans la plantation était de 21,30 %, avec un pic enregistré en été : des températures élevées et des précipitations suffisantes étant les principales forces motrices de l'évaporation de l'eau du sol. Par ailleurs, la recharge en eau du sol à partir de la forêt artificielle présente les caractéristiques d'une recharge à débit préférentiel, avec une longue rétention des précipitations dans le sol et un mélange complet de l'eau nouvellement rechargée avec l'eau d'origine. Enfin, la forêt artificielle a augmenté la capacité de stockage de l'eau des sols profonds (80 à 100 cm) dans la zone des oasis, mais le taux de consommation d'eau a également augmenté en conséquence. Les forêts artificielles à grande échelle en zones arides jouent également un rôle dans la prévention du vent, la fixation du sable, l'augmentation de la végétation et l'amélioration du paysage. Cependant, ce phénomène de forte évapotranspiration dans ces écosystèmes artificiels risque d'augmenter considérablement la consommation des ressources en eau. Ces travaux permettent de mieux évaluer les avantages écologiques, paysagers et d'utilisation des ressources en eau lors de la construction de forêts artificielles dans les zones d'oasis arides où les ressources en eau sont rares.

>> Qiu, D., Zhu, G., Lin, X., Jiao, Y., Lu, S., Liu, J., ... & Chen, L. (2023). Dissipation and movement of soil water in artificial forest in arid oasis areas: Cognition based on stable isotopes. *Catena*, 228, 107178.

**« La diversité des arbres forestier favorise le stockage de carbone et d'azote dans le sol »** : En analysant la base de données de l'Inventaire forestier national du Canada **Chen et collaborateurs** ont modélisé la relation entre la diversité des arbres et l'accumulation de carbone et d'azote dans le sol dans les forêts naturelles. Leurs résultats confirment ce qui avait été suggéré expérimentalement par plusieurs études, mais n'avait pas encore été prouvé dans les écosystèmes naturels : une plus grande diversité d'arbres est associée à une accumulation plus élevée de carbone et d'azote dans le sol. A l'échelle décennale, l'augmentation de la manière dont les abondances sont équitablement réparties entre les espèces d'une communauté (nommée régularité), de sa valeur minimale à sa valeur maximale, augmente le carbone et l'azote du sol dans l'horizon organique entre 30 % et 42 %, tandis que l'augmentation de la diversité fonctionnelle augmente le carbone et l'azote du sol dans l'horizon minéral entre 32 % et 50 %. Ces résultats démontrent que l'accumulation de carbone et d'azote dans les horizons organiques et minéraux (qui ont beaucoup diminué au niveau mondial) peut être considérablement améliorée en favorisant la régularité des abondances des arbres et la diversité fonctionnelle (par exemple, les forêts mixtes qui comprennent à la fois des espèces de feuillus et de conifères). Ces résultats démontrent aussi pour la première fois l'effet à long terme de la diversité des arbres sur l'accumulation de carbone et d'azote dans les sols à grande échelle spatiale et pour orienter les efforts croissants visant à utiliser les forêts pour l'atténuation du changement climatique, l'augmentation de la fertilité des sols et la préservation du fonctionnement des écosystèmes terrestres. Les efforts de plantation d'arbres dans le but de séquestrer le carbone aérien et souterrain en particulier devraient prendre en compte cette donnée.

>> Chen, X., Taylor, A. R., Reich, P. B., Hisano, M., Chen, H. Y., & Chang, S. X. (2023). Tree diversity increases decadal forest soil carbon and nitrogen accrual. *Nature*, 1-8.

**« L'origine du blé tendre et de ses parents sauvages »** : **Zao et collaborateurs** ont analysé les séquences du génome entier de 795 accessions de blé pour améliorer les connaissances sur l'histoire de la population du blé tendre et de ses parents, tant cultivés que sauvages qui restait relativement peu connue voire controversé (comme l'origine du blé domestique avec deux hypothèses, nord ou sud du levant). Cette meilleure connaissance de la biodiversité des cultures est essentielle pour améliorer la sécurité alimentaire mondiale. Les auteurs ont ainsi pu établir que le blé panifiable était originaire de la côte sud-ouest de la mer Caspienne et avait subi un lent processus de spéciation, d'une durée d'environ à 3 300 ans, en raison du flux génétique persistant de ses parents. Peu de temps après, le blé tendre s'est répandu à travers l'Eurasie et a atteint l'Europe, l'Asie du Sud et l'Asie de l'Est il y a 7 000 à 5 000 ans, façonnant un paysage adaptatif diversifié, mais parfois convergent dans de nouveaux environnements. En revanche, les parents cultivés du blé panifiable ont connu un déclin de population d'environ 82 % en 2 000 ans en raison du changement de choix alimentaire des humains. Une modélisation biogéographique plus poussée prédit une diminution continue de la population de nombreux parents du blé panifiable au cours des décennies à venir en raison de leur vulnérabilité au changement climatique. Ces résultats doivent guider les efforts futurs visant à protéger et à utiliser la biodiversité du blé pour en améliorer la production mondiale et augmenter sa résilience face aux changements globaux.

>> Zhao, X., Guo, Y., Kang, L., Yin, C., Bi, A., Xu, D., ... & Lu, F. (2023). Population genomics unravels the Holocene history of bread wheat and its relatives. *Nature Plants*, 9(3), 403-419.

## NOUVEAUX CONCEPTS ET PROPOSITIONS POUR VIVRE EN HARMONIE AVEC LA NATURE

**« La justice comme dimension biophysique des limites planétaires »** : **Gupta et collaborateurs** préconisent de corriger les injustices historiques et présentes des limites planétaires au lieu de les reproduire. Dans l'idéal, des reconfigurations structurelles doivent être engagées pour garantir un niveau plus juste de consommation des ressources afin que les besoins de tous les peuples puissent être satisfaits

tout en garantissant la justice entre les espèces et un système terrestre stable. Bien entendu, cette reconfiguration nécessitera des compromis avec les « perdants » qui sont actuellement ceux qui profitent des injustices. Ils proposent un système de justice mondiale matérielle et procédurale garantissant une réduction des dommages, une augmentation du bien-être et un « juste accès » à la nourriture, à l'eau, à l'énergie et aux infrastructures. Ce système est basé sur l'approche des trois « i » de la justice : **interespèces**, **intergénérationnel** et **intragénérationnel**. La justice interespèces consiste à rejeter l'exception humaine, se tourner vers le monde « plus qu'humain » et de donner aux hommes le rôle de gardiens du monde naturel. La justice intergénérationnelle garantit l'équité entre passé et présent et entre présent et futur. La justice intragénérationnelle garantit l'équité entre pays, communautés y compris avec les peuples autochtones, les communautés locales et les individus. Ce système s'assure que les conditions essentielles d'habitabilité de la planète soient préservées. Le changement climatique reste dans les limites fixées pour éviter les points de basculement délétères pour les humains et la nature. Les pertes de nature intacte stoppent et des investissements dans la restauration et la régénération des écosystèmes dégradés prenant en considération les habitants et les fonctions écosystémiques de la biosphère telles que le stockage du carbone, le cycle de l'eau et le risque d'extinction des espèces sont mises en œuvre. L'intégrité de la biodiversité est préservée *a minima* grâce à des structures d'écosystèmes, des fonctions écologiques, des compositions d'espèces diversifiées dans toutes les terres gérées, prenant en compte la dépendance des humains. Les flux naturels d'eau douce de surface sont préservés pour permettre aux espèces de se rétablir et les écosystèmes aquatiques de prospérer pour protéger les générations actuelles et futures. Les espèces dépendantes des eaux souterraines sont protégées pour les générations actuelles et futures. Des limites sont fixées pour empêcher l'eutrophisation de l'eau et de la terre, permettre aux espèces et écosystèmes adaptés à de faibles teneurs en nutriments de survivre et minimiser les préjudices présents et futurs importants pour les humains dus aux expositions.

>> Gupta, J., Liverman, D., Prodan, K., Aldunce, P., Bai, X., Broadgate, W., ... & Verburg, P. H. (2023). Earth system justice needed to identify and live within Earth system boundaries. *Nature Sustainability*, 1-9.

**« Des limites sûres et justes pour un développement humain inclusif »** : Un peu plus tard, **Rockström et collaborateurs** complètent le propos et proposent d'étendre leur concept de limites planétaires à la dimension de justice et de bien-être humain, postulant que l'interdépendance de ces deux dimensions est souvent sous-estimée : la stabilité et la résilience du système terre permet de minimiser l'exposition aux dommages importants causés aux humains par les changements globaux, c'est une condition nécessaire (mais pas suffisante) pour la justice. Ils définissent ainsi huit limites sûres et justes du système terrestre pour le climat, la biosphère (intégrité fonctionnelle des écosystèmes, surface des écosystèmes naturels), les cycles de l'eau (eau de surface, eau souterraine) et des nutriments (phosphore et azote) et les aérosols aux échelles mondiale et régionales. Ces limites permettent de maintenir les biens communs mondiaux qui régulent l'état de la planète, protègent la biodiversité, génèrent des services écosystémiques et réduisent les dommages pour les humains, et soutiennent un développement humain inclusif. Aujourd'hui, sept des huit limites sûres et justes quantifiées à l'échelle mondiale et au moins deux quantifiées à l'échelle régionale sont déjà dépassées sur plus de la moitié de la superficie terrestre mondiale, entraînant des dommages importants et généralisés et mettant en danger les moyens de subsistance des générations actuelles et futures. Lorsque les limites justes sont plus strictes que les limites sûres (cas du climat et des aérosols), les populations les plus vulnérables subissent des dommages importants avant que le système ne soit déstabilisé. L'échelle d'action pertinente peut être régionale pour éviter la perte de stabilité du système terrestre et des dommages aux générations actuelles. Les limites sûres et justes au niveau mondial constituent quant à elles des points de référence pour surveiller les impacts humains à l'échelle du système Terre. De même, dans certains cas, des restrictions environnementales pour des contextes locaux spécifiques peuvent être requises, par exemple, des limites de biosphère plus strictes pour les écosystèmes à forte densité de carbone ou des efforts de conservation ciblés pour protéger les espèces menacées ou emblématiques. La conclusion de l'étude est que respecter les limites planétaires sans transformation sociale juste pourrait nuire considérablement aux générations actuelles. De telles

transformations doivent être systémiques dans les secteurs énergétique, alimentaire, urbain etc., s'attaquer aux facteurs économiques, technologiques, politiques du changement du système terrestre, et garantir l'accès des plus pauvres par un partage plus juste et plus équitable des ressources naturelles.

>> Rockström, J., Gupta, J., Qin, D., Lade, S. J., Abrams, J. F., Andersen, L. S., ... & Zhang, X. (2023). Safe and just Earth system boundaries. *Nature*, 1-10.

**« Les théories éco-évolutives au service de la prévision des maladies des plantes »** : Dans un contexte d'augmentation des épidémies des plantes en raison du changement climatique et du commerce international, **Singh et collaborateurs** proposent une modification des concepts existants (triangle de la maladie et postulats de Koch) et l'incorporation de théories éco-évolutives pour améliorer la compréhension mécaniste et la prévision des épidémies dans des conditions climatiques futures et dans de nouvelles régions afin de gérer les risques de maladie des plantes plus efficacement que par les seules surveillance des maladies et contrôles chimiques. Les auteurs proposent également d'intégrer et exploiter les outils émergents (génomique, satellite, numérique, mégadonnées, apprentissage automatique) pour la détection précoce, la surveillance et la prévision des épidémies. Des collaborations avec les sciences socio-économiques et comportementales peuvent contribuer au développement d'outils conviviaux et à l'adoption d'autres leviers, tels que des subventions ou des assurances pour couvrir les mauvaises récoltes. Ils pointent du doigt les lacunes de connaissances fondamentales essentielles et appellent à une interface science-politique chargée de la surveillance et la gestion des maladies des plantes dans les futurs scénarios climatiques, afin de garantir la sécurité alimentaire et nutritionnelle à long terme et la durabilité des écosystèmes naturels : **(1)** améliorer la compréhension des réponses biologiques, écologiques et évolutives au changement climatique des agents pathogènes, des vecteurs, des hôtes et des pathobiomes (groupe de micro-organismes et d'invertébrés qui favorisent ou entravent la progression des infections et des maladies), **(2)** tester les théories écologiques existantes (théorie de l'invasion, de la coexistence, des réseaux de coalescence du microbiome) pour étudier et prédire la transmission d'agents pathogènes dans de nouvelles régions ou à de nouveaux hôtes, ainsi que leurs interactions avec l'hôte et le microbiomes du sol, **(3)** faire progresser la connaissance des mécanismes de pathogénicité par l'intégration de processus évolutifs (transfert horizontal de gènes ou mutations), **(4)** renforcer la compréhension de la phénologie (changements saisonniers) des plantes et la manière dont ses changements pourraient affecter leur sensibilité aux maladies pour développer des stratégies ciblées de gestion (par exemple, les agents pathogènes *Fusarium* et *Verticillium* provoquent un flétrissement aux premiers stades de croissance, les jeunes feuilles sont plus sensibles aux infections d'oidium de la vigne et du fraisier que les feuilles matures), **(5)** augmenter la compréhension du rôle des plantes sauvages et indigènes en tant qu'hôtes alternatifs ou barrières à la propagation des agents pathogènes dans un contexte de modification de leur aire de répartition, **(6)** appréhender le rôle des microbiomes associés aux plantes dans la progression ou la restriction de la maladie et leurs réponses au changement climatique.

>> Singh, B. K., Delgado-Baquerizo, M., Egidi, E., Guirado, E., Leach, J. E., Liu, H., & Trivedi, P. (2023). Climate change impacts on plant pathogens, food security and paths forward. *Nature Reviews Microbiology*, 1-17.

**« Valeurs de la biodiversité, entre crises et opportunités »** : **Unai Pascual, auteur principal de l'Ipbes, et ses collaborateurs** explorent la manière dont les valeurs de la biodiversité sont exprimées, prises en compte, impliquées et affectées dans et par les décisions humaines. Il existe de nombreuses façons de comprendre et d'interagir avec la biodiversité, les valeurs de la nature sont exprimées et façonnées par les visions du monde et les systèmes de connaissances, mais aussi par les relations de pouvoir qui sous-tendent les structures institutionnelles des sociétés. Vingt-cinq ans après les premières publications sur la valorisation des services écosystémiques (Daily, 1997 et Constanza, *et al.* 1997), la prise en compte cette diversité de valeurs dans les pratiques rencontre toujours autant d'obstacles. Les auteurs soutiennent

qu'une « crise des valeurs » sous-tend les crises de la perte de biodiversité, du changement climatique, de l'émergence des maladies et des injustices socio-environnementales. En étudiant plus de 50 000 publications scientifiques, documents politiques et sources de connaissances autochtones et locales, la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (Ipbes) a évalué les connaissances sur les diverses valeurs et méthodes d'évaluation de la nature afin de mieux comprendre leur rôle dans l'élaboration des politiques et des décisions. Elle conclue qu'un avenir plus juste exige un changement transformateur pour permettre un traitement équitable des personnes et de la nature, y compris l'équité inter- et intragénérationnelle. Ignorer la diversité des valeurs de la nature dans la science et la politique équivaut à continuer de « vendre la nature à découvert » au détriment de toute vie sur Terre. Il est donc nécessaire d'affronter le *statu quo* et les intérêts particuliers qui y sont associés, étroitement liés aux institutions actuelles (normes et règles juridiques), y compris l'attribution des droits de propriété sur la nature. Dans notre système économique mondialisé, la nature reste sous-valorisée malgré les accords visant à les intégrer dans les actions, notamment le Cadre mondial pour la biodiversité Kunming-Montréal (cible 14) et les objectifs de développement durable des Nations unies. Les politiques environnementales et de développement prédominantes donnent toujours la priorité à un sous-ensemble de valeurs, en particulier les valeurs instrumentales liées aux marchés et ignorent les autres façons dont les humains interagissent avec la nature et en bénéficient. Ce déséquilibre étant au cœur des facteurs directs et indirects sous-jacents de la crise mondiale actuelle de la biodiversité, il est possible d'agir en mobilisant les valeurs relationnelles, intrinsèques et non marchandes qui font également partie intégrante des raisons pour lesquelles la nature est importante. Un avenir plus juste et plus durable demande également à établir de nouvelles normes et objectifs sociétaux pour changer le tissu institutionnel actuel de la société. Les auteurs proposent (1) d'utiliser une typologie inclusive des valeurs, (2) d'accéder au vaste portefeuille de méthodes d'évaluation disponibles et (3) d'engager une gamme de points de levier sur lesquels il est possible d'agir pour un changement transformateur.

>> Pascual, U., Balvanera, P., Anderson, C. B., Chaplin-Kramer, R., Christie, M., González-Jiménez, D., ... & Zent, E. (2023). Diverse values of nature for sustainability. *Nature*, 620(7975), 813-823.

**« L'approche *Nature positive* pour un changement transformateur de nos sociétés » : Obura et collaborateurs** décryptent les conditions d'atteinte des nouveaux objectifs et cibles du cadre mondial pour la biodiversité pour les trois prochaines décennies. Les efforts pourraient être vains si nous continuons à ignorer les facteurs de déclin, à tolérer des attentes et délais irréalistes en matière de rétablissement de la biodiversité et si une attention insuffisante est portée à la justice au sein et entre les générations et entre les pays. L'approche des auteurs, « *Nature positive* », identifie six séries d'actions qui, lorsqu'elles sont abordées simultanément, répondent à ces défaillances : (1) réduire et inverser les facteurs directs et indirects à l'origine du déclin ; (2) stopper et inverser la perte de biodiversité ; (3) restaurer et régénérer la biodiversité dans un état sûr ; (4) accroître le bien-être minimum pour tous ; (5) éliminer la surconsommation et les excès associés à l'accumulation de capital ; et (6) défendre et respecter les droits et responsabilités de toutes les communautés, présentes et futures. Les campagnes de conservation actuelles portent principalement sur les actions 2 et 3, avec une intensification urgente des actions 1, 4, 5 et 6 nécessaires pour contribuer à la mise en œuvre du cadre mondial de la biodiversité. Le principal risque lié à ces nouveaux objectifs pour vivre en harmonie avec la nature était la rupture de la coopération entre les pays aboutissant à un texte final faible, ne parvenant pas à être à la fois ambitieux et réaliste. Deuxièmement, même dans le cas d'un texte fort, sa mise en œuvre après son adoption peut s'avérer difficile par manque de ressources et des actions cloisonnées avec un biais en faveur des objectifs d'allocation spatiale plus faciles et directs, et l'abdication de responsabilité de la part de ceux qui doivent réduire les risques directs et indirects déterminants, en particulier les inégalités. Après son adoption, il est important de cesser de critiquer les carences du texte négocié pour soutenir pleinement le cadre malgré les déficiences imposées par un processus de négociation difficile. Ce cadre aide à mettre en évidence le rôle d'acteurs non étatiques, potentiellement plus agiles – tels que les organisations internationales, les villes, acteurs économiques, communautés et ONG – pour répondre aux changements globaux. Tous les

types de protagonistes doivent assumer leurs justes responsabilités dans la réalisation d'une « nature positive » avec des solutions pour la planète et tous les humains. Les acteurs non étatiques doivent réduire leurs propres empreintes, contribuer aux effets positifs sur la biodiversité par des mesures qui stoppent le déclin et restaurent la nature, redistribuer les excédents aux plus défavorisés et promouvoir la gouvernance inclusive. Les gouvernements doivent prendre l'initiative, sensibiliser et créer les conditions propices à rendre cette transformation possible et réaffirmer la responsabilité de tous les acteurs. Mais tout cela est probablement impossible sans un changement transformateur dans les motivations pour changer d'échelle dans la distribution la diversité et la profondeur des actions nécessaires. La science peut guider et éclairer les acteurs vers une action concertée et cohérente et garantir que les contributions s'additionnent pour atteindre les objectifs communs.

>> Obura, D. O., DeClerck, F., Verburg, P. H., Gupta, J., Abrams, J. F., Bai, X., ... & Zimm, C. (2023). Achieving a nature-and people-positive future. *One Earth*, 6(2), 105-117.

**« Pour une approche *Une seule santé* plus interdisciplinaire et plus inclusive » :** Elnaiem et collaborateurs proposent un cadre en quatre défis pour comprendre et dépasser l'échec des politiques « Une seule santé » au niveau mondial. Le premier défi relève des silos sectoriels, professionnels et institutionnels et les tensions existantes entre la santé humaine, animale et environnementale. Malgré des intentions louables, le programme *One Health* continue d'être dominé par des experts en santé humaine et animale domestique. Or, des efforts substantiels doivent être déployés pour lutter contre les facteurs socio-écologiques des urgences sanitaires, en particulier, le changement climatique, la perte de biodiversité et le changement d'affectation des terres. Cela nécessite en particulier l'intégration d'autres secteurs et professionnels au-delà de la santé (les praticiens de la santé environnementale ; les biologistes de la faune, les économistes, les spécialistes des sciences sociales, les experts juridiques, les chercheurs et les praticiens des pays à faible revenu, les communautés marginalisées et la société dans son ensemble). Le second défi relève de la gouvernance internationale, car les institutions, processus, cadres réglementaires et instruments juridiques jouant un rôle direct et indirect dans la gouvernance mondiale de *One Health* ont conduit à une architecture de sécurité sanitaire fragmentée, mondiale et multilatérale figée de surcroît par la souveraineté des États. Le troisième défi relève de la dynamique et l'asymétrie du pouvoir entre les pays représentés dans les institutions multilatérales et leur impact sur l'établissement des priorités. Les chercheurs décrivent des mécanismes permettant de lutter contre les inégalités actuellement inhérentes au système multilatéral mondial, par exemple en tirant parti des traités non liés à la santé dans les secteurs du commerce et de l'environnement pour obtenir des externalités positives en matière de santé, ou en faisant appel à des organismes régionaux pour partager la responsabilité et des engagements d'investissement adaptés au contexte socio-environnemental local. Le quatrième défi relève des mécanismes de financement actuels qui se concentrent principalement sur la réponse aux crises, et le sous-investissement chronique dans les activités de prévention, d'atténuation et de préparation aux épidémies et aux situations d'urgence. Ces mécanismes nécessitent en effet des investissements substantiels dans le renforcement des capacités dans les sphères techniques, juridiques et politiques pour réussir leur traduction dans la pratique. Les auteurs illustrent leur propos à l'aide de trois études de cas (les licences obligatoires, la gouvernance des ressources en eau dans le bassin du lac Tchad et l'infestation de criquets pèlerins en Afrique de l'Est) et proposent douze recommandations à la communauté mondiale pour relever ces défis et rendre les engagements tangibles, proactifs, fondés sur l'équité et durables.

>> Elnaiem, A., Mohamed-Ahmed, O., Zumla, A., Mecaskey, J., Charron, N., Abakar, M. F., ... & Dar, O. (2023). Global and regional governance of One Health and implications for global health security. *The Lancet*, 401(10377), 688-704.

## AVANCEES DES CONNAISSANCES SUR LES IMPACTS DES ACTIVITES ET COMPORTEMENTS HUMAINS SUR LA BIODIVERSITE

« **Microbiote intestinal et régime alimentaire pendant la grossesse, des liens tangibles** » : Maher et collaborateurs publient une revue de la littérature scientifique pour lister les preuves scientifiques des liens bénéfiques et néfastes entre le régime alimentaire de la mère et la modulation des microbiomes intestinaux maternel et foetal. Sept publications constituent le corpus final de la revue et démontrent que des facteurs tels que la quantité de fibres, de graisses, de vitamines liposolubles, de fruits et légumes ainsi que de poisson et de viande consommés, est associée à des profils et à une diversité, distincts du microbiote intestinal. Cette revue confirme la littérature dominante démontrant que les fibres et, dans une moindre mesure, les graisses, sont des modulateurs importants de la composition et du métabolisme des microbes intestinaux humains, au même titre que les déterminants environnementaux (d'autres enfants ou des animaux de compagnie à fourrure à la maison). Dans un régime équilibré, environ 20 à 60 g de glucides non digérés atteignent quotidiennement le gros intestin, zone où la densité de microbes intestinaux est la plus élevée, contrairement à la graisse et aux protéines qui sont majoritairement absorbés dans le tractus gastro-intestinal supérieur. Dans un régime riche en graisse, supérieur à 35 % de l'apport énergétique total, une grande proportion de graisse et une faible proportion de fibres atteindront le côlon et entraîneront une réduction des bactéries dégradant les glucides. Les régimes riches en fibres, plus de 25 grammes par jour, sont associés à une plus grande abondance relative de bactéries associées à des profils métaboliques bénéfiques (telles que *Holdemania* et *Roseburia*) et à un épuisement relatif des producteurs de lactate (telles que *Collinsella*). Cette revue démontre aussi qu'une supplémentation en probiotiques n'a pas eu, dans toutes les études retenues, d'effet d'atténuation des risques de santé pendant la grossesse.

>> Maher, S. E., O'Brien, E. C., Moore, R. L., Byrne, D. F., Geraghty, A. A., Saldova, R., ... & McAuliffe, F. M. (2023). The association between the maternal diet and the maternal and infant gut microbiome: A systematic review. *British Journal of Nutrition*, 129(9), 1491-1499.

« **Impact du changement climatique sur la physique, la biogéochimie et l'écologie des résurgences d'eau froide dans l'hémisphère sud et scénarios pour la sécurité alimentaire mondiale** » : Bograd et collaborateurs démontrent que ces résurgences contribuent de manière disproportionnée à la productivité mondiale des océans et fournissent des services écosystémiques essentiels aux humains. Il existe une tendance à l'intensification de la remontée d'eau dans les régions situées vers les pôles, un réchauffement atténué dans les régions proches des côtes où la remontée d'eau s'intensifie, ainsi qu'une stratification accrue de la colonne d'eau et une couche mixte de hauts fonds. Cependant, une grande incertitude demeure quant à la manière dont ces résurgences évolueront avec le changement climatique, et affecteront la productivité et la structure de l'écosystème. Dans un contexte de demande mondiale croissante de nourriture, la consommation annuelle de poisson par habitant a plus que doublé depuis 1960, correspondant à une augmentation de 3,2 % par an de la production de poisson destinée à la consommation humaine. Le développement de l'aquaculture a largement compensé le déclin de la biomasse des stocks de poissons sauvages (de 11 %, entre 1977 et 2009). Mais ce système n'est pas soutenable, car le déclin des poissons sauvages s'accélère, en raison de la pression de pêche et du changement climatique, et l'aquaculture qui dépend à plus de 70 % de farine et d'huile de poisson pêchés dans les océans court le risque de ne plus trouver d'alimentation animale en quantité suffisante. Les auteurs recommandent d'étudier en priorité les services de régulation et d'approvisionnement ainsi que leurs interactions (par exemple les effets de l'acidification des océans sur les services écosystémiques de provision) dans les résurgences d'eau froides.

>> Bograd, S. J., Jacox, M. G., Hazen, E. L., Lovecchio, E., Montes, I., Pozo Buil, M., ... & Rykaczewski, R. R. (2023). Climate change impacts on eastern boundary upwelling systems. *Annual review of marine science*, 15, 303-328.

**« Une feuille de route pour sortir des deux crises combinées du climat et de la biodiversité » : Pörtner et collaborateurs** analysent les conditions de sortie du changement climatique et de l'érosion de la biodiversité. Les deux crises s'aggravent mutuellement, par la perte de biomasse (et donc du stockage du carbone associé), par le réchauffement moyen et l'augmentation de la fréquence et la gravité des événements extrêmes (perturbant le fonctionnement des écosystèmes et entraînant une perte d'habitat pour les humains et de la biodiversité). Les deux crises réduisent les contributions de la nature aux populations indispensables au bien-être, aux moyens de subsistance, aux économies et aux perspectives de développement, à l'adaptation et l'atténuation du changement climatique. Ne pas agir accroîtra la vulnérabilité humaine, notamment la pauvreté, l'insécurité alimentaire, les déplacements involontaires, l'instabilité politique et les conflits. Les grandes évaluations mondiales du Giec (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) et de l'ipbes (Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques) ont alerté sur le fait que ces deux crises ne pouvaient pas être résolues séparément et proposent des mesures qui devraient être mises en œuvre en urgence. En premier lieu, la réduction ambitieuse des émissions de gaz à effet de serre pour limiter le réchauffement à 1,5°C, combinée à des mesures d'adaptation adaptées. En second lieu, la conservation et la protection efficace de 30 à 50 % de la terre avec des paysages terrestres et marins interconnectés dans une mosaïque d'espaces partagés et protégés, multifonctionnels. En troisième lieu, un changement transformateur des modèles économiques, politiques et sociaux (y compris les institutions, les normes et les règles) sur des visions comme la responsabilité collective, la soutenabilité et la circularité de l'utilisation des ressources naturelles, la lutte contre la surconsommation et le gaspillage, des processus plus équitables et participatifs aux niveaux régional et mondial. Enfin, la garantie d'un accès juste et équitable aux ressources naturelles et aux services écosystémiques. Pour être transformateurs, les changements doivent être institutionnels et individuels, ils doivent faire appels aux solutions fondées sur les écosystèmes pour atténuer le changement climatique, ils doivent rendre compte sur les synergies et compromis en matière d'atténuation du changement climatique, d'adaptation et de conservation de la biodiversité, ils doivent privilégier les approches nexus (c'est-à-dire combinant plusieurs enjeux) doivent être privilégiées.

>> Pörtner, H. O., Scholes, R. J., Arneeth, A., Barnes, D. K. A., Burrows, M. T., Diamond, S. E., ... & Val, A. L. (2023). Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts. *Science*, 380(6642), eabl4881.

**« la préservation des espèces sauvages, une opportunité pour la bio économie au Brésil » : Ferreira, Arcanjo et Peron** ont publié une revue de la littérature qui met en exergue les avantages des produits naturels pour la conception de médicaments thérapeutiques, réaffirme que la conservation des espèces sauvage est socialement et économiquement nécessaire au progrès scientifique et commercial au Brésil et montre comment les décisions politiques et les réglementations qui en découlent exercent des effets néfastes sur la sauvegarde de la biodiversité. Par rapport aux produits de synthèse, les produits naturels possèdent une plus grande diversité chimique, une flexibilité de liaison aux cibles biologiques, aux centres chiraux, aux systèmes aliphatiques, aux accepteurs et donneurs de liaisons hydrogène et/ou aux hétéroatomes, ainsi que des propriétés pharmacologiques à large spectre. Depuis plusieurs années, tous les biomes et écosystèmes brésiliens sont menacés par les incendies, la déforestation, les monocultures, l'élevage de bétail, l'exploitation minière et/ou les marées noires, principalement en raison des coupes financières dans les institutions clés qui supervisent la stabilité environnementale des ressources terrestres et marines brésiliennes. Préserver la biodiversité est donc une opportunité pour la bioéconomie commerciale qui permettrait de transformer le Brésil en un pays autosuffisant pour la production de fournitures pharmaceutiques, cosmétiques et aliments. Le Brésil a des atouts, en particulier sa grande biodiversité, ses vastes connaissances traditionnelles sur l'agrobiodiversité, la pêche, l'expertise en matière de gestion des incendies qui permet la mise en place de processus pionniers d'intérêt économique.

>> Ferreira, P. M. P., Arcanjo, D. D. R., & Peron, A. P. (2023). Drug development, Brazilian biodiversity and political choices: Where are we heading?. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 26(5), 257-274.

**« Les protéines animales en question : réduction, augmentation, alternatives »** : Dans un contexte de discussions scientifiques et politiques souvent polarisées, **Beal et collaborateurs** synthétisent les preuves sur les avantages et les risques autour du rôle, des compromis et des tensions relatives aux aliments d'origine animale (viande, lait, œufs et produits aquatiques) pour la santé et l'environnement. Ils ont également résumé les preuves sur les protéines alternatives et les aliments riches en protéines. Ces aliments, riches en nutriments biodisponibles (notamment le fer, le zinc, le calcium, les vitamines B12 et D, la choline), apportent actuellement une contribution importante à la sécurité alimentaire et nutritionnelle mondiale. Certaines populations, par exemple en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud pourraient bénéficier d'une consommation accrue de protéines d'origine animale grâce à une réduction de la dénutrition. *A contrario*, certaines populations, notamment occidentales bénéficieraient à limiter la consommation de viande transformée (charcuterie), de viande rouge et de graisses saturées pour réduire le risque de maladies non transmissibles. En matière d'environnement, la production de produits d'origine animale est généralement considéré comme ayant un impact important, néanmoins, lorsqu'ils sont produits à des échelles appropriées, lorsqu'ils respectes les écosystèmes et contextes locaux, ces produits jouent un rôle important dans des agroécosystèmes circulaires et diversifiés qui, dans certaines circonstances, peuvent contribuer à restaurer la biodiversité et les terres dégradées et à atténuer les émissions de gaz à effet de serre liées à la production alimentaire. Des politiques, des programmes et des incitations sont nécessaires pour favoriser les meilleures pratiques de production, réduire la consommation excessive là où elle est élevée et augmenter durablement la consommation là où elle est faible. Il n'est pas souhaitable de donner des priorités globales et universelles et intemporelles (par exemple, les préoccupations nutritionnelles évoluent au fil du temps et de l'acquisition de connaissances). Par ailleurs, des aliments alternatifs issus des nouvelles technologies peuvent devenir plus disponibles et acceptables. Ainsi, les efforts déployés par les gouvernements et les organisations de la société civile pour augmenter ou diminuer la consommation de produits d'origine animale doivent être considérés à la lumière des besoins et des risques nutritionnels et environnementaux dans le contexte local et, surtout, impliquer et accompagner pleinement les acteurs touchés par le changement d'orientations politiques et sociétales.

>> Beal, T., Gardner, C. D., Herrero, M., Iannotti, L. L., Merbold, L., Nordhagen, S., & Mottet, A. (2023). Friend or foe? The role of animal-source foods in healthy and environmentally sustainable diets. *The Journal of nutrition*.

**« Des analyses de charbon de bois combinées à des analyses spatiales au service de la connaissance sur l'aire de répartition du hêtre européen »** : **Buonincontri et collaborateurs** mettent en lumière comment et dans quelle mesure les conditions bioclimatiques et de l'anthrome (ensemble des pressions anthropiques) sur la disparition de *Fagus sylvatica*, l'un des arbres les plus représentatifs des forêts de feuillus décidues européennes, dans la péninsule italienne au cours de la fin de l'holocène. La combinaison des analyses de charbon de bois de 25 sites de la péninsule italienne au cours des 4 000 dernières années et des analyses spatiales a montré une diminution d'environ 48 % de l'habitat propice du hêtre de la fin de l'holocène à aujourd'hui en particulier dans les basses terres (0-300 m au-dessus du niveau de la mer) et à des altitudes plus élevées (> 900 m au-dessus du niveau de la mer). Les analyses de données sur le charbon de bois ont documenté la présence de *F. sylvatica* dans plusieurs zones de plaine pendant la fin de l'holocène en Italie, montrant que ces zones jouaient un rôle important pour cet écosystème, les peuplements de hêtres étaient une caractéristique très courante du paysage forestier italien à partir de 2 m d'altitude et jusqu'à 800-900 m d'altitude jusqu'à une époque récente. Ces résultats montrent que la

répartition des hêtres dans les zones de plaine a été affectée à la fois par des facteurs climatiques et humains *via* l'exploitation des peuplements forestiers. L'impact humain a eu une plus grande influence sur les côtes et les zones situées entre 0 et 50 m d'altitude, tandis que le climat a influencé les zones les plus intérieures. Ces résultats mettent en évidence l'avantage de combiner différentes approches telles que l'analyse du charbon de bois et les analyses spatiales pour explorer les questions biogéographiques sur la répartition passée et actuelle de *F. sylvatica*, avec des implications importantes pour éclairer les politiques et pratiques actuelles de gestion forestière et de conservation, ainsi que pour futurs projets de recherche.

>> Buonincontri, M. P., Bosso, L., Smeraldo, S., Chiusano, M. L., Pasta, S., & Di Pasquale, G. (2023). Shedding light on the effects of climate and anthropogenic pressures on the disappearance of *Fagus sylvatica* in the Italian lowlands: evidence from archaeo-anthracology and spatial analyses. *Science of The Total Environment*, 877, 162893.

**« Conséquences de la déforestation massive et ininterrompue de l'Amazonie pour les humains » :** Albert et collaborateurs publient une revue de la littérature s'appuyant sur le rapport du panel scientifique pour l'Amazonie, composé de 240 scientifiques de 20 pays qui documente les transformations de l'époque moderne de la biodiversité amazonienne, la fonction des écosystèmes et la diversité culturelle. Les chercheurs ont comparé les taux des changements anthropiques et naturels en Amazonie et en Amérique du Sud et dans le système terrestre plus vaste à travers deux processus, la déforestation et le cycle du carbone. Les résultats montrent que les processus anthropiques qui affectent les écosystèmes amazoniens sont jusqu'à des centaines, voire des milliers de fois plus rapide que les processus climatiques et géologiques naturels. Ces changements anthropiques ont concerné de millions de kilomètres carrés en seulement quelques décennies, voire quelques siècles, par rapport avec des millions à des dizaines de millions d'années pour processus évolutifs, climatiques et géologiques. Les principaux facteurs de destruction et dégradation des habitats naturels en Amazonie sont des changements d'affectation des terres (comme le défrichement, les incendies de forêt et l'érosion des sols), les changements dans l'utilisation de l'eau (tels que la construction de barrages, la fragmentation des rivières et l'augmentation de la sédimentation issue de la déforestation), et l'aridification causée par le changement climatique mondial. Les autres pressions sont la chasse excessive, la surpêche, l'introduction d'espèces exotiques envahissantes et la pollution due à l'exploitation des minerais et hydrocarbures. Compte tenu du rôle démesuré de l'Amazonie dans notre cycle hydrologique planétaire, à grande échelle la déforestation de cette région, au-delà d'un certain seuil devrait conduire l'ensemble du système Terre un changement de régime climatique. Au-delà des pertes de biodiversité, une telle transformation aura de multiples conséquences, souvent catastrophiques pour le bien-être de l'humanité, en particulier une insécurité sur l'approvisionnement en eau et en nourriture à grande échelle qui entraînera des migrations massives et des instabilités politiques. Le message clé est que les environnements amazoniens sont en train d'être détruits par les activités industrielles humaines à un rythme bien supérieur à tout ce que l'on connaissait auparavant, mettant en péril ses vastes réserves de biodiversité et services écosystémiques d'importance mondiale. L'Amazonie est désormais à l'aube d'une transition rapide d'un environnement largement boisé à un environnement non forestier. Les changements se produisent beaucoup trop rapidement pour que les espèces amazoniennes, les peuples et les écosystèmes puissent s'y adapter. Nous avons désormais besoin de volonté politique et de *leadership* d'agir immédiatement sur la base de ces informations, les solutions pour agir étant largement documentées scientifiquement. Les chercheurs alertent : échouer en Amazonie, c'est échouer à conserver un monde habitable pour 10 milliards d'humains.

>> Albert, J. S., Carnaval, A. C., Flantua, S. G., Lohmann, L. G., Ribas, C. C., Riff, D., ... & Nobre, C. A. (2023). Human impacts outpace natural processes in the Amazon. *Science*, 379(6630), eabo5003.

**« Analyse de cycles de vie et impacts des régimes alimentaires occidentaux » : Scarborough et collaborateurs** ont analysé les données alimentaires réelles d'un échantillon de 55 504 végétariens, végétariens, mangeurs de poisson et de viande avec des données alimentaires sur les émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation des terres, l'utilisation de l'eau, le risque d'eutrophisation et la perte potentielle de biodiversité issues d'un examen de 570 analyses de cycles de vies couvrant plus de 38 000 exploitations agricoles dans 119 pays. Les chercheurs ont également inclus les variations dans la production et l'approvisionnement alimentaires observées lors de l'examen des évaluations du cycle de vie, ce qui étant rarement fait dans les scénarios alimentaires modélisés. Tous les indicateurs environnementaux ont montré une association positive avec les quantités d'aliments d'origine animale consommés. Par rapport aux gros mangeurs de viande (100 grammes par jour), les vegans ont un impact réduit de 75 % pour les émissions de gaz à effet de serre (63-85 %) et l'usage des terres (56- 93 %), une réduction de 54 % (19 -79 %) pour l'utilisation de l'eau, une réduction de 73 % (60-81 %) pour l'eutrophisation et de 66 % (35 -88 %) pour la biodiversité. Au moins 30 % de différences ont également été constatées entre les petits consommateurs de viande et les gros consommateurs de viandes pour la plupart des indicateurs. Malgré des variations substantielles liées au lieu et à la manière dont les aliments sont produits, cette étude met en évidence une relation claire entre la consommation de produits animaux et l'impact environnemental et devrait inciter à réduire cette dernière. En effet, l'abandon des aliments d'origine animale peut contribuer de manière substantielle à la réduction de l'empreinte environnementale du Royaume-Uni. L'incertitude due à la région d'origine et aux méthodes de production alimentaire ne réduit pas significativement les différences entre les groupes alimentaires et ne devrait pas constituer un obstacle à l'action politique visant à réduire la consommation alimentaire d'origine animale.

>> Scarborough, P., Clark, M., Cobiac, L., Papier, K., Knuppel, A., Lynch, J., ... & Springmann, M. (2023). Vegans, vegetarians, fish-eaters and meat-eaters in the UK show discrepant environmental impacts. *Nature Food*, 4(7), 565-574.

**« Impact du bruit anthropique sur les invertébrés marins » : Solé et collaborateurs** publient une revue qui collecte les informations sur la bioacoustique des invertébrés marins (production sonore, réception, sensibilité), ainsi que sur la manière dont ils sont affectés par les bruits anthropiques (leurs réponses, c'est-à-dire les effets physiques, physiologiques et comportementaux) et ce, à différents stades de vie, niveaux de population et d'écosystème. Leurs résultats constituent une référence pour les scientifiques, les gestionnaires de ressources naturelles, les industries et les décideurs politiques pour les aider à prédire les conséquences potentielles de l'exposition au bruit des écosystèmes marins et peut permettre de mettre en œuvre des mesures d'atténuation et de définir une stratégie efficace pour une gestion complète des risques liés au bruit marin. Parmi l'ensemble des facteurs de risque qui compromettent la conservation de la biodiversité marine, l'une des préoccupations les moins comprises est le bruit produit par les opérations humaines en mer et depuis la terre. De nombreux aspects de la façon dont le bruit et d'autres formes d'énergie peuvent avoir un impact sur l'équilibre naturel des océans restent encore peu étudiés. Une attention considérable a été portée au cours des dernières décennies à la détermination de la sensibilité au bruit des mammifères marins, en particulier des cétacés et des pinnipèdes, et des poissons, car on sait qu'ils possèdent des organes auditifs. Des études récentes ont révélé qu'une grande diversité d'invertébrés est également sensible aux sons, notamment *via* des organes sensoriels dont la fonction originale est de permettre le maintien de l'équilibre dans la colonne d'eau et de ressentir la gravité. Les invertébrés marins représentent non seulement la plus grande proportion de la biomasse marine et sont des indicateurs de la santé des océans, mais de nombreuses espèces ont également des valeurs socio-économiques importantes. La revue systématique de la littérature, quoi que basée sur peu d'études, démontre que le bruit anthropique impacte ces espèces et les écosystèmes. Les effets du bruit peuvent être observés depuis le niveau cellulaire jusqu'au niveau des écosystèmes. La compréhension de l'impact du bruit nécessite donc des recherches complémentaires, interdisciplinaires, avec en particulier, des mesures et des méthodes acoustiques précises, des expériences de long terme, des études sur les effets cumulatifs, les gradients d'exposition au bruit, le potentiel de récupération face au bruit chronique des

différents groupes taxonomiques et les sources de bruit. Enfin, les effets cumulés de plusieurs facteurs de stress doivent être pris en compte lors de l'évaluation des impacts potentiels de l'exposition au bruit.

>> Solé, M., Kaifu, K., Mooney, T. A., Nedelec, S. L., Olivier, F., Radford, A. N., ... & André, M. (2023). Marine invertebrates and noise. *Frontiers in Marine Science*, 10, 185.

## BIBLIOGRAPHIE

Articles	Nombre de citations WOS	Nombre de citations Google Scholar
Blin, K., Shaw, S., Augustijn, H. E., Reitz, Z. L., Biermann, F., Alanjary, M., ... & Weber, T. (2023). antiSMASH 7.0: New and improved predictions for detection, regulation, chemical structures and visualisation. <i>Nucleic acids research</i> , gkad344.	69	140
Fluet-Chouinard, E., Stocker, B. D., Zhang, Z., Malhotra, A., Melton, J. R., Poulter, B., ... & McIntyre, P. B. (2023). Extensive global wetland loss over the past three centuries. <i>Nature</i> , 614(7947), 281-286.	62	104
Rockström, J., Gupta, J., Qin, D., Lade, S. J., Abrams, J. F., Andersen, L. S., ... & Zhang, X. (2023). Safe and just Earth system boundaries. <i>Nature</i> , 1-10.	54	160
Roy, A. M., Bhaduri, J., Kumar, T., & Raj, K. (2023). WilDect-YOLO: An efficient and robust computer vision-based accurate object localization model for automated endangered wildlife detection. <i>Ecological Informatics</i> , 75, 101919.	41	69
Maher, S. E., O'Brien, E. C., Moore, R. L., Byrne, D. F., Geraghty, A. A., Saldova, R., ... & McAuliffe, F. M. (2023). The association between the maternal diet and the maternal and infant gut microbiome: A systematic review. <i>British Journal of Nutrition</i> , 129(9), 1491-1499.	40	69
Singh, B. K., Delgado-Baquerizo, M., Egidi, E., Guirado, E., Leach, J. E., Liu, H., & Trivedi, P. (2023). Climate change impacts on plant pathogens, food security and paths forward. <i>Nature Reviews Microbiology</i> , 1-17.	37	83
Rieseberg, T. P., Dadras, A., Fürst-Jansen, J. M., Ashok, A. D., Darienko, T., De Vries, S., ... & De Vries, J. (2023, January). Crossroads in the evolution of plant specialized metabolism. In <i>Seminars in cell &amp; developmental biology</i> (Vol. 134, pp. 37-58). Academic Press.	28	35
Tay, W. T., Meagher Jr, R. L., Czepak, C., & Groot, A. T. (2023). Spodoptera frugiperda: ecology, evolution, and management options of an invasive species. <i>Annual Review of Entomology</i> , 68, 299-317.	27	39
Pascual, U., Balvanera, P., Anderson, C. B., Chaplin-Kramer, R., Christie, M., González-Jiménez, D., ... & Zent, E. (2023). Diverse values of nature for sustainability. <i>Nature</i> , 620(7975), 813-823.	26	47
Salgotra, R. K., & Chauhan, B. S. (2023). Genetic diversity, conservation, and utilization of plant genetic resources. <i>Genes</i> , 14(1), 174.	24	52
Theissing, K., Fernandes, C., Formenti, G., Bista, I., Berg, P. R., Bleidorn, C., ... & Zammit, G. (2023). How genomics can help biodiversity conservation. <i>Trends in Genetics</i> .	22	37
Bograd, S. J., Jacox, M. G., Hazen, E. L., Lovecchio, E., Montes, I., Pozo Buil, M., ... & Rykaczewski, R. R. (2023). Climate change impacts on	22	38

eastern boundary upwelling systems. <i>Annual review of marine science</i> , 15, 303-328.		
Gupta, J., Liverman, D., Prodani, K., Aldunce, P., Bai, X., Broadgate, W., ... & Verburg, P. H. (2023). Earth system justice needed to identify and live within Earth system boundaries. <i>Nature Sustainability</i> , 1-9.		36
Pörtner, H. O., Scholes, R. J., Arneeth, A., Barnes, D. K. A., Burrows, M. T., Diamond, S. E., ... & Val, A. L. (2023). Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts. <i>Science</i> , 380(6642), eabl4881.	20	47
Zhang, J., & Qian, H. (2023). U. Taxonstand: An R package for standardizing scientific names of plants and animals. <i>Plant Diversity</i> , 45(1), 1-5.	19	25
Ferreira, P. M. P., Arcanjo, D. D. R., & Peron, A. P. (2023). Drug development, Brazilian biodiversity and political choices: Where are we heading?. <i>Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B</i> , 26(5), 257-274.	18	24
Nielsen, E. S., Hanson, J. O., Carvalho, S. B., Beger, M., Henriques, R., Kershaw, F., & Von der Heyden, S. (2023). Molecular ecology meets systematic conservation planning. <i>Trends in Ecology &amp; Evolution</i> , 38(2), 143-155.	18	26
Qiu, D., Zhu, G., Lin, X., Jiao, Y., Lu, S., Liu, J., ... & Chen, L. (2023). Dissipation and movement of soil water in artificial forest in arid oasis areas: Cognition based on stable isotopes. <i>CATENA</i> , 228, 107178.	17	21
Pichler, M., & Hartig, F. (2023). Machine learning and deep learning—A review for ecologists. <i>Methods in Ecology and Evolution</i> , 14(4), 994-1016.	17	43
Beal, T., Gardner, C. D., Herrero, M., Iannotti, L. L., Merbold, L., Nordhagen, S., & Mottet, A. (2023). Friend or foe? The role of animal-source foods in healthy and environmentally sustainable diets. <i>The Journal of nutrition</i> .	16	32
Jayakodi, M., Golicz, A. A., Kreplak, J., Fechete, L. I., Angra, D., Bednář, P., ... & Andersen, S. U. (2023). The giant diploid faba genome unlocks variation in a global protein crop. <i>Nature</i> , 615(7953), 652-659.	16	28
Obura, D. O., DeClerck, F., Verburg, P. H., Gupta, J., Abrams, J. F., Bai, X., ... & Zimm, C. (2023). Achieving a nature-and people-positive future. <i>One Earth</i> , 6(2), 105-117.	16	27
Chen, X., Taylor, A. R., Reich, P. B., Hisano, M., Chen, H. Y., & Chang, S. X. (2023). Tree diversity increases decadal forest soil carbon and nitrogen accrual. <i>Nature</i> , 1-8.	15	20
Buonincontri, M. P., Bosso, L., Smeraldo, S., Chiusano, M. L., Pasta, S., & Di Pasquale, G. (2023). Shedding light on the effects of climate and anthropogenic pressures on the disappearance of <i>Fagus sylvatica</i> in	15	21

the Italian lowlands: evidence from archaeo-anthracology and spatial analyses. <i>Science of The Total Environment</i> , 877, 162893.		
Zhao, X., Guo, Y., Kang, L., Yin, C., Bi, A., Xu, D., ... & Lu, F. (2023). Population genomics unravels the Holocene history of bread wheat and its relatives. <i>Nature Plants</i> , 9(3), 403-419.	15	21
Elnaiem, A., Mohamed-Ahmed, O., Zumla, A., Mecaskey, J., Charron, N., Abakar, M. F., ... & Dar, O. (2023). Global and regional governance of One Health and implications for global health security. <i>The Lancet</i> , 401(10377), 688-704.	15	23
Kannan, M., Bojan, N., Swaminathan, J., Zicarelli, G., Hemalatha, D., Zhang, Y., ... & Faggio, C. (2023). Nanopesticides in agricultural pest management and their environmental risks: A review. <i>International Journal of Environmental Science and Technology</i> , 1-26 <sup>2</sup> .	15	25
Albert, J. S., Carnaval, A. C., Flantua, S. G., Lohmann, L. G., Ribas, C. C., Riff, D., ... & Nobre, C. A. (2023). Human impacts outpace natural processes in the Amazon. <i>Science</i> , 379(6630), eabo5003.	15	31
Scarborough, P., Clark, M., Cobiac, L., Papier, K., Knuppel, A., Lynch, J., ... & Springmann, M. (2023). Vegans, vegetarians, fish-eaters and meat-eaters in the UK show discrepant environmental impacts. <i>Nature Food</i> , 4(7), 565-574.	14	18
Solé, M., Kaifu, K., Mooney, T. A., Nedelec, S. L., Olivier, F., Radford, A. N., ... & André, M. (2023). Marine invertebrates and noise. <i>Frontiers in Marine Science</i> , 10, 185.	14	22

---

<sup>2</sup> Pas d'accès au plein texte