



7 Biodiversité des milieux aquatiques

Les abondantes ressources hydriques de la Suisse constituent un capital commun essentiel pour la société, l'économie et la nature.¹

Les eaux dont l'écomorphologie est proche du naturel revêtent une grande importance en termes de valeur paysagère et de bien-être psychosocial pour la population.^{2,3} Le tourisme en profite également.⁴

Les milieux aquatiques revitalisés situés à proximité des zones d'habitation constituent des espaces récréatifs de grande valeur et sont particulièrement appréciés par les populations urbaines.^{2,5}

Les surfaces inondables permettent d'atténuer les pics de crue et réduire ainsi les dommages liés aux inondations – un rôle crucial dans le contexte du changement climatique, marqué par une fréquence accrue d'événements météorologiques extrêmes.⁶

Les milieux aquatiques sont des habitats productifs. Ils fournissent une nourriture de qualité, bénéfique non seulement pour les espèces aquatiques, mais aussi pour de nombreux animaux terrestres.^{7,8}

Chaque année, la pêche de loisir capture entre 400 et 550 tonnes de poissons, tandis que la pêche professionnelle en récolte entre 1000 et 1600 tonnes (moyenne 2010–2024).⁹

Les petits milieux aquatiques telles que les ruisseaux, les étangs et les mares rendent de nombreux services écosystémiques.¹⁰ Ils possèdent notamment un fort potentiel en tant que puits de carbone.¹¹

En Suisse, 80 % de l'eau potable provient directement de nappes phréatiques ou de sources.¹⁴ Pour préserver cette ressource vitale, il est essentiel de maintenir des milieux naturels intacts et non pollués dans le bassin versant des captages.¹⁵

Dans les milieux urbains, les étangs jouent un rôle précieux face aux défis écologiques et sociaux. Ils aident à atténuer l'effet d'îlot de chaleur, réduisent les risques d'inondation¹² et peuvent améliorer significativement la qualité de vie de la population.¹³

Un espace réservé aux eaux suffisamment grand et doté d'une riche végétation riveraine possède une grande capacité à retenir les rejets de nutriments grâce à des processus biochimiques et physiques.¹⁶

En décomposant la matière organique, les organismes aquatiques jouent un rôle clé dans l'épuration des rivières et des lacs.¹⁷

7.1 Synthèse

Les milieux aquatiques de Suisse – des grands lacs et nappes phréatiques aux rivières, ruisseaux, sources et mares – fournissent une multitude de services à la société et au vivant. Ils constituent des éléments structurant du paysage, essentiels pour la protection contre les crues, l’approvisionnement en eau potable et le bien-être de la population. Les milieux aquatiques revitalisés et proches de l’état naturel, en particulier, ont une forte valeur écologique, économique et sociale. Ces bénéfices ont été de plus en plus reconnus au cours des deux dernières décennies → 7.2, ce qui a conduit à d’importantes évolutions législatives en matière de protection des eaux, notamment la révision de la loi sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20) en 2011 et l’adoption en 2023 de la nouvelle loi fédérale sur la réduction des risques liés à l’utilisation de pesticides (RS 813.1, RS 814.20, RS 910.1).

Tous les types de milieux aquatiques ont subi d’énormes pertes écologiques au cours des 200 dernières années – en raison de l’endiguement, de la régulation, de l’apport en substances polluantes et nutritives, de l’exploitation hydroélectrique, de l’enfouissement, du comblement (étangs) et de la progression des espèces exotiques envahissantes → 7.3. Bien que la qualité de l’eau se soit partiellement améliorée, des déficits structurels et biologiques persistent. Les projets de revitalisations ont eu des effets positifs localement ces dernières décennies, mais ils restent souvent trop limités en terme de surfaces et encore trop rares à l’échelle nationale.

Causes actuelles des changements

L’exploitation hydraulique intensive perturbe les cours d’eau par des éclusées, des obstacles à la migration des poissons et des débits résiduels trop faibles pour maintenir un bon état écologique. Bien que la loi prévoie une réduction de ces impacts délétères d’ici 2030, les progrès restent trop lents → 7.4.1. En outre, des résidus de pesticides, des médicaments, des substances chimiques industrielles, des polluants éternels, comme les PFAS, affectent les organismes aquatiques même à de faibles concentrations → 7.4.2. Les seuils règlementaires pour les pesticides sont souvent dépassés, particulièrement dans les petits cours d’eau. Malgré la diminution des apports en phosphore dans de nombreux lacs, le phosphore accumulé dans les sédiments continue de se libérer. De plus, certains lacs sont encore aujourd’hui trop riches en phosphore. Il en résulte un manque d’oxygène dans les eaux profondes menaçant la biodiversité des lacs → 7.4.3. Des espèces exotiques envahissantes évincent les espèces indigènes → 7.4.4. Leur propagation est favorisée par la dégradation de l’état des milieux aquatiques. Le changement climatique réchauffe les eaux, modifie les régimes d’écoulement et met en péril

de nombreuses espèces → 7.4.5. Le manque d’ombrage sur les rives et l’insuffisance d’espaces naturels réservés aux eaux aggravent encore le stress écologique.

Évolution depuis 2010

La qualité des habitats pour les poissons est jugée insuffisante dans presque trois quarts des rivières examinées et de nombreux ruisseaux, et de nombreuses espèces de poissons sont menacées → 7.5.1. Enfin, si certaines espèces communes deviennent plus fréquentes en altitude, les espèces spécialisées et adaptées aux eaux froides déclinent. Ce phénomène traduit une érosion de la biodiversité et une homogénéisation des biocénoses aquatiques → 7.5.2. Les zones alluviales d’importance nationale manquent souvent de dynamique et les projets de revitalisation sont encore trop rares, ce qui entraîne une altération de leur caractère alluvial. Dans les sites de reproduction des amphibiens, le déclin de ces espèces a pu être enrayeré, même si ces zones abritent aujourd’hui en moyenne moins d’espèces qu’au cours des années 1980.

Vers un avenir plus favorable à la biodiversité → 7.6

Pour préserver la biodiversité aquatique à long terme, il faut redonner de l’espace aux cours d’eau et favoriser leur dynamique naturelle. Cela implique des variations de niveau, un assainissement écologique conséquent des exploitations hydroélectriques et une eau de bonne qualité. L’objectif est de créer des milieux aquatiques et alluviaux résilients qui restent fonctionnels malgré des conditions climatiques modifiées. Il est tout aussi important d’améliorer la connectivité entre les milieux aquatiques et les milieux terrestres adjacents. Les interactions entre ces deux unités fonctionnelles sont essentielles pour maintenir des biocénoses riches et diversifiées. Cela nécessite une planification et une collaboration intersectorielles. La nature est elle-même une alliée : le castor, par exemple, agit comme un ingénieur écologue efficace et peu coûteux.

Les prescriptions légales doivent être appliquées sur tout le territoire et ne pas rester lettre morte. Cela concerne par exemple l’assainissement des ouvrages hydroélectriques, la délimitation d’espaces réservées aux eaux, la mise en œuvre de revitalisations et le respect des normes de qualité de l’eau. Pour accélérer la réalisation de ces mesures, les procédures de planification et d’autorisation devraient être simplifiées. Les milieux aquatiques de faible superficie ou souterrains méritent également une attention particulière : les sources, mares, étangs, petits ruisseaux et nappes phréatiques abritent une biodiversité souvent ignorée, mais hautement spécialisée. Ces milieux doivent être mieux étudiés, protégés et intégrés aux politiques d’aménagement du territoire.



La vie sous-marine échappe souvent à la perception humaine. Pourtant, les eaux abritent une biodiversité fascinante.
Photo : Michel Roggo

Diversité biologique des milieux aquatiques

La Suisse est considérée comme le château d’eau de l’Europe. Avec une longueur totale d’environ 65 000 km, les rivières et les ruisseaux forment un réseau fortement ramifié s’étendant des hautes montagnes à la plaine. À cela s’ajoutent divers plans d’eau – du Léman aux petits lacs de montagnes, en passant par les étangs et les mares.

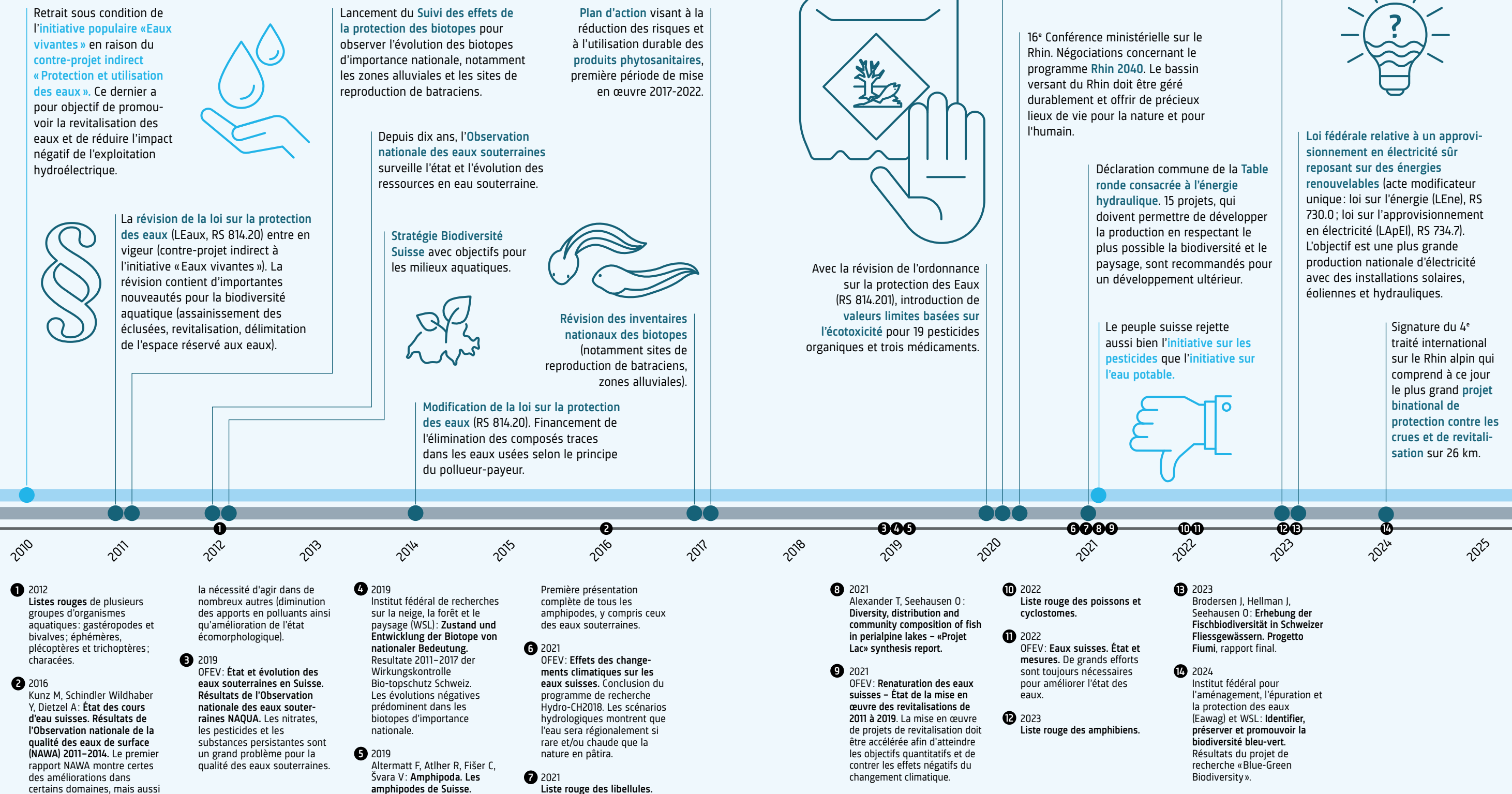
Les lacs et les rivières suisses abritent des communautés de poissons extraordinairement diversifiées.^{18, 19} La diversité des coréogones dans les lacs du versant nord des Alpes suisses est unique en Europe.²⁰ En moyenne, environ un demi-million d’oiseaux d’eau (2010–2024) hivernent chaque année sur les eaux suisses.²¹ Pour certaines de ces espèces, une part d’importance internationale de la population européenne se trouve en Suisse durant cette période. Même les petits plans d’eau tels que les étangs et les mares hébergent dans leur ensemble une grande richesse biologique et apportent de la diversité dans le paysage.²² On y trouve des espèces absentes des autres milieux aquatiques.

Le milieu aquatique souterrain est également d’une ampleur considérable : environ 150 milliards de mètres cube d’eau sont stockés dans le sous-sol suisse. Ce milieu abrite des espèces hautement spécialisées, parfois endémiques.²³ Là où l’eau souterraine affleure, des milieux fontinaux se forment. Non-endigués, ils constituent avec les terrains adjacents, un milieu fascinant de grande valeur.²⁴ L’eau pauvre en nutriments et fraîche tout au long de l’année offre des conditions idéales pour des organismes spécialisés.

Les zones de transition entre l’eau et la terre sont particulièrement riches en biodiversité. Cela n’est nulle part aussi évident que dans les zones alluviales. Ces milieux dynamiques, façonnés par l’eau, se créent dans les zones inondables des rivières et des lacs. Les variations de niveau, ainsi que la force érosive et constructive de l’eau et des matériaux charriés créent une mosaïque de milieux en constante transformation : bras actifs, bras morts, mares, étangs, bancs de sable, îlots de gravier, formations herbacées, fourrés alluviaux, forêts alluviales à bois tendre et à bois dur.

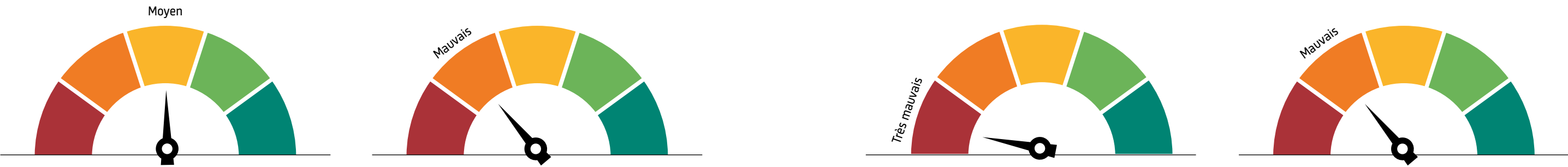
7.2 Événements marquants entre 2010 et 2025

● Société ● Politique et administrations ● Publications importantes



7.3 Évolution depuis 1900

État en 1900 État dans les années 1940 État dans les années 1970 État au tournant du millénaire



Situation initiale 1900

Dégradation quantitative et qualitative des rivières et des ruisseaux ainsi que perte de zones alluviales déjà avant 1900, en raison des aménagements destinés au gain de terres, aux mesures de protection contre les crues et à la production d'électricité,²⁵ ainsi que par les rejets industriels et domestiques. Les poissons migrant sur de longues distances comme l'esturgeon ont en partie déjà disparu, tout comme certaines espèces typiques des grandes rivières dynamiques.²⁶

Nombreuses rives de lacs déjà impactées, nombreux lacs régulés et niveau d'eau abaissé (disparition d'habitats et perturbation des processus écologiques).

Rôle important de l'eau dans le paysage pour les populations jusqu'à une époque avancée du XIX^e siècle. Les étangs fournissaient des poissons et des écrevisses, de l'eau pour l'extinction des incendies, de la glace ou de l'eau pour le rouissage du chanvre.²⁷ Perte de nombreux étangs et mares naturels avant 1900 déjà, en raison des drainages, des régulations des lacs et de la destruction progressive des zones alluviales.

De 1900 aux années 1940

- ↓ Canalisation de nombreux cours d'eau. Connexion diminuée entre les eaux et les terres adjacentes.²⁸
- ↓ Régulation croissante des lacs.²⁹ La dynamique naturelle des zones riveraines en est affectée.
- ↓↓ Construction de centrales hydroélectriques au fil de l'eau.^{30, 31} Entre 1900 et 1950 : mise en retenue de presque tous les grands cours d'eau. Création de nombreux lacs de barrage ayant des répercussions négatives sur les milieux aquatiques en aval (p. ex. variations brutales du débit, réduction des dynamiques d'écoulement et de charriage, perturbation de la connectivité écologique, élévation de la température dans les retenues).³²
- ↓ Diminution de la qualité de l'eau malgré la construction des premières stations d'épuration.^{33, 34}
- ↓ Disparition d'innombrables étangs et mares en raison des corrections hydrauliques et de l'abaissements des nappes phréatiques le long des cours d'eau, des régulations des lacs et des comblements.

Des années 1940 aux années 1970

- ↓ Régulation de presque tous les grands lacs.²⁹ Pour suite de la canalisation des cours d'eau.
- ↓ Mise sous terre de ruisseaux, surtout dans les zones agricoles de basse altitude et dans les zones urbanisées.
- ↓ Importantes pertes supplémentaires de petits plans d'eau dues aux améliorations foncières avec drainages, aux comblements ainsi que, de manière générale, à la rationalisation de l'agriculture, à la construction de routes et à l'urbanisation croissante.
- ↓↓ Croissance économique après la guerre : stations d'épuration manquantes ou surchargées, malgré leur développement croissant.³⁴ L'apport de phosphore détériore fortement la qualité de l'eau. Eutrophisation des lacs. Disparition de nombreuses espèces de poissons, de characées, de plancton, y compris des espèces endémiques.^{26, 36, 62}

Des années 1970 au tournant du millénaire

- ↓ Écomorphologie des cours d'eau fortement dégradée (p. ex. la structure d'écoulement, l'aménagement des rives, la diversité du substrat, la connexion aux zones alluviales) avec des répercussions négatives persistantes sur la biodiversité. La régulation et l'aménagement des rives lacustres se poursuivent. La perte des petits plans d'eau continue. La qualité écologique des étangs diminue en raison des apports en nutriments et en pesticides, d'un entretien inadéquat ou absent, et de la succession écologique. Niveau de diversité des espèces et densité des peuplements macrozoobenthiques au plus bas entre 1960 et 1980.³⁷
- ↑↑ Interdiction de l'utilisation des phosphates dans les lessives (1986). Réduction des apports en nutriments grâce à un plus grand nombre de stations d'épuration et à leur amélioration.³⁸ Grâce à cela, réduction marquée de la teneur en nutriments des eaux. Rétablissement de certaines espèces animales et végétales grâce à l'amélioration de la qualité de l'eau.³⁹
- ↓ L'héritage de l'eutrophisation dans les sédiments lacustres influence encore négativement de nombreux lacs → 7.4.3.
- ↓ Dégradation croissante de la qualité physico-chimique (en particulier des petits cours d'eau) due aux pesticides, médicaments et autres micropolluants.
- ↓↓ Colonisation croissante des rivières et des lacs par des néobiotes (p. ex. premier signalement de la moule zébrée vers 1962).⁴⁰ Forte augmentation à partir de 1992 en raison de l'ouverture du canal Rhin-Main-Danube → 7.4.4.

↑↑

Forte amélioration

↑

Amélioration

↕

Tendances opposées

↓

Dégradation

↓↓

Forte dégradation

Explication sur la classification → 1

La plateforme Timeline de l'eau présente l'histoire de la protection des eaux en Suisse au cours des 200 dernières années pour les rivières et les lacs sous la forme d'une frise chronologique virtuelle avec environ 200 jalons en images, textes et sons. → wassertimeline.ch/fr

État en 2025



Du tournant du millénaire à 2025

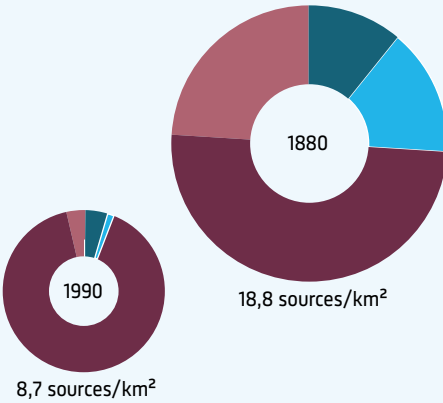
L'écomorphologie de nombreux cours d'eau et rives lacustres reste en mauvais état.^{41, 42} Environ un quart de tous les tronçons des cours d'eau sont artificiels, fortement dégradés ou même mis sous tuyau. Le réseau fluvial est fragmenté par plus de 100 000 obstacles de plus de 50 cm de haut. Sur le Plateau, exploité intensivement, près de la moitié des cours d'eau est très éloignée de l'état naturel de référence.

- ↓ Le changement climatique aggrave la situation écologique déjà mauvaise. Bien qu'il conduise à une augmentation de la richesse en espèces aux hautes altitudes, il menace les espèces adaptées au froid⁴³ et impacte globalement le régime hydrologique à la suite de sécheresses, ainsi que la température des eaux → 7.4.5.
- ↑ Améliorations locales de la situation écologique grâce à l'ajout aux stations d'épuration d'une étape d'élimination des micropolluants et par des mesures dans l'agriculture.
- ↑ Améliorations locales par des projets de revitalisation de milieux aquatiques. Mais ceux-ci restent trop souvent limités en superficie et encore trop peu fréquents.
- ↓ De grands déficits persistent dans la qualité de l'eau de certains lacs : concentrations trop élevées de nutriments et de micropolluants, manque d'oxygène dans les eaux profondes. La moitié des grands lacs ne répond pas aux exigences de la LEaux. Quatre lacs de taille moyenne sont toujours oxygénés de manière artificielle³⁹ → 7.4.3.
- ↓ Zones alluviales restantes isolées et présentant une dynamique naturelle toujours insuffisante → 5.3.
- ↑ Construction d'étangs : effet positif sur l'offre en habitats et la mise en réseau, toutefois à bas niveau.

Milieux aquatiques avec données insuffisantes

Eaux souterraines
L'utilisation des sols influence tant la qualité des eaux souterraines que leur diversité faunistique et la répartition des espèces dans ce milieu. Ainsi dans les zones de culture intensive, on observe significativement moins d'amphipodes des eaux souterraines.⁴⁴ De plus, la diversité des microorganismes dans les eaux souterraines sous les surfaces agricoles est cinq fois plus faible que celle observée sous les forêts.⁴⁵

Sources
Neuf habitats fontinaux sur dix en Suisse ont été détruits ou très altérés par les interventions humaines. Les atteintes les plus fréquentes incluent les captages, les drainages, le piétinement par le bétail (pâturage) ou les randonneurs, la construction de routes et de chemins, ainsi que l'apport en nutriments. Le changement climatique, combiné à une demande croissante en eau de la part des communes et de l'agriculture, accentue la pression sur les sources restantes.



Densité et état écologique des sources en 1880 et en 1990 sur le Plateau

La taille des cercles représente le nombre de sources par kilomètre carré. De nombreuses sources ont disparu du paysage. Les sources restantes sont en grande majorité captées. Données : ⁴⁶

- Débuts de ruisseaux
- Source sans ruisseau
- Source captée ou canalisée
- Émergence d'eau souterraine captée

Les sources et leurs alentours forment, dans un espace très restreint, un milieu fascinant riche en espèces – mosaïque de litière mouillée, de suintements, de mares et d'écoulements créant autant de microhabitats diversifiés, chacun avec des conditions propres. Comme la température, le courant et la teneur en nutriments varient d'une source à l'autre, chacun de ces milieux est unique. Photo : Beat Schaffner



7.4 Causes actuelles des changements

7.4.1 Forte exploitation de l'énergie hydraulique, mise en oeuvre trop lente des mesures de restauration écologique

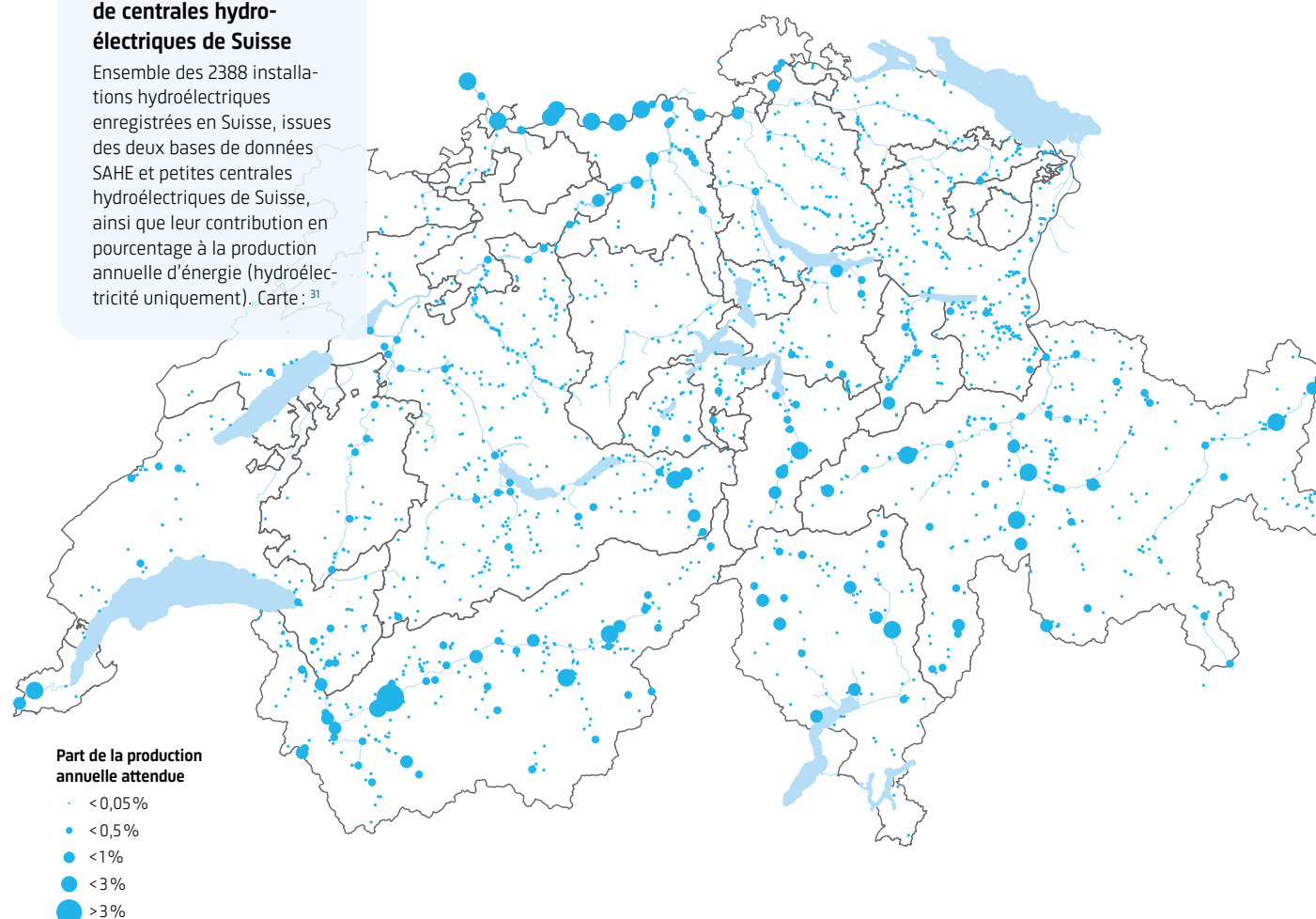
Environ 90 % des cours d'eau adaptés à la production d'énergie sont déjà exploités à des fins hydroélectriques. En 2024, on comptait 2388 centrales hydroélectriques, réparties dans toute la Suisse.³¹ Bien que l'énergie hydraulique constitue une source d'énergie renouvelable importante, son exploitation modifie profondément les habitats aquatiques.

Les seuils et les barrages retiennent les pierres, le gravier et le sable qui font ensuite défaut dans les milieux en aval. Ils modifient la dynamique d'écoulement, augmentent la

température de l'eau – car celle-ci se réchauffe davantage dans les zones de retenue que dans un cours d'eau naturel – et bloquent la migration des poissons. Les variations rapides et répétées du débit (éclusées) sont également problématiques : elles peuvent emporter les organismes aquatiques entraîner leur mort lors de la baisse des niveaux d'eau. Le passage dans les turbines hydroélectriques peut gravement blesser les poissons ; un sur cinq en meurt.⁴⁸ La loi sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20) révisée en 2011 exige une réduction des impacts négatifs de l'exploitation hydroélectrique sur les cours d'eau d'ici 2030. Toutefois, la mise en œuvre des rénovations dans le domaine de l'énergie hydraulique est beaucoup trop lente pour atteindre cet objectif.

Grande densité du réseau de centrales hydro-électriques de Suisse

Ensemble des 2388 installations hydroélectriques enregistrées en Suisse, issues des deux bases de données SAHE et petites centrales hydroélectriques de Suisse, ainsi que leur contribution en pourcentage à la production annuelle d'énergie (hydroélectricité uniquement). Carte : ³¹



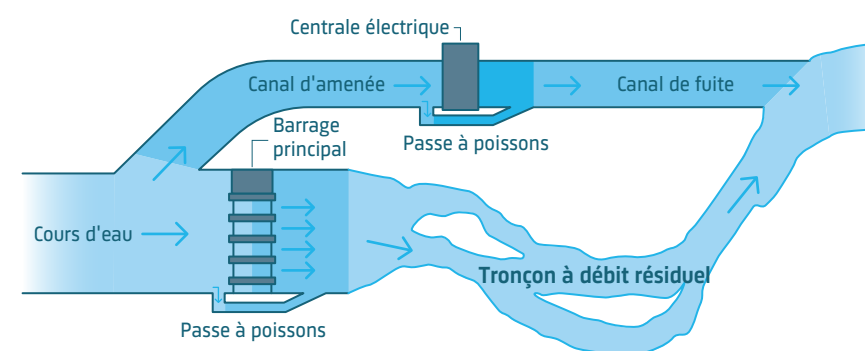
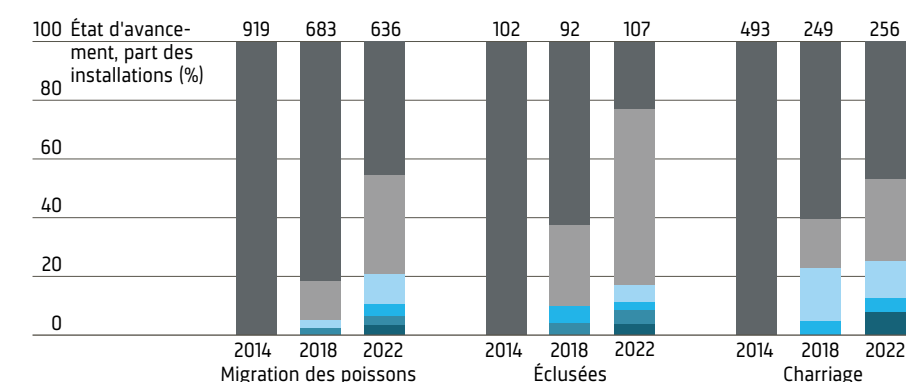
Barrage et migration

Les barrages et autres barrières ont conduit à l'extinction en Suisse de plusieurs espèces de poissons migrant sur de longues distances, comme le saumon et la grande alose. Ils menacent aussi les effectifs des migrateurs à courte distance tels que le nase et la truite de lac, car les poissons sont déconnectés de leurs sites de reproduction et doivent frayer dans des habitats moins appropriés. Des différences génétiques entre les populations isolées ont également été démontrées.⁵¹ Les passes à poissons peuvent réduire les impacts négatifs.⁵² La photo montre le barrage « Neuwelt » sur la Birse à proximité de Bâle. Il est équipé d'une échelle permettant la remontée, et d'une rampe de dévalaison (à droite sur la photo). Photo : Armin Peter

Évolution de la mise en œuvre dans les domaines d'assainissement de la force hydraulique

Données : ⁴⁷

- Planification stratégique
- Étude des variantes
- Planification des mesures
- Construction des mesures
- Contrôle d'efficacité
- Assaini



De moins en moins de débits résiduels

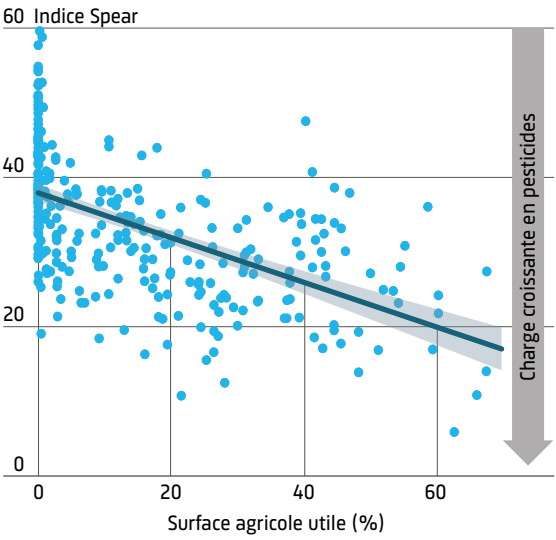
Lorsque, en 2022, le Conseil fédéral a fait entrer en vigueur l'ordonnance sur l'augmentation temporaire de la production d'électricité dans les centrales hydroélectriques (RS 531.65), les débits résiduels ont été réduits dans de nombreux endroits afin de pouvoir utiliser davantage d'eau pour la production d'électricité. Cela a eu des effets négatifs avérés sur l'écologie des eaux.⁴⁹ Pourtant, les débits résiduels minimaux fixés auparavant en Suisse étaient déjà inférieurs aux recommandations issues des études écologiques.⁵⁰ Ce problème s'accroît dans le contexte du changement climatique et l'état général dégradé des cours d'eau.

7.4.2 Les micropolluants nuisent aux organismes aquatiques

Des micropolluants tels que les pesticides et les médicaments sont rejetés dans les eaux par l’agriculture et les zones urbaines. Environ 150 substances actives ont été détectées dans les eaux suisses et leurs sédiments – parfois jusqu’à 100 dans un seul plan ou cours d’eau et jusqu’à 65 dans un seul échantillon.⁵³ Malgré leurs faibles concentrations, ces substances peuvent avoir des effets toxiques sur les organismes aquatiques. Les valeurs limites écotoxicologiques sont régulièrement dépassées dans de nombreux cours d’eau, de petite et moyenne taille surtout (valeurs données par l’ordonnance sur la protection des eaux (OEaux), RS 814.201). Ces micropolluants impactent aussi certains services écosystémiques, comme la décomposition des feuilles mortes ou la qualité de l’eau potable.⁵⁴ Les eaux sont également contaminées par des polluants dits « éternels » tels que les PFAS (substances per- et polyfluoroalkylées), qui sont pratiquement non biodégradables et ont été détectées dans près de la moitié des stations de mesure dans les eaux souterraines (NAQUA).⁵⁵

L’équipement des stations d’épuration avec une étape permettant l’élimination des micropolluants, tel que prévu par l’OEaux, a permis de réduire nettement les rejets de médicaments dans les eaux : le programme d’amélioration en cours a permis une réduction de moitié du nombre de tronçons de cours d’eau présentant des dépassements des valeurs seuils.⁵⁶ Cependant, des mesures supplémentaires dans d’autres stations d’épuration restent nécessaires.

Grâce à diverses mesures dans l’agriculture, le nombre de dépassements des valeurs seuil en 2022 a légèrement reculé.⁵⁷ Les relevés dans les années à venir montreront si cette tendance se confirme. L’objectif de réduire de moitié le nombre de tronçons de cours d’eau présentant des dépassements de seuils n’a pas encore été atteint → 5.4.4.

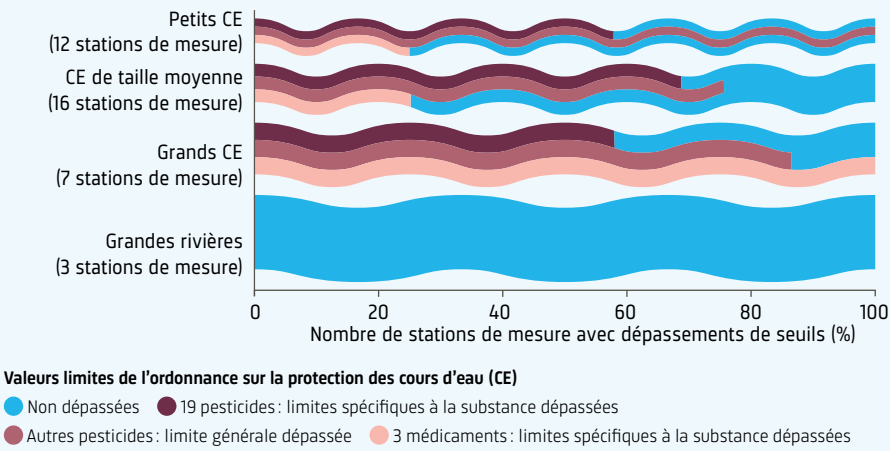


La pollution par les pesticides réduit la part d’invertébrés aquatiques sensibles

Les invertébrés aquatiques sensibles aux pesticides sont d’autant plus rares que la part des surfaces agricoles utiles est grande dans le bassin versant (surfaces d’échantillonnage en dessous de 1000 m d’altitude). L’indice SPEAR est basé sur la composition de la biocénose et la sensibilité des invertébrés aquatiques aux pesticides. Une valeur élevée de l’indice SPEAR signifie que le cours d’eau est peu impacté par des pesticides et que les espèces sensibles peuvent y vivre. Des données sur les amphipodes des eaux souterraines ont également révélé que l’utilisation des sols dans un rayon atteignant un kilomètre autour des captages influence la présence de ces animaux sensibles.⁴⁴ Les captages à proximité de la forêt contiennent plus souvent des amphipodes que ceux des régions de grandes cultures. Données : Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD)

Dépassements des valeurs limites écotoxicologiques pour les pesticides et les médicaments dans les ruisseaux et rivières

Certains de ces pesticides ont entretemps été interdits ou leur utilisation fortement restreinte. On peut donc s’attendre à une diminution de la pollution par ces substances. État en 2023. Données : Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA TREND)



Les larves de trichoptères sont des bioindicateurs d’une eau propre – leur présence témoigne d’une bonne qualité des eaux. Les pesticides menacent la diversité de ces organismes sensibles. Photo : Michel Roggo

7.4.3 Impact à long terme de l'eutrophisation – les lacs souffrent toujours

Les apports excessifs de phosphore dans les rivières et lacs suisses, surtout dans les années 1950 à 1980, ont notamment eu comme conséquence une forte croissance des algues. La décomposition de cette biomasse entraîne une consommation d'oxygène dans les eaux eutrophisées, provoquant sa raréfaction, et menant à l'extinction de nombreuses espèces de poissons sensibles et autres organismes aquatiques.^{58, 59}

Aujourd'hui, des lacs tels que ceux de Neuchâtel, Constance (lac supérieur) et des Quatre-Cantons disposent à nouveau de suffisamment d'oxygène toute l'année. En revanche, de nombreux lacs ne présentent toujours pas l'oxygène requis dans les eaux profondes, malgré la nette baisse des apports en nutriments comme le phosphore. L'héritage des apports excessifs passés reste lourd : dans le Léman, par exemple, près d'un tiers de la consommation d'oxygène provient des sédiments, où des microorganismes décomposent la matière organique accumulée au cours des dernières décennies en consommant de l'oxygène.⁶⁰ De plus, certains lacs, comme le lac de Baldegg et celui de Sempach, reçoivent encore aujourd'hui trop de phosphore. En raison du manque d'oxygène, un frai naturel des poissons en eaux profondes reste impossible aujourd'hui dans de nombreux lacs.

S'y ajoute le changement climatique : le brassage réduit des grands lacs, comme celui de Zurich ou le Léman, diminue leur oxygénation. Ainsi, la part des eaux profondes en déficit d'oxygène continue d'augmenter malgré la baisse des apports en phosphore.

Évolution de la zone pauvre en oxygène dans les eaux profondes des lacs

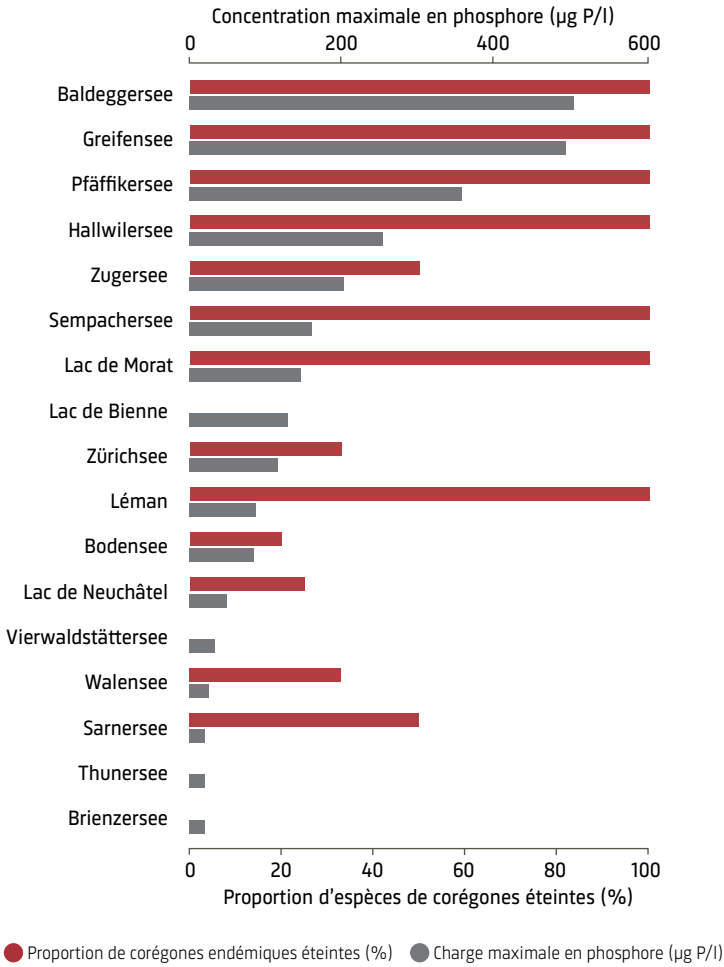
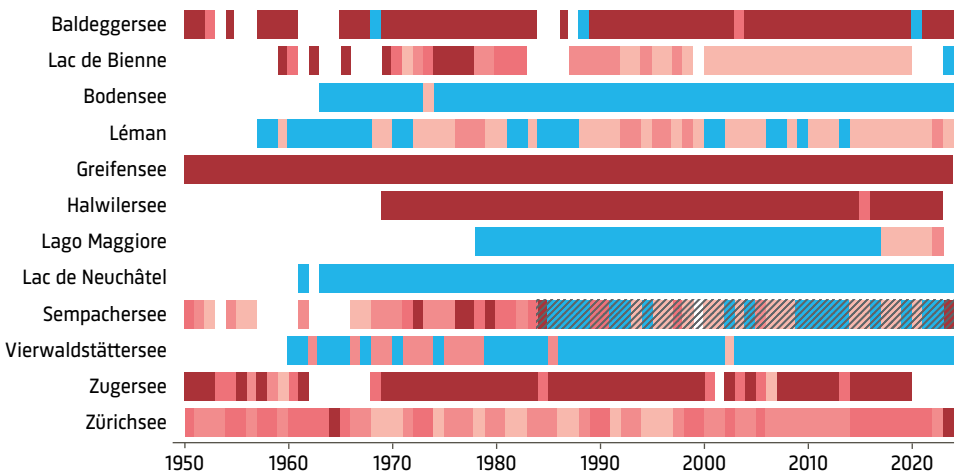
Certains lacs suisses manquent d'oxygène à certains moments de l'année.¹ Données : cantons

Part des eaux profondes dont la teneur en oxygène est <4 mg/l

0 % 1-10 % 11-30 %

31-50 % >50 %

/// Lacs oxygénés ○ Aucune donnée

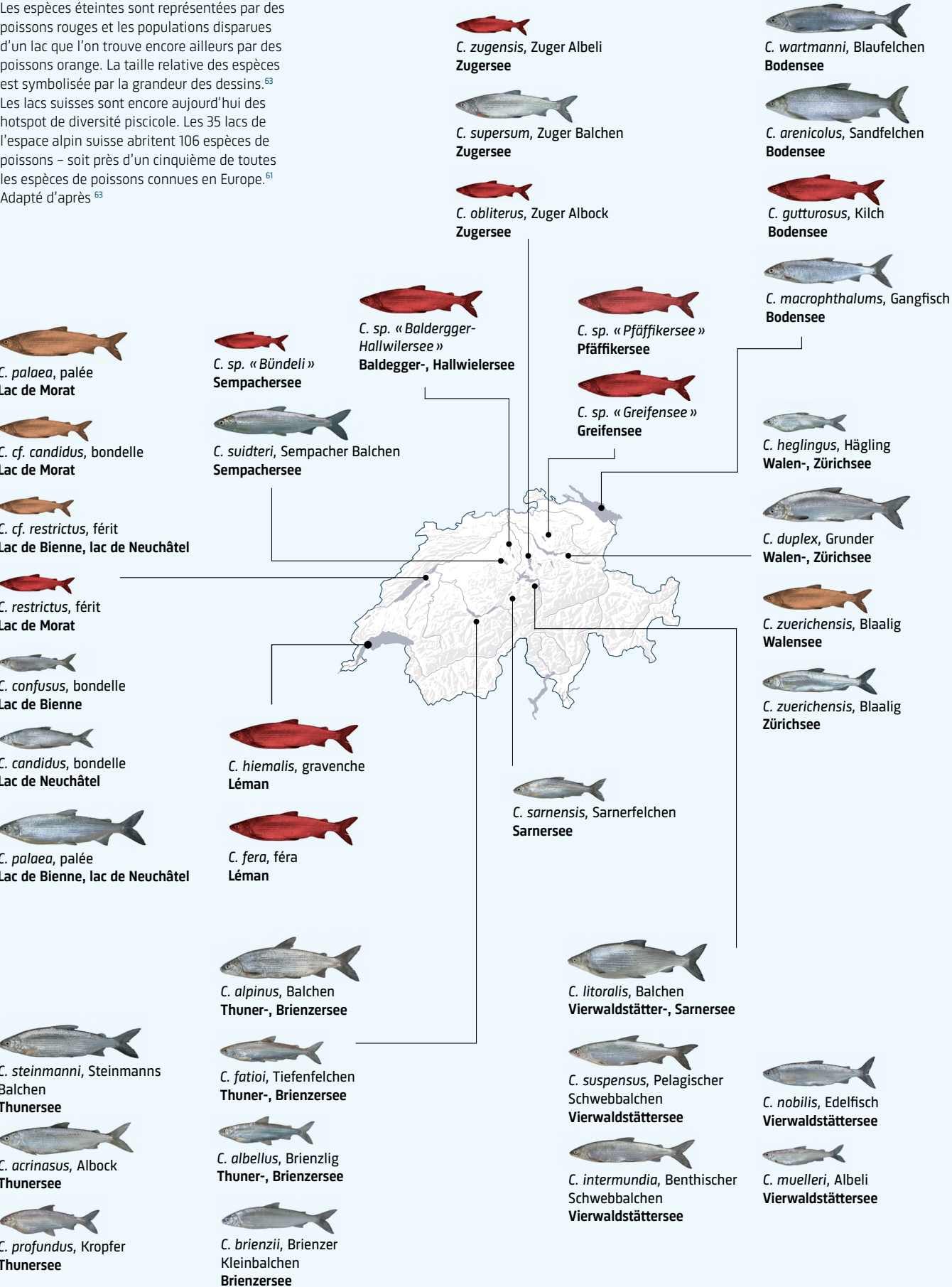


Proportion de corégones endémiques éteintes en relation avec les apports de phosphore dans les eaux

Les lacs suisses abritent de nombreuses espèces de poissons endémiques, des espèces que l'on ne trouve nulle part ailleurs au monde.⁶¹ Pendant la phase d'eutrophisation, beaucoup d'espèces de poissons ont disparu, notamment celles dépendant d'eaux profondes riches en oxygène – en particulier des corégones vivant dans les profondeurs. Le cortège actuel de poissons des lacs suisses est fortement influencé par leur teneur maximale en phosphore dans les années 1960 à 1980. Données : ⁶²

Diversité des corégones des lacs suisses

Les espèces éteintes sont représentées par des poissons rouges et les populations disparues d'un lac que l'on trouve encore ailleurs par des poissons orange. La taille relative des espèces est symbolisée par la grandeur des dessins.⁶³ Les lacs suisses sont encore aujourd'hui des hotspot de diversité piscicole. Les 35 lacs de l'espace alpin suisse abritent 106 espèces de poissons – soit près d'un cinquième de toutes les espèces de poissons connues en Europe.⁶¹ Adapté d'après ⁶³

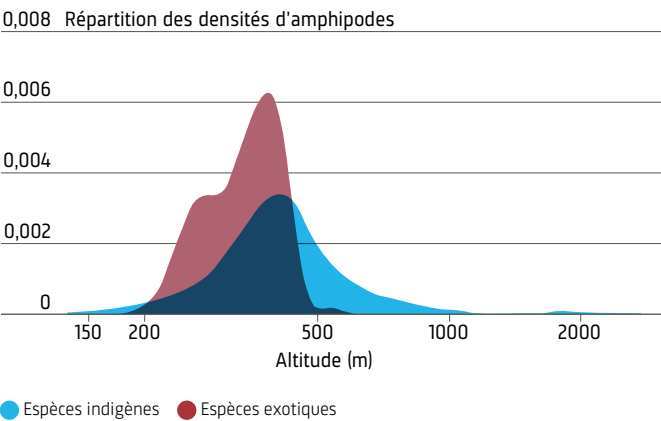
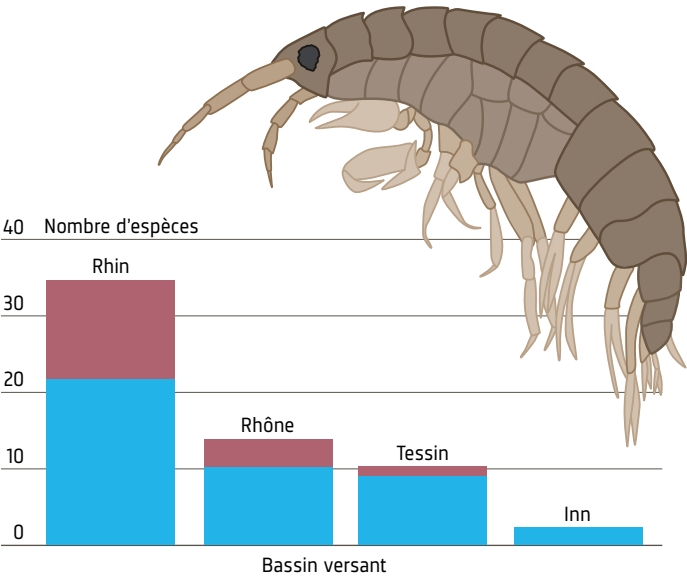


7.4.4 Toujours plus d'espèces exotiques

Les espèces exotiques sont des espèces non indigènes qui s'établissent et se répandent dans une nouvelle région à la suite d'activités humaines. Lorsque ces espèces provoquent des dommages écologiques, économiques ou sanitaires, on parle d'espèces exotiques envahissantes → 3.4.5. Nombre de ces espèces entrent en concurrence avec des espèces indigènes pour les habitats et les ressources, et les supplantent (p.ex. les amphibiens^{68,69}). En Suisse, les milieux aquatiques sont particulièrement touchés.

Au cours des dernières décennies, de nombreuses espèces exotiques se sont massivement répandues dans tous les grands cours d'eau et lacs, (p.ex. des poissons tels que le gobie à tache noire, des moules, des écrevisses américaines).^{64,65} Leur proportion tant en nombre d'espèces que d'individus n'a cessé d'augmenter.⁶⁶ Ces dernières années, des espèces particulièrement envahissantes se sont ajoutées, notamment la moule quagga et plusieurs espèces d'amphipodes.⁶⁷

La stratégie de la Confédération pour lutter contre les espèces exotiques envahissantes se concentre sur la prévention, une détection précoce et une réaction rapide afin d'enrayer leur propagation. Une fois qu'elles sont établies, leur maîtrise et leur élimination deviennent difficiles et coûteuses.



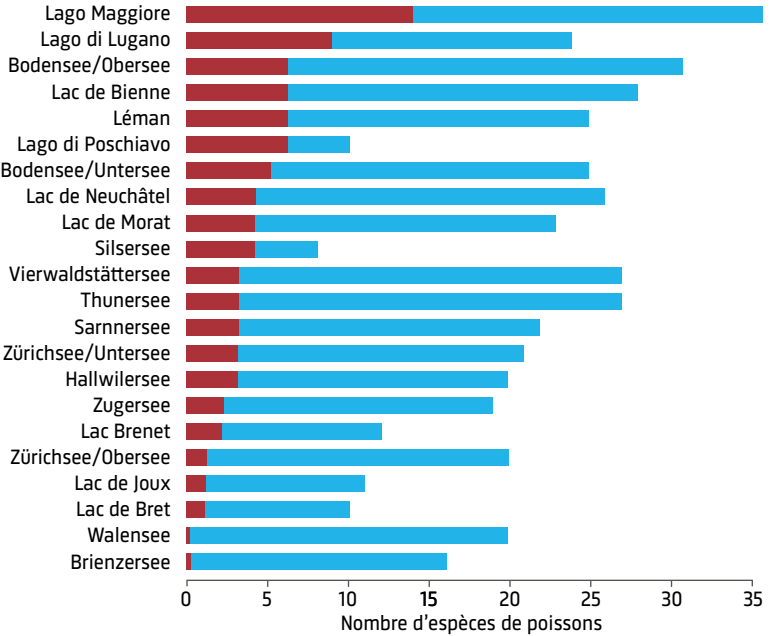
Nombre et répartition altitudinale des amphipodes exotiques en Suisse

En haut : dans le Rhin, environ un tiers des amphipodes sont exotiques. En bas : l'optimum de répartition des amphipodes se situe en dessous de 500 m, là où précisément ils font face à une concurrence de plus en plus grande des espèces exotiques. Données : ²³

Proportion de poissons exotiques dans les lacs suisses

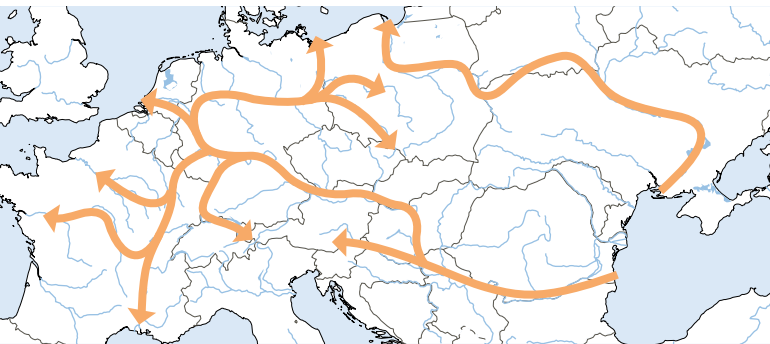
Les lacs de basse altitude sont colonisés par une multitude de poissons exotiques, dont certains sont envahissants. Des lâchers de salmonidés nord-américains ont aussi eu lieu dans de nombreux petits lacs alpins, non mentionnés ici, ce qui représente une atteinte considérable pour ces écosystèmes aquatiques. Données : ⁶¹

● Espèces indigènes
● Espèces exotiques



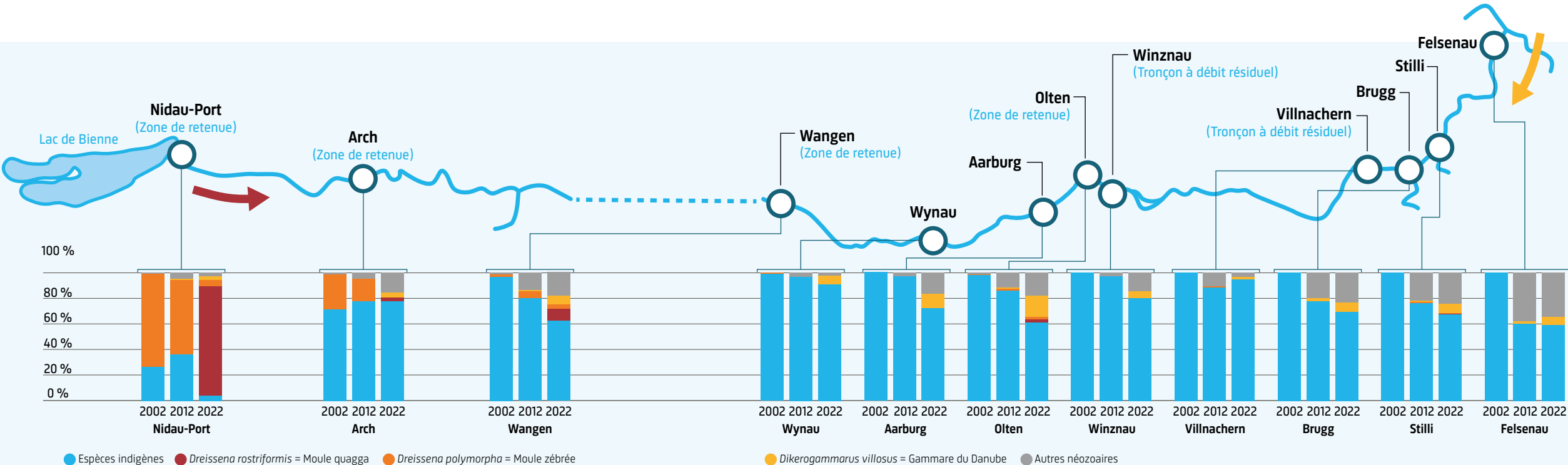
Voies de dispersion des espèces exotiques

Les espèces arrivent en Suisse essentiellement par le canal Rhin-Main-Danube, inauguré en 1992. Elles ont rencontré un habitat déjà fortement impacté, surtout sur le Rhin en aval de Bâle : en raison du grand incendie de Schweizerhalle en 1986, de grandes parties du cours d'eau étaient biologiquement mortes. La nouvelle connexion avec la zone de répartition d'autres espèces à partir de 1992 a conduit à un remaniement complet de la faune. Données : ²³



Progression des organismes aquatiques exotiques envahissants dans l'Aar entre le Haut-Rhin et le lac de Bienne

Ces 20 dernières années, la proportion d'invertébrés exotiques dans la densité totale des organismes a nettement augmenté. En particulier, l'envahissant « gammare du Danube » (jaune), se répand. Il était déjà présent en 2012 dans l'entière du tronçon étudié de l'Aar, mais sa densité a fortement augmenté depuis. La moule zébrée (orange), également envahissante, est peu à peu supplantée par la moule quagga (rouge) qui est en forte expansion. Données : ⁶⁶



7.4.5 Le changement climatique augmente encore la pression sur les organismes aquatiques

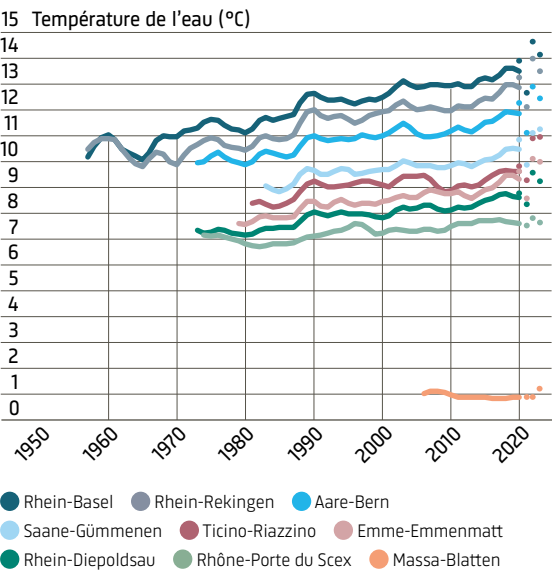
Le changement climatique affecte des milieux aquatiques ayant déjà de lourds déficits écologiques, aggravant la situation pour de nombreuses espèces.⁷⁰ L'eau de la plupart des rivières suisses se réchauffe,⁷¹ ce qui modifie les bio-cénoses.⁷² Une température plus élevée peut accélérer la croissance du plancton, des plantes ou des algues, bouleversant ainsi les processus écologiques.

Cependant, le changement climatique n'est pas le seul facteur anthropique influençant la température des eaux : les lacs de barrage modifient le régime thermique des tronçons en aval, et l'entretien des rives joue également un rôle.

La mortalité piscicole aiguë est un signal d'alarme majeur. En Suisse, on recense en moyenne une hécatombe de poissons tous les deux jours, due à la sécheresse, à la chaleur de l'eau, à des rejets de lisier ou de laitance de béton, ou à d'autres événements ponctuels.⁹ Ces phénomènes touchent généralement de petits tronçons, mais cumulés dans l'espace et le temps, ils affectent fortement les populations piscicoles et les habitats aquatiques.

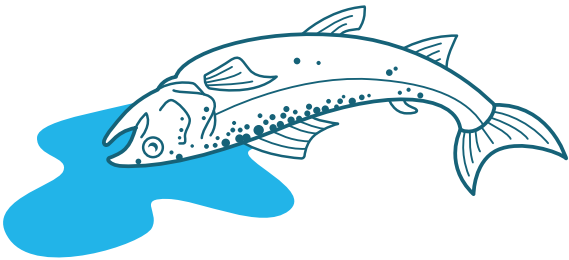
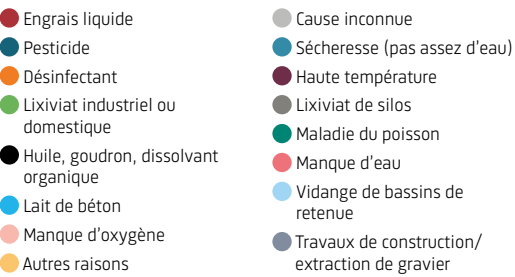
Évolution de la température des cours d'eau

Données : ⁷³

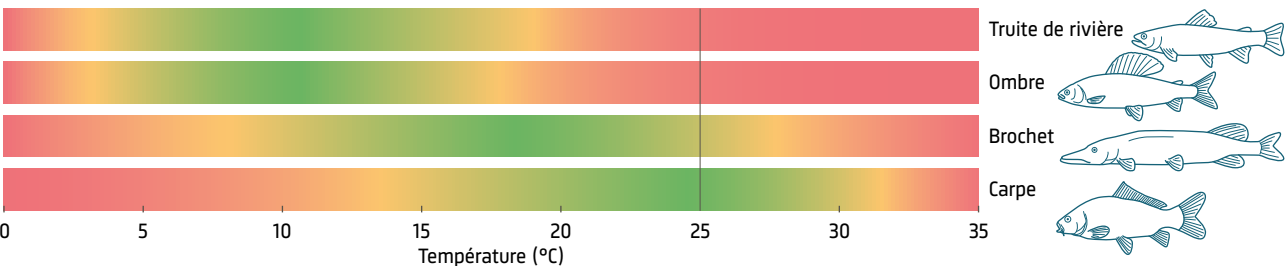
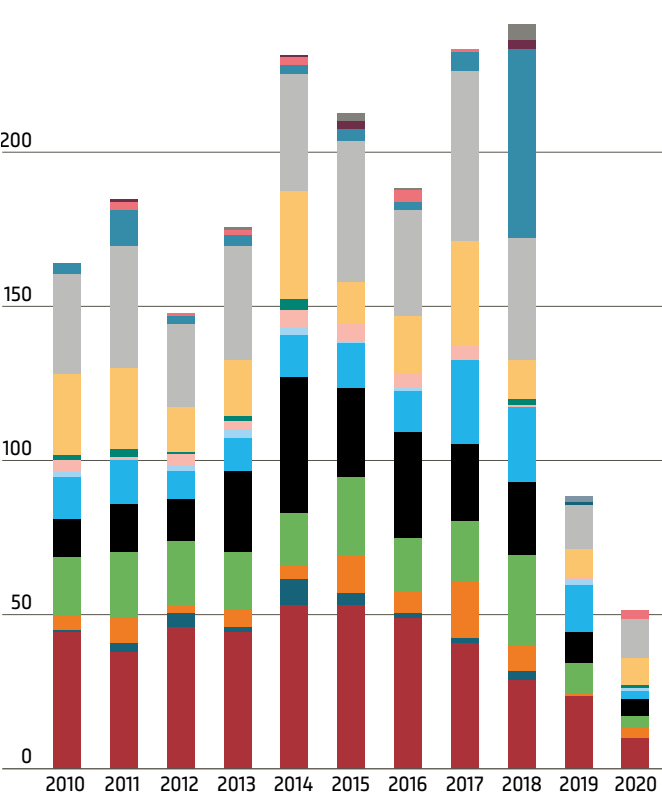


Événements annuels de mortalité piscicole en Suisse et leurs causes

La sécheresse, la chaleur, le manque d'oxygène et les faibles niveaux d'eau, tous fortement influencés par le changement climatique, provoquent un stress croissant pour les organismes aquatiques.⁹ Sur la durée, d'autres causes connues comme le déversement de lisier jouent également un rôle important. Données : Statistiques de pêche Suisse

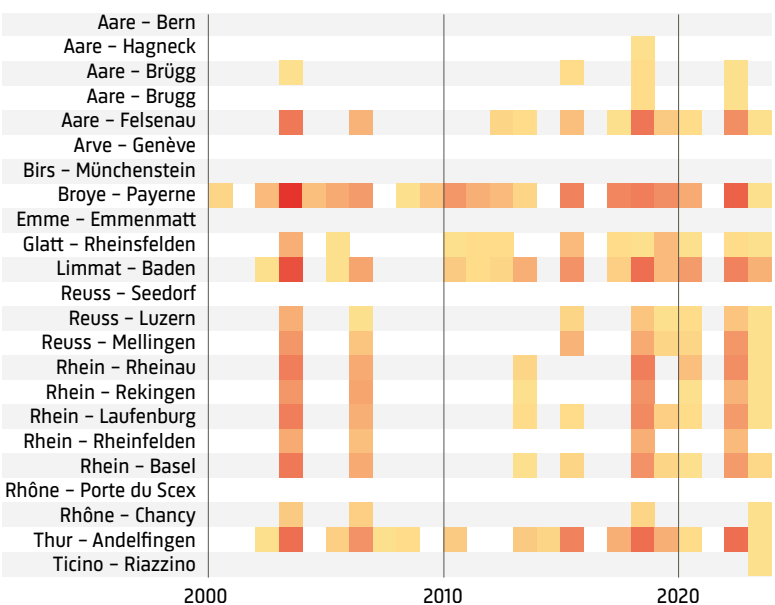
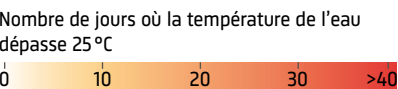


250 Nombre d'événements avec mortalité de poissons élevée



Pour les poissons indigènes, les températures deviennent critiques

La situation devient critique pour les poissons surtout lors des canicules. Incapables de réguler leur température, les poissons dépendent fortement de celle de l'eau. Des températures trop élevées perturbent les fonctions vitales et la santé des poissons, pouvant entraîner une forte mortalité. En haut : plage de température optimale (vert) à critique (rouge) pour quatre espèces de poissons indigènes. Les espèces des eaux froides (truite de rivière, ombre) ne tolèrent généralement pas les températures au-dessus de 25°C. Données : ⁷⁴ À droite : nombre de jours où la température de l'eau dépasse 25°C. Cet indicateur est en augmentation. Données : ⁷³



Espace réservé aux eaux comme exigence écologique minimale

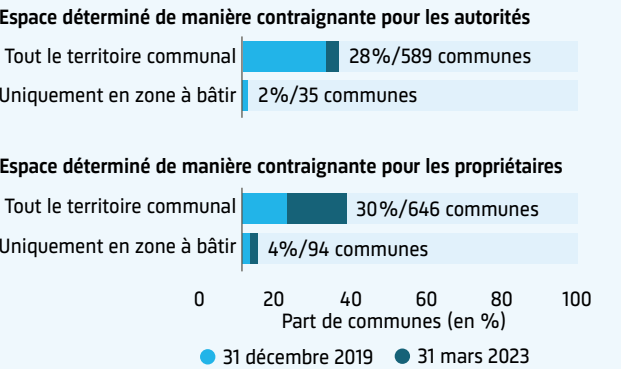
Un espace réservé aux eaux trop étroit ou mal entretenu entraîne un ombrage insuffisant des rives en de nombreux endroits – avec des répercussions sensibles sur le régime thermique des cours d'eaux. L'espace minimal à attribuer aux eaux, tel qu'il est exigé par la législation (LEaux, prescriptions précisées dans l'OEaux), doit être considéré, d'un point de vue écologique, comme une valeur minimale absolue pour garantir les fonctions naturelles requises. Compte tenu de l'importance de l'espace réservé aux eaux en tant que régulateur de la température des eaux, mais aussi en tant qu'habitat et zone tampon contre les apports de substances indésirables, des espaces nettement plus grands seraient parfois nécessaires.⁷⁵

La délimitation de l'espace réservé aux eaux par les cantons a été intégrée en 2011 dans la loi sur la protection des eaux (LEaux). Cet espace atténue les conséquences du changement climatique pour les milieux aquatiques, participe à la protection contre les crues, favorise la biodiversité et améliore la qualité du paysage et des cours d'eau. Depuis, le Tribunal fédéral a attribué une grande importance à la protection des eaux dans une trentaine de cas, et a interprété de manière restrictive les exceptions prévues par l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux). Selon cette ordonnance, les espaces réservés

aux eaux auraient dû être délimités jusqu'à fin 2018. En 2023, toutefois, seules environ 30% des communes avait défini un espace réservé contraignant pour les propriétaires.⁷⁶ Pour accélérer cette démarche essentielle de délimitation, il serait envisageable de n'approuver les révisions des plans d'affectation communaux que si l'espace réservé aux eaux est défini sur l'ensemble du territoire communal.

Part des communes avec un espace réservé aux eaux défini de manière contraignante pour les propriétaires

Données : ⁷⁶



7.5 Évolution depuis 2010

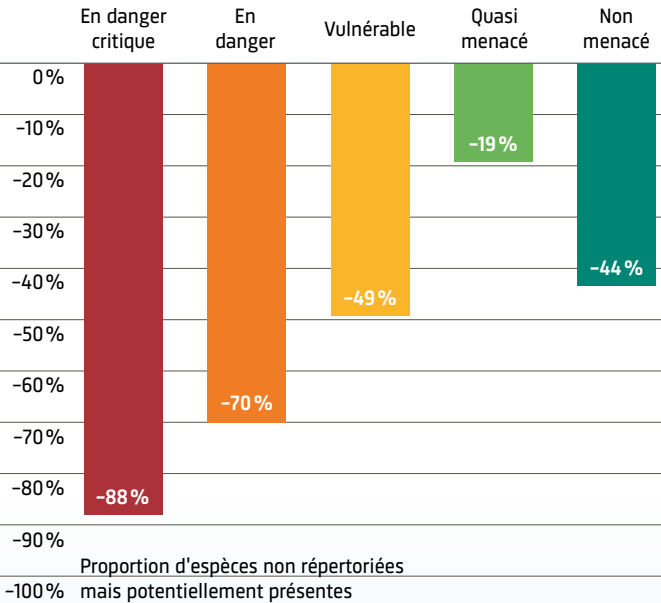
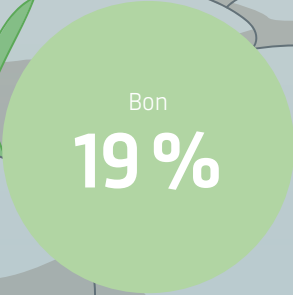
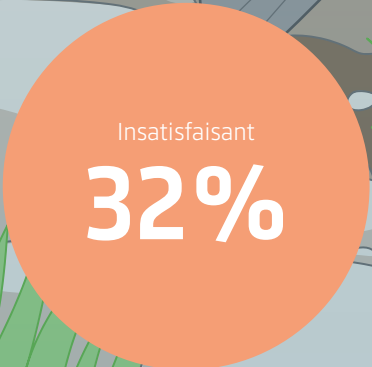
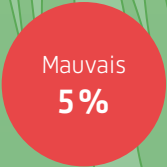
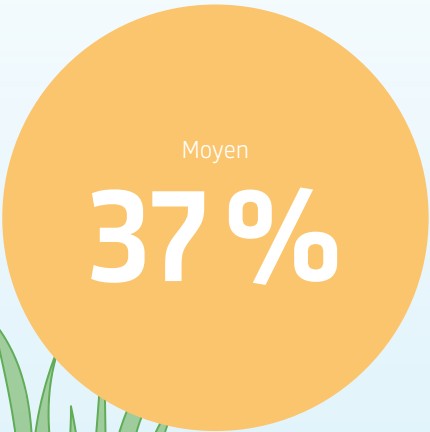
7.5.1 État des eaux globalement insuffisant

Les poissons sont d'excellents indicateurs de l'état général des eaux. L'état écologique de presque trois quarts des rivières de taille moyenne est jugé mauvais à moyen sur la base des populations de poissons. Ce mauvais état des milieux aquatiques se reflète également par une proportion exceptionnellement élevée d'espèces aquatiques menacées – nettement plus élevée que pour les milieux terrestres. La comparaison des listes rouges des poissons menacés de 2007 et 2022 montre la situation critique des effectifs piscicoles. La liste actualisée de 2022 n'apporte aucune amélioration, bien au contraire: la menace continue d'augmenter.²⁶

Ces 20 dernières années, des mesures telles que des revitalisations ont certes été mises en œuvre, mais des efforts importants restent nécessaires pour améliorer l'état des eaux.¹ De 2011 à 2019, 160 km de ruisseaux, rivières et rives lacustres artificialisés ont été revitalisés et près de 600 ouvrages transversaux ont été éliminés.⁷⁷ L'objectif de 50 km revitalisés par année – basé sur 4000 km à restaurer en 80 ans – n'a pas été atteint jusqu'à présent. Actuellement, le rythme de revitalisation est d'environ 18 km par an. Depuis 2014, le nombre de projets réalisés chaque année stagne. Pour atteindre l'objectif de mise en œuvre, il faudrait soit augmenter les fonds fédéraux, soit rendre les revitalisations moins coûteuses (p.ex. en favorisant la dynamique naturelle avec l'aide du castor).

État des eaux sur la base des poissons

Les poissons sont d'excellents indicateurs de l'état morphologique, hydrologique et chimique des cours d'eau. L'évaluation repose sur la composition du cortège d'espèces typique de la station, la densité des individus et la structure des populations piscicoles. Seuls 4 des 62 tronçons de cours d'eau étudiés (6,5%) présentaient un très bon état écologique en 2023.⁷⁹ Une grande partie (74,3%) présentait un état écologique moyen à mauvais. Depuis la première campagne de relevés de 2012, les changements observés sur l'ensemble des cours d'eau restent minimes. Données: Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA TREND)

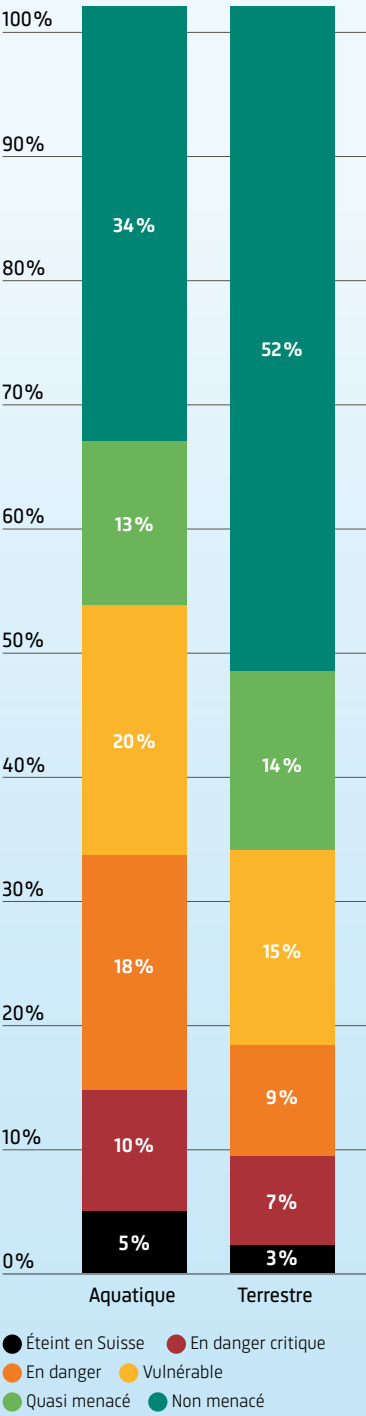


Espèces de poissons absentes selon la catégorie de menace

Comparaison des espèces de poissons potentiellement attendues et des espèces effectivement recensées dans 58 tronçons de cours d'eau en 2023. Des poissons en danger critique d'extinction n'ont été capturés que dans 12% des tronçons de cours d'eaux dans lesquelles ils étaient attendus.⁷⁹ Ce déficit augmente avec la catégorie de menace. Même les espèces non menacées montrent un déficit dans le recensement des espèces. Données: Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA TREND)

Part des espèces animales et végétales des habitats aquatiques et terrestres dans les différentes catégories de menace

Seuls les groupes d'organismes qui comprennent aussi des espèces aquatiques ont été pris en compte (nombres d'espèces aquatiques: 1011; d'espèces terrestres: 6327).⁷⁸ Données: InfoSpecies, Office fédéral de l'environnement



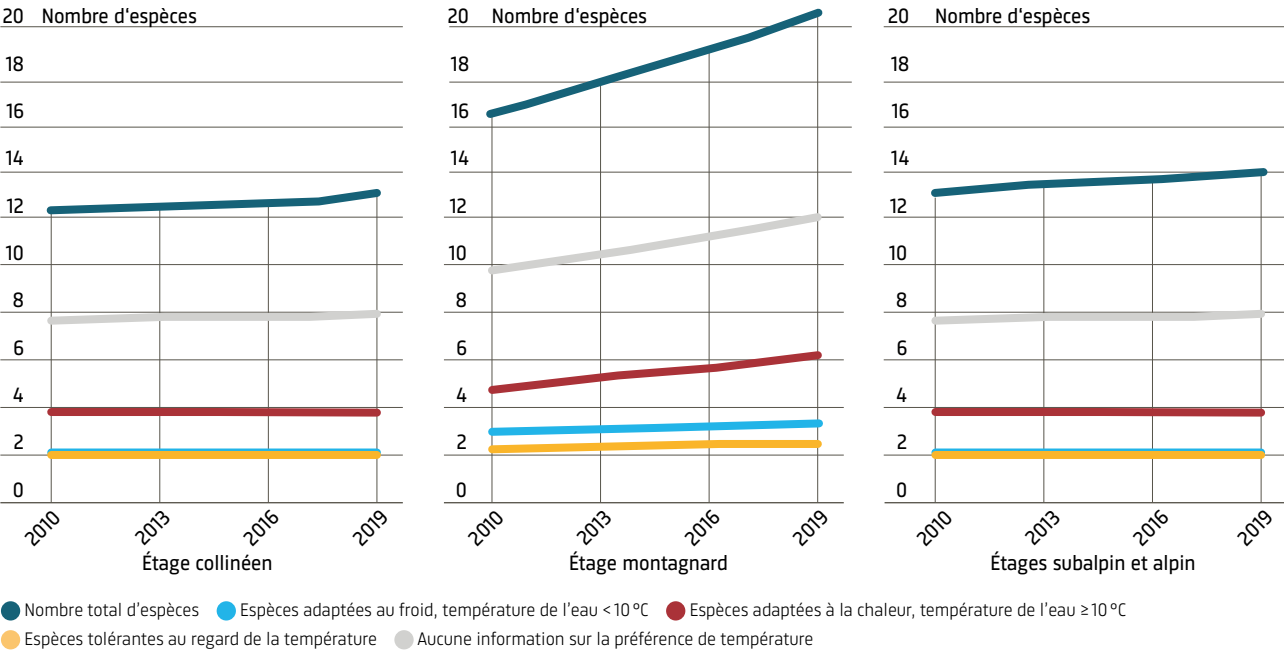
7.5.2 Uniformisation de la faune aquatique

Tandis que les listes rouges documentent toujours un risque élevé ou croissant d’extinction pour de nombreuses espèces aquatiques devenues rares, il en va autrement des espèces fréquentes ou moyennement fréquentes. Ainsi, le nombre de familles d’insectes dans les eaux suisses est globalement en augmentation ou stable depuis les années 1990. Cette évolution semble liée à l’amélioration de la qualité de l’eau jusqu’aux années 2000.⁸⁰ Des tendances similaires ont été observées à l’échelle européenne.⁸¹ Au cours des deux dernières décennies, ce sont surtout les

espèces d’insectes aquatiques thermophiles ou tolérantes aux pesticides, qui ont augmenté.⁸⁰ En revanche, les espèces sensibles aux pesticides ne montrent pas d’évolution positive, et celles adaptées au froid stagnent ou régressent. C’est surtout aux altitudes moyennes que les espèces thermophiles se répandent, migrant des altitudes inférieures. À l’inverse, les espèces typiques des ruisseaux froids de montagne, pour lesquelles la Suisse porte une responsabilité internationale, tendent à décliner.⁴³ Ces évolutions indiquent une uniformisation de la faune aquatique → 3.5.2.

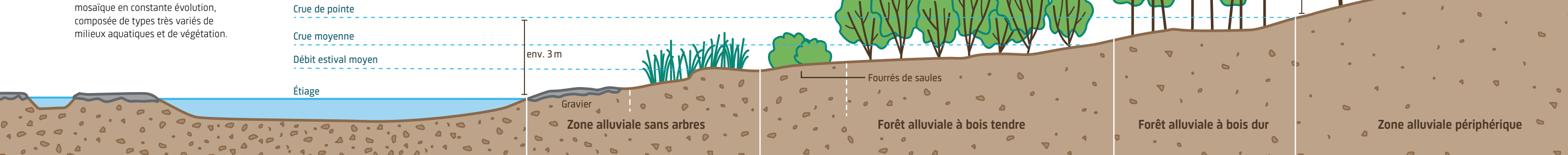
Évolution des éphémères, plécoptères et trichoptères (EPT)

Nombre local d’espèces EPT au fil du temps, classées selon leur niche thermique dans les étages collinéen, montagnard, subalpin et alpin. Données : ⁸²



Zones alluviales – mosaïques de milieux dynamiques et riches en espèces

Les zones de transition entre l’eau et la terre, à l’exemple des zones alluviales, comptent parmi les milieux les plus riches en espèces. La dynamique des variations du niveau d’eau, de l’érosion et des dépôts de sédiments crée un mosaïque en constante évolution, composée de types très variés de milieux aquatiques et de végétation.



7.5.3 Évolution dans les zones alluviales et les sites de reproduction de batraciens d’importance nationale

Zones alluviales d’importance nationale

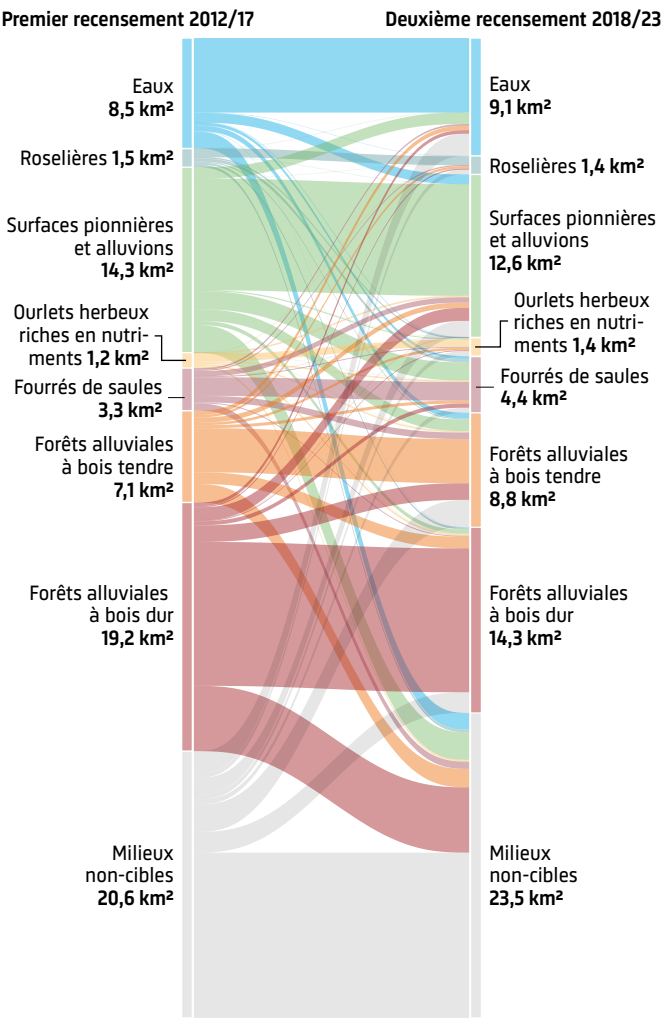
Les zones alluviales ont perdu une part importante de leur surface en Suisse au cours des 200 dernières années.⁸³ Les causes principales en sont les corrections, les canalisations et les endiguements des rivières et l’utilisation de l’énergie hydraulique. Les restes les plus précieux sont aujourd’hui protégés en tant que biotopes d’importance nationale. Cependant, la dynamique naturelle fait défaut, si bien que la qualité écologique des zones alluviales diminue continuellement.

De nombreuses zones alluviales se transforment en milieux qui ne sont pas caractéristiques. Le nombre d’espèces spécialisées diminue, ce qui souligne la baisse de leur qualité. Dans de nombreuses zones alluviales, la mosaïque d’habitats ne correspond plus à l’état naturel.⁸⁴ Les revitalisations de zones alluviales restent trop rares, sur un espace souvent trop restreint, ou sont incapables de rétablir la dynamique naturelle suffisante pour contrecarrer cette évolution.

Sites de reproduction de batraciens d’importance nationale

Dans les différents sites de reproduction de batraciens d’importance nationale, on observe en moyenne aujourd’hui nettement moins d’espèces d’amphibiens qu’au cours des années 1980. On enregistre néanmoins de bonnes nouvelles : le recul des espèces a pu en grande partie être interrompu au cours des dix dernières années.⁸⁴ Cette évolution est encourageante, mais n’a pas encore compensé les pertes antérieures, en particulier pour les espèces menacées.

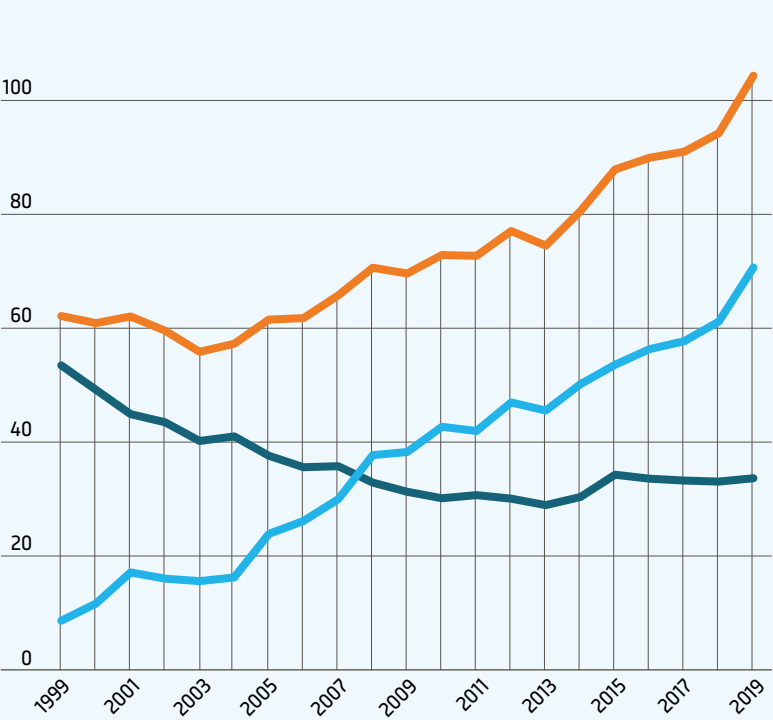
L’évolution peut être positive avec des mesures appropriées. Le changement climatique apporte toutefois une nouvelle menace : mares et étangs s’assèchent trop rapidement ou ne se remplissent plus.



Transformation des types de milieux naturels dans les zones alluviales d’importance nationale entre 2012/17 et 2018/23

Les surfaces de forêt alluviale à bois dur ont diminué de manière significative (~25 % ; -5 km²), se transformant en grande partie en milieux non typiques des zones alluviales. Une évolution similaire a touché d’autres milieux alluviaux typiques, comme les plans et cours d’eau, les surfaces pionnières et les forêts alluviales à bois tendre. Les milieux non-cibles ont augmenté de 15 %, soit 3 km², en seulement six ans.⁸⁴ Données : Suivi des effets de la protection des biotopes en Suisse WBS

120 Nombre d'étangs colonisés



Évolution du nombre d'étangs colonisés par le sonneur à ventre jaune

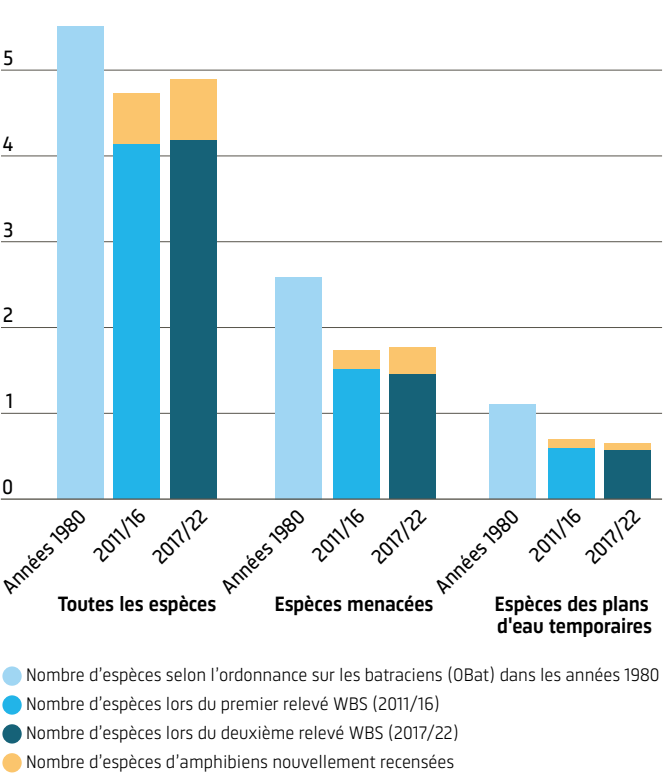
Vallée du Rhin argovienne, 1999 à 2019 : grâce à la création de nouveaux étangs, le nombre de populations de sonneurs à ventre jaune a augmenté – ce malgré les nombreux facteurs de stress qui affectent les amphibiens dans le canton d'Argovie. La protection des amphibiens bénéficie aussi à de nombreux autres taxons tels que les odonates. Données : ⁸⁵

- Total étangs colonisés
- Vieux étangs
- Nouveaux étangs

Nombre moyen d'espèces d'amphibiens dans les sites de reproduction de batraciens d'importance nationale

La colonne de gauche montre le nombre d'espèces d'amphibiens par site de reproduction selon l'ordonnance sur les batraciens (OBat ; RS 451.34) dans les années 1980, la colonne du milieu le nombre d'espèces trouvées lors du premier relevé 2011/16 du Suivi des effets de la protection des biotopes (WBS), la colonne de droite le nombre d'espèces lors du deuxième relevé WBS 2017/22. Les colonnes du milieu et de droite sont subdivisées : les parties bleues des colonnes montrent le nombre d'espèces sans les nouvelles découvertes, les parties jaunes le nombre d'espèces incluant les nouvelles découvertes. Entre 2011/16 et 2017/22, aucune espèce d'amphibien n'a montré de déclin significatif. Il est particulièrement réjouissant de constater que les occurrences du crapaud calamite, espèce fortement menacée, sont restées quasiment stables. Des diminutions légères ont toutefois été observées chez le sonneur à ventre jaune et le crapaud accoucheur, qui ont disparu de certaines zones où leur présence étaient attendue. On note également un léger recul chez la grenouille rousse. Bien que cette espèce ne soit pas menacée, elle joue un rôle important dans l'écosystème en tant qu'amphibien commun.⁸⁴ Données : Suivi des effets de la protection des biotopes en Suisse WBS

6 Nombre moyen d'espèces d'amphibiens par site de reproduction



Le déclin des populations du sonneur à ventre jaune se poursuit à l'échelle nationale. Cette espèce dépend de petits étangs dynamiques, temporairement inondés – des habitats devenus rares aujourd'hui – et nécessite des mesures de protection spécifiques. Photo : Beat Schaffner

7.6 Vers un avenir plus favorable à la biodiversité

Créer des eaux résilientes

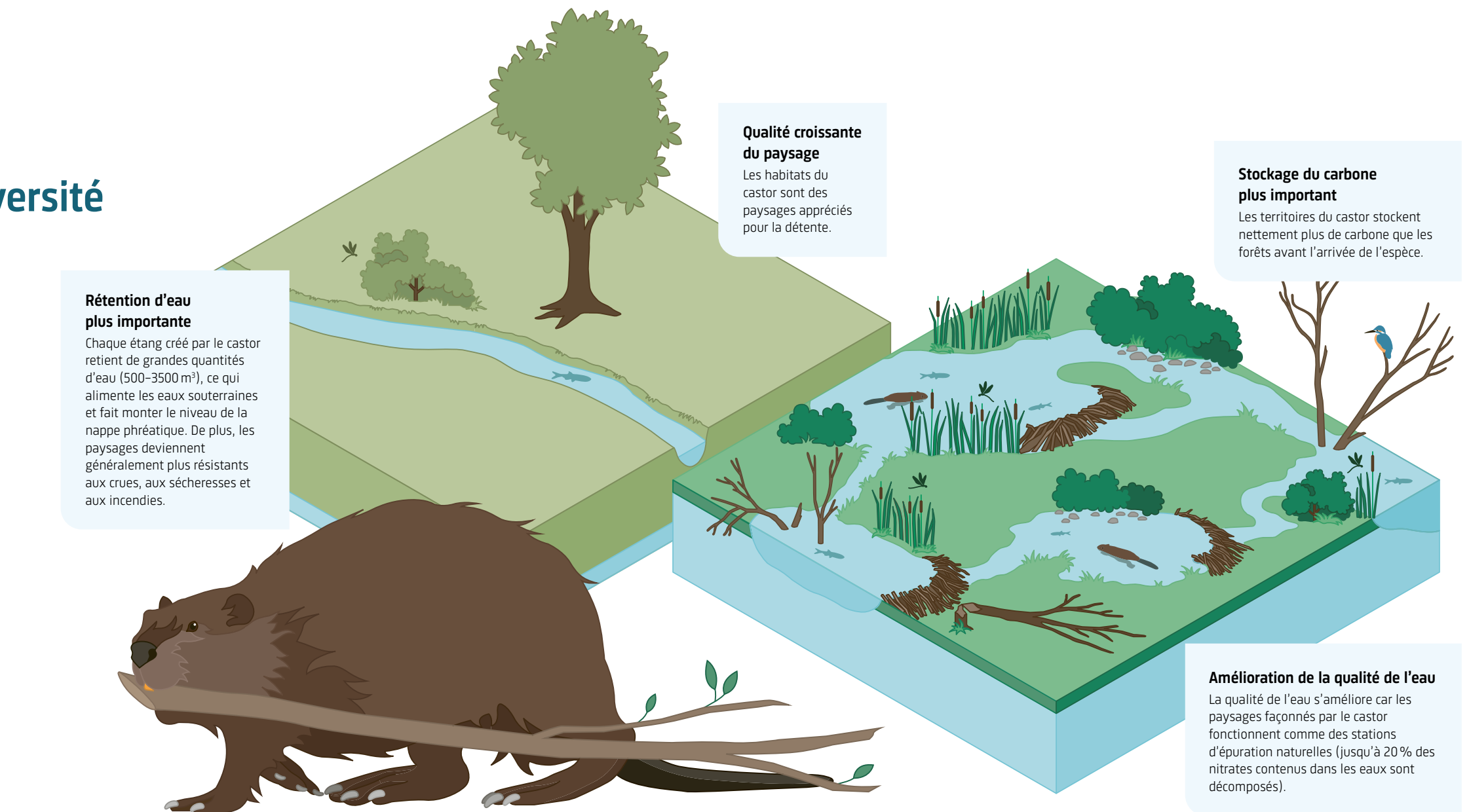
Nos milieux aquatiques sont dans un mauvais état écologique et subissent une pression croissante, en raison du changement climatique, mais aussi de la modification des structures hydrographiques, d'une exploitation excessive de l'énergie hydraulique et de pollutions. Le réchauffement des cours d'eau, les régimes d'écoulement altérés et les périodes de sécheresse de plus en plus fréquentes et longues menacent les milieux aquatiques.

Afin que les milieux aquatiques puissent exercer leur fonction écologique et rester résilients, il est impératif d'agir de manière plus conséquente, et réduire rapidement et significativement les pressions actuelles. La clé réside dans une amélioration globale de tous les facteurs pertinents – de l'écomorphologie à la qualité de l'eau en passant par le charriage, la dynamique d'écoulement et la connectivité. Il s'agit de réduire tous les facteurs de stress. Une végétation riveraine naturelle, des zones épargnées par les activités récréatives et des refuges d'eau froide sont essentiels pour de nombreux organismes aquatiques.

Pour les cours d'eau, un débit suffisant et des variations de niveau typiques du milieu aquatique sont d'une importance capitale. Cela signifie que les débits résiduels des installations hydroélectriques doivent être augmentés en fonction des besoins des habitats aquatiques. La loi en vigueur permet des solutions modernes, également adaptées au changement climatique, en adéquation avec l'exploitation hydroélectrique. L'assainissement écologique complet de l'énergie hydraulique ne doit plus être reporté. Il faut également réduire les débits artificiels de type éclusée, rétablir la continuité écologique pour les poissons et permettre un charriage des sédiments aussi proche que possible des conditions naturelles.

Le changement climatique impacte aussi l'approvisionnement en oxygène des lacs : en raison de brassages toujours plus rares, de moins en moins d'oxygène atteint les eaux profondes. Les lacs eutrophisés sont particulièrement impactés, car leur forte teneur en nutriments renforce encore la pénurie d'oxygène. Une plus forte réduction de la charge en nutriments peut atténuer cet effet négatif et renforcer la résilience des lacs.

Les conflits d'intérêts entre la conservation de la biodiversité et l'exploitation des énergies renouvelables peuvent être désamorçés en associant stratégiquement les planifications de la protection et de l'exploitation.⁸⁶ Au lieu de












multiplier les petites centrales hydroélectriques peu performantes, la production d'énergie devrait être concentrée sur des sites à haut rendement. Parallèlement, les rares milieux aquatiques naturels encore intacts doivent être préservés de tout aménagement. Le démantèlement de microcentrales hydroélectriques peu productives contribue à améliorer la situation.

Plus rapide, plus efficace et plus économique avec la dynamique naturelle

La revitalisation des zones alluviales et des milieux aquatiques est habituellement planifiée et mise en œuvre par les humains. Pourtant, de nombreux projets restent en-deçà des attentes, car ils ont été conçus de manière trop statique, ne permettant pas la mise en place de processus naturels d'envergure.

Le castor en action – une plus grande biodiversité dans les territoires des castors

Données : info fauna (Centre conseil national castors), Inst. fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Eawag

 Plancton +8 %	 Insectes volants +4 %	 Poissons +64 %
 Odonates +131 %	 Plantes aquatiques +206 %	 Faune du lit de la rivière +3 %
 Amphibiens +540 %	 Insectes du sol +8 %	 Plantes terrestres +32 %

Il existe d'autres stratégies, qui demandent un certain lâcher prise. On pourrait par exemple cesser d'entretenir les milieux là où c'est possible, ou renoncer aux pratiques d'entretien dommageables à la biodiversité. Pour les milieux aquatiques de petite taille, cela signifie permettre la mise en place d'une large ceinture de végétation sur les rives. Avec une formation adéquate, les équipes d'entretien peuvent fournir un travail précieux en faveur de la biodiversité.

Un acteur naturel spécifique pourrait jouer un rôle décisif – si l'on accepte son aide : le castor est un vrai ingénieur des écosystèmes, très efficace et actif. Par ses barrages, il crée de précieux habitats tels qu'étangs et zones humides. La diversité des espèces dans 16 territoires de castor analysés, existant depuis au moins cinq ans, est nettement plus élevée que celle des tronçons adjacents en aval ou en amont. De plus, les espèces y sont représentées avec davantage d'individus (en moyenne six fois plus), et la

surface d'eau libre est environ dix fois plus grande que sur les tronçons témoins. À cela s'ajoutent de nombreux autres services écosystémiques importants.

La Suisse devrait collaborer davantage avec ce bâtisseur naturel et peu coûteux, et tirer parti des paysages façonnés par le castor, riches d'une mosaïque de milieux à petite échelle. La Suisse compte aujourd'hui environ 5000 castors, répartis en 1400 territoires. Il est désormais essentiel d'intégrer les services écosystémiques fournis par le castor dans la planification des projets de génie hydraulique, tout en tenant compte, de manière participative, des intérêts et des inquiétudes des parties prenantes. Une chose est sûre : nous avons besoin du castor en tant qu'allié important pour des paysages aquatiques vivants.

Considérer les milieux aquatiques et terrestres adjacents comme un ensemble et les connecter généreusement

Les milieux aquatiques et terrestres sont écologiquement indissociables. Les paysages alluviaux sont des cas d'école, illustrant l'imbrication étroite entre terre et eau. Les interactions entre les habitats aquatiques et terrestres vont bien au-delà des rives.²⁸ Par exemple, les insectes aquatiques constituent une ressource de meilleure qualité pour les oiseaux que les insectes terrestres. Pour de nombreux oiseaux insectivores, des milieux aquatiques intacts et diversifiés sont donc indispensables.⁷ Ces interdépendances dynamiques influencent la stabilité, la résilience et le fonctionnement des écosystèmes.

Mais aux niveaux administratif, législatif et dans la planification, les milieux aquatiques et terrestres sont souvent traités séparément. Leur protection est régie par différents offices et lois, et la collaboration intersectorielle nécessaire dépend souvent d'initiatives isolées de spécialistes engagés. Un changement de paradigme s'impose. Il s'agit d'exploiter les synergies et de promouvoir les approches innovantes pour renforcer conséquemment la connexion entre les milieux aquatiques et terrestres.

Penser les milieux aquatiques et terrestres ensemble permet de créer bien plus que la somme de leurs parties. En les considérant comme un réseau, nous pouvons non seulement stabiliser les milieux existants, mais aussi en concevoir de nouveaux qui soient durables. Plutôt que de se référer à l'état actuel des milieux, souvent fortement dégradé, il faut envisager davantage que des revitalisations le long des ruisseaux et des rivières.

Des renaturations ambitieuses et étendues sont nécessaires pour créer de nouveaux paysages alluviaux. En exploitant les synergies entre la protection contre les crues, la disponibilité de l'eau (aussi pour l'agriculture !) et la biodiversité, il est possible de faire émerger de nouvelles zones alluviales et des étangs. Ces milieux contribueraient

à réguler le régime hydrique des paysages, à alimenter les nappes phréatiques et à fournir des habitats. La vision du « paysage éponge » qui est capable d'absorber, de stocker et de restituer l'eau de manière dosée, devrait servir de modèle pour une gestion du territoire adaptée au climat → 3.6. La condition centrale pour cela est l'espace. Sans surfaces supplémentaires pour des milieux dynamiques, des inondations saisonnières et de nouveaux milieux humides, toute mesure restera partielle.

La protection des milieux aquatiques devrait commencer très en amont du cycle de l'eau, c'est-à-dire dès les sources et la remise en eau des marais, des forêts et des surfaces drainées. Ce n'est qu'en stabilisant globalement le régime hydrique du paysage que nos milieux aquatiques pourront fournir durablement des services écosystémiques précieux, et préserver et promouvoir la biodiversité.

Appliquer rigoureusement les dispositions légales

La Suisse s'est fixé pour objectif de protéger les milieux aquatiques contre les atteintes, de les valoriser écologiquement, de conserver les biotopes d'importance nationale dans leur intégralité et de les restaurer au besoin. Cela nécessite une action résolue. Exemple de l'énergie hydraulique : plusieurs dispositions légales existent. Les exploitants d'installations hydroélectriques sont tenus de restaurer la migration des poissons, minimiser les éclusées et garantir le charriage des sédiments d'ici 2030. Malgré ces obligations, seule une partie des mesures planifiées a été mise en œuvre à ce jour. Le rythme d'application pourrait aussi être accéléré en ce qui concerne la délimitation et l'aménagement des espaces réservés aux eaux, ainsi que les revitalisations. Définir les espaces réservés est une chose ; il est tout aussi important de les aménager de manière respectueuse et de les exploiter de manière extensive.⁷⁵

Les procédures liées aux revitalisations et aux aménagements d'étangs sont souvent complexes et chronophages. Il est nécessaire de les optimiser. Un étang peut être vite construit, mais les clarifications préalables et l'obtention du permis de construire demandent beaucoup de temps et d'argent. Simplifier les procédures dans les zones agricoles, les agglomérations et la forêt pourrait accélérer la mise en œuvre de tels projets.

Pour garantir à long terme l'approvisionnement de l'être humain et de la nature en eau propre, les domaines de la protection des eaux, de l'agriculture, du drainage urbain, de la gestion des eaux usées et la recherche doivent collaborer étroitement, et les déficits dans l'application des mesures doivent être traités de manière plus rigoureuse. Cela nécessite un mélange judicieux d'instruments : des solutions techniques, des mesures politiques (p. ex. valeurs seuils plus strictes pour les polluants), des programmes de soutien et de conseil, ainsi que des mesures d'aménage-

ment du territoire telles que délimitation ciblée et élargissement des espaces réservés aux eaux. La recherche et le suivi sont également importants afin de détecter précocement les nouveaux risques, développer des contre-mesures et tester leur efficacité sur le terrain.

Mettre davantage l'accent sur les sources, les petits milieux aquatiques et les eaux souterraines

Les milieux aquatiques ne se limitent pas aux rivières et aux lacs. Les sources, les petites rivières, mares, étangs et les eaux souterraines jouent également un rôle crucial pour la biodiversité. Ces petits milieux, qui passent souvent inaperçus, peuvent héberger une diversité impressionnante d'organismes, encore largement méconnue du grand public. Il est donc grand temps d'étudier, de conserver et de revaloriser ces milieux de façon ciblée. La plateforme de conseil « milieux fontinaux » accomplit déjà un travail précieux pour les sources, tandis qu'info fauna karch se consacre aux étangs et mares temporaires.

Concernant les étangs, il ne s'agit pas seulement de créer de nouveaux sites de reproduction pour les amphibiens. Les étangs existants doivent aussi être revalorisés. Bon nombre d'entre eux ont perdu de leur dynamique, souffrent de niveaux trop bas et/ou d'une qualité physico-chimique insuffisante. Il est donc essentiel d'améliorer à la fois la quantité et la qualité des plans d'eau. Les étangs et mares

temporaires liés naturellement à la nappe phréatique sont particulièrement précieux. Les variations naturelles de leur niveau sont vitales pour de nombreuses espèces, notamment d'amphibiens.

Les étangs fournissent une multitude de services écosystémiques qui bénéficient à l'être humain.⁸⁷ Il convient ici de tirer parti des synergies. Le Parc Jura Vaudois, par exemple, agit activement en faveur des étangs agro-écologiques : ils servent à la fois des objectifs agricoles tout en constituant des habitats de grande valeur → 3.6. Pour que de nombreux nouveaux étangs voient le jour dans les zones agricoles, ils devraient non seulement être pris en compte comme surfaces de promotion de la biodiversité, mais aussi faire l'objet d'une compensation financière.

Outre les étangs et les sources, il est également nécessaire de porter une attention accrue à la faune des eaux souterraines, encore largement méconnue. La biodiversité des eaux souterraines reste peu étudiée et n'est pratiquement pas prise en compte dans les programmes de monitoring ou les rapports sur la biodiversité. Pourtant, l'eau souterraine est un habitat important pour de nombreux organismes souvent méconnus. Pour protéger adéquatement cette part cachée de la biodiversité, une plus grande attention et des mesures ciblées sont urgemment nécessaires. Une première étape importante serait l'élaboration d'une liste rouge des organismes des eaux souterraines, ainsi que la mise en place d'un suivi systématique de la biodiversité de ces milieux sensibles.



Bibliographie

1

OFEV (éd.) (2022) **Eaux suisses. État et mesures.** Office fédéral de l'environnement. État de l'environnement 2207.

2

Arnold M, Schwarzwälder B, Beer-Tóth K, Zbinden M, Baumgart K (2009) **Mehrwert naturnaher Wasserläufe. Untersuchung zur Zahlungsbereitschaft mit besonderer Berücksichtigung der Erschliessung für den Langsamverkehr.** Bundesamt für Umwelt. Umwelt-Wissen 0912.

3

BMUB, BfN (2014) **Naturbewusstsein 2013. Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt.** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Bundesamt für Naturschutz.

4

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2016) **Die wirtschaftlichen Potenziale des Wassertourismus in Deutschland.**

5

Wüthrich C, Huggenberger P, Freiburger H, Geissbühler U, Regli C, Stucki O (2006) **Revitalisierung urbaner Flusslandschaften.** Schlussbericht zum MGU-Forschungsprojekt F1.03. Universität Basel.

6

Promny M, Hammer M, Busch N (2014) **Untersuchungen zur Wirkung der Deichrückverlegung Lenzen auf das Hochwasser vom Juni 2013 an der unteren Mittelelbe.** Korrespondenz Wasserwirtschaft 7(6): 344–349.

7

Twining CW, Shipley JR, Winkler DW (2018) **Aquatic insects rich in omega-3 fatty acids drive breeding success in a widespread bird.** Ecology Letters 21(12): 1812–1820.

8

Shipley JR, Twining CW, Mathieu-Resuge M, Parmar TP, Kainz M, Martin-Creuzburg D, Weber C, Winkler DW, Graham CH, Matthews B (2022) **Climate change shifts the timing of nutritional flux from aquatic insects.** Current Biology 32: 1–8.

9

Office fédéral de l'environnement (2023) **Statistiques de pêche.** fischereistatistik.ch

10

Bartrons M, Trochine C, Blicharska M, Oertli B, Lago M, Brucet S (2024) **Unlocking the potential of ponds and pondscapes as nature-based solutions for climate resilience and beyond. Hundred evidences.** Journal of Environmental Management 359: 120992.

11

Taylor S, Gilbert PJ, Cooke DA, Dreary ME, Jeffries MJ (2019) **High carbon burial rates by small ponds in the landscape.** Frontiers in Ecology and Environment 17: 25–31.

12

Oertli B, Decrey M, Demierre E, Fahy JC, Gallinelli P, Vasco F, Ilg C (2023) **Ornamental ponds as Nature-based Solutions to implement in cities.** Science of The Total Environment 888: 164300.

13

Vasco F, Perrin JA, Oertli B (2024) **Urban pondscape connecting people with nature and biodiversity in a medium-sized European city (Geneva, Switzerland).** Urban Ecosyst 27: 1117–1137.

14

OFEV (éd.) (2019) **État et évolution des eaux souterraines en Suisse. Résultats de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA, état 2016.** Office fédéral de l'environnement. État de l'environnement 1901.

15

Schmidt M (2025) **Henniez: la biodiversité, un atout pour les activités économiques.** HOTSPOT 51: 9–10.

16

Trepel M (2009) **Nährstoffrückhalt und Gewässerrenaturierung.** Korrespondenz Wasserwirtschaft 4: 211–215.

17

Fenner K, Canonica S, Wackett LP, Elsner M (2013) **Evaluating pesticide degradation in the environment. Blind spots and emerging opportunities.** Science 341: 752–758.

18

Le Bureau suisse de conseil pour la pêche (2015) **La biodiversité des poissons en Suisse.**

19

Brodersen J, Hellmann J, Seehausen O (2023) **Erhebung der Fischbiodiversität in Schweizer Fliessgewässern.** Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz. Progetto Fiumi. Schlussbericht.

20

De-Kayne R, Selz OM, Marques DA, Frei D, Seehausen O, Feulner PGD (2022) **Genomic architecture of adaptive radiation and hybridization in Alpine whitefish.** Nature Communications 13(1): 4479.

21

Strebel N (2021) **Überwinternde Wasservögel in der Schweiz. Ergebnisse der Wasservogelzählungen seit 1967.** Ornithologische Beobachter 118(4): 344–360.

22

Schmidt BR (2025) **Weierbau fördert die Amphibien und die Biodiversität.** Zeitschrift für Feldherpetologie 32: 1–17.

23

Altermatt F, Alther R, Fišer C, Švara V (2019) **Amphipoda. Die Amphipoden der Schweiz.** Fauna Helvetica 32. Info fauna CSCF, Schweizerische Entomologische Gesellschaft SEG.

24

Beratung Quell-Lebensräume (2025). quell-lebensräume.ch

25

Vischer DL (2003) **Histoire de la protection contre les crues en Suisse – des origines jusqu'au 19^e siècle.** Rapport. Office fédéral des eaux et de la géologie. Série Eaux 5.

26

OFEV, info fauna (éd.) (2022) **Liste rouge des poissons et cyclostomes. Espèces menacées en Suisse.** Office fédéral de l'environnement, info fauna (CSCF). Édition actualisée 2022. L'environnement pratique 2217.

27

Klaus G (2012) **Gewässer im Baselbiet.** bild-geschichten 4. Verlag des Kantons Basel-Landschaft.

28

Eawag und WSL (éd.) (2024) **Identifier, préserver et promouvoir la biodiversité bleu-vert. Enseignements tirés de l'initiative de recherche « Blue-Green Biodiversity ».** Eawag – Institut Fédéral Suisse des Sciences et Technologies de l'Eau, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage.

29

OFEV (2020) **Régulations importantes.** <https://www.bafu.admin.ch/fr/regulations-importantes>

30

Gugerli D (1996) **Redeströme. Zur Elektrifizierung der Schweiz 1880–1914.** Chronos.

31

Wechsler T, Zappa M (2024) **CH-Kleinstwasserkraftwerke. Ein schweizweiter Datensatz zu Kleinstwasserkraftwerken.** Envidat.

32

Mauch C, Reynard E (2004) **The evolution of water regime in Switzerland.** In I Kissling-Näf I, S Kuks. The evolution of national water regimes in Europe (p. 293–328). Kluwer Academic Publishers.

33

Jaag O (1952) **Die Notwendigkeit des Gewässerschutzes und unser Ziel der Abwasserreinigung in der Schweiz. Aufgabe und Zweck der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz.** Schweizer Baublatt 38: 1–11.

34

Neumann MB, Rieckermann J, Hug T, Gujer W (2015) **Adaptation in hindsight. Dynamics and drivers shaping urban wastewater systems.** Journal of Environmental Management 151: 404–415.

35

Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft (1974) **Naturseen der Schweiz mit einer Seefläche je über 0,1km².** Eine Zusammenstellung.

36

Lang 1969, cité dans: Niessen F, Sturm M (1987) **Die Sedimente des Baldeggersees (Schweiz). Ablagerungsraum und Eutrophierungsentwicklung während der letzten 100 Jahre.** Archiv für Hydrobiologie 108(3): 365–383.

37

Küry D, Zehringer M, Herriott C (2000) **Gewässerschutz – Erfolgsgeschichte und neue Herausforderungen.** Verlag Gewässerschutzverband Nordwestschweiz.

38

OFEV (éd.) (2003) **Plongée dans l'économie des eaux. Découvres le monde fascinant de l'économie des eaux en Suisse.** Office fédéral des eaux et de la géologie.

39

Wehrli B, Wüest A (1996) **Zehn Jahre Seenbelüftung. Erfahrungen und Optionen.** Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz. Schriftenreihe 9.

40

OFEV (éd.) (2022) **Espèces exotiques en Suisse. Aperçu des espèces exotiques et de leurs conséquences.** 1re édition actualisée 2022. 1re parution 2006. Office fédéral de l'environnement. Connaissance de l'environnement 2220.

41

Zeh Weissmann H, Könitzer C, Bertiller A (2009) **Ecomorphologie des cours d'eau suisses. Etat du lit, des berges et des rives. Résultats des relevés écomorphologiques (avril 2009).** État de l'environnement. Connaissance de l'environnement 0926.

42

Ilg C, Alther R (2024) **Ökologischer Zustand von Schweizer Bächen. Die meisten der untersuchten Bäche erfüllen ihre Rolle als Lebensraum für Tiere nur eingeschränkt.** Aqua & Gas 104(4): 46–52.

43

Forum Biodiversité Suisse (éd.) (2022) **Le Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD) a 20 ans.** Numéro spécial HOTSPOT 46.

44

Knüsel M, Alther R, Altermatt F (2024) **Terrestrial land use signals on groundwater fauna beyond current protection buffers.** Ecological Applications 34(8): e3040.

45

Couton M, Hürlemann S, Studer A, Alther R, Altermatt F (2023) **Groundwater environmental DNA metabarcoding reveals hidden diversity and reflects land-use and geology.** Molecular Ecology 32: 3497–3512.

46

Zollhöfer J (1997) **Quellen, die unbekannten Biotope.** Bristol-Schriftenreihe 6.

47

OFEV (éd.) (2024) **Renaturation des eaux suisses. État de l'assainissement écologique de la force hydraulique 2022.** Office fédéral de l'environnement.

48

Radinger J, van Treeck R, Wolter C (2021) **Evident but context-dependent mortality of fish passing hydroelectric turbines.** Conservation Biology 36(3): e13870.

49

OFEV (éd.) (2023) **Conséquences de l'ordonnance sur l'augmentation temporaire de la production d'électricité des centrales hydroélectriques. Résultats de l'enquête menée auprès des cantons sur les conséquences de l'ordonnance et des recommandations formulées par le Conseil fédéral pour augmenter la production d'électricité.** Rapport.

50

Wechsler T, Schirmer M, Bryner A (2025) **Restwasser. Die Suche nach der angemessenen Menge. Festlegung, Wirkung und Anforderungen.** Aqua & Gas 105(3): 48–53.

51

Gouskov A, Reyes M, Bitterlin L, Vorburger C (2016) **Fish population genetic structure shaped by hydroelectric power plants in the upper Rhine catchment.** Evolutionary Applications 9(2): 394–408.

52

OFEV (éd.) (2022) **Rétablissement de la migration du poisson. Bonnes pratiques pour les centrales hydroélectriques en Suisse.** Office fédéral de l'environnement. Connaissance de l'environnement 2205.

53

Guntern J, Baur B, Ingold K, Stamm C, Widmer I, Wittmer I, Altermatt F (2021) **Pesticides: répercussions sur l'environnement, la biodiversité et les services écosystémiques.** Swiss Academies Factsheets 16(2).

54

Stamm C, Burdon F, Fischer S (2017) **Einfluss von Mikroverunreinigungen.** Aqua & Gas 6: 90–95.

55

OFEV (2023) **PFAAS dans les eaux souterraines.** Observation nationale des eaux souterraines NAQUA. Office fédéral de l'environnement.

56

Gulde R, Wunderlin P, Wittmer I, Doppler T (2024) **Arzneimittel in Gewässern. Massnahmen an weiteren ARA notwendig.** Aqua & Gas 3: 36–42.

57

Le Conseil fédéral (2024) **Plan d'action Produits phytosanitaires et loi fédérale sur la réduction des risques liés à l'utilisation de pesticides.** Rapport intermédiaire sur la mise en œuvre 2017–2022.

58

Monchamp ME, Spaak P, Domaizon I, Dubois N, Bouffard D, Pomati F (2018) **Homogenization of lake cyanobacterial communities over a century of climate change and eutrophication.** Nature Ecology and Evolution 2: 317–324.

59

Guntern J, Eichler A, Hagedorn F, Pellissier L, Schwikowski M, Seehausen O, Stamm C, Altermatt F (2020) **Apports excessifs d'azote et de phosphore nuisent à la biodiversité, aux forêts et aux eaux.** Swiss Academies Factsheet 15(8).

60

Schwefel R, Steinsberger T, Bouffard D, Bryant LD, Müller B, Wüest A (2017) **Using small-scale measurements to estimate hypolimnetic oxygen depletion in a deep lake.** Limnology and Oceanography 63: 54–67.

61

Alexander T, Seehausen O (2021) **Diversity, distribution and community composition of fish in perialpine lakes. Projet Lac.** Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology. Synthesis report.

62

Vonlanthen P, Bittner D, Hudson A, Young K, Müller R, Lundsgaard-Hansen B, Roy D, Piazza S, Largiader C, Seehausen O (2012) **Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations.** Nature 482: 357–62.

63

Selz OM, Vonlanthen P, Kreienbühl T, Seehausen O (2025) **Die aussergewöhnliche Vielfalt der Felchen der Schweiz – Ergebnisse aus 150 Jahren Forschung.** Eawag/Aquabios GmbH. Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt.

64

Rey P, Ortlepp J, Küry D (2004) **Wirbellose Neozoen im Hochrhein. Ausbreitung und ökologische Bedeutung.** Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Schriftenreihe Umwelt 380.

65

Wüthrich R (2021) **Biologischer Zustand der grossen Fliessgewässer.** Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt.

66

Hesselschwerdt J, App P, Niklas B (2023) **Biologische Untersuchung Aare zwischen Bielersee und Rhein 2022.** Im Auftrag der Kantone AG, SO, BE.

67

Haltiner L, Zhang H, Anneville O et al (2022) **The distribution and spread of quagga mussels in perialpine lakes north of the Alps.** Aquatic Invasions 17: 153–173.

68

Roth T, Bühler C, Amrhein V (2016) **Estimating effects of species interactions on populations of endangered species.** The American Naturalist 187: 457–467.

69

Schmidt BR, Băncilă RI, Hartel T, Grossenbacher K, Schaub M (2021) **Shifts in amphibian population dynamics in response to a change in the predator community.** Ecosphere 12(5): e03528.

70

Bonacina L, Fasano F, Mezzanotte V, Fornaroli R (2023) **Effects of water temperature on freshwater macroinvertebrates. A systematic review.** Biological Reviews 98(1): 191–221.

71

OFEV (éd.) (2021) **Effets des changements climatiques sur les eaux suisses. Hydrologie, écologie et gestion des eaux.** Office fédéral de l'environnement. Connaissance de l'environnement 2101.

72 Khaliq I, Rixen C, Zellweger F et al (2024) **Warming underpins community turnover in temperate freshwater and terrestrial communities**. *Nature Communications* 15 : 1921.

73 OFEV (éd.) (2024) **Annuaire hydrologique de la Suisse 2023. Débit, niveau et qualité des eaux suisses**. Office fédéral de l'environnement. État de l'environnement 2413.

74 Lahnsteiner F (2012) **Effect of temperature on the reproductive potential of teleost fish**. *Blue Globe Foresight*. Klima- und Energiefonds.

75 Altermatt F (2020) **Die ökologische Funktion der Gewässerräume**. *Umweltrecht in der Praxis* 2020(1) : 51–67.

76 BPUK, BAFU (Hrsg.) (2023) **Festlegung des Gewässerraumes. Stand und Fortschritt der Umsetzung per 31. März 2023**. Auswertung der Kantonsumfrage. Schweizerische Bau-, Planungs- und Umweltdirektoren-Konferenz. Bundesamt für Umwelt.

77 OFEV (éd.) (2019) **Renaturation des eaux suisses – État de la mise en œuvre des revitalisations de 2011 à 2019**.

78 OFEV, InfoSpecies (éd.) (2023) **Espèces et milieux menacés en Suisse. Synthèse des listes rouges**. Office fédéral de l'environnement, Centre suisse d'informations sur les espèces. État de l'environnement 2305.

79 Vonlanthen P, Achermann N, Rossbacher S, Dönni W, Guthruf J, Gousskov A, Zaugg C, Plomb J, Alexander T (2025) **NAWA TREND Biologie, 4. Kampagne (2023), Fachbericht Fische**. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).

80 Gebert F, Bollmann K, Siber R, Schuwirth N (2022) **Zeitliche Trends von Makroinvertebraten. Kantonale und nationale Monitoring-Données im Vergleich**. *Aqua & Gas* 102(10) : 76–82.

81 Haase P, Bowler DE, Baker NJ et al (2023) **The recovery of European freshwater biodiversity has come to a halt**. *Nature* 620 : 582–588.

82 Gebert F, Obrist MK, Siber R, Altermatt F, Bollmann K, Schuwirth N (2022) **Recent trends in stream macroinvertebrates: warm-adapted and pesticide-tolerant taxa increase in richness**. *Biology Letters* 18 : 20210513.

83 Lachat T, Pauli D, Gonseth Y, Klaus G, Scheidegger C, Vittoz P, Walter T (Red.) (2010) **Évolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond?** Bristol-Stiftung. Haupt Verlag.

84 Bergamini A, Ginzler C, Schmidt BR et al (2025) **Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS). Zustand und Veränderungen in den Biotopen von nationaler Bedeutung nach zwei Erhebungsperioden**. *WSL-Berichte* 174.

85 Moor H, Bergamini A, Vorburger C, Holderegger R, Bühler C, Egger S, Schmidt BR (2022) **Bending the curve. Simple but massive conservation action leads to landscape-scale recovery of amphibians**. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 119 : e2123070119.

86 Ismail SA, Geschke J, Kohli M, Spehn E, Inderwildi O, Santos MJ, Fischer M (2021) **Aborder conjointement le changement climatique et la perte de la biodiversité**. *Swiss Academies Factsheets* 16(3).

87 Biggs J, Hoyle S, Matos I, Oertli B, Teixeira J (2024) **Using ponds and ponds as nature-based solutions**. University of Vic – Central University of Catalonia. Guidance for policy makers on the use of ponds and ponds as nature-based solutions for climate change mitigation and adaptation. EU Horizon 2020 Ponderful project.