

# La préservation de la biodiversité au cœur des enjeux de gestion de la ressource en eau sous changement climatique

Par Olivier THIBAUT, Bénédicte AUGÉARD  
et François HISSEL  
Office français de la biodiversité (OFB)

Les modèles climatiques et hydrologiques initialisés par les scénarios de changement climatique laissent présager une diminution importante des réserves en eau de surface et souterraine au cours du siècle à venir. L'intensification des événements de sécheresse conduira à accroître les pressions sur les écosystèmes des milieux aquatiques et humides, qui en France sont déjà parmi les plus menacés, et pourtant à l'origine de nombreux services utiles à nos sociétés, comme la production alimentaire, l'atténuation des événements d'inondation, la régulation des flux de polluants. L'ampleur des défis que nous devons relever pour une gestion durable et raisonnée de la ressource en eau nous invite aujourd'hui à réinventer nos modes de gouvernance de l'eau en y prenant mieux en compte les enjeux liés à la préservation de la biodiversité, et à transformer en profondeur nos modes de production et de consommation dans une trajectoire de sobriété. En retour, les écosystèmes nous offrent une panoplie de solutions d'adaptation au changement climatique souvent porteuses de bénéfices conjoints pour notre santé et notre qualité de vie.

## Introduction

L'effondrement de la biodiversité et le changement climatique sont deux enjeux majeurs de l'anthropocène. Si les communautés scientifiques et les gestionnaires reconnaissent que les sujets sont interconnectés, en pratique, les approches intégrées restent rares (Pörtner *et al.*, 2021). La gestion de la ressource en eau se situe justement à la croisée des questions de climat et de biodiversité. Les perturbations du climat modifient la répartition spatiale et temporelle de cette ressource dont dépendent les écosystèmes. Ces modifications s'ajoutent aux pressions exercées par les activités humaines sur les milieux naturels.

Enrayer l'effondrement de la biodiversité est primordial pour répondre à la crise climatique. Par exemple, l'article sur les forêts<sup>1</sup> publié dans le numéro de juillet 2022 de la série *Responsabilité & Environnement* des *Annales des Mines* permet d'illustrer ce propos.

À l'inverse, la biodiversité est source de solutions pour l'adaptation au changement climatique.

Cet article présente une rapide synthèse des impacts attendus du changement climatique sur la ressource

en eau et la biodiversité et propose des pistes pour répondre à ces enjeux avec une vision intégrée.

## Les impacts attendus du changement climatique sur la ressource et la biodiversité

### Des ressources en eau fortement modifiées par l'évolution du climat

Depuis plus de trente ans, les projections climatiques de températures et précipitations proposées par les membres du GIEC<sup>2</sup> sont régulièrement utilisées pour modéliser l'évolution de la ressource en eau dans les bassins versants. L'analyse bibliographique des dernières projections (Sauquet *et al.*, 2023) montre qu'une grande majorité de ces études, menées aux échelles nationale ou européenne, convergent vers des étiages (basses eaux) estivaux plus sévères sur les différents bassins en France métropolitaine.

<sup>1</sup> <https://www.anales.org/re/2022/re107/2022-07-03.pdf>

<sup>2</sup> Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

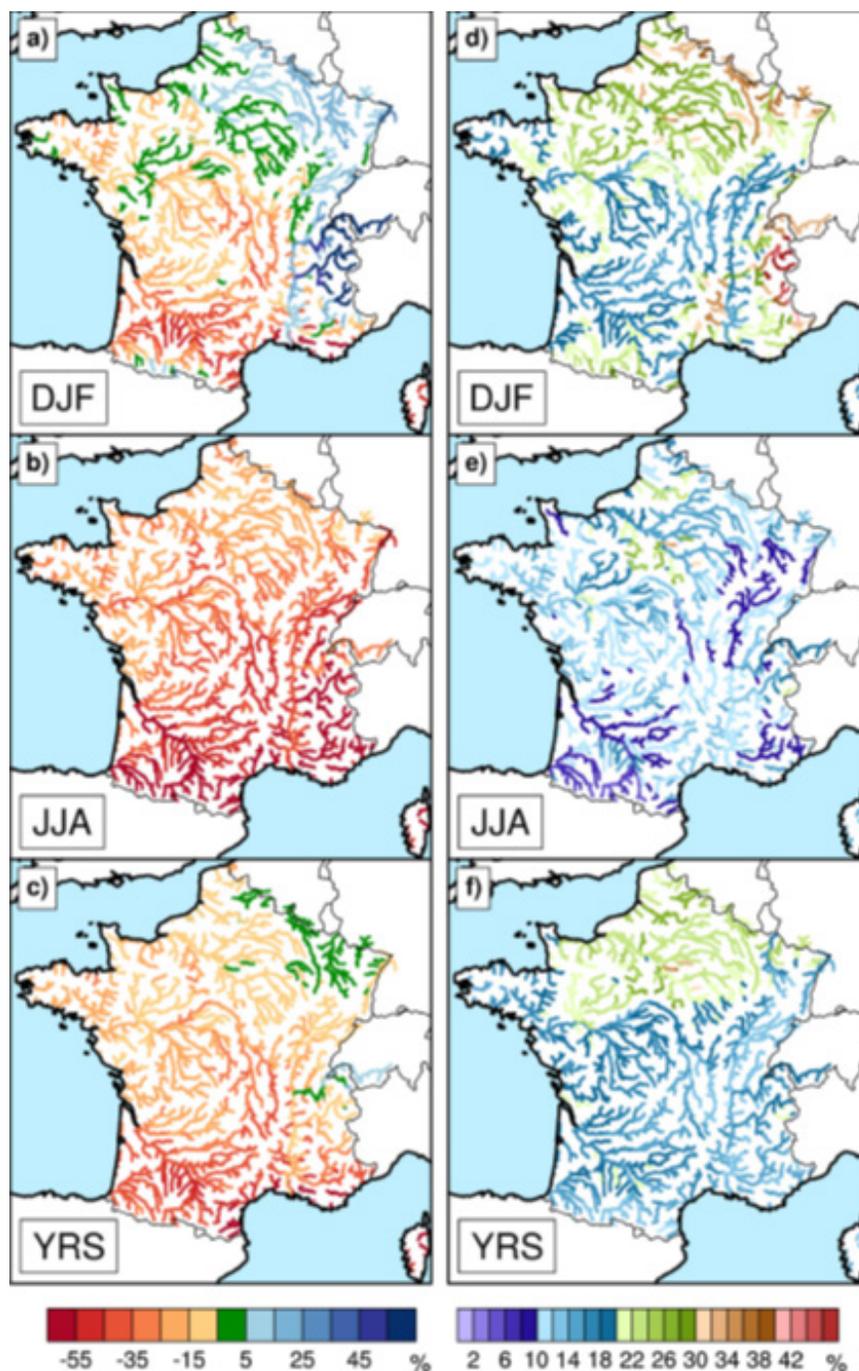


Figure 1. (a-c) Évolution des débits moyens des cours d'eau (en %) entre les périodes 1960-1990 et 2070-2100 sous le scénario RCP8.5 avec le modèle Modcou. (d-f) Estimation de la fourchette d'incertitude à [5-95 %] due aux modèles de climat (Source : Dayon *et al.*, 2018).

La Figure 1 ci-dessus montre un exemple de résultats obtenus par Dayon *et al.* (2018) sous le scénario de gaz à effet de serre RCP8.5. Les débits moyens des cours d'eau diminueraient d'environ 20 % sur la Garonne et 15 % sur la Loire et le Rhône en fin de siècle. La Seine se démarque des autres grands fleuves avec une incertitude sur le signe du changement (compensations entre augmentation des pluies d'hiver, diminution des pluies d'été et augmentation de l'évapotranspiration). Le nord de la France verrait ses débits hivernaux augmenter en conséquence de la hausse des pluies. Enfin, une hausse des débits est envisagée sur les secteurs

alpins et pyrénéens, du fait de changements de type de précipitations (augmentation de la fraction de précipitations liquides au détriment de la fraction neigeuse).

Pour les eaux souterraines, la plateforme de modélisation hydrogéologique nationale Aquif-FR (Vergnes *et al.*, 2020) a été utilisée avec les mêmes projections climatiques que Dayon *et al.* (2018). Le plus grand nombre de modèles testés projettent une réduction de la recharge marquée (jusqu'à - 37 %). En moyenne sur l'ensemble des modèles, la recharge diminue de - 8 % pour les scénarios RCP4.5 et RCP8.5 (Sauquet *et al.*, 2023). On peut également constater que l'intensité des sèche-

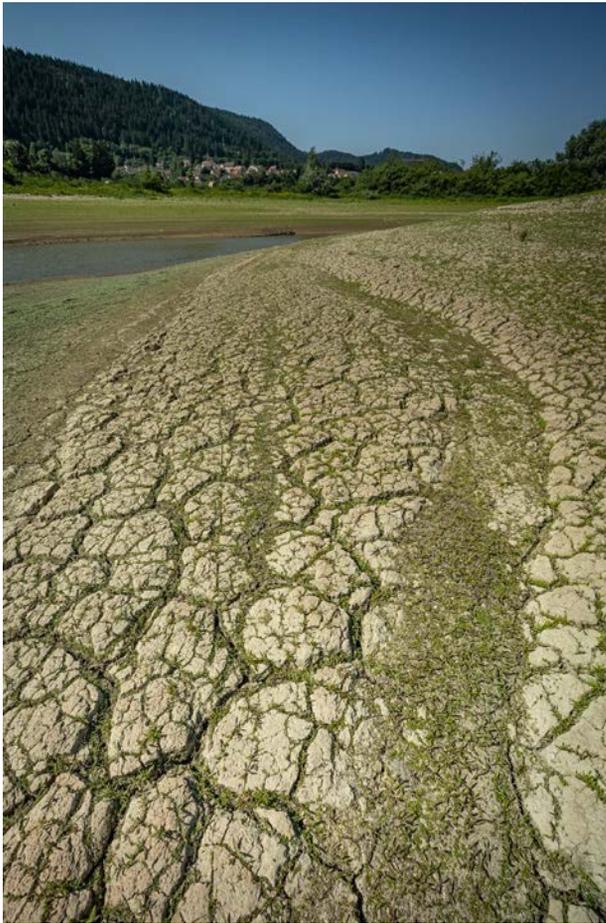


Figure 2. Étiage sévère dans le Haut-Doubs en 2022 (© Sébastien Lamy, Office français de la biodiversité).

resses augmente pour toutes les projections, ainsi que leur extension spatiale et leur durée. Il apparaît clairement un assèchement accru des têtes de bassins en particulier dans les zones où les nappes sont le plus affectées par une baisse.

Un nombre élargi de scénarios issus du cinquième rapport du GIEC et de modèles hydrologiques sont en cours d'exploitation dans le projet Explore2<sup>3</sup> qui donnera à voir le climat et l'hydrologie naturelle futurs, à horizon 2100, sur une maille de 8 km x 8 km en utilisant une approche multi-modèles et multi-scénarios plus robuste et associant des incertitudes aux simulations calculées.

Dès aujourd'hui, les observations réalisées sur les cours d'eau témoignent d'une accélération des événements de sécheresse. Le réseau Onde d'observation des étiages en tête de bassin versant opéré par l'Office français de la biodiversité a permis de mettre en évidence que jusqu'à 37 % des stations relevées sont en étiage ou sans écoulement en septembre au cours des dix dernières années.

<sup>3</sup> Le projet Explore2, porté par INRAE et l'Office international de l'eau (OiEau), s'inscrit dans la suite de l'étude Explore 2070 (2010-2012) grâce à laquelle les acteurs de la recherche, autour du ministère de l'Écologie, avaient établi des premiers scénarios prospectifs de disponibilités des ressources en eau à l'échelle de la France.



Figure 3. Poissons morts suite à une pollution industrielle (© Sébastien Lamy, Office français de la biodiversité).

### Une pression supplémentaire sur la biodiversité

Le changement climatique est identifié par l'IPBES<sup>4</sup> comme la troisième pression la plus impactante au niveau mondial sur la biodiversité, après le changement d'usage et la surexploitation. Cette pression porte sur l'ensemble des écosystèmes, tous concernés par les changements affectant la ressource en eau, et en premier lieu sur les écosystèmes aquatiques et humides.

En France, la baisse attendue des débits des cours d'eau en été va dégrader la qualité des habitats des espèces aquatiques et amplifier d'autres facteurs de perturbation des milieux : augmentation de la température des cours d'eau à la fois du fait de l'augmentation des températures atmosphériques et de débits moindres, moindre dilution des polluants, fragmentation des cours d'eau en période d'étiages. Ces facteurs induisent des déséquilibres majeurs parmi les écosystèmes aquatiques : développement d'algues conduisant à une eutrophisation et une hypoxie du milieu, prolifération de cyanobactéries toxiques, installation d'espèces exotiques envahissantes au détriment des espèces indigènes, entrave aux déplacements des migrateurs, impossibilité de frayer.

Face à ces modifications, les espèces sont inégalement tolérantes : les plus fragiles se déplacent ou s'éteignent ; la plupart sont rendues plus sensibles aux maladies par le stress physiologique. Le réchauffement de l'eau a ainsi un effet important sur les animaux ectothermes en modifiant de nombreux traits écologiques, biologiques ou physiologiques : durée d'incubation des

<sup>4</sup> Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques. Organisation intergouvernementale créée en 2012 et placée sous l'égide des Nations Unies. L'IPBES a pour mission de synthétiser et diffuser une information scientifique de référence sur la biodiversité et les écosystèmes pour contribuer à une décision politique éclairée. Le fonctionnement de l'IPBES est très similaire à celui de l'IPCC (GIEC).

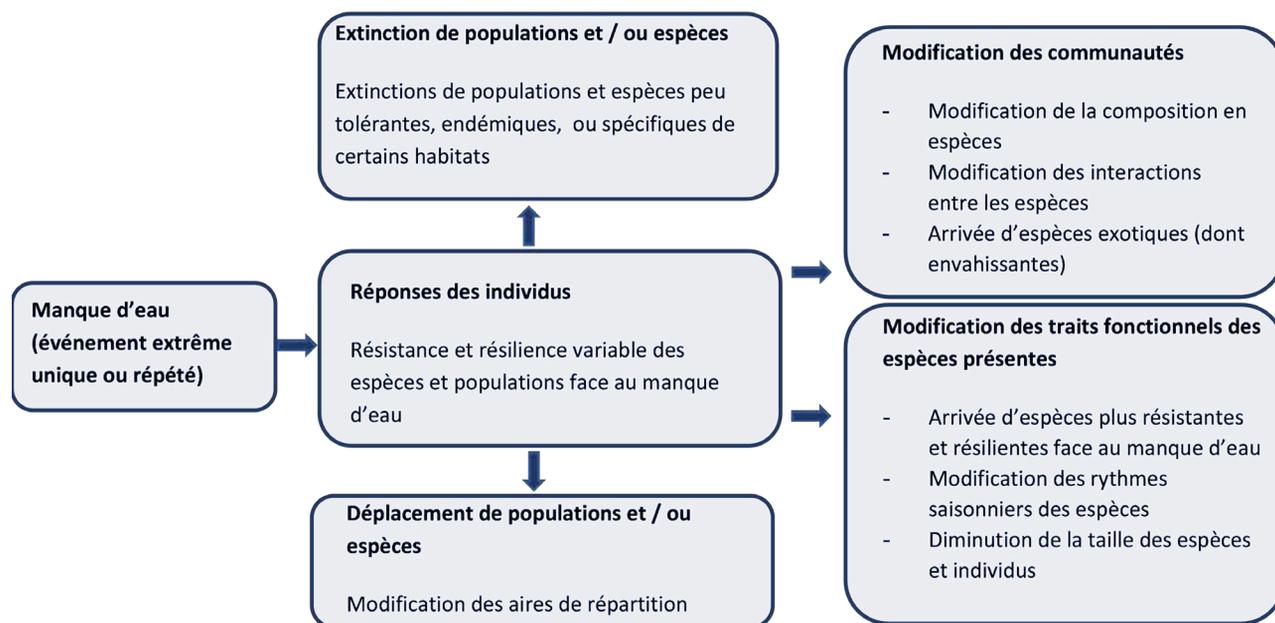


Figure 4. Schéma reprenant les principales conséquences d'un manque d'eau extrême sur des populations et communautés évoquées (adapté de Filipe *et al.* (2013) par Maillot M., Office français de la biodiversité).

œufs, déterminisme du sexe, croissance, métabolisme, performances de nage, âge et taille à maturité, début et durée du cycle de reproduction, immunité et stress, durée de vie (Réalis-Doyelle, 2016) (voir la Figure 4 ci-dessus). Les espèces migratrices sont également particulièrement impactées car le manque d'eau agit comme un obstacle pour rejoindre leurs zones de reproduction (fragmentation et perte d'habitats devenus inaccessibles). La Figure 4 ci-dessus synthétise ces effets.

Les interactions complexes entre espèces à la base du fonctionnement des écosystèmes sont difficilement modélisables et l'impact du changement climatique sur les services écosystémiques reste largement non quantifié (Ipbes, 2019). Des écosystèmes entiers peuvent changer d'état sous des pressions cumulées. Les risques de dépassement de seuils et de point de bascule des écosystèmes ne sont que peu intégrés dans les modèles climatiques.

L'évaluation française des écosystèmes et services écosystémiques (CGDD-Irstea, 2018) pointe les milieux humides et aquatiques comme les grands écosystèmes les moins bien conservés à l'échelle nationale. Ils abritent ainsi 45 % des espèces menacées en métropole. En 2019, seules 43 % des masses d'eau de surface sont évaluées en bon état écologique au titre de la directive-cadre sur l'eau (OFB, 2022). Près de 94 % des habitats d'eau douce d'intérêt communautaire sont considérés dans un état de conservation défavorable (Patrinat, 2019). Pour 12 % des masses d'eau souterraines, les prélèvements dépassent la capacité de renouvellement de la ressource.

Or ces écosystèmes menacés assurent de nombreux services pour nos sociétés. Les ressources prélevées pour notre alimentation représentent à elles seules une valeur commerciale annuelle de l'ordre de 240 millions

d'euros (CGDD-Irstea, 2018). Mais au-delà de l'apport nutritif, ces écosystèmes jouent un rôle déterminant dans la régulation de la qualité des eaux grâce à leur pouvoir de rétention des nutriments et des micropolluants organiques. Ils réduisent les besoins d'épuration des eaux prélevés en surface pour la consommation des ménages. La ripisylve, la végétation alluviale contribuent à écrêter les crues en ralentissant le courant et limitent l'écoulement latéral des crues, tandis que les milieux humides jouent le rôle de tampon en favorisant le stockage temporaire dans les zones d'expansion, tendant ainsi à atténuer les risques d'inondation.

## Les pistes d'adaptation et d'atténuation au changement climatique avec une approche intégrée eau et biodiversité

### Mieux connecter la gestion de l'eau à la préservation de la biodiversité

Au niveau législatif, la gestion équilibrée et durable de l'eau consiste à garantir que les prélèvements en eau sont compatibles avec le bon état des milieux naturels, des nappes et des cours d'eau (L.211-1 du code de l'Environnement). Si effectivement, la biodiversité est de mieux en mieux prise en compte dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de l'eau (par exemple au sein des programmes d'intervention des agences de l'eau), cette prise en compte est récente et il reste encore beaucoup à faire en la matière.

Les aspects quantitatifs et qualitatifs de l'eau restent souvent traités de façon distincte, alors que la préservation de la biodiversité nécessite de les intégrer. Par exemple, l'effort est mis pour promouvoir une agriculture à faible niveau d'intrant sur les zones prioritaires de

captages pour l'eau potable, ce qui privilégie la qualité de l'eau dans le seul but de produire de l'eau potable sans se préoccuper particulièrement de l'aspect quantitatif, alors que sur d'autres territoires, les études sur les volumes prélevables conduisent à promouvoir des pratiques d'irrigation économes en eau, privilégiant le quantitatif sur le qualitatif. Prendre les deux aspects en compte simultanément, au moins localement, voire sur des zones plus étendues en fonction de l'origine de l'eau prélevée, pourrait être source de progrès.

La gestion de l'eau en France s'appuie sur plusieurs niveaux de concertation pour faire dialoguer les parties prenantes (collectivités, État, industriels, agriculteurs, associations de protection de la nature, consommateurs...) à l'échelle nationale avec le Conseil national de l'eau, à l'échelle des grands bassins fluviaux avec les comités de bassin et à l'échelle locale avec les commissions locales de l'eau lorsqu'elles existent. Le changement climatique y est de mieux en mieux pris en compte. Ainsi, la plupart des bassins se sont dotés d'un plan d'adaptation au changement climatique. Cependant, les tensions pour l'accès à l'eau dans un contexte de raréfaction liée au changement climatique conduisent à la considérer avant tout comme une ressource au service direct d'usages, occultant ainsi son rôle de support à la vie aquatique. Le bon état des milieux est vu d'abord comme une contrainte que certains acteurs souhaiteraient voir évoluer. L'eau est trop souvent encore le terrain de conflits entre politiques sectorielles qui en dépendent et aux objectifs parfois antagonistes avec ceux de la préservation des écosystèmes – aménagement du territoire, agriculture, navigation, production énergétique.

Il faut donc évaluer de manière critique les mesures de gestion des ressources en eau proposées pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique à l'aune de la protection de la biodiversité ou de la réduction des risques qui pèsent sur elle. La mise en place d'instances de gouvernance conjointes sur les secteurs de l'eau et de la biodiversité permettrait de progresser vers des modes de gestion mieux articulés.

### **Intégrer la gestion de l'eau dans les politiques sectorielles**

L'imminence des crises liées à l'eau doit d'abord nous inciter à revisiter nos modèles de production. Ainsi, le modèle traditionnel d'agriculture intensive a de nombreux impacts négatifs sur l'eau et la biodiversité par l'introduction de polluants et de nutriments dans les sols et les eaux ou la destruction des habitats. À l'inverse, l'agroécologie favorise le développement de pratiques culturelles moins dépendantes des intrants en s'appuyant sur les services fournis par la biodiversité réintroduite dans nos champs, en diversifiant les variétés et les cultures pour favoriser la résilience, et en préservant les sols pour limiter leur érosion. La quantité d'eau stockée par les sols peut ainsi augmenter de 8 à 15 % et conduire à une production agricole, à quantité d'eau égale, en croissance de 15 à 20 %. La rétention de l'eau est encore améliorée grâce aux couverts d'interculture et au maintien des bocages. Toutes ces pratiques présentent de surcroît de nombreux

co-bénéfices pour l'atténuation des effets du changement climatique puisqu'elles accroissent la capacité de stockage du carbone par les sols.

La gestion durable de la ressource en eau passe aussi par des politiques d'aménagement du territoire adaptées qui limitent l'imperméabilisation des villes au bénéfice d'une plus grande infiltration contribuant à la recharge des nappes, et qui favorise la végétalisation des sols et des toitures. La sanctuarisation d'espaces de nature en ville, en plus de contribuer positivement au bilan hydrique, fournit des conditions appropriées pour le développement des écosystèmes, réduit les températures en période caniculaire et améliore le cadre de vie des habitants.

### **Promouvoir les solutions d'adaptation fondées sur la nature**

Les Solutions fondées sur la Nature (SfN) ont été définies comme « les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité ». Plus spécifiquement, les solutions d'adaptation fondées sur la nature (SafN) sont des SfN qui permettent de répondre au défi de l'adaptation des territoires et des activités face aux impacts du changement climatique. Cette notion de SafN s'inscrit dans une approche écosystémique globale, qui nécessite de prendre en compte les enjeux écologiques mais également sociétaux, politiques, économiques et culturels, à différentes échelles territoriales. Les SfN permettent à la fois de répondre aux défis climatiques de l'atténuation (par le stockage de carbone par les forêts et zones humides, qui réduisent l'aléa), et de l'adaptation (par l'infiltration de l'eau, la régulation du climat, la stabilité des sols, etc. qui réduisent l'exposition et la vulnérabilité).

Les SafN trouvent de nombreuses applications dans le domaine de la gestion de l'eau. Elles sont par exemple particulièrement adaptées pour la réduction des risques naturels liés à l'eau, qui englobent les inondations, qui peuvent être causées par des débordements de cours d'eau (crues), des ruissellements en particulier en milieu urbain, des coulées de boue, des remontées de nappes ou encore à des submersions marines, mais aussi les sécheresses, qu'elles soient météorologiques, hydrologiques ou édaphiques, ou encore la formation d'îlots de chaleurs en milieu urbain.

### **Adapter nos modes de consommation**

Pour enrayer le déclin de la biodiversité, l'IPBES dans son rapport de 2019 nous enjoint aussi d'agir sur les causes de son érosion et souligne la nécessité d'introduire des changements en profondeur dans nos modes de vie et de consommation. Cette exhortation vaut aussi pour la gestion de l'eau.

En matière de qualité de l'eau, c'est d'abord en agissant sur les sources que nous parviendrons à réduire les teneurs de nos eaux en micro-plastiques, ou en composés perfluoroalkylés.

La sobriété est un élément essentiel de toute trajectoire de résorption des déséquilibres. Il s'agit de passer d'une gestion de crise lors des périodes de sécheresse estivale de plus en plus fréquentes à un effort collectif et structurel vers plus de sobriété dans l'utilisation de l'eau. Avec une empreinte eau de près de 1 900 m<sup>3</sup> par personne et par an (dont 47 % virtuellement importés en provenance d'autres pays), la France se situe en effet dans le premier tiers des pays les plus consommateurs au monde. Plus du tiers de cette empreinte est lié à notre régime alimentaire carné. Le Plan eau annoncé par le président de la République en mars dernier, qui propose une trajectoire de réduction de 10 % de nos prélèvements en eau d'ici 2030, est un premier pas pour cette utilisation plus sobre de l'eau.

## Bibliographie

DAYON G., BOÉ J., MARTIN E. & GAILHARD J. (2018), "Impacts of climate change on the hydrological cycle over France and associated uncertainties", *Comptes Rendus Geoscience*, 350(4), pp. 141-153, doi:10.1016/j.crte.2018.03.001.

COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE – IRSTEA (2018), « Évaluation française des écosystèmes et services écosystémiques. Les milieux humides et aquatiques continentaux », 248 pages, ISSN : 2552-2272, <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9matique%20-%20Les%20milieux%20humides%20et%20aquatiques%20continentaux.pdf>

FILIPPE A. F., LAWRENCE J.E. & BONADA N. (2013), "Vulnerability of stream biota to climate change in mediterranean climate regions: a synthesis of ecological responses and conservation challenges", *Hydrobiologia*, vol. 719, pp. 331–351. <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1244-4>

IPBES (2019), "Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services", E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors), IPBES secretariat, Bonn, Germany, 1 148 pages, <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>

OFFICE FRANÇAIS DE LABIODIVERSITÉ (2022), « Synthèse 2019 des états des lieux des bassins », <https://www.eaufrance.fr/publications/synthese-2019-des-etats-des-lieux-des-bassins>

PATRINAT (OFB-CNRS-MNHN) (2019), « Biodiversité d'intérêt communautaire en France : un bilan qui reste préoccupant. Résultats de la troisième évaluation des habitats et espèces de la DHFF (2013-2018) », [https://inpn.mnhn.fr/docs/N2000\\_EC/Note\\_synthese\\_2019\\_DHFF.pdf](https://inpn.mnhn.fr/docs/N2000_EC/Note_synthese_2019_DHFF.pdf)

PÖRTNER H.O., SCHOLLES R.J., AGARD J., ARCHER E., ARNETH A., BAI X., BARNES D., BURROWS M., CHAN L., CHEUNG W.L., DIAMOND S., DONATTI C., DUARTE C., EISENHAEUER N., FODEN W., GASALLA M. A., HANDA C., HICKLER T., HOEGH-GULDBERG O., ICHII K., JACOB U., INSAROV G., KIESSLING W., LEADLEY P., LEEMANS R., LEVIN L., LIM M., MAHARAJ S., MANAGI S., MARQUET P. A., MCELWEE P., MIDGLEY G., OBERDORFF T., OBURO D., OSMAN E., PANDIT R., PASCUAL U., PIRES A. P. F., POPP A., REYES-GARCÍA V., SANKARAN M., SETTELE J., SHIN Y. J., SINTAYEHU D. W., SMITH P., STEINER N., STRASSBURG B., SUKUMAR R., TRISOS C., VAL A.L., WU J., ALDRIAN E., PARMESAN C., PICHES-MADRUGA R., ROBERTS D.C., ROGERS A.D., DÍAZ S., FISCHER M., HASHIMOTO S., LAVOREL S., WU N. & NGO H.T. (2021), "IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiver-

sity and climate change", IPBES and IPCC, DOI:10.5281/zenodo.4782538.

RÉALIS-DOYELLE E. (2016), *Influence de la température sur les premiers stades de vie de trois espèces de poissons dulcicoles : étude de la survie et de la plasticité phénotypique*, Thèse de doctorat, Université de Lorraine, 205 pages.

SAUQUET E., THIREL G., VERGNES J.P. & HABETS F. (2023), « Étude d'impact du changement climatique sur le régime hydrologique en France métropolitaine -synthèse bibliographique », INRAE ; BRGM ; ENS (hal-03940245).

VERGNES J.-P., ROUX N., HABETS F., ACKERER P., AMRAOUI N., BESSON F., CABALLERO Y., COURTOIS Q., DE DREUZY J.-R., ETCHEVERS P., GALLOIS N., LEROUX D. J., LONGUEVERGNE L., LE MOIGNE P., MOREL T., MUNIER S., REGIMBEAU F., THIÉRY D. & VIENNOT P. (2020), "The AquifR hydrometeorological modelling platform as a tool for improving groundwater resource monitoring over France: evaluation over a 60-year period", *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 24, pp. 633-654, <https://doi.org/10.5194/hess-24-633-2020>