



**HAL**  
open science

# Étangs et paysages d'étangs : Guide technique sur l'intérêt des étangs et des paysages d'étangs en tant que solutions naturelles pour l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ses effets

Jeremy Biggs, Sarah Hoyle, Inês Matos, Beat Oertli, José Teixeira, Joël Robin

## ► To cite this version:

Jeremy Biggs, Sarah Hoyle, Inês Matos, Beat Oertli, José Teixeira, et al. (Dir.). Étangs et paysages d'étangs : Guide technique sur l'intérêt des étangs et des paysages d'étangs en tant que solutions naturelles pour l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ses effets. 2024, 978-989-35922-4-3. 10.5281/zenodo.14359251 . hal-04882010

**HAL Id: hal-04882010**

**<https://isara.hal.science/hal-04882010v1>**

Submitted on 13 Jan 2025

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Ponderful

PONDS FOR CLIMATE

## Étangs et paysages d'étangs

GUIDE TECHNIQUE SUR L'INTÉRÊT DES ÉTANGS ET DES PAYSAGES D'ÉTANGS EN TANT QUE SOLUTIONS NATURELLES POUR L'ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'ADAPTATION À SES EFFETS









# Ponderful

PONDS FOR CLIMATE

## Étangs et paysages d'étangs

GUIDE TECHNIQUE SUR L'INTÉRÊT DES ÉTANGS ET DES PAYSAGES D'ÉTANGS EN TANT QUE SOLUTIONS NATURELLES POUR L'ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'ADAPTATION À SES EFFETS



## PARTENAIRES PONDERFUL



**University of Vic – Central University of Catalonia (UVic, Espagne)** – Sandra Bruçet (PI, Project coordinator), Diana van Gent (Project Manager)

**IGB im Forschungsverbund Berlin (Allemagne)** – Thomas Mehner (PI)

**Katholieke Universiteit Leuven (KUL, Belgique)** – Luc De Meester (PI)

**Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO, Suisse)** – Beat Oertli (PI)

**Universitat de Girona (UdG, Espagne)** – Dani Boix (PI)

**Ecologic Institut gemeinnützige GmbH (Allemagne)** – Manuel Lago (PI)

**University College London (Royaume-Uni)** – Carl Sayer (PI)

**CIIMAR - Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research (Portugal)** – José Teixeira (PI)

**Aarhus University (AU, Danemark)** – Thomas A. Davidson (PI)

**Uppsala Universitet (UU, Suède)** – Malgorzata Blicharska (PI)

**Bangor University (BU, Royaume-Uni)** – Sopan Patil (PI)

**Technische Universität München (TUM, Allemagne)** – Johannes Sauer (PI)

**ISARA (France)** – Joël Robin (PI)

**Middle East Technical University (METU, Turquie)** – Meryem Beklioğlu (PI)

**Freshwater Habitats Trust (FHT, Royaume-Uni)** – Jeremy Biggs (PI)

**Universidad de la República (UdelaR, Uruguay)** – Mariana Meerhoff (PI)

**Randbee Consultants SL (Espagne)** – Juan Arevalo Torres (PI)

**Amphi International APS (Danemark)** – Lars Briggs (PI)

# Étangs et paysages d'étangs

GUIDE TECHNIQUE SUR L'INTÉRÊT DES ÉTANGS ET DES PAYSAGES D'ÉTANGS EN TANT QUE SOLUTIONS NATURELLES POUR L'ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'ADAPTATION À SES EFFETS

## CRÉDITS

### Éditeurs

Jeremy Biggs (FHT), Sarah Hoyle (FHT), Inês Matos (CIIMAR), Beat Oertli (HES-SO), José Teixeira (CIIMAR)

### Auteurs

Jeremy Biggs (FHT), Hugh McDonald (Ecologic), Pascale Nicolet (FHT), Beat Oertli (HES-SO)

### Contributeurs

Meryem Beklioğlu (METU), Malgorzata Blicharska (UU), Dani Boix (UdG), Lars Briggs (Amphi), Sandra Bruce (UVic-UCC and ICREA), Thomas A. Davidson (AU), Nairomi Eriksson (UU), Alex Harcourt (FHT), Manuel Lago (Ecologic), Pieter Lemmens (KUL and IGB), Ewa Livmar (UU), Beatriz Martin (Randbee), Sílvia Martins (CIIMAR), Mariana Meerhoff (UdelaR), Thomas Mehner (IGB), Rebecca Miller (FHT), Ewa Orlikowska (Karlstad University), Jacques-Aristide Perrin (ISARA), Joël Robin (ISARA), Ditte Rens (KUL), Simon Ryfisch (UU), Carl Sayer (UCL), Levin Scholl (Ecologic), José Teixeira (CIIMAR), Irene Tornero (UdG), Penny Williams (FHT)

### Histoires de réussite du chapitre 6

Royaume-Uni: Williams P., Biggs J.

Suisse: Boissezon A., Sordet A., Fahy J., Demierre E., Hornung J., Oertli B.

Belgique: Tommelen - Lemmens P., von Plüskow L.-M., Wijns R., De Meester L.

Danemark: Rasmussen M., Briggs L. Levi E. E., Davidson T. A.

Turquie: Acet D., Avci F., Kiran H., Akpınar M. B., Dolcerocca A., Akyürek Z., Beklioğlu M.

Uruguay: Passadore-Romero C., Gobel N., Colina M., Calvo C., Canavero A., Carballo C., Cuassolo F., Gallo L., Guerra E.G., Heber E., Lacerot G., Laufer G., López-Rodríguez A., Pais J., Rodríguez-Tricot L., Sosa-Panzer L., Teixeira-de-Mello F., Arim M., González-Bergonzoni I., Meerhoff M.

Catalogne, Espagne: Benejam L., Bruce S., Quintana, X.D., Boix, D., Gamero J., Lindoso D., Ribas A.

Allemagne: Mehner T., Mehner P., Lemmens P., von Plüskow L.M.

**Citation:** Biggs, J., Hoyle, S., Matos, I., McDonald, H., Nicolet, P., Oertli, B., Teixeira, J. (2024). Étangs et paysages d'étangs: Guide technique sur l'intérêt des étangs et des paysages d'étangs en tant que solutions naturelles pour l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ses effets, EU Horizon 2020 **PONDERFUL** project, CIIMAR. [www.doi.org/10.5281/zenodo.14181765](https://www.doi.org/10.5281/zenodo.14181765)

ISBN: 978-989-35922-4-3



Ce projet a été financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de la convention de subvention n° ID8692966.

**Clause de non-responsabilité :** Ni la Commission européenne ni aucune personne agissant au nom de la Commission n'est responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations suivantes. Les avis et opinions exprimés dans cette publication relèvent de la seule responsabilité des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la Commission européenne.







# Résumé

Ce manuel technique fournit des conseils pratiques sur la protection, la gestion, la restauration et la création d'étangs et de paysages d'étangs afin d'atténuer les effets du changement climatique et de s'y adapter. Il a été créé dans le cadre du projet **PONDERFUL** financé par l'UE Horizon 2020, qui s'est déroulé de décembre 2020 à 2024.

Les étangs sont de petites eaux stagnantes d'une superficie de 1 m<sup>2</sup> à 5 ha qui peuvent être permanentes ou temporaires, créées par l'homme ou naturellement. Lorsqu'ils sont regroupés, ils forment des paysages d'étangs, comprenant des étangs de différentes tailles, formes et profondeurs. Les étangs fournissent une série de contributions de la nature aux populations, définies par la plate-forme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) comme les impacts positifs et négatifs de la nature sur la qualité de vie de l'homme. Collectivement, ces contributions sont essentielles pour nous aider à relever les grands défis sociétaux.

Peut-être en raison de leur petite taille, les étangs ont longtemps été négligés dans la science, la politique et les pratiques relatives aux eaux douces. Pourtant, dans de nombreuses régions du monde, ils constituent collectivement la partie la plus riche de l'environnement aquatique et servent de refuge à de nombreuses espèces menacées. Ils constituent l'habitat d'eau douce le plus abondant, que l'on trouve du sommet des montagnes à la profondeur des forêts, bordant les plaines d'inondation de nos plus grands fleuves naturels et offrant des oasis d'eau dans les terres les plus arides. On estime qu'ils représentent 30 % de l'eau stagnante mondiale, mais comme ils sont souvent indétectables sur les images satellites, il est difficile d'évaluer leur abondance avec certitude.

Les étangs étant individuellement petits, il est facile de les gérer et ils ont un immense potentiel en tant que solutions fondées sur la nature : des habitats dont la gestion, la restauration et la création profitent à la fois à la nature et à l'homme. Qu'il s'agisse de minuscules étangs individuels abritant des amphibiens rares et des invertébrés menacés, d'étangs fournissant de l'eau au bétail et retenant les eaux de crue, ou encore d'immenses réseaux d'étangs dans certains constituant les plus grandes zones humides du monde, les étangs sont omniprésents et vitaux. La richesse biologique naturelle des étangs signifie qu'ils ont un rôle crucial à jouer dans le maintien des options de l'humanité pour l'avenir.

Les étangs constituent un habitat naturel qui existe depuis des milliards d'années, mais dans le monde moderne, ils sont souvent créés par l'homme. Bien qu'ils aient été longtemps négligés par les sciences des eaux douces, ce manuel propose un point d'avancement de nos connaissances sur les étangs au cours des 20 dernières années. Il constitue l'un des travaux fondamentaux de **PONDERFUL**, qui a rassemblé ces connaissances pour la première fois afin de sensibiliser à la gestion des paysages d'étangs à travers l'Europe - et au-delà.

Les menaces qui pèsent sur les étangs et les paysages d'étangs sont bien connues : perte d'habitat, pollution, espèces invasives et impact global du changement climatique. Les services écosystémiques fournis par de nombreux étangs ont été altérés ou éliminés par les changements d'utilisation des sols, en particulier l'urbanisation et l'intensification de l'agriculture, et sont encore plus menacés par le changement climatique. Dans ce manuel, nous décrivons des approches pratiques pour stopper ces impacts, s'y adapter ou les atténuer.

Les étangs et les paysages d'étangs n'existent pas de manière isolée, mais forment un réseau d'habitats d'eau douce avec d'autres types de masses d'eau. Bien que de nombreuses espèces soient propres aux étangs, d'autres sont communes avec les rivières, les lacs et les zones humides. Dans **PONDERFUL**, nous avons développé de nouveaux outils de modélisation, des scénarios paysagers, et un outil multicritère d'aide à la décision. L'objectif est d'aider les décideurs politiques et les gestionnaires à exploiter ces réseaux et à planifier l'utilisation des étangs et des paysages d'étangs afin de fournir des contributions de la nature aux populations de la manière la plus efficace possible.

Les chapitres 1 et 2 du manuel présentent le rôle et les types d'étangs et de paysages d'étangs, ainsi que les services écosystémiques, les solutions fondées sur la nature et les contributions de la nature aux populations qu'ils fournissent. Dans le chapitre 3, nous résumons la façon dont les étangs et les paysages d'étangs fournissent six grandes catégories de services écosystémiques qui répondent à 11 des défis sociétaux identifiés par l'UICN, notamment la nécessité d'améliorer la biodiversité, de réduire les risques de catastrophes, d'améliorer la santé humaine, d'atténuer le changement climatique et de s'y adapter, de mieux gérer l'eau, et d'améliorer la sécurité alimentaire, le développement social et économique. À première vue, il peut sembler invraisemblable que ces petites masses d'eaux douces puissent influencer des problèmes aussi importants, mais dans ce manuel, nous montrons comment les étangs et les paysages d'étangs peuvent proposer de nombreuses contributions de la nature aux populations.

Nous avons regroupé les contributions de la nature aux populations fournies par les étangs dans les catégories suivantes afin de donner des conseils pratiques pour les mettre en œuvre de manière efficace :





- **S'adapter aux effets du changement climatique et les atténuer.** Les étangs sont des sources et des puits importants de gaz à effet de serre et de carbone. Leur abondance et leur niveau élevé d'activité biogéochimique signifient qu'ils ont un rôle important à jouer dans la gestion du cycle du carbone. Les résultats de **PONDERFUL** et d'autres données antérieures démontrent que nous pouvons réduire au maximum les émissions de gaz à effet de serre provenant des étangs et des paysages d'étangs en veillant à ce qu'ils soient aussi peu pollués que possible, tout en exploitant leur potentiel de stockage du carbone.
- **Régulation des risques (y compris les inondations et les vagues de chaleur).** Les étangs contribuent depuis longtemps à la régulation des risques d'inondation, mais ils peuvent également assurer une présence prolongée de l'eau dans le paysage lors des périodes de chaleur et de sécheresse de plus en plus fréquentes. Les étangs et les paysages d'étangs peuvent également contribuer à rafraîchir l'atmosphère, en particulier dans les zones urbaines.
- **Régulation de la qualité et de la quantité de l'eau douce.** Les étangs sont largement utilisés pour "nettoyer" les eaux polluées qui s'écoulent dans d'autres habitats d'eau douce, en retenant et en purifiant l'eau qui s'écoule dans les bassins versants. Nous donnons des conseils pratiques pour que ce service d'épuration ne nuise pas à la contribution biologique sous-jacente qui doit être apportée par les solutions fondées sur la nature. Nous montrons également comment la création de nouveaux étangs « d'eau propre », protégés des sources de polluants, est un moyen rapide et facile d'apporter plus d'eau propre dans le paysage plutôt que de compter sur les étangs uniquement pour nettoyer la pollution. En renforçant le réseau d'habitats d'eau douce, les étangs peuvent à leur tour accroître la biodiversité terrestre, en particulier dans les régions arides. De nouvelles données issues du projet **PONDERFUL** proposent des moyens simples d'y parvenir en combinant la gestion, la restauration et la création d'étangs.
- **Soutien à la pollinisation.** Les étangs abritent des populations d'organismes qui pollinisent les cultures. La gestion ou la restauration d'étangs non gérés ou négligés peut accroître considérablement le nombre de pollinisateurs, et les paysages agricoles devraient bénéficier de ce service de manière substantielle.
- **Apprentissage et inspiration, santé et bien-être de l'homme.** Les étangs sont bien connus pour leur capacité à sensibiliser les populations à la nature et à améliorer leur bien-être. Ce manuel fournit des conseils sur les techniques pratiques de gestion, de restauration et de création d'étangs qui peuvent être utilisées pour soutenir ces activités liées à la santé et à la psychologie.
- **Création et entretien des habitats.** L'importance des étangs en tant qu'habitats et pour le maintien de la biodiversité des eaux douces est primordiale. Nous résumons les principales mesures pratiques nécessaires pour protéger, gérer, restaurer et créer des étangs et des paysages d'étangs afin de maximiser les avantages qu'ils offrent en matière de création et d'entretien d'habitats.

Les méthodes pratiques de protection, de gestion, de restauration et de création d'étangs et de paysages d'étangs sont au cœur de la mise en œuvre de toutes les contributions de la nature aux populations fournies par ces zones. Au chapitre 4, nous fournissons des informations détaillées aux gestionnaires de sites sur les mesures à prendre pour y parvenir. Ces informations comprennent des conseils sur la manière de planifier et de hiérarchiser les projets de paysages d'étangs et sur la manière d'évaluer les risques des différentes options de gestion, de restauration ou de création d'étangs. Des conseils sont donnés sur la manière de s'assurer que les travaux sur les étangs s'inscrivent dans une "hiérarchie d'atténuation", de telle sorte que les dommages causés aux écosystèmes par les projets d'infrastructures, de construction soient, dans la mesure du possible, exclus des projets. Nous résumons les concepts clés pour une gestion efficace des étangs et des paysages d'étangs, y compris la compréhension du bassin versant, l'importance de l'eau propre, le rôle des différentes sources d'eau pour les étangs et la manière dont cela influence la fourniture des différentes contributions de la nature aux populations. En outre, nous examinons la question pratique de la gestion à long terme des étangs et des paysages d'étangs.

Nous décrivons les techniques pratiques et les avantages et inconvénients de la gestion, de la restauration et de la création, y compris le concept de régénération des étangs dits "fantômes".

La modification des étangs et des paysages d'étangs par la gestion ou la restauration varie de la gestion fréquente à faible impact à une restauration peu fréquente à fort impact. La gestion des étangs et des paysages d'étangs imite souvent des formes naturelles de perturbations qui peuvent ne plus se produire dans le paysage moderne. La restauration, en revanche, implique généralement un niveau élevé de perturbation, y compris le dragage pour enlever les sédiments et la végétation aquatique et ligneuse, y compris l'abattage des grands arbres.

Le potentiel des étangs existants à fournir des contributions de la nature aux populations est globalement limité par les effets de la pollution. Nous décrivons les méthodes qui peuvent être utilisées pour empêcher certaines pratiques sur les terres environnantes responsables d'une pollution des étangs. Toute intervention nécessaire pour gérer les étangs et les paysages



d'étangs est susceptible d'avoir des effets à la fois positifs et négatifs. C'est pourquoi nous fournissons également des conseils pratiques détaillés sur l'évaluation des risques liés aux travaux effectués sur les étangs et les paysages d'étangs.

La valeur des nouveaux étangs est décrite, ainsi que la méthode de création de nouveaux étangs qui optimisent les bénéfices pour la biodiversité et la fourniture d'autres services écosystémiques. La création de nouveaux étangs simule des processus anciens et naturels, qui ont fonctionné pendant des millions d'années, fournissant de la manière la plus naturelle qui soit les contributions de la nature aux populations. Les nouveaux étangs peuvent être créés à l'endroit optimal pour fournir ces services écosystémiques, alors que les étangs existants sont souvent limités par leur emplacement et leur environnement. La création de nouveaux étangs d'eau propre et non polluée apporte une contribution majeure à la création d'habitats d'eau douce. A ce titre, nous fournissons des conseils détaillés sur le processus de création d'étangs afin de garantir que l'utilisation de nouveaux étangs en tant que solutions fondées sur la nature offre les plus grands avantages pour la biodiversité. Nous fournissons des conseils détaillés sur la façon de localiser les sources d'eau propre pour des étangs de haute qualité, sur la façon de protéger les étangs de la pollution et sur une liste simple de contrôle opérationnel des étapes de conception.

Nous présentons le concept des CLIMA-ponds, développé par **PONDERFUL**. Il s'agit d'étangs conçus spécifiquement pour atténuer les problèmes causés par le changement climatique, en s'attaquant aux trois principaux problèmes auxquels nous sommes confrontés: la perte de biodiversité, l'excès de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et le maintien d'une grande diversité de contributions de la nature aux populations et de services écosystémiques.

Pour s'assurer que l'utilisation des étangs et des paysages d'étangs en tant que solutions fondées sur la nature profite à la fois à l'homme et à la nature, il est important de procéder à un suivi. Nous résumons ici les méthodes de surveillance des étangs et des paysages d'étangs, ainsi que des services écosystémiques qu'ils fournissent. La surveillance des étangs porte le plus souvent sur l'évaluation de leur état écologique. Il s'agit d'un élément fondamental pour s'assurer que les étangs jouent pleinement leur rôle en tant que solutions fondées sur la nature et cela implique généralement une combinaison de méthodes physico-chimiques et d'études biologiques. Pour évaluer l'efficacité d'autres contributions de la nature aux populations, il est généralement nécessaire d'adopter des méthodes plus largement appliquées et non spécifiques aux étangs (par exemple, la modélisation et la surveillance du débit pour évaluer l'efficacité de la lutte contre les inondations ; des enquêtes par questionnaire pour évaluer dans quelle mesure les étangs apportent des expériences psychologiques ou physiques à l'homme). Nous notons que de nouvelles méthodes d'évaluation des contributions de la nature aux populations sont encore en cours de développement et nous recommandons aux gestionnaires de sites et aux techniciens de collaborer avec les chercheurs pour s'assurer que les nouvelles méthodes répondent à leurs besoins.

Nous mettons particulièrement l'accent sur les conceptions nécessaires à la protection, au maintien et à la restauration de la biodiversité face au changement climatique, car toutes les solutions fondées sur la nature ont pour exigence fondamentale de bénéficier à la nature. Nous avons la chance de disposer de preuves solides de ce qui fait ou ne fait pas la différence pour la conservation de la biodiversité, ce qui nous permet de prédire avec confiance comment concevoir des étangs et des paysages d'étangs qui profitent réellement à la fois à l'homme et à la nature.

Le chapitre 5 contient une brève section sur le financement et la promotion des paysages d'étangs. Il peut être difficile de trouver des financements pour les étangs, car leur rôle et leur valeur ont été sous-estimés. Cependant, grâce à la reconnaissance progressive de l'importance des étangs et des paysages d'étangs- et l'urgence des crises de l'eau douce et du climat - nous nous attendons à ce que cette " pression sur les ressources " se relâche progressivement. Parmi les éléments clés des politiques locales, nationales et internationales qui soulignent la valeur des étangs, citons la directive européenne sur la restauration de la nature récemment adoptée, et la résolution de la Convention sur les zones humides relative à la conservation et à la gestion des petites zones humides.

Le chapitre 6 présente des « success stories » observées sur les sites de démonstration de **PONDERFUL**. Ces études de cas décrivent différentes modalités pour que les étangs et les paysages d'étangs proposent des contributions optimisées de la nature aux populations.





# Avant-propos



Aux quatre coins du monde, les hommes et la faune ont toujours été tributaires des zones humides. Aujourd'hui, alors que le changement climatique remodèle notre vie quotidienne et nos paysages naturels, ces eaux douces sont devenues encore plus importantes pour la biodiversité et la santé humaine.

Les étangs - des zones humides d'eau douce de petite taille mais d'une importance remarquable - sont des hotspots de biodiversité, abritant une importante diversité de plantes et d'animaux. Lors d'une récente visite au Royaume-Uni au début de l'année 2024, j'ai appris que des étangs qui avaient disparu dans des paysages agricoles étaient en train d'être restaurés, avec le retour surprenant d'espèces de plantes et d'insectes que l'on croyait disparues. Ces petits écosystèmes, vraiment vitaux, nous fournissent également toute une série de services écosystémiques : ils filtrent les polluants, protègent contre les inondations et jouent un rôle central dans notre bien-être.

Malheureusement, les étangs, comme de nombreuses petites zones humides, sont menacés par la pollution et l'évolution de l'utilisation des sols. Le changement climatique accentue la pression sur ces habitats, tout en augmentant notre besoin d'eau douce propre ou de bonne qualité. La reconnaissance récente de leur importance par la Convention sur les zones humides, à travers l'adoption de la résolution XIII.21 « Conservation et gestion des petites zones humides », constitue donc une étape importante dans la protection et la gestion rationnelle de ces systèmes vitaux.

Les étangs sont présents dans tous les pays de notre "planète bleue" et leur restauration devrait être une priorité pour les gouvernements et les autres parties prenantes. Pour garantir la santé future de nos étangs et de nos zones humides, les propriétaires fonciers doivent également comprendre comment restaurer, gérer et créer des étangs et des paysages d'étangs de qualité. Ces connaissances et cette collaboration seront cruciales dans nos efforts collectifs d'adaptation à un climat changeant.

En travaillant ensemble à la restauration, à la gestion et à la création d'étangs et de paysages d'étangs, nous pouvons continuer à bénéficier des énormes avantages que procurent ces écosystèmes, petits mais puissants.

**Dr Musonda Mumba, Secrétaire général de la Convention sur les zones humides**



Il ne se passe pratiquement pas un jour sans que l'on entende parler de phénomènes météorologiques extrêmes, de vagues de chaleur ou de glissements de terrain. Nous sommes confrontés à une urgence planétaire causée par l'interdépendance du changement climatique et de la perte de biodiversité. Il est urgent d'accélérer la mise en œuvre de solutions technologiques, naturelles et sociétales.

Cela nécessite des équipes de recherche et des connaissances interdisciplinaires. Nous devons poursuivre et intensifier une collaboration fructueuse et favoriser la mise en œuvre de solutions fondées sur la nature, à petite et grande échelle, dans les zones rurales et urbaines, tout en continuant à faire progresser nos connaissances.

Cependant, pour l'instant, nous sommes toujours dans un cercle vicieux où les ambitions en matière d'émissions sont encore trop faibles pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris et où la perte croissante de biodiversité et l'épuisement des écosystèmes affaiblissent leur capacité climatique. Nous pouvons changer cela en alignant et en renforçant les ambitions en matière de climat et de biodiversité. Nous pouvons entrer dans un cercle vertueux dans lequel une forte réduction des émissions contribue à réduire l'impact climatique sur les écosystèmes, qui à leur tour fournissent les services essentiels dont dépendent les sociétés et les économies. Dans le même temps, nous devons mettre un terme à la pression humaine excessive sur nos écosystèmes et notre biodiversité afin qu'eux et nous puissions mieux faire face aux impacts du changement climatique.

Limiter le réchauffement climatique pour garantir un climat habitable et protéger la biodiversité sont des objectifs qui se complètent mutuellement : leur réalisation est essentielle pour apporter des avantages durables et équitables aux populations. Intégrer le climat, la biodiversité et la société humaine comme des systèmes couplés est la clé du succès des interventions politiques.

Le projet **PONDERFUL** a montré comment les étangs et les paysages d'étangs, en tant que solutions fondées sur la nature, peuvent relever les défis sociaux, économiques et environnementaux. Ce manuel convivial destiné à toute personne travaillant dans la gestion d'étangs et de paysages d'étangs encouragera la création, la restauration et la protection d'étangs.



Les considérations pratiques sur la manière de mettre en œuvre des solutions fondées sur la nature sont opportunes et très pertinentes. En tant que décideur politique, je recommande chaleureusement ce guide sur l'utilisation des étangs et des paysages d'étangs comme solutions fondées sur la nature.

Nous savons ce qui doit être fait, nous avons les connaissances, nous avons les moyens, nous avons l'engagement exprimé aux plus hauts niveaux politiques. À mon avis, le plus grand défi est le temps. La question n'est plus quoi et comment. La question est de savoir si nous parviendrons à faire ce qui doit être fait dans le peu de temps dont nous disposons.

Nous avons encore le choix. Soit nous continuons à voler l'avenir de nos enfants et petits-enfants en pérennisant des modes de développement, de consommation et de production non durables. Soit nous allons garantir leur avenir par la protection, la conservation, la restauration, l'utilisation durable et la gestion des écosystèmes à travers une économie équitable et décarbonée, avec l'homme et la nature au cœur et au centre. En tant que mère et grand-mère, je considère que seule la deuxième option est acceptable

**Karin Zaunberger, chargée des relations internationales, DG Environnement de la Commission européenne**

## À qui s'adresse ce guide

Ce guide s'adresse aux personnes impliquées dans la planification, la conception et la mise en œuvre de projets opérationnels qui utilisent les étangs et les paysages d'étangs comme des solutions fondées sur la nature pour relever les défis sociaux, économiques et environnementaux. Pour les décideurs politiques et les législateurs, un guide rapide sur l'utilisation des étangs et des paysages d'étangs en tant que solutions naturelles est fourni par le document intitulé **PONDERFUL Policy Guidance**. Si vous souhaitez obtenir des informations scientifiques détaillées sur le rôle et l'utilisation des étangs et des paysages d'étangs, consultez les Références et lectures complémentaires à la fin du document. Pour des introductions plus techniques à l'écologie des étangs, nous vous conseillons la lecture des ouvrages suivants : « Ponds, Pools and Puddles » (en anglais), et « Mares et Étangs : Écologie, conservation, gestion, valorisation » (en français).

### CE QUE VOUS TROUVEREZ DANS CE GUIDE .

Ce guide propose une introduction à l'utilisation des étangs et des paysages d'étangs en tant que solutions naturelles pour relever sept défis sociétaux identifiés par l'UICN : l'adaptation au changement climatique et son atténuation, la réduction des risques de catastrophes, la dégradation de l'environnement et la perte de biodiversité, la santé humaine, le développement socio-économique, la sécurité alimentaire et l'approvisionnement en eau.

### PLAN DU DOCUMENT.

Le texte est organisé en cinq chapitres principaux :

- Vue d'ensemble des questions et de l'utilisation des étangs et des paysages d'étangs en tant que solutions fondées sur la nature
- Les étangs et les paysages d'étangs en tant que solutions fondées sur la nature : une introduction détaillée
- Techniques pratiques de gestion, de restauration et de création d'étangs et de paysages d'étangs en tant que solutions fondées sur la nature
- Coûts et contraintes pratiques
- Retours d'expériences réussies ou « success stories » : exemples d'utilisation d'étangs et de paysages d'étangs en tant que solutions fondées sur la nature.

### COMMENT LIRE LE DOCUMENT.

Nous recommandons aux lecteurs de commencer par lire le résumé pour avoir une vue d'ensemble du contexte, puis le chapitre 2. Nous suggérons ensuite de sélectionner les success stories du chapitre 6 qui correspondent à vos intérêts, et enfin d'examiner les conseils détaillés des chapitres 3, 4 et 5.

Pour trouver rapidement des façons d'utiliser les étangs et les paysages d'étangs en tant que solutions fondées sur la nature, consultez les conseils sur les « **meilleures pratiques** » tout au long du manuel.







# TABLE DES MATIÈRES

<b>1. Introduction - Planter le décor</b>	<b>15</b>
1.1 Que signifient les solutions fondées sur la nature ?	15
1.2 Quels sont les services écosystémiques et les contributions de la nature aux populations ?	16
1.3 À qui s'adresse ce manuel technique et comment l'utiliser ?	19
<b>2. Étangs et paysages d'étangs – Un tour d'horizon</b>	<b>23</b>
2.1 Qu'est-ce qu'un étang ?	23
2.2 Qu'est-ce qu'un paysage d'étangs ?	23
2.3 Menaces pesant sur les étangs et les paysages d'étangs	24
2.4 Gérer, restaurer et créer des étangs et des paysages d'étangs	27
<b>3. Les étangs et les paysages d'étangs, des solutions fondées sur la nature pour relever les défis de la société</b>	<b>29</b>
3.1 Introduction aux étangs et aux paysages d'étangs en tant que solutions fondées sur la nature	29
3.2 Les étangs et les paysages d'étangs en tant que fournisseurs de services écosystémiques et de contributions de la nature aux populations: vue d'ensemble	32
3.3 Les étangs et les paysages d'étangs : des solutions naturelles pour l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets	33
3.4 Les étangs et les paysages d'étangs : des solutions naturelles pour la création et le maintien d'habitats	36
3.5 Les meilleures stratégies et les conseils pour améliorer les services écosystémiques et les contributions de la nature aux populations fournis par les étangs	41
<b>4. Pratiques de gestion, restauration et création d'étangs et de paysages d'étangs pour une adaptation au changement climatique</b>	<b>53</b>
4.1 Les principes de la gestion, la restauration et la création d'étangs et de paysages d'étangs	53
4.2 Evaluer et suivre les étangs et les paysages d'étangs	72
4.3 Gérer et restaurer des étangs et des paysages d'étangs	79
4.4 Création d'étangs et de paysages d'étangs	86
4.5 Considérations pratiques pour préparer la gestion, la restauration et la création d'étangs	93
4.6 Conception d'étangs et de paysages d'étangs : le concept de CLIMA-ponds	93
<b>5. Coûts et contraintes pratiques : financement et promotion des projets d'aménagement d'étangs</b>	<b>99</b>
5.1 Défis pratiques et coûts de mise en œuvre des étangs	99
5.2 Promouvoir les solutions fondées sur la nature basées sur les étangs et les paysages d'étangs	103
<b>6. Les paysages d'étangs comme Solutions fondées sur la Nature : success stories des sites de démonstration de PONDERFUL</b>	<b>105</b>
6.1 Des paysages d'étangs pour la biodiversité	106
6.2 Les paysages d'étangs comme Solutions fondées sur la Nature pour limiter les risques d'inondations	112
6.3 Paysage d'étangs comme systèmes de purification	114
6.4 Paysages d'étangs avec un bilan carbone optimisé	115
6.5 Paysages d'étangs pour la production de nourriture	116
6.6 Paysages d'étangs comme Solutions fondées sur la Nature pour le tourisme et la santé	117
6.7 Paysages d'étangs pour l'éducation	119
6.8 Paysages d'étangs comme Solutions fondées sur la Nature pour supporter les identités	121
6.9 Utilisation des terres dans les paysages d'étangs comme solution fondée sur la nature pour améliorer la qualité des habitats	122
6.10 Placer un paysage d'étangs sous protection	124
6.11 Multifonctionnalité à l'échelle du paysage d'étangs	125
<b>7. Lectures complémentaires et autres ressources pratiques</b>	<b>127</b>
<b>8. Références bibliographiques</b>	<b>131</b>









# 1. Introduction - Planter le décor

**PONDERFUL (POND Ecosystems for Resilient Future Landscapes in a changing climate)** était un projet du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020. Il a étudié la manière dont les étangs et les paysages d'étangs peuvent être utilisés comme des solutions naturelles pour l'adaptation au changement climatique et pour la fourniture de services écosystémiques et de contributions de la nature aux populations (y compris la conservation de la biodiversité). Les étangs sont de petites eaux stagnantes, d'une superficie maximale de 5 hectares, qui peuvent être permanentes ou saisonnières, créées naturellement ou par l'homme. Un paysage d'étangs est un réseau d'étangs répartis dans le paysage, fournissant des habitats pour les espèces d'eau douce et de multiples services écosystémiques à l'homme.

Le projet **PONDERFUL** s'est déroulé de 2021 à 2024 et a été financé par le programme Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre du thème « Interrelations entre le changement climatique, la biodiversité et les services écosystémiques ».

Les étangs sont le type de masse d'eau le plus répandu sur Terre, représentant peut-être 30 % de la superficie totale des eaux stagnantes. En Europe, les étangs abritent environ 70 % des espèces d'eau douce. Ils abritent également une plus grande proportion d'espèces rares, endémiques et menacées que les lacs ou les rivières. Malgré cela, les étangs ont toujours été négligés.

Dirigé par University of Vic - Central University of Catalonia (Espagne), PONDERFUL a fourni de nouvelles données et des conseils pour une meilleure utilisation des étangs et des paysages d'étangs en tant que solutions naturelles aux défis auxquels la société est confrontée.



## 1.1 QUE SIGNIFIENT LES SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE ?

Ce manuel se concentre sur la façon dont les étangs et les paysages d'étangs peuvent être protégés, gérés, restaurés et créés pour fournir des solutions fondées sur la nature qui aident à réduire les effets du changement global. Mais qu'est-ce que cela signifie ? En termes simples, les solutions fondées sur la nature sont des mesures mises en place pour répondre à certains des défis auxquels la société est confrontée. Elles utilisent les fonctions naturelles d'écosystèmes en bonne santé pour protéger l'environnement et apporter des avantages économiques et sociaux. Ces défis vont des questions environnementales, telles que le changement climatique et la perte de biodiversité, à la sécurité alimentaire et hydrique, en passant par la santé humaine et le bien-être des populations. Dans ce guide, nous établissons un lien entre les définitions utilisées par l'UICN, l'UE et les Nations unies en considérant les solutions fondées sur la nature comme des mesures qui doivent être bénéfiques à la fois pour la biodiversité et pour le bien-être humain.

- Nations unies : les solutions fondées sur la nature sont « des actions visant à protéger, conserver, restaurer, utiliser durablement et gérer les écosystèmes terrestres, d'eau douce, côtiers et marins, naturels ou anthropisés, qui répondent aux défis sociaux, économiques et environnementaux de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain, les services écosystémiques, la résilience et les avantages de la biodiversité ».
- Commission européenne : « les solutions fondées sur la nature sont « des solutions qui sont inspirées et soutenues par la nature, qui sont rentables, qui offrent simultanément des avantages environnementaux, sociaux et économiques et qui contribuent à renforcer la résilience. Ces solutions génèrent davantage de nature et de diversité, ainsi que des caractéristiques et des processus naturels dans les villes, les paysages terrestres et marins, grâce à des interventions adaptées au niveau local, efficaces en termes de ressources utilisées, et systémiques »<sup>[1]</sup>



- Union Internationale pour la Conservation de la Nature : « les solutions fondées sur la nature répondent aux défis sociétaux par des actions de protection, de gestion durable et de restauration des écosystèmes naturels et anthropisés, bénéficiant à la fois à l'homme et à la nature ».

Dans ce guide, nous utilisons ces définitions des services fournis par les solutions fondées sur la nature comme synonymes des contributions de la nature aux populations définies par la Plateforme Intergouvernementale Scientifique et Politique sur la Biodiversité et les Services Écosystémiques (IPBES).

Bien entendu, aucun étang ne peut à lui seul relever tous les défis auxquels la société est confrontée. Cependant, un réseau d'étangs - ou paysage d'étangs - peut offrir de multiples avantages. Dans ce manuel, nous nous concentrons sur les étangs à l'échelle du paysage - le paysage d'étangs - et nous vous guidons dans la définition d'objectifs clairs et réalistes pour chaque étang au sein d'un paysage d'étangs.

Ce manuel montre comment vous pouvez apporter des solutions fondées sur la nature en protégeant, gérant, restaurant et créant des étangs, et comment, avec les étangs, vous pouvez générer des contributions de la nature aux populations. Dans les chapitres 2 et 3, nous examinons en détail comment les étangs peuvent nous aider à relever les défis de la société. Le chapitre 4 décrit en détail des méthodes opérationnelles d'intervention sur les étangs et les paysages d'étangs afin de fournir des services écosystémiques et des contributions de la nature aux populations. Le chapitre 5 passe brièvement en revue les questions de politiques publiques et de financement concernant l'utilisation des étangs en tant que solutions fondées sur la nature. Au chapitre 6, nous présentons des exemples de réussite concernant l'utilisation des étangs et des paysages d'étangs en tant que solutions fondées sur la nature.

## ENCADRE 1. Défis sociétaux, solutions fondées sur la nature, services écosystémiques et contributions de la nature à l'homme

L'extrême urgence causée par les crises de la biodiversité et du climat a donné naissance à un jargon souvent déroutant utilisé par les spécialistes pour décrire les avantages et les « services » que nous procure la nature. Dans ce manuel, nous avons appliqué cette terminologie aussi correctement que possible, tout en la rendant accessible aux praticiens.

### EN BREF :

Les défis sociétaux sont les menaces auxquelles nous sommes tous confrontés (sécheresse, manque de nourriture, manque d'eau, perte de biodiversité) ; nous utilisons une définition de l'UICN pour définir ces défis. Nombre de ces menaces peuvent être réduites et contrôlées grâce à des solutions fondées sur la nature, des techniques et pratiques basées sur les habitats et les espèces qui tirent le meilleur parti des qualités essentielles des écosystèmes pour relever les défis sociétaux, en aidant à la fois l'homme et la nature (nous utilisons la définition de l'UICN et prenons également en compte les définitions de l'UE et de l'ONU des solutions fondées sur la nature, qui sont similaires). Parmi les exemples de solutions fondées sur la nature, on peut citer la création de nouveaux étangs ou la restauration de rivières pour réduire les inondations.

Les solutions fondées sur la nature qui répondent à des défis sociétaux nous fournissent des services dont nous bénéficions. Deux classifications ont été utilisées pour classer ces avantages : les services écosystémiques et, plus récemment, les contributions de la nature aux populations.

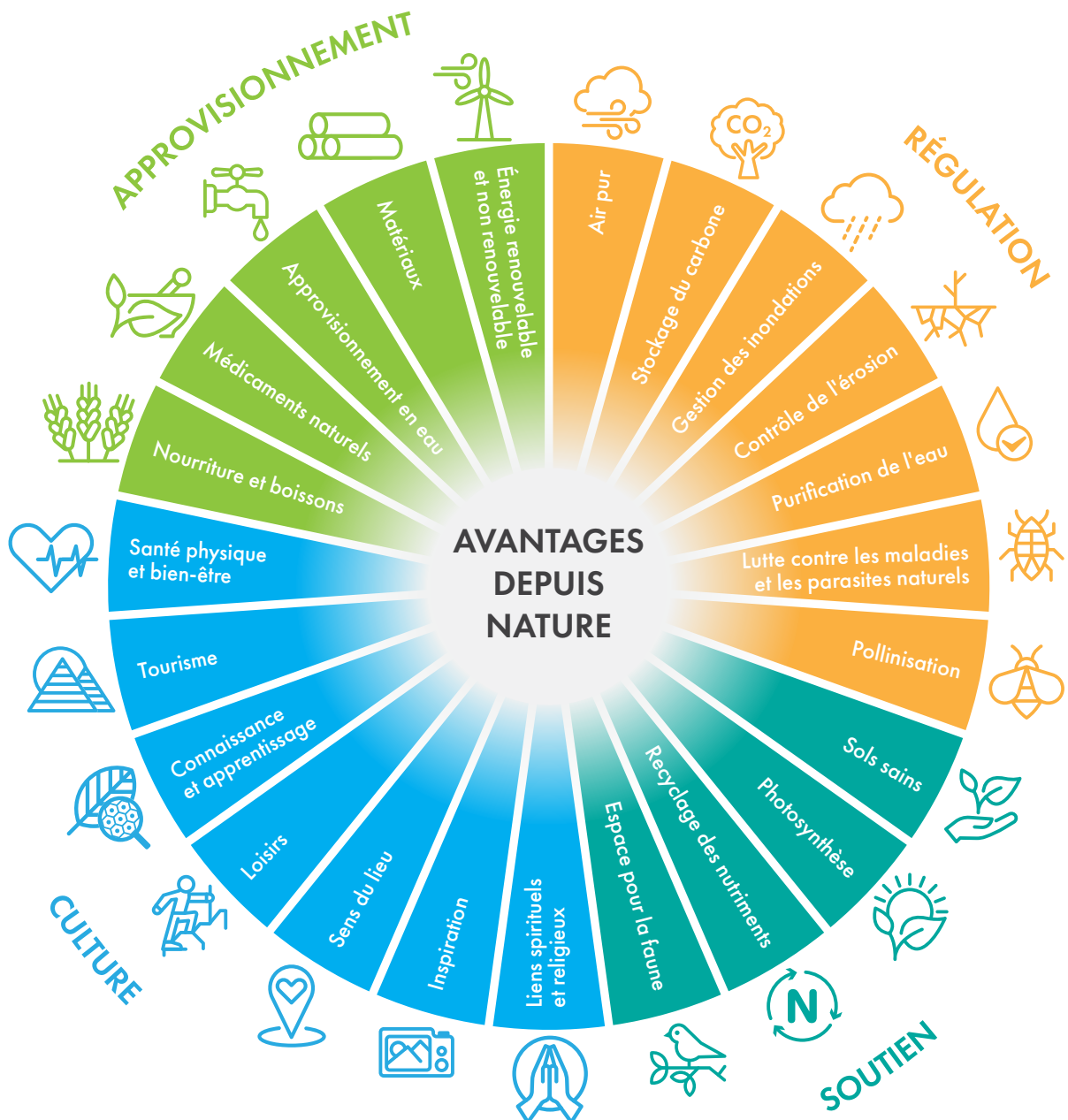
## 1.2 QUELS SONT LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES ET LES CONTRIBUTIONS DE LA NATURE AUX POPULATIONS ?

Les services écosystémiques sont les nombreux avantages que l'environnement naturel procure à l'homme. Ils peuvent être divisés en services d'approvisionnement, de régulation, de soutien et culturels (voir Fig. 1). Certains sont des contributions directes, comme l'eau, l'air pur, la nourriture et les matières premières. D'autres procurent des avantages indirects à l'homme, tels que la santé physique et mentale, le tourisme, la connaissance et l'éducation. Les services écosystémiques fournis par les étangs comprennent également des contributions environnementales, telles que des sols sains et des habitats pour la faune et la flore.

Il est probable que ces avantages soient de plus en plus souvent appelés contributions de la nature aux populations, expression introduite par l'IPBES. Ils comprennent à la fois les impacts positifs et négatifs de la nature sur la qualité de vie des personnes. Les contributions positives sont similaires à celles décrites comme des services écosystémiques, tandis que les contributions négatives peuvent inclure la transmission de maladies ou la prédation qui portent atteinte aux personnes ou à leurs biens. Dans ce guide, nous avons principalement utilisé la terminologie de l'IPBES, mais nous avons parfois fait référence aux « services écosystémiques » pour aider le lecteur à mieux comprendre le contexte.



Les contributions de la nature aux populations ne proviennent pas uniquement de la nature, mais d'une série de fonctions et d'interactions socio-écologiques. Les solutions fondées sur la nature intègrent ou facilitent plusieurs (ou toutes) étapes de ce processus de co-production afin de garantir l'approvisionnement des contributions de la nature aux populations. Dans ce manuel, nous nous sommes concentrés sur 11 contributions de la nature aux populations qui sont les plus pertinentes pour les étangs et les paysages d'étangs: la création et le maintien des habitats, la pollinisation, la régulation de la qualité de l'eau, la régulation de la quantité d'eau, la régulation des risques et des événements extrêmes, la régulation du climat, les expériences physiques et psychologiques, l'éducation et l'inspiration, le soutien des identités locales, le maintien des options futures liées aux milieux étudiés, et la nourriture et l'alimentation.



**Fig. 1** - Les services écosystémiques sont les bénéfices que les populations tirent d'écosystèmes sains, notamment des étangs et des paysages d'étangs





**Tableau 1** - Contributions de la nature aux populations fournies par les étangs et les paysages d'étangs



### RÉGULATION DES RISQUES ET DES ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES

**Définition :** Réduction, par les écosystèmes, des impacts sur les humains ou leurs infrastructures causés par exemple par les inondations, le vent, les tempêtes, les ouragans, les vagues de chaleur, les tsunamis, les niveaux de bruit élevés et les incendies.

**Contribution :** Les étangs et les paysages d'étangs peuvent être utilisés pour réguler les risques d'inondation, stocker l'eau dans le paysage par temps sec et fournir un rafraîchissement en cas de températures élevées (en particulier dans les villes).



### RÉGULATION DE LA QUANTITÉ D'EAU

**Définition :** Régulation, par les écosystèmes, de la quantité, de l'emplacement et des périodes d'écoulement des eaux de surface et des eaux souterraines utilisées pour la boisson, l'irrigation, le transport, l'hydroélectricité et comme support de contributions non matérielles.

**Contribution :** Les étangs stockent l'eau, ce qui les rend précieux pour la gestion des eaux de ruissellement et le contrôle naturel des inondations.



### RÉGULATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU

**Définition :** Régulation, par la filtration de particules, d'agents pathogènes, d'excès de nutriments et d'autres produits chimiques, par des écosystèmes ou des organismes particuliers, de la qualité de l'eau utilisée directement ou indirectement.

**Contribution :** Chaque étang a un potentiel d'épuration qui augmente avec la taille et la profondeur. Par conséquent, l'impact cumulé de nombreux étangs peut signifier qu'un paysage d'étangs avec une forte densité d'étangs a un potentiel substantiel de purification de l'eau.



### RÉGULATION DU CLIMAT

**Définition :** Régulation du climat par les écosystèmes (y compris la régulation du réchauffement planétaire) grâce à des effets positifs ou négatifs sur les émissions de gaz à effet de serre (p. ex. piégeage biologique du carbone, émissions de méthane par les zones humides).

**Contribution :** Les étangs et les paysages d'étangs jouent un rôle important dans le stockage du carbone et la régulation des gaz à effet de serre ; la gestion des étangs et des paysages d'étangs est essentielle pour la gestion du cycle du carbone.



### NOURRITURE ET ALIMENTATION

**Définition :** Production d'aliments à partir d'organismes sauvages, gérés ou domestiqués, tels que le poisson, la viande bovine, les produits laitiers, les cultures comestibles, les plantes sauvages, les champignons et le miel.

**Contribution :** Le stockage de l'eau pour les animaux sauvages et domestiques et les cultures est probablement l'une des solutions naturelles les plus anciennes liées aux étangs dans les paysages agricoles.



### POLLINISATION

**Définition :** Facilitation par les animaux du transport du pollen entre les fleurs et de la dispersion des graines, des larves ou des spores d'organismes bénéfiques ou nuisibles pour l'homme.

**Contribution :** La présence d'un grand nombre de pollinisateurs autour et à proximité des étangs, ainsi que dans les paysages d'étangs, facilite la pollinisation.



### EXPÉRIENCES PHYSIQUES ET PSYCHOLOGIQUES

**Définition :** Fourniture, par les paysages terrestres et marins, les habitats ou les organismes, de possibilités d'activités physiquement et psychologiquement bénéfiques, de guérison, de détente, de récréation, de loisir et de tourisme, et de plaisir esthétique fondé sur un contact étroit avec la nature.

**Contribution :** Les étangs offrent une large variété d'expériences, y compris le contact avec l'eau (par exemple la natation) et la nature (tourisme et loisirs).





#### EDUCATION ET INSPIRATION

**Définition :** Fourniture, par les paysages terrestres et marins, les habitats ou les organismes, d'opportunités pour le développement des compétences qui permettent à l'homme de prospérer grâce à l'éducation et à la connaissance.

**Contribution :** Les étangs et les paysages d'étangs sont des ressources importantes pour apprendre à connaître la nature et s'en inspirer.



#### SOUTENIR LES IDENTITÉS

**Définition :** Paysages, paysages marins, habitats ou organismes constituant la base d'expériences religieuses, spirituelles et de cohésion sociale.

**Contribution :** Les étangs soutiennent la cohésion sociale (par exemple, les campagnes « Toads on Roads », au Royaume-Uni), l'identité régionale (par exemple, les étangs piscicoles en République tchèque), et les « Fêtes des Mares » qui célèbrent les étangs (en France).



#### CRÉATION ET MAINTIEN D'HABITATS

**Définition :** Le développement et le maintien, par les écosystèmes ou les organismes qui les composent, des conditions écologiques nécessaires ou favorables aux êtres vivants qui ont une importance directe ou indirecte pour l'homme.

**Contribution :** Les étangs contribuent de manière substantielle à la biodiversité terrestre et d'eau douce à l'échelle de la masse d'eau et de l'ensemble du paysage.



#### MAINTIEN D'OPTIONS FUTURES

**Définition :** Capacité des écosystèmes, des habitats, des espèces ou des génotypes à garder des options ouvertes afin de soutenir une bonne qualité de vie.

**Contribution :** En maintenant la biodiversité, les étangs et les paysages d'étangs peuvent jouer un rôle substantiel dans le maintien d'options pour la gestion future de l'environnement.

### 1.3 À QUI S'ADRESSE CE MANUEL TECHNIQUE ET COMMENT L'UTILISER ?

Ce manuel technique s'adresse à toute personne travaillant sur un aspect quelconque de la protection, de la gestion, de la restauration ou de la création d'étangs, notamment :

- Les propriétaires fonciers ;
- Les gestionnaires des terres, de l'eau et de la biodiversité ;
- Les ingénieurs et architectes paysagistes impliqués dans la gestion de l'eau ;
- Les ONG et les organisations de la société civile ;
- Les décideurs politiques et les législateurs ;
- Les entreprises qui investissent dans l'environnement naturel ;
- Les éducateurs, les enseignants, les étudiants et les chercheurs ;
- Les collectivités publiques locales, régionales et nationales.

Dans cet ouvrage, nous partageons les connaissances de l'ensemble du consortium **PONDERFUL** afin de guider toute personne cherchant à protéger, gérer, restaurer ou créer des étangs et des paysages d'étangs pour le bénéfice de la biodiversité et des personnes. Basé sur les données les plus récentes, ce manuel inclut les résultats de recherches innovantes menées dans le cadre du projet **PONDERFUL** et l'expérience reconnue de l'équipe **PONDERFUL**, qui s'appuie sur plus de 30 ans de travail sur les étangs. Tout au long du manuel, nous avons veillé à ce que tous les conseils soient scientifiquement fondés sur les preuves les plus récentes, en utilisant le large éventail de nouvelles données obtenues par **PONDERFUL**. Le manuel tient compte de la reconnaissance croissante du rôle essentiel des étangs et des paysages d'étangs dans la fourniture de services écosystémiques, des contributions de la nature aux populations et, surtout, dans la résolution de la crise de la biodiversité des eaux douces.

Nous vous aiderons à identifier les objectifs de protection, de gestion, de restauration et/ou de création de votre étang ou de votre paysage d'étangs. En outre, nous définissons des principes clés pour la conception et la gestion d'un étang ou d'un





réseau d'étangs connu sous le nom de paysage d'étangs. Il est important de noter que nous avons inclus des exemples issus des sites d'études **PONDERFUL** : une gamme variée de paysages d'étangs à travers l'Europe, avec des exemples supplémentaires du Moyen-Orient et de l'Amérique du Sud.

Nous espérons que ce manuel technique vous incitera à protéger, gérer, restaurer et créer des étangs et des paysages d'étangs de haute qualité pour la biodiversité et les gens.



© Ross Birnie













## 2. Étangs et paysages d'étangs – Un tour d'horizon

Il existe aujourd'hui un large consensus sur le fait que les étangs et autres petits milieux aquatiques constituent une partie essentielle mais vulnérable du paysage d'eau douce et que leur protection et leur gestion doivent être pleinement intégrées dans le cadre législatif existant. L'un des principaux objectifs du projet **PONDERFUL** était de reconnaître l'importance de ces petits écosystèmes, au même titre que les rivières et les lacs.

L'importance des étangs pour la biodiversité et les services écosystémiques a longtemps été sous-estimée et ils ont été largement ignorés par les scientifiques et les décideurs politiques. Pourtant, malgré leur petite taille, les étangs jouent un rôle crucial dans le soutien de la biodiversité et dans la fourniture de nombreux autres services écosystémiques. Nous espérons que ce manuel contribuera à accélérer leur adoption en tant que solution environnementale majeure.

### 2.1 QU'EST-CE QU'UN ÉTANG ?

Tout au long de ce manuel, nous vous présentons un large éventail de plans d'eau classés comme étangs. Il peut s'agir de plans d'eau créés pour fournir un espace à des fins récréatives ou éducatives, de l'approvisionnement en eau à des fins diverses (y compris la réduction des risques d'inondation, le contrôle de la pollution, la production de poissons) ou d'étangs naturels situés dans des endroits rarement visités par les hommes, mais qui sont riches en biodiversité.

Dans ce manuel technique, les étangs sont définis comme suit :

**De petites eaux stagnantes d'une surface de 1 m<sup>2</sup> à 5 ha qui peuvent être permanentes ou temporaires, créées par l'homme ou naturellement.** <sup>[2, 3]</sup>

Cette définition inclut les étangs semi-permanents et temporaires. Communs dans toute l'Europe, mais surtout connus dans le sud, ces types d'étangs s'assèchent souvent en été, mais peuvent abriter des communautés d'étangs particulières, y compris de nombreuses espèces rares et menacées. Dans notre définition, nous incluons également les étangs aux eaux saumâtres.

Les étangs sont généralement peu profonds (jusqu'à 5 m de profondeur), mais on trouve parfois des exemples plus profonds.

### 2.2 QU'EST-CE QU'UN PAYSAGE D'ÉTANGS ?

Un paysage d'étangs est un groupe d'étangs, souvent de tailles, de formes et de profondeurs différentes, répartis dans le paysage pour former un réseau, fournissant des habitats à plus d'espèces qu'un seul plan d'eau de la même taille et de multiples services écosystémiques pour l'homme. Le paysage d'étangs peut être constitué d'un nombre restreint à des centaines d'étangs. D'un point de vue biologique, les étangs forment un réseau d'habitats, même s'ils ne sont pas physiquement reliés les uns aux autres, car les plantes et les animaux d'eau douce sont adaptés à la dispersion au sein de ce réseau.

Les étangs feront également partie d'un réseau plus global incluant d'autres eaux douces du paysage, comme les ruisseaux, les rivières et les zones humides : bien que certaines espèces d'eau douce dépendent d'un type spécifique de masse d'eau, nombre d'entre elles peuvent vivre dans l'ensemble de ces habitats. Ce réseau est non seulement vital pour la biodiversité et le maintien des populations d'espèces, mais il est également essentiel pour la fourniture d'une variété de services écosystémiques dans le paysage. Les paysages d'étangs comprennent à la fois les habitats aquatiques qui constituent les étangs eux-mêmes et les habitats terrestres où sont situés ces plans d'eau.

Lorsque l'on considère les étangs comme des solutions fondées sur la nature, apportant des bénéfices à la fois pour la biodiversité et le bien-être humain, il est important de prendre en compte l'ensemble du paysage d'étangs. Cela signifie, par exemple, que vous pourriez concevoir ou gérer certains étangs comme des destinations de loisirs ou comme des zones d'épuration de la pollution, donc trop perturbés ou pollués pour les plantes et les animaux sensibles, tout en préservant d'autres étangs uniquement pour la biodiversité.





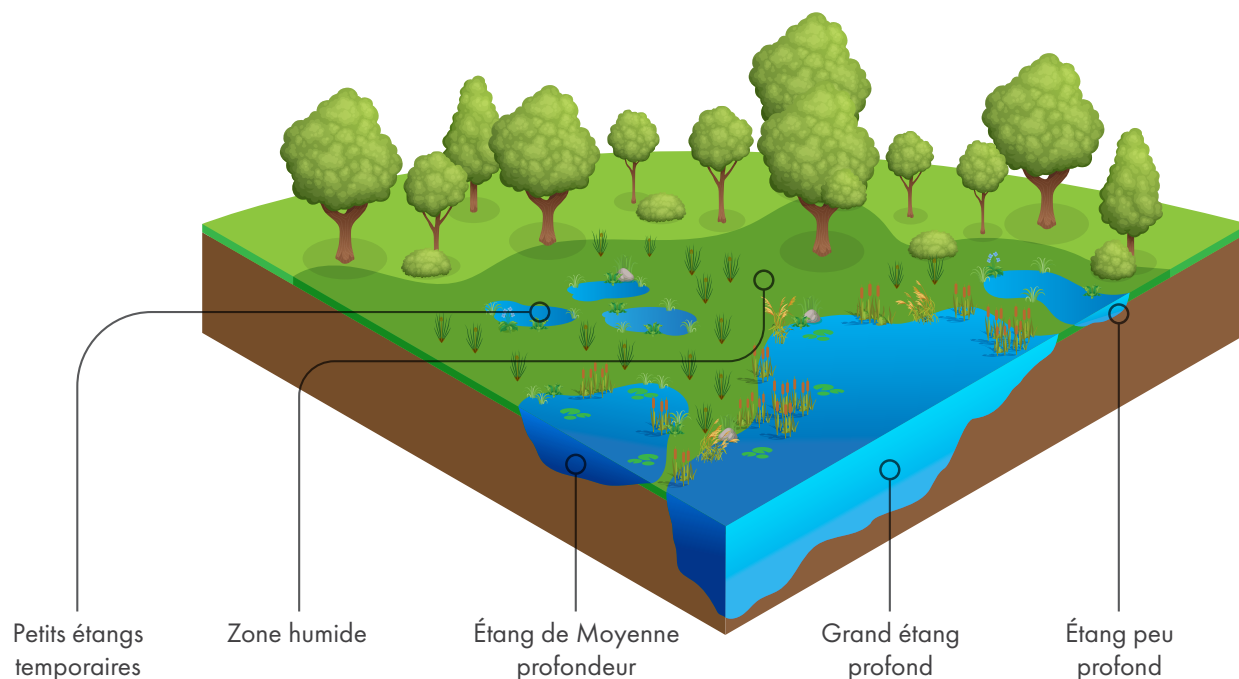


Fig. 2 - Un paysage d'étang comprend une gamme diversifiée d'étangs d'âges, de tailles, de formes et de profondeurs différents

### 2.3 MENACES PESANT SUR LES ÉTANGS ET LES PAYSAGES D'ÉTANGS

Selon les estimations, nous avons perdu entre 50 % et 90 % des étangs européens au cours du siècle dernier, principalement en raison de la destruction de l'habitat due à l'intensification de l'agriculture et de l'urbanisation. En d'autres termes, notre environnement était historiquement beaucoup plus humide qu'il ne l'est aujourd'hui, avec beaucoup plus d'étangs. De plus, la plupart des étangs restants sont aujourd'hui touchés par la pollution. Dans cette section, nous étudierons l'impact de la disparition des étangs et les principales menaces qui pèsent sur les étangs et les paysages d'étangs.

#### La perte d'habitats

La perte des habitats d'eau douce a eu des effets dévastateurs sur notre faune et notre flore. Le rapport Planète vivante 2022, publié par le WWF<sup>[4]</sup>, indique qu'à l'échelle mondiale, les populations d'eau douce étudiées ont diminué de 83 % depuis 1970. Cette perte est plus importante que pour les espèces terrestres ou marines. De nombreuses espèces autrefois communes dans les étangs d'Europe sont aujourd'hui menacées ou en voie d'extinction. La perte d'étangs réduit également la densité des étangs, supprimant les liens dans le réseau d'habitats fournis par les paysages d'étangs. Cela augmente le risque d'extinction des espèces au niveau local, régional ou national, et réduit le nombre d'étangs qui fournissent des services écosystémiques.

Bien que peut-être plus difficile à mesurer, la perte d'habitat a également eu un impact sur la société. Bon nombre d'étangs et de paysages d'étangs que nous avons perdus étaient autrefois au cœur des communautés. En plus de fournir de l'eau à l'homme, à l'agriculture et au bétail, ils constituaient également des espaces pour les activités culturelles. La recherche soulignant désormais l'importance des « espaces bleus » pour la santé et le bien-être de l'homme, nous commençons à comprendre l'effet que la disparition des étangs et des paysages d'étangs a eu sur les sociétés et les cultures.

#### La pollution

La pollution est l'une des plus grandes menaces pour les étangs, pour la biodiversité qu'ils abritent, avec aussi des impacts sur les autres services écosystémiques qu'ils fournissent (par exemple, en augmentant les émissions de gaz à effet de serre). La biodiversité des eaux douces a besoin d'une eau de bonne qualité pour survivre, et il suffit d'une quantité infime de pollution pour endommager les habitats et nuire aux plantes et aux animaux les plus sensibles. Bien que la perte nette d'étangs se soit ralentie ou inversée, la pollution reste omniprésente et il est prouvé que la biodiversité des étangs diminue constamment dans l'ensemble du paysage, même si le nombre d'étangs reste constant.

La qualité de l'eau est affectée par la pollution due aux activités humaines, notamment l'agriculture, l'élevage, le tourisme, l'urbanisation et la construction d'infrastructures (routes, voies ferrées, etc.). Selon l'Agence européenne pour l'environnement, 22 % des rivières et des grands lacs européens, et 28 % des eaux souterraines, sont affectés de manière significative



par la pollution diffuse provenant de l'agriculture conventionnelle, qu'il s'agisse de nutriments (nitrates et phosphates) ou de pesticides. Bien qu'il n'existe pas de statistiques européennes sur la pollution des étangs, la situation est probablement au moins aussi mauvaise pour eux. Environ 80 % des sites étudiés par **PONDERFUL** présentaient des concentrations élevées de nutriments, ce qui laisse supposer que la pollution par l'azote et le phosphore est largement répandue.

La mauvaise qualité de l'eau nuit à l'ensemble des milieux aquatiques, mais les étangs sont particulièrement vulnérables ; en raison de leur petite taille et de leur faible profondeur, ils ne disposent que d'un faible volume d'eau pour diluer les polluants. Pour aggraver la situation, une grande partie de leur biodiversité est très sensible à la pollution de l'eau (par exemple, les amphibiens, les libellules, les éphémères, etc.) Les étangs reliés à des ruisseaux et à des fossés sont encore plus menacés, car ces cours d'eau transfèrent souvent de l'eau polluée.



La destruction des habitats et la pollution de l'eau constituent des menaces pour les étangs et leurs paysages.



Unreal

### Le changement climatique

Nous constatons déjà les effets du changement climatique sur l'environnement d'eau douce. L'élévation du niveau de la mer, par exemple, est susceptible d'endommager les zones humides côtières, y compris les étangs, et les communautés de plantes et d'animaux spécifiques qui les habitent<sup>[5]</sup>. L'augmentation des températures moyennes et le dérèglement des saisons entraînent des changements dans les comportements de reproduction et les cycles de vie des espèces associées aux étangs, ainsi que des déplacements de leurs aires de répartition géographique.

Les phénomènes météorologiques extrêmes constituent également une menace pour les étangs et les paysages d'étangs. Par exemple, les fortes précipitations et les inondations peuvent augmenter les apports de pollution dans tous les types d'étangs. D'autre part, les mares temporaires, qui dépendent d'un assèchement régulier, connaissent déjà de longues périodes de sécheresse causées par le changement climatique<sup>[6]</sup>, tant dans le sud de l'Europe qu'à des latitudes plus élevées. On s'attend à ce que les sécheresses sévères réduisent la durée pendant laquelle les mares temporaires retiennent l'eau, endommageant ainsi les communautés végétales et animales qu'elles abritent, en particulier dans les régions méditerranéennes où certains paysages de mares se sont complètement asséchés. Même s'ils ne s'assèchent pas complètement, les étangs semi-permanents et temporaires peuvent devenir moins profonds en raison de la diminution des précipitations et de l'augmentation des taux d'évaporation, ce qui peut entraîner une eutrophisation accrue en raison de la concentration des substances chimiques dissoutes.

Les changements fonctionnels au sein des communautés d'étangs causés par le changement climatique (plus d'espèces tolérantes à la sécheresse, moins de groupes fonctionnels d'invertébrés collecteurs et déchetiers) sont susceptibles de modifier subtilement le fonctionnement des écosystèmes d'étangs. Cela risque d'entraîner de graves pertes de biodiversité d'eau douce et de limiter les services écosystémiques fournis par les mares temporaires (par exemple, réduction de l'approvisionnement en eau pour le bétail et augmentation des émissions de carbone en raison de l'assèchement plus fréquent des mares).

### Les espèces invasives

Les espèces exotiques envahissantes menacent les écosystèmes d'eau douce du monde entier, des étangs individuels aux paysages d'étangs entiers. Les étangs sont affectés à la fois par des plantes et des animaux non indigènes qui peuvent supplanter les espèces indigènes pour l'espace et les ressources.

Les plantes aquatiques envahissantes comme la crassule de Helms *Crassula helmsii* concurrencent les plantes indigènes pour l'espace et les ressources. Les poissons non indigènes, tels que le goujon asiatique *Carassius auratus*, qui ont la capacité de



se reproduire très rapidement, peuvent entraîner le déclin des poissons et d'autres espèces aquatiques. Les communautés végétales des zones humides dans les mares temporaires méditerranéennes peuvent également être endommagées par l'écrevisse des marais *Procambarus clarkii*, une espèce invasive non indigène. Les espèces envahissantes peuvent introduire des maladies ou des parasites, avec des risques particuliers pour les espèces indigènes, notamment dans le cas des populations d'amphibiens. Les écrevisses non indigènes posent également problème dans d'autres régions d'Europe, bien que les étangs soient moins touchés car ils sont généralement plus isolés du réseau fluvial. Les tortues terrestres non indigènes (par exemple la tortue à coulisse *Trachemys scripta*) sont également largement présentes dans les étangs européens.

Il est souvent très difficile, voire impossible, de contrôler les espèces envahissantes établies dans les étangs. Il est donc essentiel de prévenir l'introduction d'espèces non indigènes. Une action rapide pour éliminer les espèces envahissantes dès leur colonisation peut parfois permettre d'empêcher leur établissement et leur propagation.



© Rhododendrites



© Ashley Balsam Baz



© Miroslav Cvetič

Exemples d'espèces envahissantes dans les étangs :  
*Trachemys scripta* (ci-dessus), *Crassula helmsii* (à gauche),  
*Carassius auratus* (à droite).





### Changements dans l'utilisation des terres et les pratiques de gestion

Les étangs et les paysages d'étangs étaient traditionnellement utilisés à des fins très diverses dans l'agriculture, la sylviculture et l'industrie. Les masses d'eau étaient gérées activement en conséquence. Depuis l'intensification de l'utilisation des terres et de l'industrie, la gestion des étangs a été abandonnée dans de nombreuses régions, ce qui a conduit à l'atterrissement, à l'envasement et à l'ombrage excessif, ainsi qu'à la perte de biodiversité à l'échelle de l'étang et du paysage d'étangs. C'est particulièrement le cas dans les régions où le pâturage du bétail a été remplacé par des pratiques agricoles intensives, ce qui a entraîné la disparition des étangs et l'absence de gestion ou une mauvaise gestion des étangs subsistant. L'absence de perturbation (par exemple, des clôtures qui limitent l'accès par le bétail) ou une perturbation trop importante (par exemple, le surpâturage) peuvent toutes deux réduire la valeur de la biodiversité des étangs. Le défaut de gestion peut également affecter la fonctionnalité des étangs pour la gestion quantitative de l'eau ou le contrôle de la pollution au sein d'un territoire.

## 2.4 GESTION, RESTAURATION ET CRÉATION D'ÉTANGS

Les étangs existants doivent souvent être gérés ou restaurés, soit pour maintenir leur valeur en tant que solution fondée sur la nature, soit pour réintroduire des fonctions dans le paysage lorsque cela est techniquement et pratiquement réalisable (voir la section 4.1 pour les définitions de la gestion et de la restauration des étangs, y compris la renaissance des étangs « fantômes »). Les bonnes pratiques de gestion, la protection contre la pollution et, le cas échéant, la création d'étangs, sont autant de mesures essentielles au niveau du paysage d'étangs pour garantir le maintien de la diversité des types d'étangs et de la variété des stades de succession des étangs dans le paysage.

### Les étangs et paysages d'étangs dans les politiques publiques

Les étangs restent insuffisamment représentés dans la législation environnementale même si certains progrès sont réalisés. En Europe, trois principaux textes législatifs fournissent différents degrés de soutien à la protection et à la gestion des étangs et des paysages d'étangs :

- Loi sur la restauration de la nature
- Directive Cadre sur l'Eau
- Directive Habitats

Les différents États membres de l'UE et les pays hors d'Europe disposent également de lois nationales et régionales pour protéger les petits plans d'eau.

La Convention sur les zones humides a récemment adopté une résolution sur la conservation et la gestion des petites zones humides, y compris les étangs (Résolution XIV.15 « Améliorer la conservation et la gestion des petites zones humides »). Les étangs sont également représentés dans ses « Perspectives mondiales des zones humides 2018 » et ses « Perspectives mondiales des zones humides 2021 », dans lesquelles la Convention intègre les étangs dans sa définition des zones humides.

Le sujet des étangs et des paysages d'étangs dans la politique est traité en détail dans le document d'orientation politique **PONDERFUL** : « Utiliser les étangs et les paysages d'étangs comme solutions fondées sur la nature ».





## 3. Les étangs et les paysages d'étangs, des solutions fondées sur la nature pour relever les défis de la société

### 3.1 INTRODUCTION AUX ÉTANGS ET AUX PAYSAGES D'ÉTANGS EN TANT QUE SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

Les étangs et les paysages d'étangs peuvent apporter des solutions à toute une série de défis sociétaux. Il s'agit notamment de la protection et de l'amélioration de la biodiversité, de la réduction des risques de catastrophes naturelles (par ex. réduction des inondations, lutte contre les incendies), de la protection de la santé humaine (par ex. amélioration de la santé physique et du bien-être mental), de l'atténuation et de l'adaptation au changement climatique, des ressources en eau pour le bétail ou l'irrigation, et du développement social et économique, y compris les loisirs (randonnée, sports nautiques), les expériences liées à la nature (observation de la faune et de la flore) et la production de nourriture (poisson, bétail). Comme cela est largement développé dans ce manuel, ces solutions fondées sur la nature sont particulièrement adaptées pour répondre à plusieurs préoccupations majeures soulevées par le changement climatique.

Dans ce manuel, nous appliquons le cadre développé par l'UICN qui reconnaît le consensus scientifique croissant selon lequel « la nature est essentielle à l'existence humaine et à une bonne qualité de vie ». Si l'on ne reconnaît pas ce fait, on aboutit non seulement à un modèle de croissance économique qui sape les économies futures et contribue de manière significative à la perte de biodiversité, mais on rate également l'occasion d'utiliser la nature pour aider à résoudre des défis sociétaux majeurs tels que le changement climatique, la santé humaine, la sécurité alimentaire et la réduction des risques de catastrophes naturelles. Nous expliquons ici comment les étangs et les paysages d'étangs sont capables de fournir de multiples avantages dans de nombreux contextes différents, tout en soutenant simultanément la protection des ressources naturelles en eau douce. Cela signifie que la protection et la gestion des étangs et des paysages d'étangs peuvent contribuer de manière importante à relever les défis sociétaux et à garantir le rôle de la biodiversité dans les activités courantes d'autres secteurs.

Les défis sociétaux auxquels les étangs peuvent répondre sont déterminés par les caractéristiques de l'étang (la combinaison unique du sol et de la géologie, de l'hydrologie et du climat de la région où il est situé) et par le contexte culturel, économique et sociopolitique local. De nombreux étangs et paysages d'étangs sont des destinations de loisirs attrayantes et sont souvent utilisés pour les loisirs, et peuvent jouer un rôle clé dans l'éducation à l'environnement. Ils peuvent constituer des spécificités locales importantes en raison de leur biologie (étangs situés dans des réserves naturelles), de leur archéologie (par exemple, les étangs à poissons médiévaux en Angleterre et les tombes en pierre en Catalogne<sup>[7]</sup>) ou de leur histoire récente (étangs de cratères de bombes formés pendant la Seconde Guerre mondiale). Les gestionnaires doivent être informés des informations locales spécifiques concernant ces caractéristiques établies des étangs. Par exemple, il existe des guides sur la gestion des étangs en aquaculture<sup>[8]</sup>) et sur la protection des étangs présentant un intérêt archéologique.

Grâce aux efforts des gestionnaires et des scientifiques, nous reconnaissons de plus en plus les divers avantages des étangs et des paysages d'étangs. Outre les utilisations traditionnelles des étangs (étangs de jardin, étangs de stockage d'eau dans les zones agricoles et étangs piscicoles), nous voyons progressivement les étangs conçus ou entretenus pour de nouvelles utilisations. Il s'agit notamment de contribuer au bien-être et aux loisirs de la population dans les villes et leurs environs, de gérer la pollution de l'eau (par exemple, le drainage urbain durable) et de préserver la biodiversité. Ces nouvelles utilisations illustrent les relations dynamiques entre les sociétés et les étangs au XXI<sup>ème</sup> siècle.

Toute personne impliquée dans la gestion d'étangs et de paysages d'étangs doit prendre en compte une série de questions, y compris le contexte social, écologique, politique (local, régional et national), culturel et économique pour fournir les contributions de la nature aux populations ou les services écosystémiques, à la fois aujourd'hui et à l'avenir. C'est pourquoi il est nécessaire d'impliquer le plus grand nombre possible de parties prenantes et d'utilisateurs concernés, y compris des personnes opérant à tous les niveaux de la gestion des étangs. La négociation est souvent nécessaire pour trouver des compromis constructifs et efficaces en cas d'utilisations conflictuelles - voir chapitre 4.

Pour assurer le succès à long terme des solutions fondées sur la nature utilisant les étangs, nous avons besoin d'une plus grande sensibilisation du public et d'une meilleure acceptation des avantages qu'ils procurent. L'un des moyens d'y parvenir est de prendre en compte les opinions et les idées de la population locale lors de la conception de votre travail sur les étangs. Ce retour d'information peut aider à anticiper les problèmes potentiels. Il peut également vous aider à définir les objectifs prioritaires de vos projets de gestion, de restauration ou de création de paysages d'étangs. De cette manière, les projets utilisant les étangs comme solutions naturelles sont davantage susceptibles d'améliorer la qualité de vie et de promouvoir la durabilité du territoire. Un guide utile sur les techniques de mobilisation de la société civile est le « Do it yourself (DIY) manual for mobilising and engaging stakeholders and citizens in climate change adaptation planning and implementation » (manuel pour la mobilisation et l'engagement des parties prenantes et des citoyens dans la planification et la mise en œuvre de l'adaptation au changement climatique) de l'UE<sup>[9]</sup>.





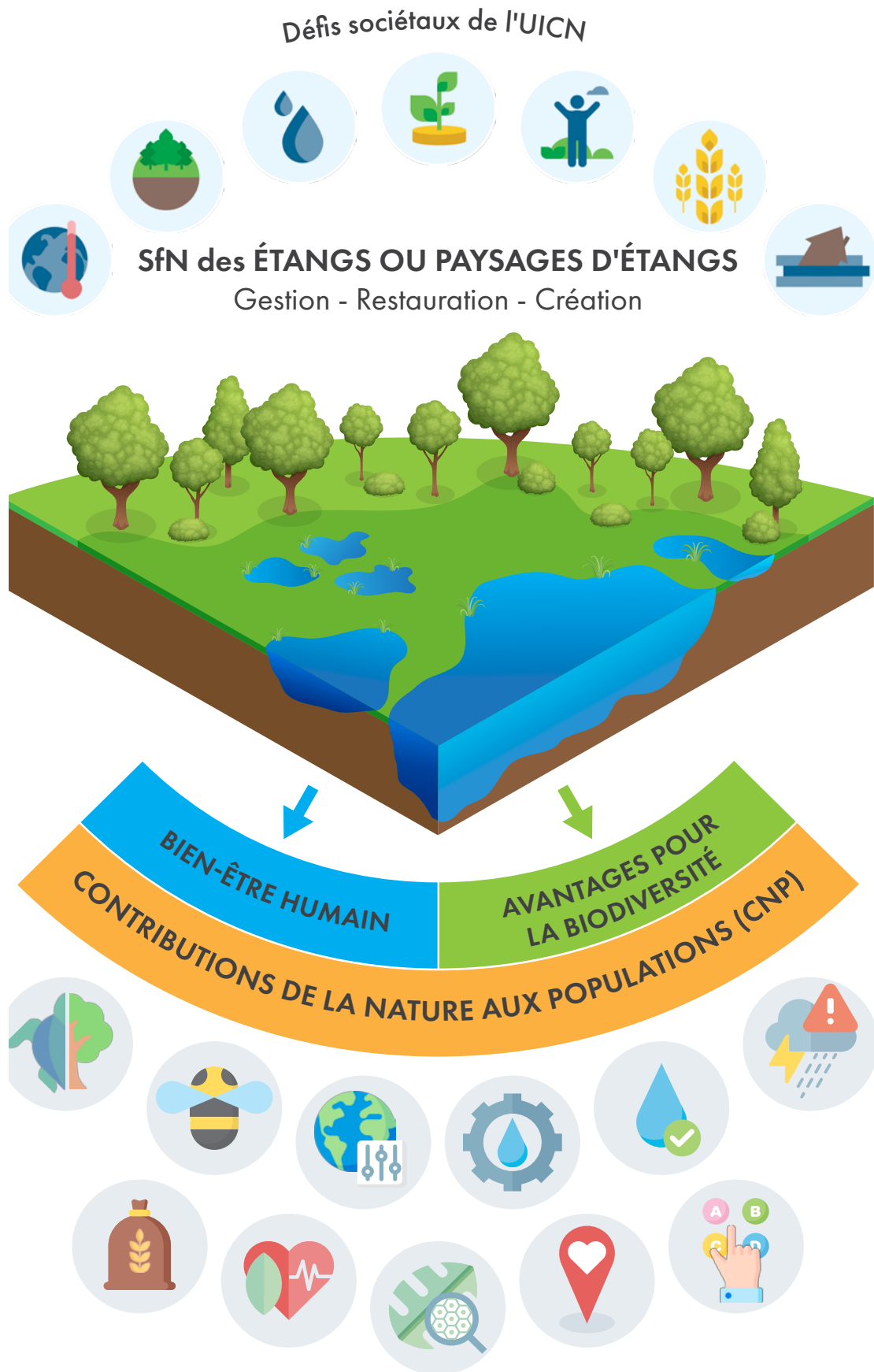


Fig. 3 - Les étangs et les paysages d'étangs sont des solutions fondées sur la nature pour l'adaptation et l'atténuation du changement climatique, offrant de nombreux avantages en matière de bien-être humain et de biodiversité.



**Tableau 2** - Les étangs et les paysages d'étangs représentent des solutions efficaces fondées sur la nature pour relever les sept défis sociétaux mondiaux identifiés par l'UICN.



#### **DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT ET PERTE DE LA BIODIVERSITE**

Les étangs sont remarquablement importants pour la conservation de la biodiversité, et les paysages d'étangs représentent des zones névralgiques de biodiversité. Malgré cela, les étangs ont été largement négligés et généralement sous-évalués.



#### **REDUCTION DES RISQUES DE CATASTROPHES NATURELLES**

Les étangs et les paysages d'étangs jouent un rôle fondamental dans l'atténuation des inondations et constituent également une réserve d'eau pour lutter contre les incendies.



#### **SANTE HUMAINE**

Les étangs et les paysages d'étangs offrent un large éventail de co-bénéfices aux sociétés humaines, tels que le soutien à la santé humaine et à la qualité de vie, des espaces pour les activités physiques ou l'interaction sociale, mais aussi des expériences émotionnelles, des activités éducatives et récréatives.



#### **ATTENUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ADAPTATION**

Compte tenu de leur abondance et de leur forte productivité biologique, les étangs influencent considérablement le cycle du carbone en agissant à la fois comme des puits et des sources de carbone.



#### **GESTION DE L'EAU**

Les étangs constituent une réserve d'eau particulièrement importante dans un contexte de pénurie. Ils sont particulièrement utiles pour fournir une source d'eau aux animaux et pour l'irrigation.



#### **SECURITE ALIMENTAIRE**

Les étangs et les paysages d'étangs sont des écosystèmes qui peuvent produire directement de la nourriture (par exemple, des crustacés, des poissons, des amphibiens, des oiseaux aquatiques). En outre, ils sont utilisés pour abreuver les animaux et la faune en général.



#### **DEVELOPPEMENT SOCIAL ET ECONOMIQUE**

La plupart des étangs et des paysages d'étangs sont en relation étroite avec la société. C'est pourquoi de nombreuses activités socio-économiques y sont développées, liées par exemple aux loisirs (randonnée, sports nautiques), aux expériences naturalistes (observation de la faune et de la flore) ou à la production alimentaire (poissons, bétail).

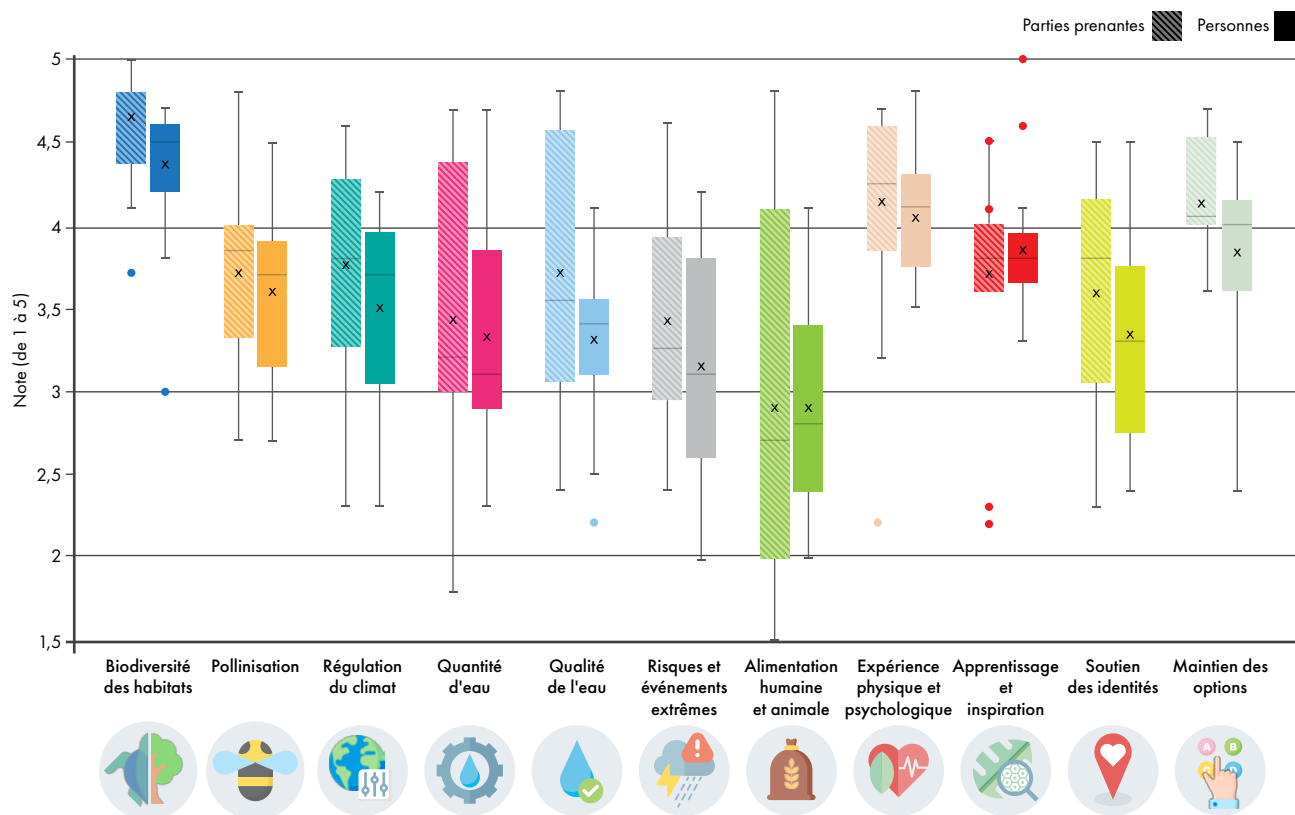


### 3.2 LES ÉTANGS ET LES PAYSAGES D'ÉTANGS EN TANT QUE FOURNISSEURS DE SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES ET DE CONTRIBUTIONS DE LA NATURE AUX POPULATIONS: VUE D'ENSEMBLE

Les étangs et les paysages d'étangs sont bénéfiques pour la biodiversité, car ils abritent collectivement plus d'espèces que les rivières, les ruisseaux ou les lacs, et peuvent également fournir une large gamme de services écosystémiques et de contributions de la nature aux populations. Ces services comprennent l'approvisionnement en eau, la lutte contre les inondations, la recharge des nappes phréatiques, la réduction de la pollution, les loisirs, les expériences physiques et psychologiques et le tourisme. Le fait qu'un étang puisse fournir de multiples services écosystémiques signifie que les étangs et les paysages d'étangs peuvent constituer d'excellentes solutions fondées sur la nature. Des paysages d'étangs en bonne santé sont susceptibles d'être plus résistants aux perturbations (telles que les incendies de forêt ou les sécheresses). Les dommages causés aux organismes ou aux processus écosystémiques de certains étangs peuvent être réparés si d'autres étangs en bonne santé existent dans le paysage d'étangs<sup>[10]</sup>.

Les services écosystémiques qu'un étang peut fournir dépendent de son caractère unique et de sa gestion. Un seul étang, considéré isolément, offre déjà des habitats précieux pour la faune et la flore, et peut également fournir plusieurs autres services écosystémiques. Parmi les 18 catégories de contributions de la nature aux populations identifiées par l'IPBES, les étangs sont particulièrement efficaces pour répondre à 11 d'entre elles. Une enquête menée sur les sites d'étude de **PONDERFUL** a révélé que la population locale et les parties prenantes attendent principalement des étangs qu'ils fournissent des habitats pour la biodiversité et des services culturels (expérience physique et psychologique, éducation et inspiration). Néanmoins, les gestionnaires peuvent avoir le besoin de sensibiliser les gens aux autres avantages qui sont souvent méconnus.

Aucun étang n'est susceptible de répondre à tous les défis sociétaux ou à toutes les contributions de la nature aux populations dont il est question dans ce manuel. En outre, certains des avantages offerts par les mares seront limités à cause de leur petite taille. Cependant, lorsqu'ils sont considérés collectivement, les avantages cumulés de plusieurs étangs fournissant les mêmes services écosystémiques, ou de nombreux étangs fournissant différents services écosystémiques (multifonctionnalité), rendent un paysage d'étangs particulièrement précieux pour l'adaptation au changement climatique et son atténuation, la conservation de la biodiversité et la fourniture d'autres contributions de la nature aux populations et de services écosystémiques.

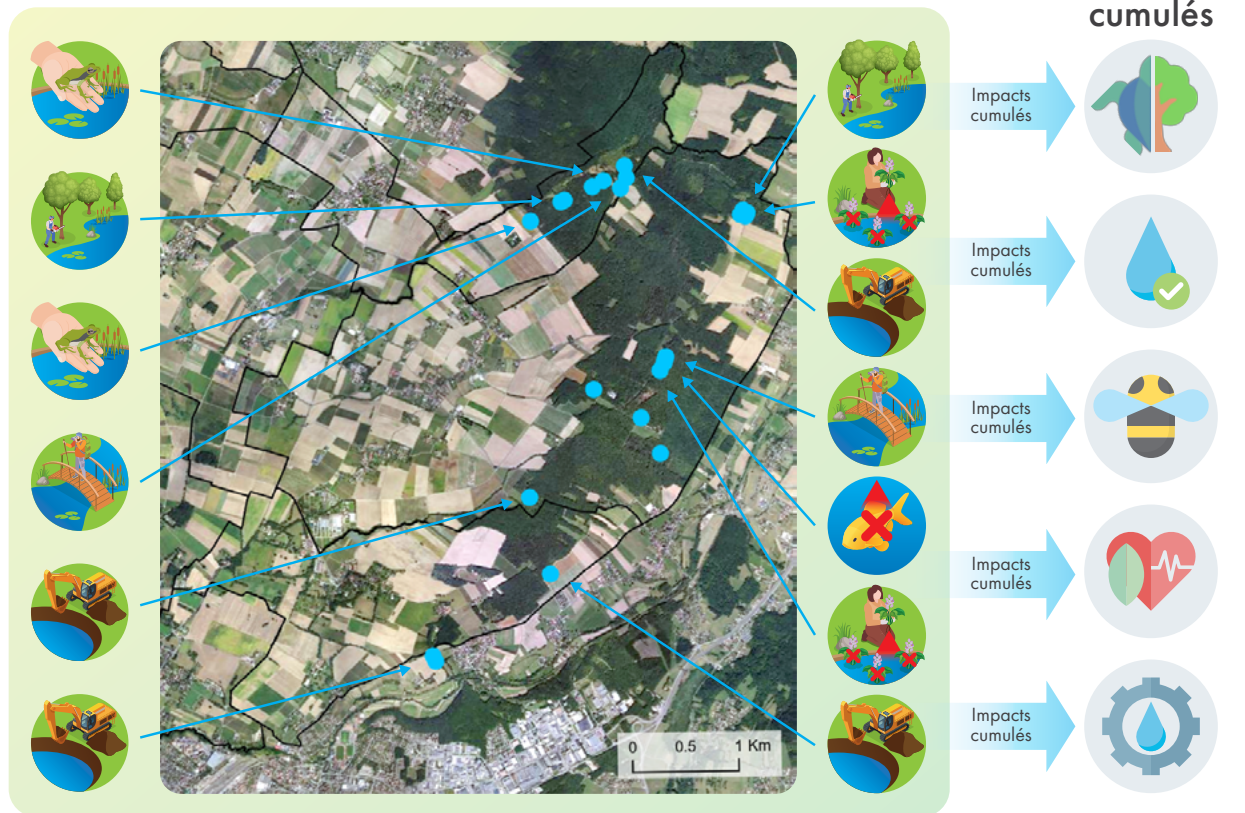


**Fig. 4** - Les parties prenantes et le grand public ont exprimé leurs attentes concernant les contributions de la nature aux populations apportées par les étangs et les paysages d'étangs (enquête **PONDERFUL**). Les diagrammes en boîte représentent la synthèse des notes (de 1 à 5, de la très faible à la très forte contribution) attribuées par 108 parties prenantes et 703 personnes (du Royaume-Uni, de l'Espagne, de la Suisse, du Danemark, de la Belgique, de l'Allemagne, de la Turquie et de l'Uruguay). La croix représente la moyenne et la barre horizontale la médiane.





## Paysage d'étangs et mise en œuvre des SfN (Solutions fondées sur la Nature)



**Fig. 5** - Les étangs fournissent de multiples contributions de la nature aux populations (ou avantages) dérivées des solutions fondées sur la nature mises en œuvre au Bois de Jussy, un paysage d'étangs en Suisse. Voir les success stories 6.1 et 6.3.

### 3.3 LES ÉTANGS ET LES PAYSAGES D'ÉTANGS : DES SOLUTIONS NATURELLES POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'ATTÉNUATION DE SES EFFETS

**Les étangs et les paysages d'étangs fournissent des services contribuant à l'adaptation au changement climatique et à l'atténuation de ses effets.**

Le changement climatique est un facteur majeur des défis auxquels la société est confrontée aujourd'hui. Plusieurs impacts liés au changement climatique conduisent à une réduction du bien-être humain :

- Le risque de catastrophe est accru, avec une augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations et des incendies ;
- La quantité d'eau diminue, avec une moindre disponibilité pour les écosystèmes ou les besoins humains. Ce stress hydrique est aggravé par la pollution de l'eau ;
- La sécurité alimentaire est compromise par la limitation de la disponibilité de l'eau en quantité et qualité ;
- Le déclin de la biodiversité s'aggrave car les espèces et les habitats subissent des changements de température et des variations de niveau d'eau, ainsi que des modifications de l'utilisation des sols qui endommagent les habitats.

Les étangs et les paysages d'étangs peuvent être utilisés pour relever efficacement ces défis. En particulier :

- Le changement climatique (et l'augmentation des températures) peut être atténué en gérant les étangs de manière à réduire leur production de gaz à effet de serre (GES) ;
- La création d'étangs permet d'augmenter et de diversifier les activités de loisirs régénérantes (par exemple, la randonnée, la natation, le repos) ;
- La qualité de l'eau sera améliorée par la création d'étangs capables d'épurer l'eau ;
- La quantité d'eau disponible sera augmentée par la création de nouvelles réserves d'eau ;
- Le risque d'inondation peut être réduit par la création de bassins d'orage, et les incendies peuvent être combattus grâce à l'eau stockée dans les bassins ;
- La production alimentaire (bétail, poisson) sera assurée par des étangs qui fournissent de l'eau et via la création d'étangs piscicoles ;
- La biodiversité bénéficiera de la création de tous les types de nouveaux étangs, à condition qu'ils soient bien conçus, protégés de la pollution et qu'ils offrent des habitats diversifiés.



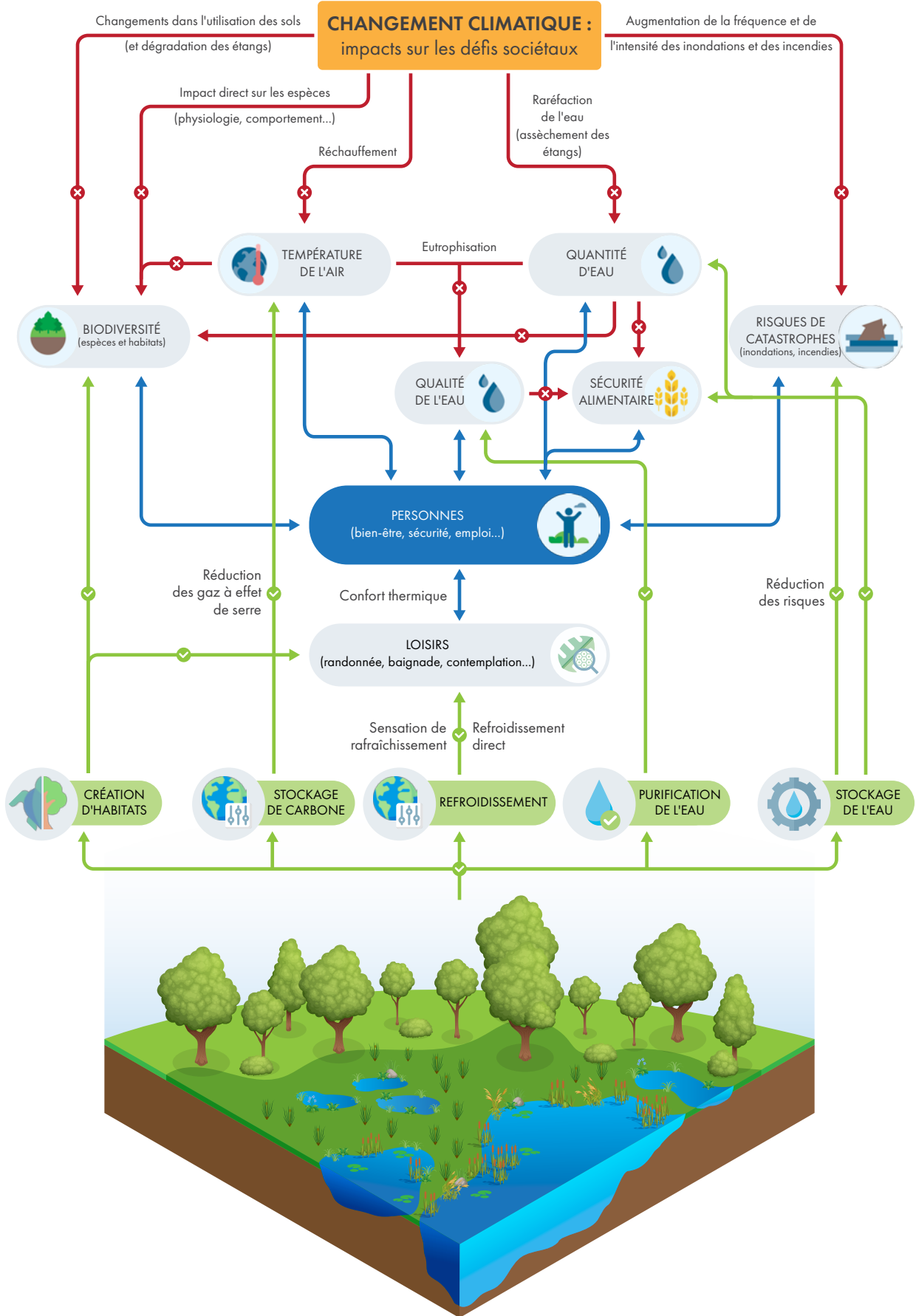


Fig. 6 - Les étangs peuvent nous aider à relever de nombreux défis sociétaux auxquels nous sommes confrontés en raison du changement climatique et à apporter de nombreuses contributions de la nature aux populations.





### Rôle dans l'enrayement du déclin de la biodiversité dû au changement climatique : dispersion, refuges, réservoir régional d'espèces

La gestion, la restauration et la création d'étangs sont des solutions fondées sur la nature qui ont un rôle crucial à jouer pour enrayer le déclin de la biodiversité des eaux douces dû au changement climatique, notamment en :

- Améliorant la connectivité des habitats pour les organismes aquatiques et terrestres
- Fournissant des refuges climatiques
- Maintenant les réserves régionales d'espèces
- Contrecarrant les effets du changement climatique qui sont supposés augmenter les sécheresses et les volumes d'eau polluée.

En tant qu'élément le plus diversifié de l'environnement aquatique dans de nombreux paysages, les étangs apportent une contribution vitale au maintien de la diversité de la vie en eau douce dans tous les endroits où ils se trouvent. La conservation, la création et la gestion durable des étangs sont donc essentielles au maintien et à l'amélioration de la biodiversité des eaux douces dans un contexte de changement climatique.

#### Améliorer la connectivité des habitats

Les étangs sont des éléments importants du paysage qui relient différents habitats. Ils peuvent servir de tremplins ou de corridors, permettant aux animaux et aux plantes de se déplacer et de se disperser dans des paysages fragmentés. Ils facilitent la dispersion en offrant des voies de déplacement aux individus. Ils permettent également la migration vers des régions plus fraîches dans les scénarios de changement climatique, contribuant ainsi à préserver ou à améliorer le flux génétique entre les populations. Cet échange génétique est essentiel au maintien de populations saines, car il peut renforcer le potentiel d'adaptation et améliorer la résilience face à l'évolution des conditions environnementales, y compris celles associées au changement climatique.

La dispersion est particulièrement importante pour permettre aux organismes vivants de s'adapter au changement climatique, car de nombreuses espèces devront déplacer leur aire de répartition géographique, par exemple vers des latitudes ou des altitudes plus élevées. La diversité de la vie dans les étangs signifie que ces petites masses d'eau peuvent également aider à repeupler les zones voisines qui subissent une perte de biodiversité en raison des effets du changement climatique, rendant ainsi les paysages plus résilients vis-à-vis de la perte de biodiversité en eau douce.

Un bon exemple de l'importance de la dispersion est la recolonisation de deux lacs en Sicile à partir des étangs environnants. Le lac Biviere di Gela est entouré d'un réseau dense de centaines d'étangs permanents et temporaires ; le lac Pergusa n'en a aucun. Les deux lacs s'étaient asséchés en raison de la surexploitation des eaux souterraines de la région, qui avait fait baisser le niveau de l'eau. Au fur et à mesure de leur remplissage, le lac entouré d'un réseau dense d'étangs a développé une flore algale plus riche que le lac sans étang adjacent. Il semble que, tout comme de nombreux organismes plus grands, le phytoplancton des réseaux d'étangs ait été capable de maintenir une communauté d'algues plus diversifiée que celle présente dans une zone comportant moins d'étangs<sup>[11]</sup>.

#### Fournir des refuges climatiques

Parce que les étangs offrent collectivement une grande variété d'habitats, ils constituent naturellement des refuges pour une grande variété d'espèces. Cette variété d'habitats peut être due à des différences hydrologiques d'un étang à l'autre (permanentes ou temporaires), à des différences locales de substrat (certains sont dominés par l'argile, d'autres par le sable) ou à des différences d'ombrage et de densité de végétation (certains étangs ont une végétation clairsemée, d'autres une végétation dense). Face au changement climatique, où les habitats d'eau douce plus vastes et plus uniformes (lacs, rivières, etc.) deviennent inadaptés pour de nombreuses espèces, la diversité des habitats que l'on trouve dans les groupes d'étangs signifie qu'ils sont plus susceptibles de continuer à fournir des conditions permettant la survie d'une flore et d'une faune diversifiées : en effet, les conditions de milieu varient beaucoup d'un endroit à l'autre, même dans des zones assez restreintes.

Au Royaume-Uni, la libellule à face blanche (*Leucorrhinia dubia*), qui a besoin d'un climat frais et qui migre progressivement vers le nord du pays, est un exemple de l'effet de la création d'étangs en tant que refuge climatique. La concurrence d'autres espèces de libellules qui étendent leur aire de répartition en raison du changement climatique pourrait avoir joué un rôle dans son déclin, tandis que des études en laboratoire montrent que les larves de la libellule à face blanche ont un taux de croissance réduit dans des conditions plus chaudes. Dans le nord-ouest de l'Angleterre, la création de nouveaux étangs de haute qualité dans les tourbières acides, combinée à une gestion correcte de l'habitat terrestre, est considérée comme un moyen d'empêcher l'extinction régionale de l'espèce en raison du réchauffement climatique. La création de nouveaux étangs fournit un habitat supplémentaire pour renforcer les petites populations de cette espèce, tant que les conditions climatiques restent appropriées<sup>[12]</sup>.

L'augmentation de la densité des réseaux d'étangs accroît également la taille des métapopulations de la plupart des espèces fréquentant les étangs, renforçant ainsi leur résistance aux effets du changement climatique. Dans toute l'Europe, mais surtout dans le Sud, on s'attend à ce que l'hydropériode (la période de l'année pendant laquelle les étangs sont « en eau ») soit plus imprévisible et qu'elle diminue considérablement. C'est pourquoi il est essentiel de maintenir ou de créer une diversité d'étangs dans le paysage afin de continuer à fournir des conditions permettant la survie d'une flore et d'une faune aquatiques diversifiées. Les étangs sont également importants pour la biodiversité terrestre car ils constituent l'une des rares sources d'eau dans certaines régions arides.



### Maintien des pools d'espèces régionaux

Pour assurer la résilience des populations d'eau douce, il est a priori important de maintenir des pools d'espèces régionaux. Un exemple de cette fonction peut être observé en Suisse dans les complexes d'étangs de haute altitude qui maintiennent l'assemblage d'espèces adaptées aux eaux froides, même si les températures de l'eau augmentent<sup>[13]</sup>. En Europe centrale, la création d'étangs contenant des eaux de haute qualité a contribué à maintenir le pool d'espèces régional en fournissant un habitat aux amphibiens menacés qui ne peuvent pas survivre dans un paysage d'étangs « ordinaire ». Même si les étangs sont déjà abondants dans ce paysage, ils ne sont pas d'une qualité suffisante pour maintenir les espèces peu communes sans un renforcement du paysage d'étangs par la création de nouveaux étangs en état de santé optimal.

## ENCADRE 2. Qu'est-ce qu'une « eau propre » ?

L'eau propre est définie comme une eau dont la chimie et la biologie seraient normales pour une zone donnée en l'absence de perturbations humaines. C'est ce que l'on appelle communément « l'état de référence », « la qualité de l'eau la moins altérée » ou « les niveaux de référence naturels ». Cette définition de l'eau propre est équivalente au statut « élevé » de la directive-cadre sur l'eau (DCE) de l'UE.

### Contrecarrer les effets du changement climatique susceptibles d'augmenter l'étendue des eaux polluées

L'augmentation des températures entraînera des effets d'enrichissement en nutriments plus intenses. Par conséquent, l'ajout d'eau à faible teneur en nutriments dans le paysage par la création de nouveaux étangs d'eau propre est supposé constituer un outil important d'atténuation du changement climatique. Le site de démonstration **PONDERFUL** Water Friendly Farming est un exemple de ce phénomène. Il s'agit d'un exemple pratique de la manière dont les nouveaux étangs ajoutent de l'eau propre au paysage, la création d'étangs doublant presque la superficie d'eau propre dans le paysage (voir la success story 6.4).

## 3.4 LES ÉTANGS ET LES PAYSAGES D'ÉTANGS : DES SOLUTIONS NATURELLES POUR LA CRÉATION ET LE MAINTIEN D'HABITATS

Les étangs sont des habitats riches et biodiversifiés. Collectivement, ils abritent plus d'espèces d'eau douce et de zones humides que tout autre habitat d'eau douce. Ils abritent également de riches assemblages de plantes terrestres et d'animaux semi-aquatiques. Collectivement, les étangs abritent également plus d'espèces rares et menacées que les autres habitats d'eau douce.

Les étangs abritent tous les groupes de plantes et d'animaux d'eau douce, et seules les communautés de poissons et d'oiseaux sont plus diversifiées dans les grandes masses d'eau. Les étangs constituent un habitat vital pour les amphibiens et un large éventail d'invertébrés, ils abritent une grande proportion de toutes les plantes d'eau douce et de zones humides, et sont probablement inégalés en ce qui concerne la diversité de leurs communautés d'algues. Seuls les groupes d'insectes qui sont particulièrement associés aux eaux courantes fraîches (par exemple les éphémères, les éphémères, les trichoptères) sont moins diversifiés dans les étangs que dans les eaux courantes ou les lacs. Dans les grandes plaines fluviales, les étangs reliés en permanence ou par intermittence à un canal principal sont importants pour les poissons.

De nombreuses espèces d'eau douce peu communes et menacées vivent dans les mares et en dépendent souvent. En Europe, les exemples incluent des invertébrés menacés tels que les crevettes têtards *Triops baeticus* et *T. vicentinus* que l'on trouve dans les mares temporaires méditerranéennes de la péninsule ibérique, la demoiselle dénommée *Lestes macrostigma*, une espèce que l'on trouve dans les mares et les lacs saumâtres côtiers et intérieurs, et le scarabée aquatique *Graphoderus bilineatus* que l'on trouve dans les mares et les petits lacs du nord de l'Europe. En outre, les étangs abritent 33 espèces d'amphibiens et 8 espèces lenticules d'odonates figurant à l'annexe 4 de la directive « Habitats », ainsi que 29 espèces de plantes aquatiques figurant à l'annexe 2 de la directive « Habitats ».

Les plantes aquatiques menacées que l'on trouve dans les mares comprennent des espèces méditerranéennes spécialistes des mares temporaires telles que la pilulaire naine (*Pilularia minuta*), l'isoète (*Isoetes setaceum*) et le trèfle d'eau de Lusitanie (*Marsilea batardae*). En Europe centrale, la damasonie *Damsonium alisma* (quasi-menacé) se trouve principalement dans les étangs. Plus au nord, les étangs servent d'habitat à des espèces telles que l'amarante (*Crassula aquatica*), la salicaire faux thésium (*Lythrum thesioides*), le flûteau nageant (*Luronium natans*) et la naïade élançée (*Najas flexilis*).

Les amphibiens associés aux étangs comprennent des espèces menacées dont l'aire de répartition est très restreinte, comme le crapaud à ventre jaune des Appenins (*Bombina pachypus*), la grenouille peinte tyrrhénienne (*Discoglossus sardus*) et la grenouille agile italienne (*Rana latastei*), ainsi que plusieurs espèces menacées plus répandues figurant sur la liste de la directive Habitats de l'UE, comme par exemple le crapaud à ventre jaune (*Bombina variegata*), le triton crêté (*Triturus cristatus*) et le crapaud calamite (*Epidalea calamita*).





Bien que les communautés de poissons soient normalement moins diversifiées que celles des grands lacs, les étangs situés dans la plaine inondable d'une rivière naturelle ou à proximité peuvent encore abriter des assemblages de poissons aussi diversifiés que ceux que l'on trouve dans la rivière. Les étangs qui ne sont pas reliés en permanence au lit principal de la rivière peuvent également être importants pour les poissons. Les étangs abritent des poissons menacés, comme par exemple l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) et l'Aphanius d'Espagne (*Aphanius iberus*). Des oiseaux peu communs tels que le grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*) et le canard pilet (*Anas acuta*), qui figurent sur la liste rouge européenne, utilisent les étangs pour se reproduire.

En plus d'être des habitats aquatiques riches, il est de plus en plus évident que les paysages d'étangs – la zone de terre autour des étangs - sont également plus riches en biodiversité qu'ils ne le seraient en l'absence d'étangs. Les paysages d'étangs comprennent toutes sortes d'habitats terrestres, des sommets des montagnes aux profondeurs des forêts. Les paysages d'étangs peuvent être urbanisés, cultivés ou présents dans des environnements naturels vierges. La gestion de ces terres, comme c'est le cas pour toutes les eaux douces, a un impact fondamental sur les étangs. De même, les étangs affectent le paysage. Par exemple, les chauves-souris sont supposées fréquenter davantage les habitats forestiers comportant des étangs. Les insectes émergeant des étangs fournissent davantage de nourriture aux oiseaux insectivores. Enfin, les amphibiens présents dans les étangs fournissent de la nourriture aux vertébrés tels que la cigogne blanche et la bondrée apivore.



▲ Crapaud à ventre jaune (*Bombina variegata*) © Benny Trapp

▼ Triton crêté (*Triturus cristatus*)  
© Pieter Jan Alles



▲ Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*)  
© João Manuel Lima

Trois espèces typiques des étangs menacées en Europe (répertoriées dans les annexes de la directive Habitats de l'UE)



▲ Etoile d'eau (*Damasonium alisma*)<sup>‡</sup>  
© Beat Oertli

▼ Triops (*Triops baeticus*)  
© jmneiva



▲ Grenouille peinte tyrrhénienne (*Discoglossus sardus*), espèce endémique du bassin de la mer tyrrhénienne<sup>†</sup>. © Benny Trapp

Trois espèces peu communes, typiques des mares temporaires méditerranéennes, menacées en Europe (Vulnérable ou En danger sur la liste rouge de l'UICN pour l'Europe<sup>‡</sup> ou sur l'annexe IV de la directive Habitats<sup>†</sup>).



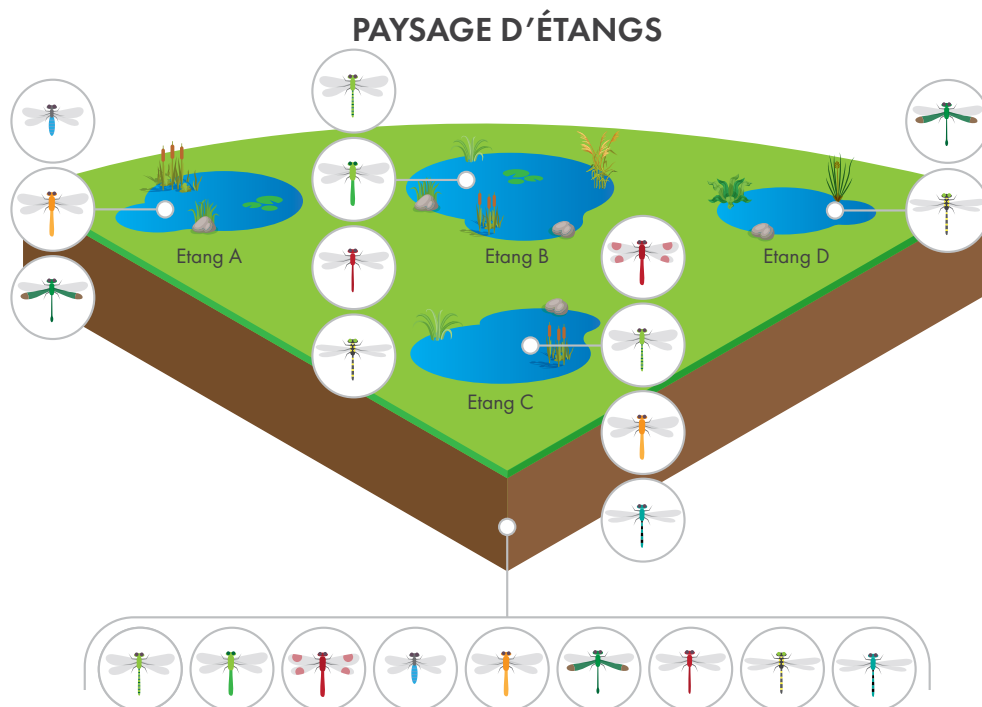
Plusieurs types d'étangs répondent aux critères des types d'habitats de l'annexe 1 de la directive Habitats de l'UE qui, dans l'UE28, en Islande, en Norvège, en Suisse et dans les pays des Balkans, doivent être maintenus ou rétablis dans un état de conservation favorable. Au Royaume-Uni, les étangs identifiés à l'origine comme nécessitant une protection au titre de la directive « Habitats » restent des habitats prioritaires au titre de la loi de 2006 sur l'environnement naturel et les communautés rurales (Natural Environment and Rural Communities Act 2006). Il s'agit des habitats suivants :

- 3110 Eaux oligotrophes contenant très peu de minéraux des plaines sablonneuses (*Littorelletalia uniflorae*) ;
- 3130 Eaux stagnantes oligotrophes à mésotrophes avec végétation de *Littorelletalia uniflorae* et/ou *Isoeto-Nanojuncetea* ;
- 3140 Eaux oligo-mésotrophes dures avec végétation benthique de *Chara* spp. ;
- 3150 Lacs eutrophes naturels avec végétation de type *Magnopotamion* ou *Hydrocharition* ;
- 3160 Lacs et étangs naturels dystrophes ;
- 3170 Mares temporaires méditerranéennes ;
- 3180 Turloughs (étang temporaire calcaires d'origine karstique, principalement en Irlande) ;
- 2190 Étendues dunaires humides ;
- 21A0 Machairs (zones fertiles de bord de mer en Écosse et en Irlande).

Bien que tous les noms d'habitats de l'annexe 1 ne comportent pas le mot « étang » dans le titre, toutes les définitions de l'UE pour ces habitats mentionnent les étangs dans les descriptions d'habitats. Cependant, bien qu'un grand nombre d'étangs entrent dans les catégories d'habitats prioritaires, une cartographie précise de leur emplacement n'a pas encore été réalisée.

La richesse biologique des étangs reflète probablement plusieurs facteurs différents. Il s'agit d'un type d'habitat d'eau douce ancien, abondant et naturel, qui a existé tout au long de l'histoire de l'évolution des organismes d'eau douce. Cela a peut-être permis la diversification des espèces depuis que la vie a colonisé l'eau douce. Dans de nombreux paysages naturels, les étangs ont probablement été les habitats d'eau douce les plus nombreux. Les mares temporaires, en particulier, constituent des habitats depuis des millions d'années.

La plus grande concentration d'étangs se trouve souvent dans des zones décrites comme des zones humides. Il s'agit en fait de complexes d'étangs permanents et temporaires étroitement mêlés à des lacs, des eaux courantes et des habitats terrestres. Parmi les exemples européens, citons le parc national de Doñana en Espagne, la rivière Bierbza en Pologne et le parc national de Hortobágy en Hongrie. Dans la plupart des « districts lacustres » européens (zones où les lacs sont fréquents), les étangs sont en fait les habitats d'eau douce les plus nombreux (bien que les lacs aient une superficie et un volume plus importants). Les vastes systèmes de tourbières du Nord de l'Europe comptent probablement des millions d'étangs.



**Fig. 7** - Exemple de la manière dont la biodiversité est renforcée dans un étang. Les quatre étangs différents (A, B, C, D), présentant chacun des caractéristiques physiques et chimiques différentes, hébergent chacun 2 à 4 espèces de libellules (richesse alpha). Comme chaque communauté est différente, avec un léger chevauchement dans la composition des espèces, la diversité bêta est élevée (c'est-à-dire la différence entre les étangs) et par conséquent la richesse accumulée du paysage de l'étang (diversité gamma ; A+B+C+D) est nettement plus élevée, atteignant dans total 9 espèces.





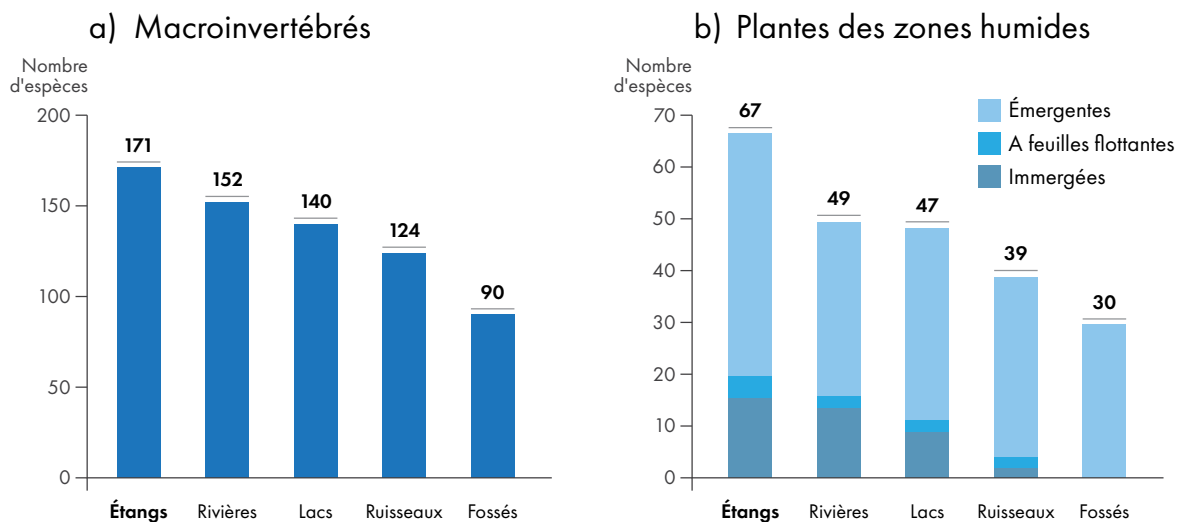
Collectivement, les étangs représentent une forte proportion des masses d'eau quasi vierges restantes dans de nombreux paysages, en particulier dans les zones dominées par des terres agricoles ou urbaines génératrices de pollution. Les étangs ayant généralement de petits bassins versants, il est courant que ces derniers soient entièrement composés de terres proches de l'état naturel (landes, prairies à faible teneur en intrants, bois et forêts, landes et prairies non fertilisées) peu ou pas exposées aux impacts générés par l'homme (par exemple, engrais, pesticides, eaux usées et autres polluants). En revanche, les masses d'eau dont les bassins versants sont plus étendus sont beaucoup plus susceptibles d'être exposées à ces facteurs préjudiciables.

Cela augmente encore la diversité des types d'étangs en fournissant des refuges aux espèces qui ont besoin d'une eau exempte de polluants (« eau propre »), aujourd'hui largement absente des grandes masses d'eau. La richesse caractéristique des étangs, la protection contre les facteurs de stress et l'hétérogénéité se conjuguent dans les paysages d'étangs pour contribuer à leur richesse et à leur diversité biologique insoupçonnées.

### Les paysages d'étangs comparés à d'autres habitats d'eau douce

Les étangs présentent une diversité physique et chimique naturelle par rapport aux eaux courantes. Cela contribue à la diversité des organismes d'eau douce qu'ils abritent.

La richesse des étangs a été mise en évidence pour la première fois au début des années 2000 par les travaux du Freshwater Habitats Trust au Royaume-Uni.<sup>[14]</sup> Contrairement aux attentes, il a été démontré que les étangs d'un paysage agricole européen typique abritaient collectivement plus d'espèces de plantes d'eau douce et de macroinvertébrés aquatiques que les rivières, les lacs, les ruisseaux ou les fossés (Fig. 8).



**Fig. 8** - Une étude menée par Freshwater Habitats Trust (Royaume-Uni) dans un paysage agricole a révélé que, collectivement, les étangs abritaient plus d'espèces de plantes d'eau douce et de macroinvertébrés aquatiques que les autres plans d'eau<sup>[14]</sup>.

Cette tendance a été confirmée dans les paysages de montagne et de plaine du Royaume-Uni, mais aussi au Danemark, en Allemagne et en France, ainsi qu'en Pologne, en Chine et au Bhoutan. Le site de démonstration **PONDERFUL** Water Friendly Farming fournit peut-être le meilleur exemple à ce jour de la contribution élevée des étangs à la biodiversité d'eau douce de l'ensemble du paysage (voir l'exemple de réussite Water Friendly Farming au chapitre 6). On ne sait pas encore si ce schéma se retrouve dans l'hémisphère sud ou sous les tropiques.



### Atouts et contraintes liés à l'utilisation des étangs pour protéger la biodiversité des eaux douces

Les étangs offrent d'énormes possibilités de protéger efficacement la biodiversité des eaux douces contre les impacts humains, y compris les effets du changement climatique. Les principales possibilités pratiques offertes par les étangs sont les suivantes :

- **La richesse des étangs** : Les étangs fournissent des habitats à un très large éventail d'espèces d'eau douce, dont beaucoup sont menacées d'extinction à l'échelle locale, régionale, européenne ou mondiale.
- **La protection et la création d'habitats de haute qualité** : Bien que la gestion de l'eau douce se concentre généralement sur l'amélioration des habitats endommagés, de nombreux étangs restent en bon état et doivent être protégés. La création de nouveaux étangs dans des endroits stratégiques est un bon moyen d'établir de nouveaux habitats d'eau douce de haute qualité. Cela est plus difficile à réaliser pour les rivières et les lacs.
- **De bons résultats écologiques** : There is excellent evidence of the effectiveness of ponds in enhancing freshwater biodiversity. This contrasts with much work on the management of rivers and lakes, where evidence for biodiversity benefits is less consistent.
- **S'engager avec les citoyens** : Les étangs peuvent être trouvés et créés dans un large éventail d'endroits. Cela permet à de nombreuses personnes de protéger la biodiversité des eaux douces.
- **La petite taille peut être synonyme de moindres coûts** : Les étangs sont relativement petits, ce qui signifie que le coût de la protection (par exemple, les micro-réserves), de la gestion et de la création est inférieur à celui de plus grands milieux. Combinés à leur plus grande efficacité lorsque la création et la gestion sont bien organisées, ils constituent une option très attrayante pour la protection et la restauration de la biodiversité des eaux douces.

Les principaux obstacles à l'utilisation des étangs pour protéger la biodiversité des eaux douces et réduire les effets du changement climatique sont les suivants :

- **L'argent** : Malgré son faible coût, le financement de la création et de la gestion des étangs est très limité par rapport aux fonds disponibles dans les secteurs public et privé pour la protection des eaux plus vastes et de certains habitats terrestres.
- **Les politiques et la législation** : La politique de l'eau est encore très défavorable aux petits plans d'eau, bien qu'un changement soit en train de s'opérer. La plupart des habitats d'étangs ne sont pas inclus dans les directives et lois relatives à l'eau et à la conservation, et ce manque de protection est une cause majeure de leur déclin. Des lois nationales et internationales plus appropriées protégeant les étangs, ainsi que des incitations financières à la conservation et à la création d'étangs, sont cruciales. Trois questions politiques clés doivent être abordées :
  - Garantir l'inclusion des étangs dans la législation visant à protéger l'environnement aquatique. À l'heure actuelle, les étangs sont mieux représentés dans la politique de conservation de la nature (par exemple, en Europe, la directive Habitats de l'UE). Il y a un déficit de protection globale pour les étangs en tant qu'eaux douces dans l'UE en raison de la manière dont la directive-cadre sur l'eau est généralement mise en œuvre. Celle-ci donne la priorité à la typologie du système B, qui exclut de toute réglementation efficace des millions de petits lacs et d'étangs d'une superficie inférieure à 50 hectares. En Amérique du Nord, des exclusions similaires de la législation sur la politique de l'eau sont traitées par l'identification des « eaux vulnérables ». Il s'agit notamment des zones humides non inondables (comparables aux « étangs » européens) et des cours d'eau d'amont ;
  - Veiller à ce que les décideurs politiques pensent toujours aux milieux aquatiques de petite et de grande taille. La tendance de longue date à considérer que les grands écosystèmes aquatiques sont plus importants que les petits a faussé la politique et nuit gravement au soutien pratique de l'utilisation des étangs pour la protection de la biodiversité des eaux douces ;
  - Veiller à ce que les eaux douces soient aussi considérées dans la politique de protection des réseaux d'habitats. Bien que l'on sache depuis longtemps que les plantes et les animaux d'eau douce utilisent de multiples habitats dans le paysage, ce n'est que récemment que l'idée de réseaux d'habitats a commencé à s'imposer. Les concepts de réseau d'eau douce (Royaume-Uni) et de mosaïque d'écosystèmes d'eau douce (Amérique du Nord) en sont deux exemples.
- **Identifier les étangs de haute valeur environnementale** : Dans la pratique, il est essentiel de donner la priorité aux efforts de conservation sur les étangs où la biodiversité des eaux douces est la plus importante ou la plus vulnérable. Toutefois, les méthodes de surveillance et d'évaluation normalisées au niveau national font encore défaut. Cette situation est liée à la longue tradition de l'écologie des eaux douces qui consiste à négliger les petites étendues d'eau. Néanmoins, les politiques visant à reconnaître et à cartographier les étangs de haute valeur se développent. La politique britannique d'identification des « étangs prioritaires », l'inventaire des étangs en Basse Belgique, l'inventaire fédéral des sites de reproduction des amphibiens d'importance nationale en Suisse et une série d'initiatives en France (par exemple, la carte interactive des étangs du Loir-et-Cher) en sont de bons exemples. Ces programmes identifient les étangs les plus importants (il y a probablement des centaines de milliers d'étangs biologiquement importants en Europe) afin de s'assurer que les habitats de haute qualité sont conservés. Il s'agit du même principe que le concept de « non-détérioration » de la directive-cadre sur l'eau, selon lequel la priorité absolue est de protéger les masses d'eau qui sont déjà en bon état, et la seconde priorité est de restaurer les habitats dégradés.



### 3.5 LES MEILLEURES STRATÉGIES ET LES CONSEILS POUR AMÉLIORER LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES ET LES CONTRIBUTIONS DE LA NATURE AUX POPULATIONS FOURNIS PAR LES ÉTANGS

Dans cette section, nous résumons les services écosystémiques et les contributions de la nature aux populations fournis par les étangs et les paysages d'étangs. Dans la mesure du possible, nous fournissons des données, des conseils utiles et des exemples de réussite (chapitre 6) issus du projet **PONDERFUL** ou d'autres travaux de l'équipe du projet **PONDERFUL**.

#### Régulation des risques et des événements extrêmes : gestion naturelle des inondations

Les étangs et les paysages d'étangs peuvent stocker de grandes quantités d'eau, en particulier si les étangs ont des zones profondes étendues, des zones connexes peu profondes et/ou une zone tampon en amont qui peut être temporairement inondée. Les étangs et les paysages d'étangs sont donc très utiles pour la gestion des eaux de ruissellement. Le volume potentiel d'eau pouvant être stocké dans un paysage d'étangs peut être très important, et il est vraisemblablement moins coûteux à mettre en place que des structures artificielles. Grâce aux avantages cumulés de chaque étang, les paysages d'étangs peuvent réduire de manière significative le risque d'inondation car le stockage fourni retardera et réduira les débits de pointe (Fig. 9).

En plus d'atténuer les risques d'inondation, le fait de retenir l'eau dans le paysage peut réduire les effets des sécheresses extrêmes, notamment en fournissant de l'eau pour la lutte contre les incendies.

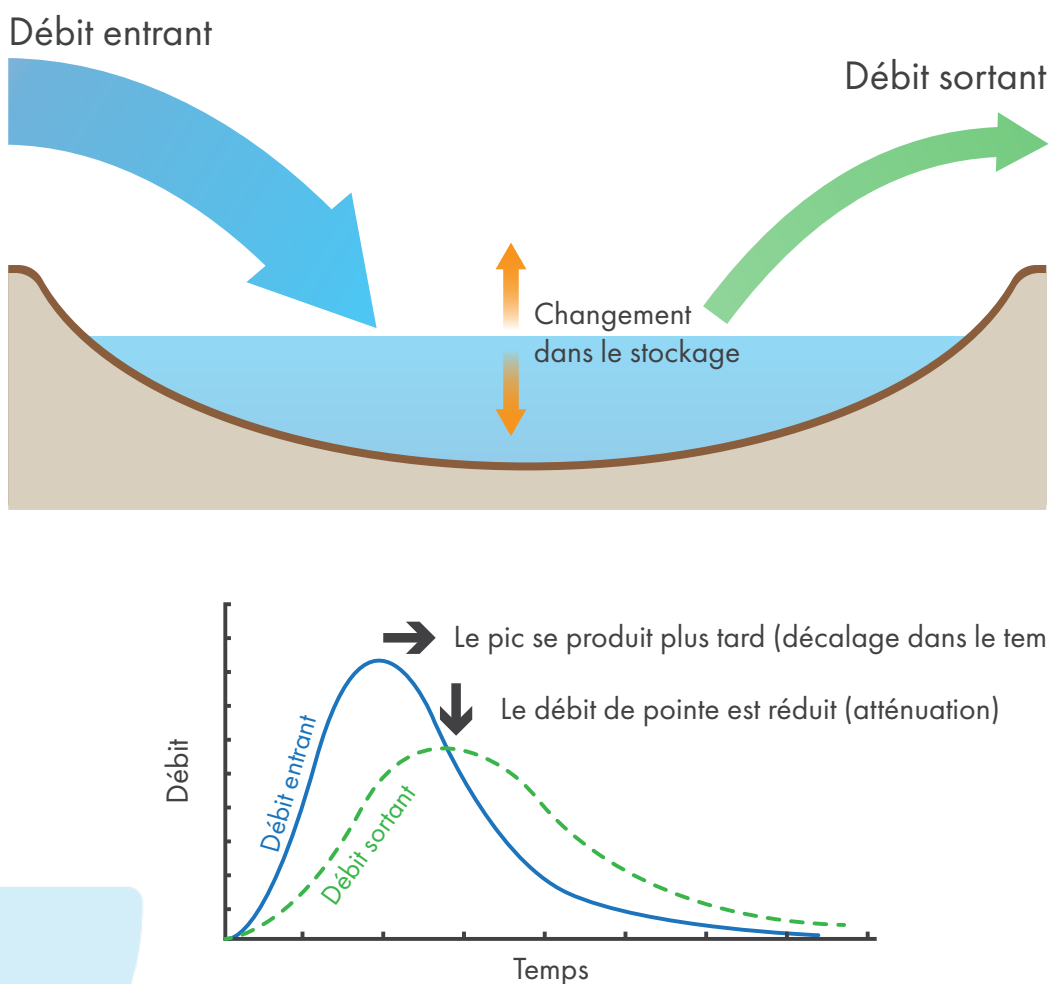
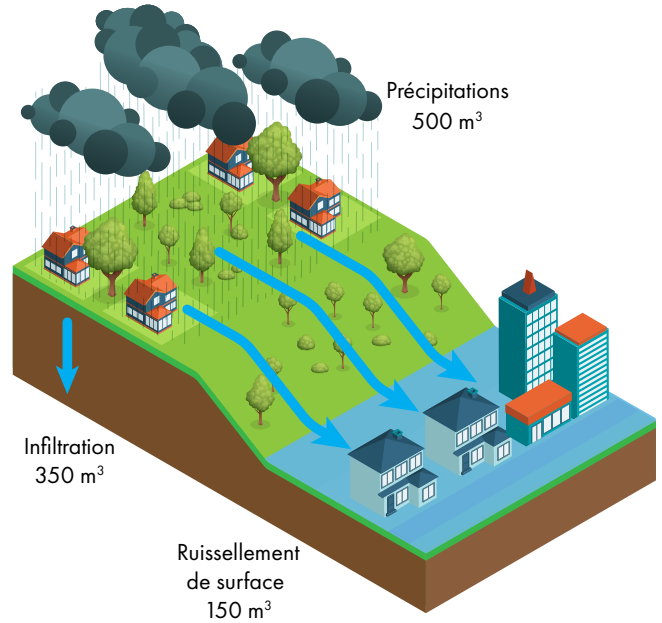
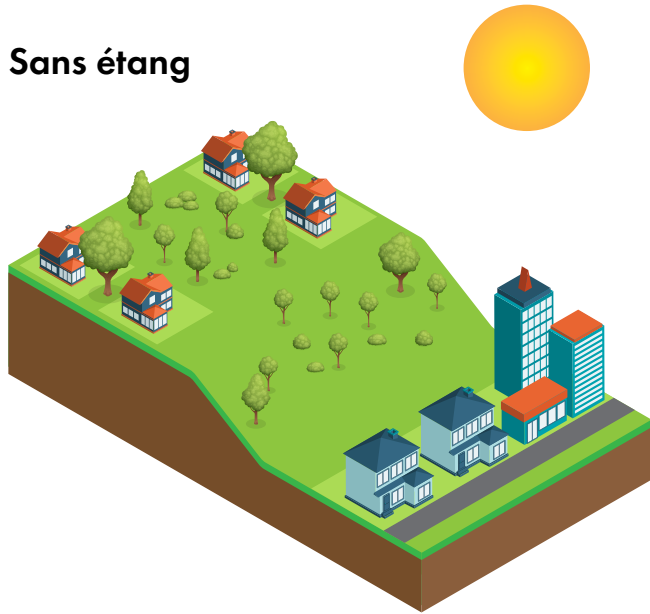


Fig. 9 - Les étangs peuvent réduire et retarder considérablement les débits de pointe lors d'inondations.



Sans étang



Avec étangs

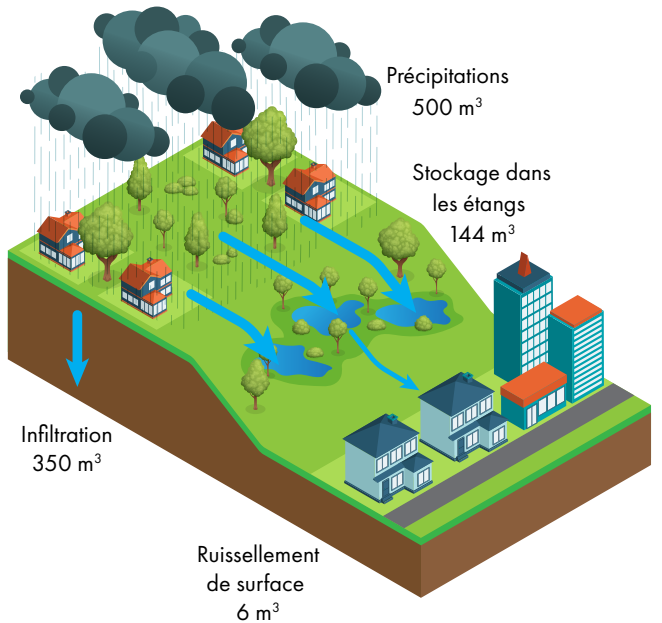


Fig. 10 - Illustration simplifiée du bénéfice apporté par un petit paysages d'étangs (trois étangs de 500 m<sup>2</sup>) situé dans le bassin versant d'une zone urbaine. La figure de gauche présente la situation sans le paysage d'étang, avant (en haut) et après (en bas) une tempête. La figure de droite présente la même situation, mais avec l'avantage de l'aménagement de trois bassins de 300 m<sup>2</sup> avec une zone de rabattement capable de stocker 144 m<sup>3</sup> d'eau de pluie, réduisant ainsi le risque d'inondation.



CONSEILS POUR AMÉLIORER LE STOCKAGE DE L'EAU :

- Paysage d'étangs dense (nombreux étangs). Créez autant d'étangs que possible dans le paysage d'étang et, si possible, essayez de récupérer les eaux de pluie et de pluie des toits ou en utilisant des fossés ou des rigoles qui profitent de la topographie pour diriger l'eau vers les étangs.
- Surfaces et profondeurs de bassin optimisées (aussi grandes que possible)
- Grande zone de bordure pour chaque bassin (avec grande zone inondable)
- Les calculs et modèles hydrauliques peuvent aider à concevoir les étangs et les aménagements d'étangs.



SUCCESS STORY  
6.2



### Régulation de la quantité d'eau douce

Les étangs retiennent l'eau dans le paysage, ce qui permet d'apporter plusieurs contributions de la nature aux populations, notamment la régulation des risques (voir l'exemple précédent), l'approvisionnement en eau pour l'agriculture, le bétail et la faune, la production de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux, ainsi que le maintien de la biodiversité (section 3.5).

Les étangs représentent environ 30 % de la surface de l'eau sur la planète. Le stockage de l'eau est probablement l'une des solutions naturelles les plus anciennes liées aux étangs dans les paysages agricoles. Il comprend non seulement l'utilisation directe de l'eau par les animaux (bétail, animaux sauvages) ou pour l'arrosage des cultures, mais aussi la fourniture d'habitats pour les animaux sauvages (amphibiens, chauves-souris, libellules, autres invertébrés) et les animaux d'élevage (poissons, tortues, grenouilles, canards, invertébrés) ou les plantes (par exemple le cresson, la menthe) exploitées par l'homme pour l'alimentation. Le stockage de l'eau dans les étangs est également une ressource importante pour les animaux sauvages, en particulier dans les régions méridionales de l'Europe (par exemple, la Méditerranée) et dans les scénarios de changement climatique. Des étangs et des paysages d'étangs ont été créés dans le monde entier à cette fin. Aujourd'hui, ce service revêt une importance croissante compte tenu de la pénurie d'eau annoncée.

Les solutions efficaces fondées sur la nature doivent, par définition, être bénéfiques pour la biodiversité. Les bassins de stockage d'eau gagneront donc également à être conçus de manière à créer de bons habitats pour la biodiversité. Deux facteurs sont importants : premièrement, si l'eau stockée n'est pas polluée, la biodiversité en bénéficiera considérablement. Deuxièmement, il convient que les berges et le lit de l'étang restent naturels : les étangs de stockage d'eau sont souvent créés à l'aide de matériaux artificiels (béton, revêtements en plastique), ce qui donne lieu à des habitats de qualité médiocre. Dans la mesure du possible, les étangs devraient être creusés dans l'argile, le gravier ou le sable, car ces substrats naturels permettent de créer des étangs offrant des habitats de meilleure qualité. La gestion à l'échelle du paysage d'étangs peut également favoriser un mélange de types d'étangs, certains étant utilisés pour la production alimentaire et d'autres pour la protection de la faune et de la flore.



◀ De nombreux étangs ont été créés au Moyen-Âge pour la production de poissons (par exemple, la Dombes, en France). Toujours gérés à cette fin aujourd'hui, ils représentent des hotspots pour la biodiversité locale. © Joël Robin

▶ L'abreuvement du bétail est souvent une contribution caractéristique des étangs, avec des paysages d'étangs abritant une grande biodiversité (par exemple en Uruguay). © Freshwater Habitats Trust



◀ Les grands systèmes artificiels, comme ce réservoir utilisé pour l'irrigation, pourraient être remplacés par des solutions naturelles. © Lio Voo







**CONSEILS POUR AMÉLIORER LE STOCKAGE DE L'EAU ET LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES ASSOCIÉS :**

- Si la pression exercée par le bétail est élevée dans le paysage des étangs, il peut être utile de clôturer les étangs les plus riches en biodiversité (partiellement ou complètement). Notez que pour de nombreux étangs, un pâturage léger est vital et naturel.
- Un simple abreuvoir peut être installé en aval d'un étang, ce qui permet de gérer plus aisément la pression du bétail et de la faune.
- Les étangs piscicoles bénéficient de berges occupées par une végétation de bordure, offrant des zones de frai pour les poissons et des habitats pour d'autres organismes (oiseaux, amphibiens, invertébrés) et contribuant à réduire les niveaux de nutriments dans l'étang ; les densités de poissons devraient être proches de celles des communautés naturelles de poissons.
- Les étangs à trop forte densité de poissons doivent être évités car la qualité de l'eau s'en ressentira, ce qui aura un impact à la fois sur les poissons et sur la biodiversité en général.



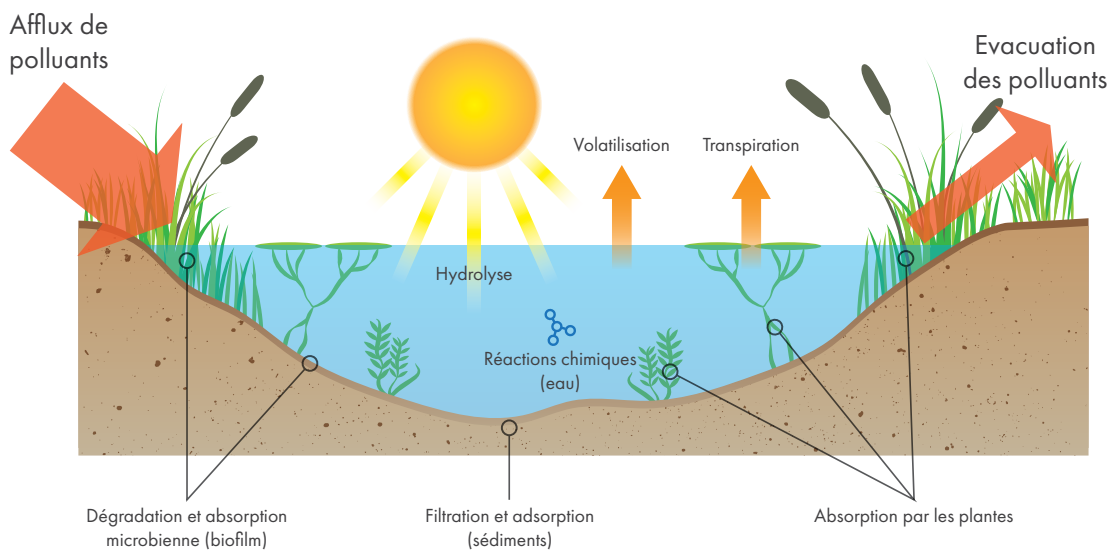
**SUCCESS STORY**  
6.5

**Amélioration de la qualité de l'eau**

Chaque étang a un potentiel de purification de l'eau, qui augmente généralement avec l'abondance de la végétation aquatique et avec la taille et la profondeur de l'étang. L'impact cumulé de nombreux étangs suppose qu'un grand paysage d'étangs avec une forte densité d'étangs a un potentiel exceptionnel de purification de l'eau. Les paysages d'étangs ont donc été mis en œuvre en tant que solutions naturelles pour améliorer la qualité de l'eau dans les paysages agricoles et urbains (par exemple, en Irlande, le Dunhill Integrated Constructed wetland<sup>[15]</sup>). L'épuration concerne non seulement les nutriments, mais aussi une série d'autres polluants, tels que les matières en suspension, les métaux lourds, les pesticides, les biphényles polychlorés, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les perturbateurs endocriniens, les sels et les bactéries.

Afin de maximiser la valeur du paysage des étangs pour le contrôle de la pollution, les étangs doivent être situés entre les sources de pollution et les masses d'eau à protéger (étangs, ruisseaux ou rivières). Il s'agit souvent de la partie supérieure du bassin versant, mais aussi des zones riveraines et des plaines inondables situées en aval. L'utilisation d'étangs pour intercepter les polluants peut augmenter la superficie des habitats d'eau propre de tous types, si les étangs sont bien conçus et gérés. Les étangs ayant le potentiel d'épuration le plus élevé ont une surface et un volume importants, un temps de rétention long et une végétation dense. Par exemple, la présence de végétation dense à roseau commun (*Phragmites australis*) en zone de bordure confirme leur fort potentiel d'épuration.

Le changement climatique, avec l'augmentation de la température de l'eau et la raréfaction de l'eau, aggravera les effets de l'eutrophisation. Les paysages d'étangs représentent donc une solution pour améliorer la qualité de l'eau dans les bassins versants et les paysages, à la fois par l'interception de la pollution et par la création de nouvelles masses d'eau propres.



**Fig. 11** - L'épuration dans les étangs est liée à l'effet cumulatif de divers processus : filtration, dégradation chimique (par exemple photodégradation, hydrolyse), dégradation microbienne, volatilisation, adsorption sur les sédiments, la végétation et la matière organique, et absorption par les plantes et les bactéries.





### CONSEILS POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ DE L'EAU :

- Paysage d'étangs dense (nombreux étangs)
- Surface et profondeur des étangs optimisées (aussi grandes que possible) - temps de rétention de l'eau élevé dans les étangs
- Entretien régulier (débroussaillage) de la végétation émergée pour favoriser l'absorption et l'élimination des polluants
- Éviter l'utilisation d'engrais et de pesticides dans le bassin versant de l'étang
- De grandes surfaces de plates aquatiques, en particulier au niveau de la végétation de bordure (des roseaux, par exemple).
- L'infiltration et l'écoulement vertical peuvent également être favorisés.



SUCCESS STORY  
6.3

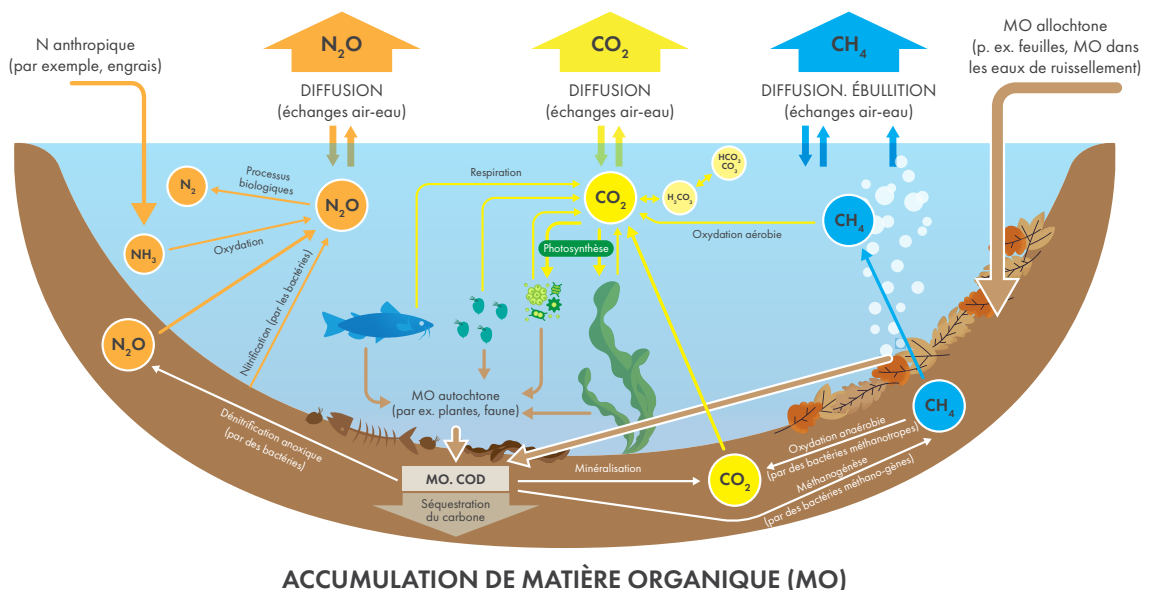
### Régulation du climat : séquestration du carbone

Les étangs sont les habitats d'eau douce les plus nombreux de la planète et constituent souvent des systèmes très productifs avec une végétation dense et des taux élevés de photosynthèse et de respiration. Cela conduit à un piégeage important du carbone par les algues et les plantes vasculaires, qui se dépose ensuite dans les sédiments du bassin. Néanmoins, les étangs sont également sources de grandes quantités de gaz à effet de serre (par exemple dioxyde de carbone et méthane), surtout lorsqu'ils sont pollués, ce qui signifie que les étangs ont un impact important sur le cycle mondial du carbone. Nous devons donc comprendre et quantifier de manière adéquate comment ces processus se produisent dans les étangs et les moyens de maximiser la séquestration du carbone et de minimiser les autres émissions de gaz à effet de serre. Il est donc crucial de connaître la manière dont la gestion peut aider les étangs à agir davantage comme des puits de carbone que comme des sources de carbone.

### Quels sont ces gaz à effet de serre et comment sont-ils produits ou piégés dans les étangs ?

De nombreux processus opérant dans les étangs produiront ou piégeront les trois principaux gaz à effet de serre : le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde nitreux. Ces processus sont liés à la fois aux activités de la végétation et des communautés microbiennes, mais aussi aux conditions physico-chimiques (notamment l'abondance d'oxygène et de nutriments) et à la quantité de matière organique. Le potentiel de réchauffement climatique est le plus élevé pour l'oxyde nitreux (265 fois plus puissant que le dioxyde de carbone), par ailleurs le méthane a un potentiel de réchauffement 28 fois plus élevé sur 100 ans que le dioxyde de carbone.

Les processus qui produisent ou piègent des gaz à effet de serre dans un étang sont : la photosynthèse, la respiration, la décomposition de la matière organique, l'activité microbienne (y compris la méthanogenèse, la méthanotrophie et la dénitrification), la sédimentation et les réactions chimiques (par exemple l'oxydation, la réduction) (voir Fig. 12). Il existe deux principaux processus par lesquels les gaz à effet de serre sont rejetés dans l'atmosphère : la diffusion (échanges moléculaires entre l'air et l'eau de méthane, de dioxyde de carbone et de protoxyde d'azote) et l'ébullition, qui consiste en l'émission de bulles formées dans le sédiment, qui ont une très forte concentration de méthane. L'ébullition ne se produit que dans les eaux peu profondes, à moins de 10 m de profondeur, et constitue le type dominant d'émission de méthane dans les étangs.



### ACCUMULATION DE MATIÈRE ORGANIQUE (MO)

Fig. 12 - Processus se déroulant dans l'étang conduisant à l'émission par diffusion ou ébullition des trois gaz à effet de serre (en haut : N<sub>2</sub>O – oxyde nitreux ; CO<sub>2</sub> – dioxyde de carbone ; CH<sub>4</sub> – méthane) et à la séquestration du carbone dans les sédiments (en bas). MO – Matière organique ; COD – Carbone Organique Dissous.



Le méthane est principalement produit en situation anaérobie (en l'absence d'oxygène), lorsque les bactéries traitent la matière organique présente dans les sédiments et la colonne d'eau par méthanogenèse. En présence d'oxygène, le méthane peut être transformé en dioxyde de carbone par des bactéries méthanotrophes. Le méthane peut également être oxydé pour former du dioxyde de carbone dans des conditions anaérobies.

Le dioxyde de carbone est un sous-produit de la respiration, un processus utilisé par toutes les plantes, animaux, champignons et bactéries. Il est également produit par des altérations de la chimie des carbonates induites par le pH et par la photo-oxydation du carbone organique dissous (qui est en partie produite par la décomposition de la matière organique). La production de dioxyde de carbone est également liée à l'oxydation du méthane, comme expliqué ci-dessus. Pendant la journée, le dioxyde de carbone est utilisé par le phytoplancton, les algues et les plantes aquatiques via la photosynthèse et libéré la nuit lorsque la respiration est le processus dominant.

L'oxyde nitreux est produit par l'activité bactérienne (dénitrification ou nitrification) dans des conditions riches en azote. Les niveaux élevés d'azote dans les plans d'eau sont souvent causés par la pollution humaine, notamment l'utilisation d'engrais agricoles et l'évacuation des eaux usées. Des études ont montré que les étangs peuvent être à la fois une source et un puits d'oxyde nitreux. Un certain nombre d'études, y compris les données **PONDERFUL**, ont montré que les étangs sont des puits de  $N_2O$ .

### Quel est le bilan entre l'accumulation de carbone et l'émission de gaz à effet de serre ?

Les étangs sont probablement les écosystèmes les plus efficaces par unité de surface de la planète pour piéger le carbone mais aussi pour produire des gaz à effet de serre, comme le soulignent les enquêtes **PONDERFUL**. Il existe également des variations considérables dans les schémas saisonniers, les émissions tendant à être plus élevées en été mais avec des variations substantielles entre les sites.

Étant donné que les étangs peuvent à la fois stocker et libérer du carbone, il est important de prendre en compte le bilan de la séquestration du  $CO_2$  par rapport aux émissions de  $CO_2$  afin de calculer leur effet global. Des enquêtes **PONDERFUL** et des expériences en mésocosme montrent que l'augmentation des températures combinée à l'augmentation du niveau de nutriments rend un étang plus susceptible d'être un émetteur net. Ainsi, face à la hausse des températures, il est essentiel de maintenir les niveaux de nutriments aussi bas que possible. De plus, l'abondance de plantes submergées enracinées semble favoriser une séquestration nette. À l'inverse, les étangs présentant des concentrations élevées d'oxygène dissous et de faibles niveaux d'azote total (le phosphore semble jouer un rôle moindre dans cette relation) sont plus susceptibles d'être un puits plutôt qu'une source de gaz à effet de serre. En développant davantage notre compréhension du rôle des étangs dans le cycle du carbone, les étangs avec des taux de séquestration nets plus élevés seront particulièrement utiles pour une étude plus approfondie afin de savoir comment la gestion peut orienter le système vers le stockage du carbone.

L'analyse par le projet **PONDERFUL** des actions de solutions fondées sur la nature a été menée sur 180 étangs, mises en œuvre dans 93 étangs/paysages d'étangs de 24 pays. Cette analyse a révélé qu'à l'heure actuelle, les solutions fondées sur la nature pour les étangs, mises en œuvre par les gestionnaires, se concentraient principalement sur l'adaptation au changement climatique (en particulier la réglementation des dangers et des événements extrêmes, et maintien de la quantité d'eau) plutôt que l'atténuation. Aucune mesure spécifiquement utilisée pour réduire les émissions de gaz à effet de serre ou pour améliorer la capacité des étangs à devenir des puits de carbone n'a été signalée.

### Quels types de bassins présentent de faibles émissions de gaz à effet de serre ?

L'émission de gaz à effet de serre est affectée par les concentrations de nutriments et d'oxygène dissous. De faibles niveaux d'oxygène dissous sont associés à une augmentation des émissions de méthane et de dioxyde de carbone à l'échelle annuelle et saisonnière. L'enrichissement en nutriments, en particulier en azote, a été constaté dans l'ensemble de données **PONDERFUL** comme étant associé à une augmentation des émissions de dioxyde de carbone et de méthane.



#### CONSEILS POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DES ÉTANGS :

- créer des étangs dotés de colonnes d'eau bien oxygénées (par exemple ouverts au vent pour favoriser le brassage de la colonne d'eau)
- gérer le paysage pour créer des bassins versants « propres » pour les étangs, en veillant à ce que les étangs soient pauvres en nutriments



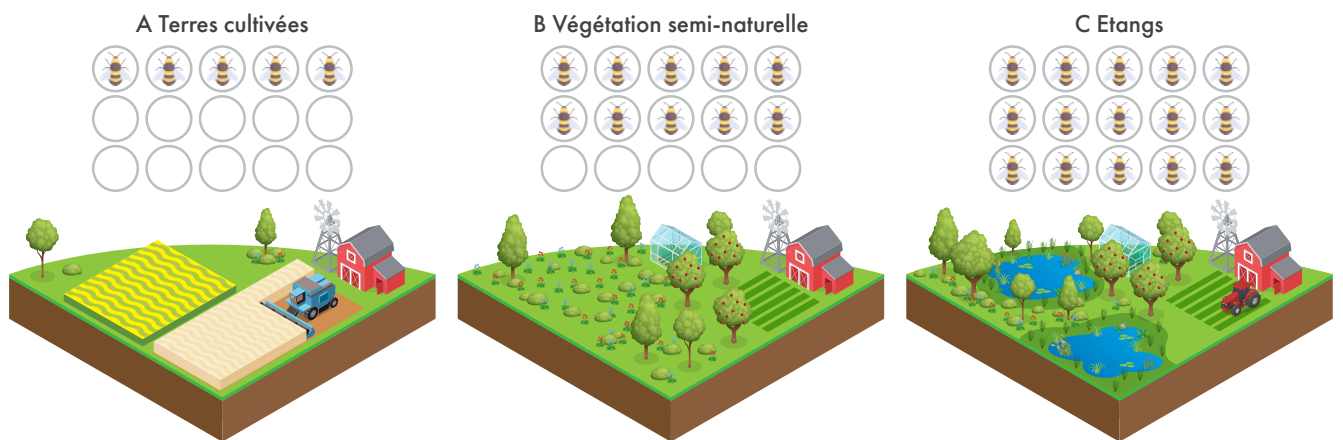
SUCCESS STORY  
6.4



## La pollinisation

Parmi les services écosystémiques et les contributions de la nature aux populations fournis par les étangs, la pollinisation est souvent négligée par les gestionnaires. Cependant, les parties prenantes des sites de démonstration de **PONDERFUL** ont souvent mentionné la pollinisation comme un service important qui pourrait être fourni par les étangs, ce qui témoigne d'une prise de conscience croissante de cette question. En effet, plusieurs études (par exemple au Royaume-Uni, en Suède, en Allemagne et en Suisse) ont fait état d'une plus grande abondance de pollinisateurs à proximité des étangs des zones agricoles, ce qui peut avoir un impact positif sur la pollinisation des cultures. L'abondance des pollinisateurs est particulièrement élevée lorsque les étangs ont une ceinture de végétation aquatique riche en fleurs (voir Fig. 13).

La plupart des espèces d'abeilles et de syrphes (les principaux groupes de pollinisateurs) ne se développent pas dans l'eau. En revanche, elles utilisent régulièrement les étangs et les berges végétalisées pour y trouver du pollen et du nectar précieux (provenant des fleurs), ainsi que de l'eau pour s'abreuver. La mosaïque d'habitats le long des berges et dans les zones environnantes fournit également à de nombreuses espèces des sites de nidification. Par exemple, le sol nu est essentiel pour plusieurs espèces d'abeilles solitaires, tandis que le bois mort et d'autres matières végétales en décomposition peuvent fournir un habitat de reproduction et de nidification pour les abeilles, les guêpes, les fourmis et les syrphes.



**Fig. 13** - Dans le paysage agricole, la zone de bordure d'un étang (c) peut potentiellement accueillir trois fois plus de pollinisateurs (abondance d'abeilles et de syrphes) qu'un champ cultivé (a). Cet habitat accueille également nettement plus de pollinisateurs que la végétation terrestre semi-naturelle dépourvue d'eau stagnante (b).



### CONSEILS POUR AMÉLIORER LA POLLINISATION :

- Favoriser la présence et la diversité des plantes aquatiques dans les zones de bordure, si possible avec des espèces qui fleurissent à des périodes différentes.
- Maintenir une large ceinture de végétation émergente riche en fleurs (par exemple *Mentha* spp, *Lysimachia* spp, *Lotus* spp, *Potentilla* spp, *Galium* spp, *Alisma* spp, *Epilobium* spp, *Lycopus* spp, *Cirsium* spp).
- Promouvoir une proportion élevée d'étangs dits ouverts en début de succession dans le paysage des étangs. La végétation ligneuse doit être contrôlée voire éliminée.



## IMPORTANCE DES ÉTANGS POUR L'ÉDUCATION ET L'INSPIRATION, LA SANTÉ ET LE BIEN-ÊTRE

### (a) Expériences physiques et psychologiques

Les environnements naturels, y compris les eaux douces, sont aujourd'hui largement reconnus pour leurs effets bénéfiques sur la santé et le bien-être des personnes et pour les expériences physiques et psychologiques qu'ils procurent. Les « trames bleues » ont également été associés à l'atténuation du stress et de l'anxiété. Une méta-analyse récente, qui a quantifié les effets des trames bleues sur la santé, a conclu qu'ils étaient comparables aux bienfaits pour la santé via les trames vertes<sup>[16, 17]</sup>.

Les expériences physiques et psychologiques liées aux étangs ont été signalées comme le deuxième service le plus important fourni par les paysages d'étangs dans les enquêtes **PONDERFUL** menées auprès des parties prenantes et de la population locale (voir section 3.2). Ces expériences sont largement liées à la biodiversité et à la présence d'eau. Avec le changement climatique, l'association des étangs à ces expériences augmentera sans doute, en partie grâce à l'effet de refroidissement local potentiel lié aux paysages d'étangs. De nombreuses activités sont associées, directement ou indirectement, aux paysages d'étangs. Il s'agit notamment de l'observation de la faune et de la flore, de la randonnée, des pique-niques, du cyclisme, de la contemplation et de la relaxation, de la pêche, de la chasse, de la navigation de plaisance, de la natation, de la photographie de la nature et de la création artistique.



◀ Pique-nique, cyclisme © Beat Oerli

▼ Activités de loisirs comme la navigation © Sílvia Martins



Contemplation, contact avec la nature © Freshwater Habitats Trust

### (b) Education et inspiration

Les étangs sont un outil précieux pour l'éducation à l'environnement, en particulier lorsqu'ils font partie d'un paysage avec d'autres masses d'eau connectées. Les avantages des étangs pour les activités éducatives sont leur petite taille et leur accessibilité (ce qui les rend plus faciles à explorer que des milieux plus profonds) et leur grande diversité d'espèces (qui sont faciles à observer et présentent une variété et une singularité spectaculaires de formes, d'écologie et de caractéristiques biologiques).

En outre, les caractéristiques physiques (température, par exemple) et chimiques (nutriments, conductivité, par exemple) des étangs peuvent être mesurées pour aider les citoyens à en savoir plus sur les écosystèmes. Ils permettent également d'accéder facilement à la compréhension d'autres sujets plus complexes (flux de carbone, productivité, chaînes trophiques, cycles de vie, métamorphose, etc.) Cela signifie que les étangs offrent des possibilités d'apprentissage aux élèves de tous âges, ainsi qu'au grand public. En milieu urbain, de nombreux étangs sont créés dans un but éducatif et d'inspiration, en particulier dans les écoles, mais aussi dans les jardins privés.



#### CONSEILS POUR AMÉLIORER LA VALEUR ÉDUCATIVE :

- Les panneaux d'information sont des outils pédagogiques importants et populaires. Un large éventail d'options est disponible (par exemple, différentes tailles et conceptions variées dont certaines avec interactivité) pour convenir à tous les publics et à tous les budgets.
- Organiser des activités éducatives en plein air en utilisant les étangs pour promouvoir un contact étroit avec les plantes et les animaux et leur identification, en aidant à développer des rapports avec le plan d'eau et à favoriser une compréhension de la richesse des étangs.
- La création d'étangs dans les cours d'école, les jardins publics et les fermes pédagogiques constitue une ressource éducative précieuse. Les étangs et les paysages d'étangs sont des milieux parfaits pour participer à des activités scientifiques citoyennes, telles que l'inventaire des espèces, la mesure de la qualité de l'eau et même l'échantillonnage de l'ADN environnemental.



SUCCESS STORY  
6.7







De nombreuses ONG organisent régulièrement des événements sur les étangs en tant qu'outils pédagogiques parce qu'ils sont communs, nombreux et importants. © Freshwater Habitats Trust

Des panneaux d'information peuvent être installés autour des étangs, abordant différents thèmes liés à la biodiversité et au fonctionnement de ces plans d'eau. © Beat Oertli



Les abris pour oiseaux sont très appréciés du public. © Freshwater Habitats Trust

## EFFET DE RAFRAICHISSEMENT

Les grands étangs et les réseaux denses de plans d'eau peuvent avoir un effet rafraîchissant. Ces étangs ou paysages d'étangs peuvent réduire la température de l'air de 2 à 3 °C, bien que cela dépende de l'heure de la journée car un réchauffement peut être observé pendant la nuit. Les avantages les plus marqués sont observés lorsque la trame bleue (y compris les eaux courantes) est associée à une trame verte (arbres, arbustes, haies, prairies, etc.). L'effet de rafraîchissement peut atteindre jusqu'à 6 °C de température physiologique équivalente si le paysage d'étangs est couvert d'arbres. Cette matrice bleu-vert est particulièrement efficace pour réduire les températures dans les villes où cette solution naturelle peut limiter l'effet d'îlot de chaleur urbain.

Les étangs plus petits (moins de 2500 m<sup>2</sup>) n'ont pas d'impact significatif sur la température de l'air. Cependant, ils ont des effets positifs reconnus sur les personnes, en créant une sensation de fraîcheur qui contribue à l'amélioration du bien-être. Cet impact psychologique est lié au fait de voir, d'entendre (fontaines, jets d'eau), de toucher ou d'être proche de l'eau (ponts, bancs et pontons). Ces sensations sont possibles dans les petits plans d'eau urbains ainsi que dans les étangs d'ornement.

La natation est particulièrement populaire dans les grands étangs naturels pendant les mois d'été. La demande de nouvelles zones de baignade augmente rapidement et est liée à l'augmentation de la fréquence et de la durée des vagues de chaleur.





S'arrêter à proximité de l'eau (p. ex. ponts et bancs) procure une sensation de fraîcheur particulièrement appréciée par les gens en période de canicule. © Adrienne Sordet



▶ Dans les paysages d'étangs dits naturels, l'association des étangs avec des infrastructures vertes (par exemple des arbres) est particulièrement efficace pour réduire la température de l'air. © Beat Oertli



Le contact direct avec l'eau (par exemple la baignade) rafraîchit. © Markus Spiske



### CONSEILS POUR OBTENIR UN EFFET DE REFROIDISSEMENT :

- Associer les étangs à une infrastructure verte (arbres soigneusement placés à proximité de l'étang, mais sans le couvrir, en particulier du côté sud).
- Mettre en place des éléments qui rapprochent les populations de l'eau (par exemple, des ponts, des pontons, des rives ouvertes, des plates-formes, des sentiers, des bancs).
- Fournir des installations pour faciliter la baignade



SUCCESS STORIES  
6.6 ET 6.11











## 4. Pratiques de gestion, restauration et création d'étangs et de paysages d'étangs pour une adaptation au changement climatique

### 4.1 LES PRINCIPES DE LA GESTION, LA RESTAURATION ET LA CRÉATION D'ÉTANGS ET DE PAYSAGES D'ÉTANGS

Ce chapitre décrit comment planifier et concevoir un programme concret de gestion, restauration et création d'étangs et de paysages d'étangs pour aider à s'adapter au changement climatique et à ses effets. Ces interventions sont nécessaires pour obtenir le meilleur bénéfice des étangs et paysages d'étangs en tant que solutions fondées sur la nature. Sans elles, la valeur des étangs et paysages d'étangs va décroître, réduisant leur capacité à nous fournir des services qui nous aident à nous adapter au changement climatique et à le réduire.

Un guide de l'ensemble du processus est fourni, depuis la définition des objectifs à la création et la gestion des étangs individuels ou des paysages d'étangs. Ce chapitre inclut aussi des nouveaux modèles de « CLIMA-Ponds » créés lors du projet **PONDERFUL**, étangs conçus spécifiquement pour fournir des bénéfices pour l'atténuation du dérèglement et l'adaptation au climat (voir Section 4.6).

### APERÇU DES OBJECTIFS-CLÉS ET DES PRINCIPES POUR QUE L'ÉTANG OU LE PAYSAGE D'ÉTANGS FOURNISSE CONCRÈTEMENT DES SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

#### Quelles sont les solutions fondées par la nature d'un étang et d'un paysage d'étangs ?

Les étangs et paysages d'étangs sont des solutions fondées sur la nature qui fournissent une gamme de bénéfices pour les humains et les autres espèces, incluant l'adaptation et l'atténuation du changement climatique. Pour être qualifiées de solutions fondées sur la nature, les actions, mesures et interventions doivent apporter des bénéfices à la fois aux populations et à la nature, incluant des bénéfices économiques.

Les mesures qui peuvent être appliquées aux étangs et paysages d'étangs pour rehausser leur rôle de solutions fondées sur la nature entrent en général dans 3 catégories :

- **Gestion des étangs comme solutions fondées sur la nature** : appliquer des mesures concrètes aux étangs et paysages d'étangs existants pour maintenir leur fonction de solutions fondées sur la nature. Ceci peut impliquer une gestion régulière de la végétation aquatique, des espèces invasives ou de l'ombrage pour favoriser une espèce végétale ou animale en particulier, ou maintenir un bon point de vue pour les observateurs de la vie sauvage ou les amoureux de la nature. La gestion peut aussi être utilisée pour ralentir ou inverser la succession écologique dans les étangs. La pollution par les nutriments accélère généralement le processus de succession dans les étangs, par conséquent des interventions de gestion sont souvent plus fréquemment nécessaires dans les étangs pollués. Dans ce guide, la protection des étangs de très bonne qualité existants est vue comme une sous-partie du travail de gestion. Les mesures pour protéger les étangs ont plusieurs objectifs : attribuer un statut de protection à un étang (e.g. réserve, parc régional ou national), traiter des problématiques telles que la pollution dans la zone plus large du bassin versant de l'étang, créer des zones tampon autour des étangs ou ôter des drains apportant des eaux de ruissellement polluées depuis les routes. La gestion à l'échelle du paysage inclut aussi la protection des étangs de très bonne qualité.
- **Restauration et « renaissance » des étangs comme solutions fondées sur la nature** : des interventions plus intensives peuvent être requises dans les endroits où les étangs ont perdu leur fonction, ou pour recréer un habitat pour une espèce en particulier. Cela peut impliquer de défricher des arbres et des broussailles et de curer le sédiment s'accumulant depuis longtemps. Ceci est généralement considéré comme de la restauration, bien que la gestion et la restauration sont en réalité deux extrémités d'un continuum. La restauration peut aussi impliquer la renaissance d'étangs « fantômes », c'est-à-dire rétablir de vieux étangs qui ont été volontairement comblés dans le passé. Notez qu'il y a énormément de recouvrements entre la gestion et la restauration, et que ces termes sont parfois utilisés de manière interchangeable.
- **Création des étangs comme solutions fondées sur la nature** : creuser ou construire un nouvel étang dans un lieu qui n'en contenait pas amène cette solution fondée sur la nature dans le paysage d'étangs. Créer de nouveaux étangs augmente la quantité d'eau non polluée dans le paysage ou paysage d'étangs, augmente la connectivité entre les habitats d'eau douce et neutralise les effets de la perte d'étangs.



### Quelle technique doit être utilisée pour assurer que les étangs et paysages d'étangs fournissent une solution fondée sur la nature : gestion, restauration ou création ?

Tous les types d'interventions - gestion, restauration et création – sont valides, selon la nature du paysage d'étangs. Votre projet peut se focaliser sur gérer ou restaurer des étangs existants ou sur créer de nouvelles pièces d'eau. Dans beaucoup de paysages d'étangs, il sera nécessaire d'utiliser les trois approches, avec une gestion permettant de maintenir les étangs dans de bonnes conditions, et la restauration pour au préalable faire basculer un étang qui s'est détérioré vers un milieu où la gestion peut maintenir les services qu'il fournit. Les nouveaux étangs étendent ensuite le réseau et fournissent des services que les étangs existants ne peuvent remplir (e.g. augmenter la biodiversité aquatique dans le paysage ; apporter un habitat pour des espèces en déclin ; capter les nutriments). Rappelez-vous que c'est toute la gamme des pièces d'eau dans un paysage qui délivre de multiples bénéfices.

Il est fondamental de s'assurer que les étangs qui vont être gérés, restaurés ou créés ont la « bonne » hydrologie. Cela signifie dans beaucoup de cas que les conditions hydrologiques suivent les fluctuations saisonnières naturelles, avec un niveau « permanent » d'eau qui baisse en été pour apporter de riches zones exondées, des étangs semi-permanents qui s'assèchent occasionnellement (un an sur dix) et des étangs temporaires qui s'assèchent tous les ans. Dans d'autres situations, les niveaux d'eau doivent être gérés pour que l'étang ou le paysage d'étang puisse fournir les services écosystémiques ou les contributions de la nature aux populations pour lesquels il est destiné. Par exemple, les étangs piscicoles et les étangs de captation de la pollution peuvent requérir d'être régulièrement vidés entièrement pour être curés.

### Gérer les étangs et les paysages d'étangs

La gestion des étangs est nécessaire pour imiter les perturbations naturelles qui ont été perdues dans de grandes zones du paysage, et pour réduire ou minimiser les impacts délétères qui résultent de la manière dont le bassin versant de l'étang est utilisé (e.g. contrôler les effets d'un enrichissement en nutriments). Une bonne gestion peut maintenir les étangs à un stade donné de la succession pour des plantes ou des animaux en particulier. Ceci peut inclure, par exemple :

- Le faucardage ou le pâturage régulier de la végétation aquatique, le retrait des espèces invasives et, si nécessaire, le retrait de matière organique et de sédiment en excès ;
- L'utilisation de la gestion à l'échelle du paysage pour s'assurer que toute la gamme des étangs avec différents stades de succession est présente dans le paysage ;
- Le maintien d'une variété d'habitats dans un même étang et prévenir une domination par quelques espèces (e.g. *Typha* spp.) ;
- Le maintien d'une eau non polluée, par la gestion territoriale du bassin versant ou du paysage d'étangs, dans un étang temporaire pour une communauté de plantes aquatiques menacées ;
- S'assurer que les paysages d'étangs aient un mélange d'étangs avec et sans poissons, pour fournir des milieux pour les espèces qui ont besoin ou qui coexistent avec les poissons, et celles qui ne tolèrent pas la prédation par les poissons ;
- Veiller à ce que les étangs soient exempts d'espèces exotiques, en particulier des espèces ingénieuses de l'écosystème, comme l'écrevisse de Louisiane (e.g. *Procambarus clarkii*) ou les cascaïls (e.g. *Ficopomatus enigmaticus*) ;
- Le maintien d'un étang pour des raisons esthétiques, en maintenant un bon point de vue pour les observateurs de la vie sauvage et les amoureux de la nature.
- S'assurer qu'un étang ait un statut de protection (e.g. réserve naturelle locale, régionale ou nationale), parce que cela engendre souvent l'obligation d'établir un plan de gestion.

A l'échelle du paysage d'étangs, l'idéal est de gérer des « étangs dédiés à la biodiversité » d'une façon qui permette de maintenir différents types d'étangs dans le paysage (dans un milieu ouvert, récent, pâturé, arboré, temporaire, semi-permanent, à différents stades de la succession, etc...). C'est particulièrement important parce que les plantes et les animaux aquatiques vont souvent bénéficier d'une grande densité d'étangs et de la disponibilité d'une gamme de types d'étangs. Tous les étangs non pollués peuvent fournir des habitats de valeur pour les espèces, y compris les étangs ombragés et envasés, parce que différents types d'étangs sont supposés héberger différents ensembles d'espèces, et en cela contribuent à la biodiversité du paysage d'étangs. La gestion à l'échelle du paysage d'étangs inclut aussi la protection des étangs de très bonne qualité e.g. la gestion du bétail pour appliquer une intensité de pâturage appropriée.





Gestion des étangs urbains à Porto, Portugal, où la gestion est manifeste. © JT/Charcos com Vida

Les étangs dont l'objectif principal n'est pas d'héberger la biodiversité, mais par exemple la purification de l'eau, le stockage d'eau ou le bien-être humain, auront aussi besoin d'une gestion continue pour assurer cette fonction. Par exemple, les étangs qui piègent le sédiment ou les nutriments nécessiteront un curage régulier, et la gestion de la végétation sera nécessaire dans les étangs de baignade pour maintenir l'eau libre.

### Restauration

Certains étangs sont toujours présents dans le paysage, mais ont été largement asséchés, ont accumulé de très grandes quantités de sédiment, ont été substantiellement surcolonisés par des arbres et des broussailles, ou ont été volontairement comblés (et ainsi dénommés « étangs fantômes »). D'autres ne remplissent peut-être plus leur fonction de solutions fondées sur la nature. Par exemple, bien-que le bassin d'un étang puisse toujours exister, le drainage des terres, le détournement de la source d'eau de l'étang, des prélèvements excessifs ou la défaillance d'un barrage, peuvent signifier que l'hydrologie originelle (naturelle ou construite dans le cas des barrages) n'est plus maintenue.

La restauration implique ordinairement des actions plus poussées pour éliminer le développement excessif des arbres et des plantes ligneuses, les espèces invasives ou le sédiment accumulé en grande quantité qui ont dégradé les fonctions, la biodiversité ou les services écosystémiques de l'étang. Cela peut aussi signifier réparer les barrages ou retirer les drains. Dans beaucoup de cas, des engins plus lourds, comme des tractopelles et des pelles excavatrices, doivent être prévues et utilisées pour les travaux.

La restauration, par le retrait de la végétation ligneuse et du sédiment, peut fortement améliorer la biodiversité aquatique et terrestre dans les paysages d'étangs dominés par les étangs très ombragés et couverts d'arbustes. La renaissance d'étangs, en recréant des étangs « fantômes », peut faire renaître des étangs très diversifiés et faire revenir les espèces rares qui leur sont associées.

### Créer des nouveaux étangs dans un paysage d'étangs

S'il y a de l'espace, alors il est presque toujours intéressant d'ajouter des étangs à un paysage d'étangs. Dans les zones urbaines, les nouveaux étangs peuvent fournir beaucoup de services écosystémiques pour les populations humaines et les autres espèces. Ils peuvent faire partie de nouveaux développements urbains s'ils sont inclus dès la phase de conception ou être construits dans les espaces verts restants. Dans les villes, quand les étangs en place ont été comblés ou sévèrement pollués, créer de nouveaux étangs peut atténuer leur perte.

Dans les zones rurales, il a été estimé qu'au total nous avons perdu environ la moitié des étangs qui existaient au début du 20<sup>ème</sup> siècle. Dans certaines régions les pertes peuvent être bien plus élevées, avec 100% des étangs qui ont disparu. Ajouter des nouveaux étangs dans ces zones participera au rétablissement d'une densité d'étangs, rétablissant des habitats vitaux pour la biodiversité des eaux douces.

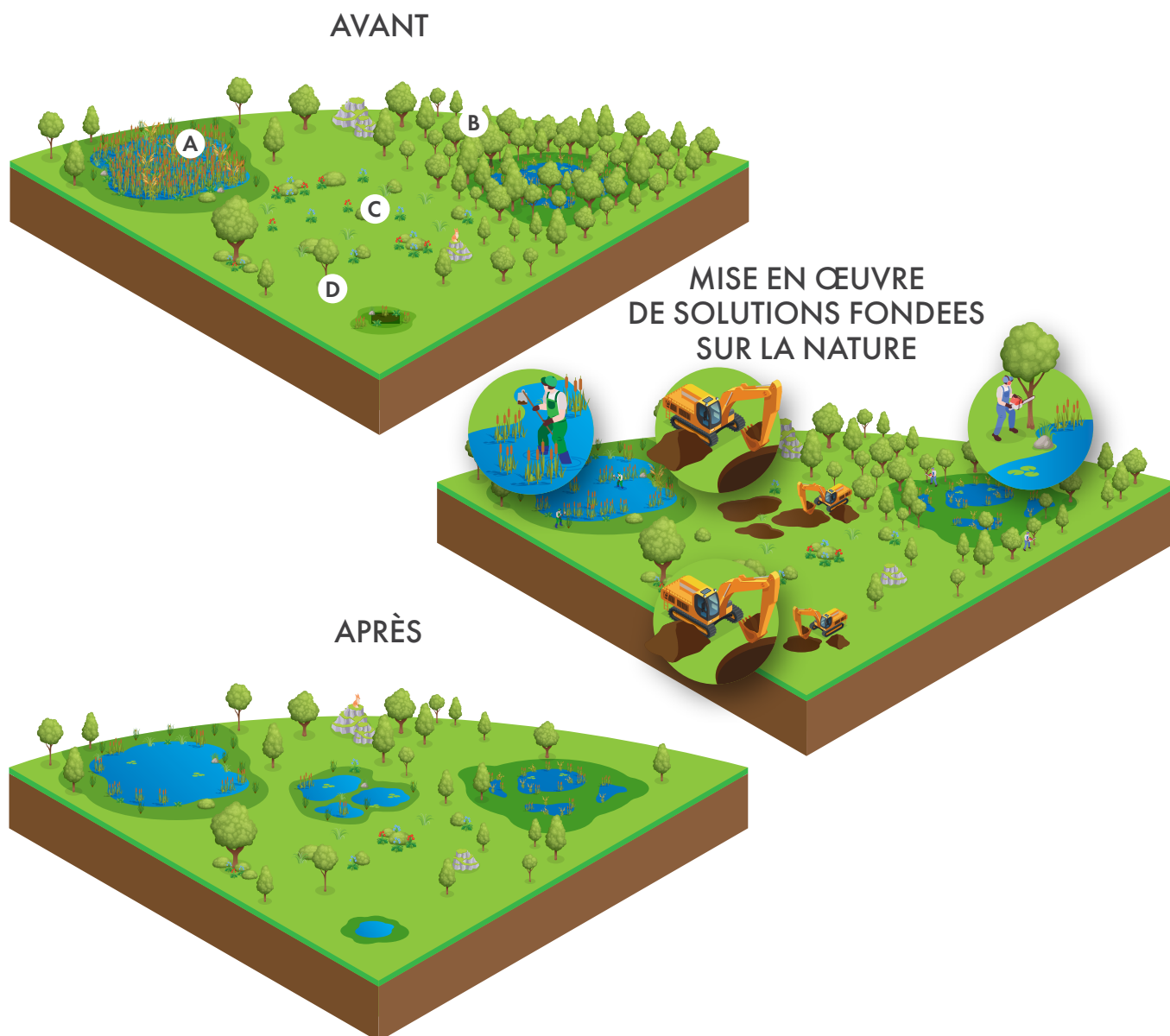
Un avantage primordial des nouveaux étangs est qu'ils peuvent être conçus et situés stratégiquement pour fournir des services écosystémiques particuliers. Par exemple, pour les étangs pour lesquels la biodiversité est la priorité, de nouveaux





étangs peuvent être placés dans des zones où un apport d'eau non polluée peut être assuré pour les remplir, s'ils sont localisés dans des bassins versants sans source d'eau de surface ou souterraine. C'est le plus grand avantage pratique apporté par une création d'étang ; pour les autres habitats d'eau douce (e.g. rivières, lacs, ruisseaux), il est bien plus difficile de créer un bassin versant qui ne génère pas de pollution.

Les nouveaux étangs peuvent contribuer à la restauration d'une connectivité pour les espèces aquatiques, et, avec une bonne conception et de l'eau non polluée, fournissent de nouveaux habitats pour les espèces locales. En complément, ils peuvent être des sites receveurs d'espèces natives réintroduites. Les nouveaux étangs peuvent aussi être placés avec précision pour répondre à des enjeux spécifiques comme la rétention des crues, l'interception des polluants ou le besoin d'eau pour irriguer (voir Chapitre 3). Encore une fois, dans ces exemples, la conception et la planification sont des étapes clés pour s'assurer que l'étang réponde aux objectifs du projet.



**Fig. 14** - Un paysage d'étangs avant (A – prolifération de végétation aquatique, B – prolifération d'arbres, C – manque d'étangs, D – étang fantôme ou envasé) et après l'application de solutions fondées sur la nature.

### Comprendre les règles et le contexte social autour des étangs et des paysages d'étangs

Une des premières étapes lors du choix des bénéfices issus des solutions fondées sur la nature que nous avons l'intention d'obtenir des étangs et paysages d'étangs est de comprendre le contexte plus large. Considérez les questions suivantes :

- Quelles sont les caractéristiques et valeur actuelles du paysage d'étangs et de ses étangs individuels, et comment les étangs ou le paysage en entier sont-ils dégradés ?



- Quels sont les éléments réglementaires (internationaux, nationaux, régionaux ou locaux) qui pourraient aider à implémenter la gestion, la restauration ou la création de l'étang ?
- Quel est le degré de préoccupation sociale ou de prise de conscience du bon état écologique des étangs (en particulier ou sur tout le paysage d'étangs) ?
- Quelles sont les sources de financement disponibles ?

Pour commencer à planifier votre projet, les questions importantes sont :

- Comment est délimité le paysage d'étangs (son étendue et ses limites) et combien d'étangs compte-t'il ?
- Quelles sont les conditions biologiques et physico-chimiques de chaque étang et quels sont les services écosystémiques fournis ?
- Y a-t-il une pollution, des sources de dégradation ou des menaces actuelles ou futures ?
- Quelles contributions de la nature aux populations sont déjà apportées par le paysage d'étangs ou seront potentiellement apportées avec une gestion appropriée ?
- Comment le paysage d'étangs et les étangs individuels ont-ils utilisés par les usagers ?
- Quelle est la biodiversité à l'échelle des étangs et des paysage d'étangs ? Y a-t-il des espèces menacées ou des espèces invasives ?

En fonction des ressources, les réponses détaillées à certaines de ces questions peuvent être difficiles à obtenir. Cependant, même un exercice d'évaluation relativement subjectif peut définir des objectifs. Ce processus est primordial pour identifier les mesures nécessaires pour maximiser les bénéfices pour les personnes et les espèces.

### Appliquer la hiérarchie des mesures d'atténuation

Le présent guide fournit des conseils sur comment gérer, restaurer et créer des étangs et des paysages d'étangs. Dans le cas de projets dans lesquels des étangs ou paysages d'étangs sont endommagés ou détruits, l'information donnée ici peut être utilisée comme un guide hiérarchisant les mesures d'atténuation qui sont :

- **Éviter les impacts** : la première étape de la hiérarchie des mesures d'atténuation comprend les mesures prises pour éviter de créer des impacts dès le début du projet, comme le choix minutieux du lieu d'installation des infrastructures, ou du calendrier de construction pour éviter les perturbations. Parmi les exemples, citons le placement de routes à l'extérieur d'habitats rares ou des aires de reproduction d'espèces clés. Éviter les impacts est souvent le moyen le plus facile, le moins coûteux et le plus efficace pour réduire les potentiels impacts négatifs, mais cela requiert que la biodiversité, et les autres contributions de la nature aux populations fournies par les étangs, soient considérées dans les tous premiers stades d'un projet.
- **Réduire les impacts** : ce sont des mesures prises pour minimiser la durée, l'intensité et/ou l'étendue des impacts qui ne peuvent être complètement évités. Une minimisation efficace des impacts négatifs peut en éliminer certains, comme les mesures de réduction de bruit et de pollution ou la construction de passages à faune sous les routes.
- **Restaurer ou réhabiliter les habitats affectés par les impacts** : l'objectif de cette étape est de rénover les écosystèmes dégradés ou éliminés suite à l'exposition à des impacts qui ne peuvent être complètement évités ou minimisés. La restauration est une tentative pour retrouver l'état de l'écosystème initial qui était présent avant les impacts, alors que la réhabilitation vise seulement à restaurer des fonctions écologiques de base et/ou des services écosystémiques. La réhabilitation et la restauration sont fréquemment requises vers la fin d'un projet, mais peuvent être possibles dans certaines zones pendant les travaux.
- **Compensation** : si les étapes précédentes ne peuvent atténuer tous les impacts, compenser les dégâts résiduels par de la création ou de la restauration d'habitats. Les étangs ou paysages d'étangs sont de bons exemples d'habitats qui peuvent être utilisés pour compenser des pertes par ailleurs. Des exemples démontrent que cette approche a pu être efficace.

Des directives sur la hiérarchie des mesures d'atténuation sont disponibles dans beaucoup de ressources. Un bon point de départ est CSBI (2015)<sup>[18]</sup>.

### Définir des objectifs clairs et fixer des indicateurs de résultats

Lorsque vous prévoyez de gérer, restaurer ou créer un étang ou un paysage d'étangs, la première question à poser est « que voulons-nous atteindre » ? Il est vital que les objectifs soient clairs, puisque cela va déterminer les buts des plans de gestion et les conceptions des nouveaux étangs. Décidez pourquoi vous voulez créer ou restaurer un étang ou un paysage d'étangs. Est-ce en priorité pour les populations ou pour la biodiversité ? Par définition, une solution fondée sur la nature doit être bénéfique pour les deux, ce qui peut aussi être raisonné à l'échelle du paysage d'étangs (certains étangs consacrés à la biodiversité et d'autres aux services pour les êtres humains).

Il vous est éventuellement nécessaire d'impliquer diverses parties prenantes pour prendre ces décisions et fixer les objectifs pour votre étang. Impliquer les parties prenantes dans les premières étapes peut aussi éviter des problèmes (qui parfois ne peuvent être résolus) dans les étapes suivantes. Décider très tôt de vos objectifs vous aidera à prioriser les dépenses et à éviter du travail superflu.



Une bonne compréhension de l'ensemble du paysage d'étangs est aussi fondamentale pour éviter des conflits potentiels entre les besoins des personnes et la biodiversité des milieux aquatiques d'eau douce. Par exemple, si une pièce d'eau fournit un bon habitat pour les espèces, alors en améliorer l'accès aux visiteurs pour fournir un service écosystémique (en tant que soutien au bien-être physique et psychologique) peut perturber ou dégrader l'étang. Cette ouverture de la fréquentation pourrait induire l'introduction d'espèces exotiques, le piétinement des habitats végétalisés de la berge ou une perturbation des habitats par des chiens. Dans ce cas, il est souvent préférable de créer de nouveaux étangs pour fournir un service écosystémique en particulier, plutôt qu'essayer de faire remplir toutes les fonctions aux nouveaux étangs. Ainsi, de nombreux bénéfices peuvent être efficacement apportés au sein d'un paysage d'étangs : par exemple, des étangs construits peuvent contribuer à la réduction des risques et à la création d'habitat de bonne qualité, alors que les étangs existants peuvent être utilisés pour préserver la biodiversité et sont des opportunités comme sources d'apprentissage et d'inspiration.

Une partie décisive de la définition des objectifs pour les paysages d'étangs impliquant la création de nouveaux étangs est de s'assurer que l'eau, de qualité convenable, est disponible. Dans beaucoup de paysages d'étangs, la pollution des sources d'eau va nécessiter une évaluation soigneuse et des choix entre eau souterraine, eau de surface via une arrivée d'eau par cours d'eau et fossés.



Dans cet étang réserve naturelle dans le sud de l'Angleterre, les chiens et leurs propriétaires avaient accès au côté droit de l'étang, mais une barrière leur bloquait l'accès du côté gauche. La différence est saisissante. © Jeremy Biggs

Des étangs peuvent être créés ou restaurés en tant que solutions fondées sur la nature, mais aucun étang ne peut fournir à lui seul tous les bénéfices et certains objectifs peuvent être incompatibles. Par exemple, le même étang peut être en capacité de fournir à la fois des services d'interception de nutriments et un habitat pour des plantes de zones humides qui nécessitent ou tolèrent de hauts niveaux de nutriments. Cependant, si l'introduction de poisson est envisagée, cet étang ne peut aussi être utilisé pour augmenter la taille de la population des deux espèces *Triturus cristatus* et *Bufo bufo* parce que la première requiert généralement d'être exempte de prédation par les poissons, alors que la dernière est tolérante à la présence de poisson. C'est pourquoi, au niveau du paysage d'étangs, il est plus aisé d'atteindre de multiples objectifs en assignant différents rôles à différents étangs.

Il est aussi utile de considérer le lien des étangs dans le paysage d'étangs avec les autres milieux d'eau douce et la faune terrestre (incluant la faune naturelle et le gibier). Les étangs peuvent aider à maintenir la valeur biologique des autres milieux d'eau douce de plusieurs manières, en fournissant par exemple :

- Des habitats refuges et de reproduction pour les poissons dans les lits majeurs des rivières ;
- Un refuge pour les rats taupiers lacustres subissant une pression de prédation par le vison américain non-natif, les rats taupiers survivant dans les étangs proches du lac<sup>[19]</sup> ;
- Des habitats supplémentaires pour la reproduction des amphibiens, qui nécessitent des étangs de très bonne qualité dans des paysages d'étangs qui comportent déjà des étangs dégradés/pollués<sup>[20]</sup> ;
- Des zones où les libellules peuvent se reproduire dans des flaques conservées ou créées dans des tourbières hautes ;
- Des zones d'eau calme, à faible courant, dans des rivières ou des systèmes de cours d'eau et zones humides, ce qui diversifie les biotopes du corridor de la rivière ;
- Une plus grande diversité d'habitats de milieux d'eau douce dans l'environnement proche des lacs, en fournissant de petites zones d'eau stagnante qui favorisent différentes espèces que celles trouvées dans les lacs, peut-être parce qu'elles sont temporaires et par conséquent exemptes de prédateurs ; les étangs peuvent aussi être utiles aux oiseaux qui utilisent l'ensemble de l'environnement d'eau douce (i.e. à la fois les lacs et les étangs littoraux adjacents).





Le graphique d'aide à la décision (Fig. 15) peut être utilisé pour planifier le processus de gestion du paysage d'étangs, et est conçu pour aider les gestionnaires à mettre en œuvre des solutions fondées sur la nature à l'échelle du paysage d'étangs et à planifier un plan de gestion de celui-ci. Conceptuellement, l'objectif est de : (i) définir le rôle des étangs présents dans le paysage d'étangs dans la fourniture de différents services écosystémiques ou contributions de la nature aux populations, (ii) évaluer le risque d'impacts dus à la gestion ou la modification de ces services et (iii) déterminer si de nouveaux étangs doivent être ajoutés dans le paysage d'étangs pour fournir des services écosystémiques supplémentaires.

Les étapes du développement du plan de gestion du paysage d'étangs sont :

- Identifier l'étendue du paysage d'étangs et définir ses objectifs ;
- Identifier les étangs existants et évaluer les conditions écologiques de chacun d'entre eux (biodiversité et physico-chimie, fonctionnement et dégradation) ;
- Identifier les menaces sur les étangs et les contributions de la nature aux populations qu'ils fournissent ;
- Évaluer les services écosystémiques/les contributions de la nature aux populations fournis par chaque étang dans le paysage d'étangs ;
- Évaluer le besoin ou les opportunités pour la création de nouveaux étangs ;
- Évaluer les risques comportés par le processus de gestion ou de restauration pour s'assurer que les services écosystémiques/contributions de la nature aux populations ne soient pas réduits ;
- Gérer, restaurer, créer ou protéger les étangs.

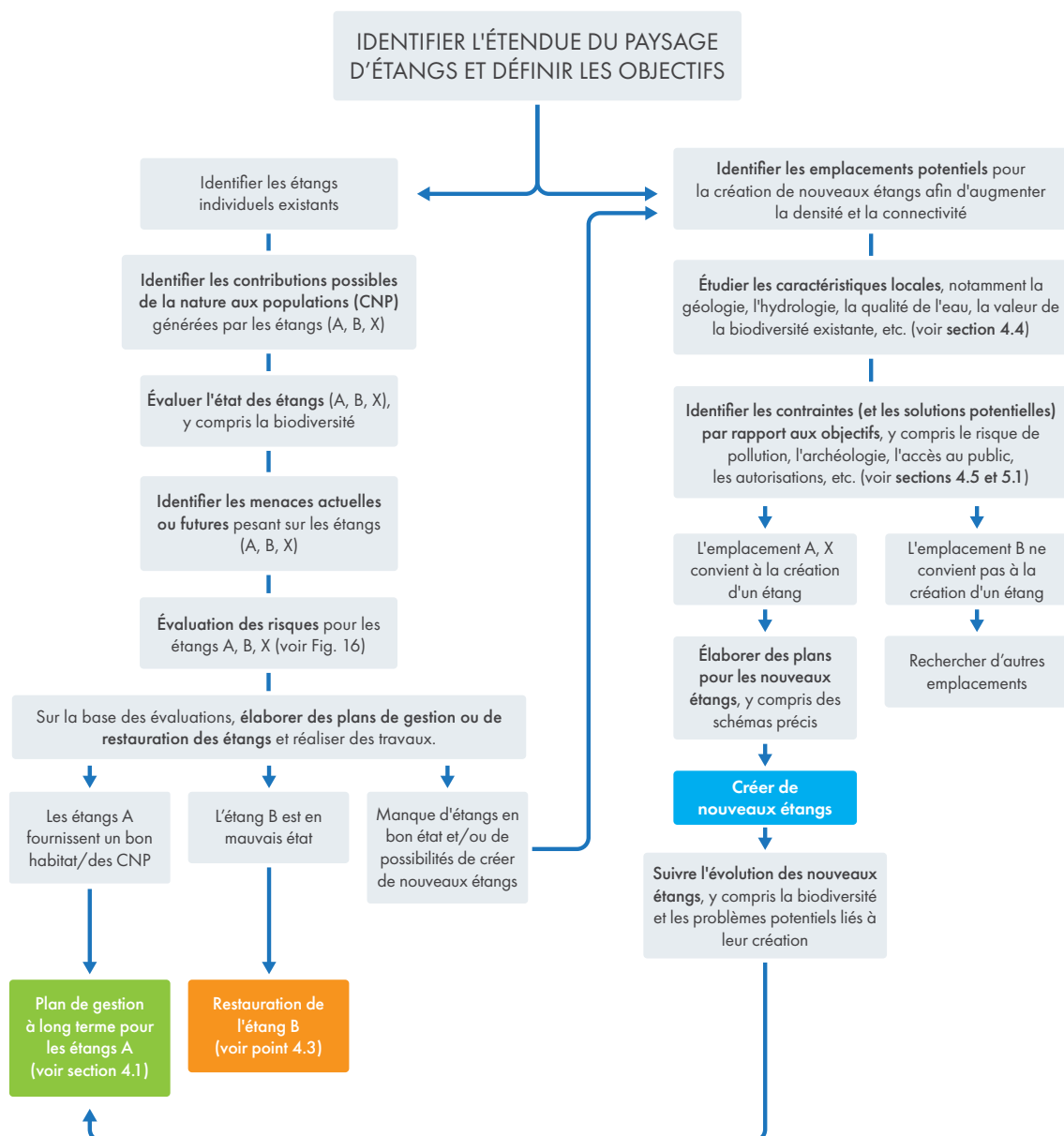


Fig. 15 - Diagramme d'aide à la décision sur le paysage d'étangs



ÉVALUATION DES RISQUES LIÉS À LA GESTION DES ÉTANGS

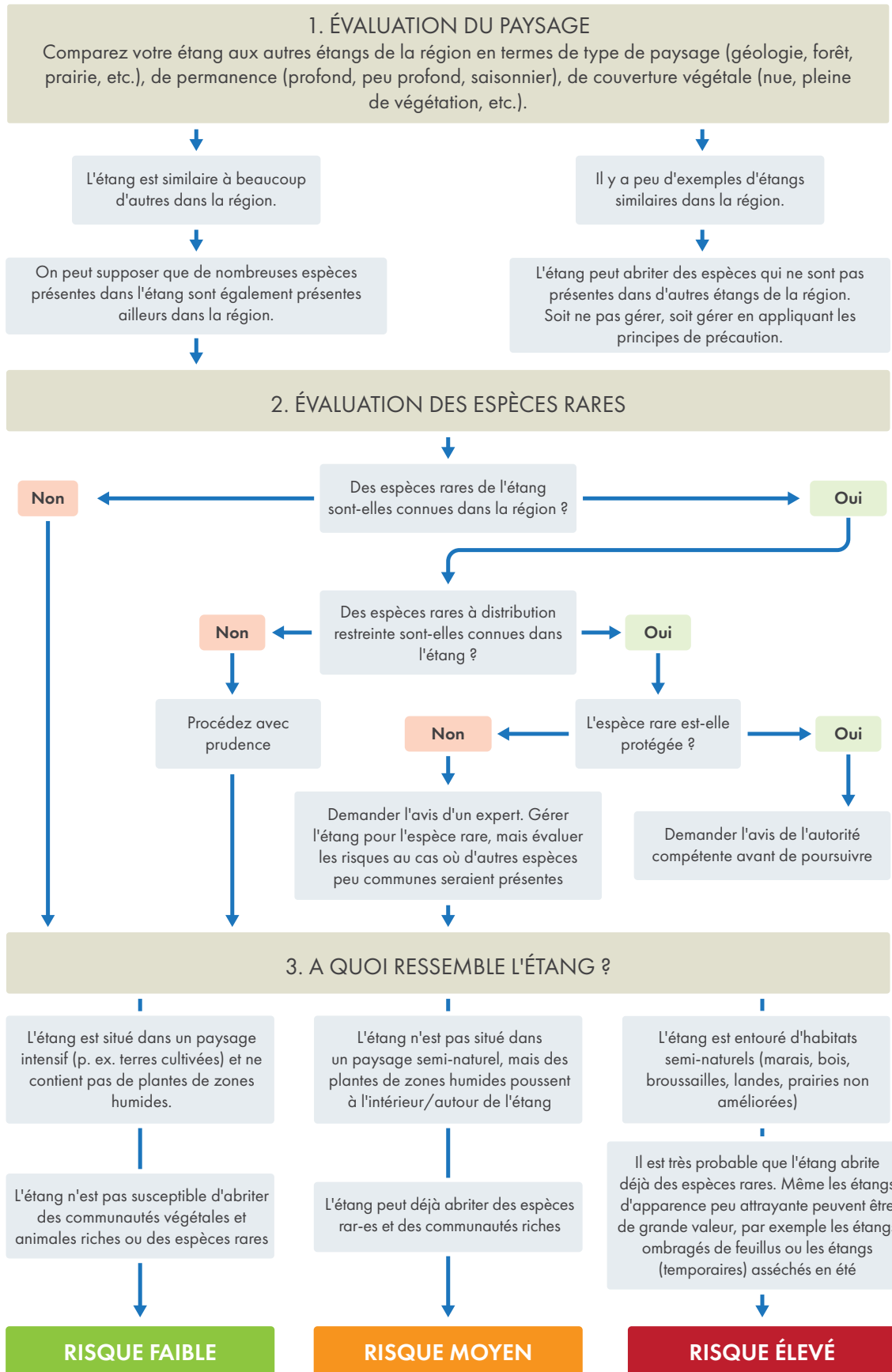
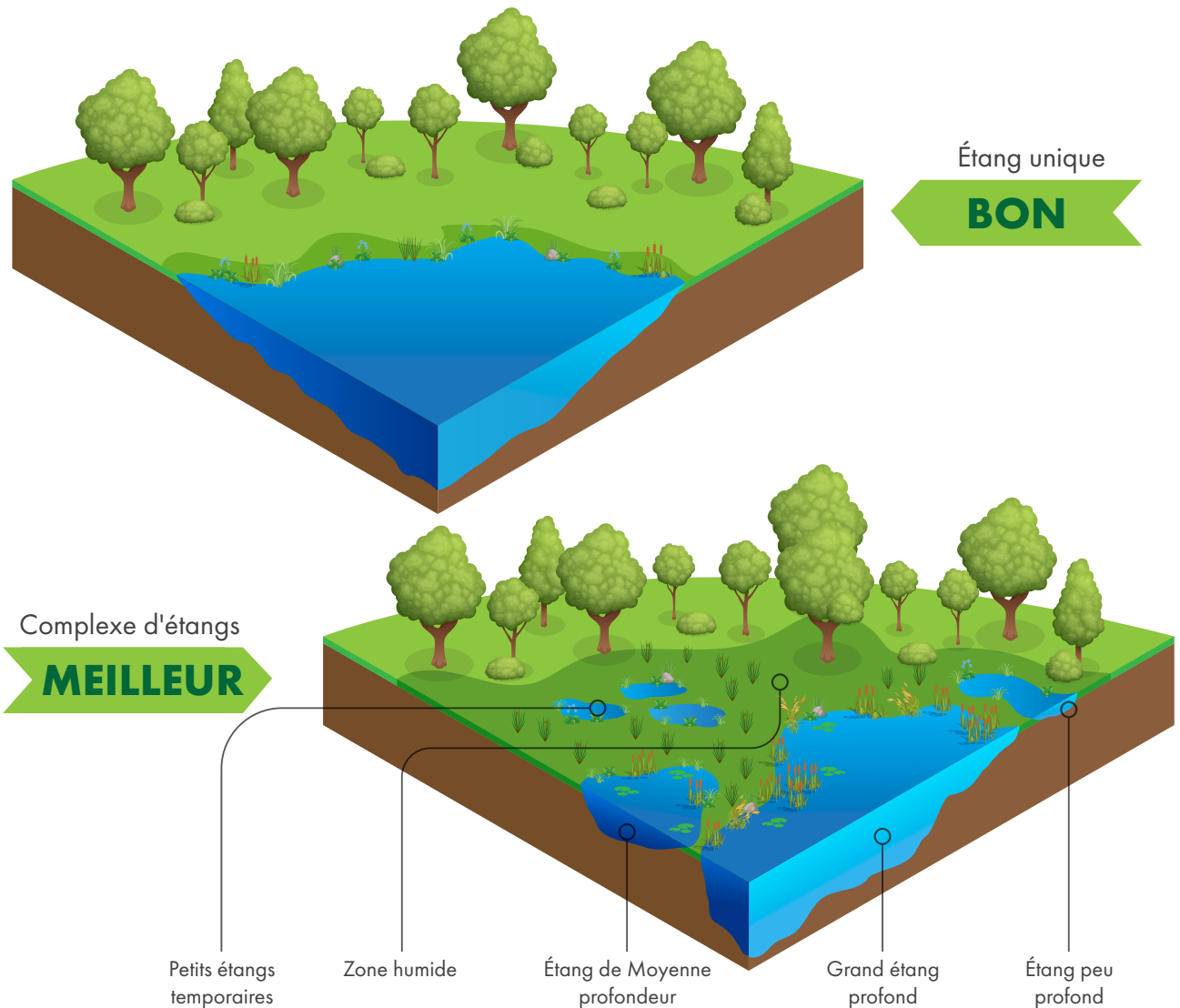


Fig. 16 - Organigramme d'évaluation des risques liés à la gestion des étangs (adapté de The Pond Book, Freshwater Habitats Trust)





**Fig. 17** - Créer de nouveaux étangs isolés avec de l'eau propre est important pour la biodiversité d'eau douce ; Aménager un complexe d'étangs, c'est encore mieux

**Fixer des résultats-cibles** pour votre étang ou paysage d'étangs peut vous aider à mesurer votre succès dans l'atteinte des objectifs. Ces cibles peuvent inclure :

- Restaurer la moitié des étangs dans un paysage d'étangs dégradés ;
- Créer des étangs pour doubler le nombre d'étangs non pollués dans le paysage d'étangs, pour agrandir le réseau d'habitats d'eau douce et réguler la qualité de l'eau ;
- S'assurer que tous les étangs dans le paysage d'étangs soient gérés sur une période de 10 ans, et définir quelles actions vous réaliserez sur chaque étang ;
- Favoriser la colonisation d'une espèce particulière dans votre étang ou paysage d'étangs ;
- Ôter ou réduire la présence d'une espèce invasive dans votre paysage d'étangs ;
- Soutenir ou satisfaire une réglementation particulière ou une démarche dans votre région (e.g. des objectifs d'augmentation de la variété d'espèces Directive Habitats). Ceci pourrait être particulièrement important pour recevoir un financement pour votre projet ;
- Gérer ou restaurer la moitié des étangs du paysage d'étangs pour apporter des sources supplémentaires de pollinisation ;
- Gérer tous les étangs dans le paysage d'étangs pour réduire les risques climatiques (i.e. augmenter le stockage, réduire les émissions) ;
- Établir un réseau d'étangs régulateurs de crues sur chaque voie d'écoulement des eaux dans le paysage d'étangs ;
- Attirer un certain nombre de visiteurs ou groupes particuliers (e.g. des personnes porteuses de handicaps) ou certains publics (e.g. groupes de minorités culturelles) sur le paysage d'étangs ;
- Equiper le site en installations permettant une interaction physique directe avec l'étang (e.g. baignade) ;
- Fournir des ressources pédagogiques qui facilitent la compréhension du paysage d'étangs dans un objectif éducatif ou de source d'inspiration ;





- Travailler avec les gestionnaires de milieux naturels et les agriculteurs pour poursuivre la gestion traditionnelle des étangs, et maintenir leur exploitation pour soutenir les identités culturelles.

Assurez-vous que vous bénéficiez de l'expertise pertinente quand vous définissez les résultats-cibles. Cela peut impliquer de travailler avec une gamme de conseillers/conseillères. Par exemple, un écologue local peut indiquer si votre site est approprié pour une espèce particulière. Vous aurez aussi peut-être besoin d'un ingénieur si vous planifiez de créer des étangs avec des barrages ou des systèmes de gestion de l'eau (avec un système complexe d'écluses, par exemple).

Déterminez un laps de temps pour vos cibles. Vous voudrez peut-être en réaliser certaines dans les quelques premiers mois, tandis que les autres seront peut-être liées à de futurs plans pour votre paysage d'étangs, comme créer plus d'étangs en différentes phases.

### CONCEPTS CLÉS POUR LA CONCEPTION ET LA GESTION D'ÉTANGS ET DE PAYSAGES D'ÉTANGS

#### Le bassin versant de l'étang

Tous les plans d'eau ont un bassin versant, aussi appelé bassin hydrographique. Il s'agit des terres entourant l'étang, sur lesquelles l'eau ruisselle jusqu'à l'étang. Pour les étangs alimentés par des cours d'eau ou des fossés, le bassin versant inclut aussi les bassins versants de ces cours d'eau ou fossés. Les étangs ont généralement des bassins versants relativement petits, typiquement quelques dizaines d'hectares, et parfois seulement de quelques centaines de mètres carrés. A l'inverse, les grands lacs peuvent avoir un bassin versant de centaines ou de milliers de kilomètres carrés. Notez qu'il peut être difficile de définir la surface du bassin versant des étangs alimentés par de l'eau souterraine.

Identifier le bassin versant de l'étang et l'utilisation de ces terres est primordial lorsque l'on conçoit un projet d'étang car cela détermine l'hydrologie de l'étang et la qualité de l'eau. Par exemple, les étangs qui reçoivent de l'eau de terres agricoles gérées intensivement tendent à être pollués par le sédiment, les nutriments et les pesticides. De même, si un étang est alimenté par un ruisseau qui reçoit de l'eau d'une fosse septique ou de bassins d'épuration de déchets animaux plus haut dans le bassin versant, la qualité de l'eau dans cet étang sera potentiellement dégradée. Lors de la conception d'un nouvel étang alimenté par de l'eau de surface sur un substrat argileux, le bassin versant de l'étang doit être assez étendu pour qu'il puisse le remplir : c'est la garantie pour retenir l'eau assez longtemps, pour fonctionner correctement et remplir les objectifs du projet.

Comprendre l'étendue du bassin versant d'un étang favorise la prise de décision au niveau du paysage d'étangs et aide à prioriser les ressources. Par exemple, la restauration d'un étang à destination de conservation de la biodiversité est plus liée à des étangs où les sources de pollution peuvent être supprimées ou contrôlées pour optimiser les bénéfices pour la faune et la flore aquatique. Notez que des étangs pollués pourraient encore être utiles pour des espèces terrestres, mais la pollution posera probablement des problèmes de gestion.



© Freshwater Habitats Trust



Même si les bassins versants des étangs sont généralement petits, définir leur étendue peut être difficile. L'utilisation d'outils appropriés pour les lacs ou les rivières (e.g. SIG, système d'informations géographiques) doit être complétée par une étude de terrain pour identifier les microstructures qui détournent le ruissellement à l'intérieur ou à l'extérieur du bassin versant (e.g. fossés, chemins, éboulis, accumulation de matériaux, etc...). Cette étape de travail de terrain est plus facile à réaliser après un épisode de forte pluie qui permet de visualiser le ruissellement de surface.



**Fig. 18** - Il est important de comprendre le fonctionnement du bassin versant d'un étang afin de déterminer l'emplacement et la forme de nouveaux étangs et de comprendre d'où peut provenir la pollution de l'eau.

### Bonne qualité de l'eau

Une eau de bonne qualité est une eau qui a des caractéristiques chimiques et biologiques qui seraient normales dans une région exempte d'impacts humains significatifs. C'est l'équivalent du statut « Très bon » de la Directive Cadre européenne sur l'Eau et du statut « Bon état » du système PSYM\* de Grande Bretagne pour évaluer la qualité des étangs et des lacs (voir Section 4.2). C'est parfois nommé « état naturel », « très peu dégradé » ou « conditions de référence ».

Malheureusement, l'eau de bonne qualité est aujourd'hui rare dans beaucoup de paysages gérés intensivement ou urbanisés. Par exemple, à Londres, en Grande Bretagne, 97% des eaux courantes (cours d'eau et rivières) et 55% des eaux stagnantes (étangs et lacs) ont été polluées par des nutriments<sup>[21]</sup>. Dans le projet **PONDERFUL**, les étangs étant en majorité localisés dans des paysages agricoles, seuls 25% des étangs ont des taux de nutriments qui correspondent aux critères de bonne qualité de l'eau. En définitive, évaluer correctement les taux de pollution requiert des analyses de polluants réalisées en laboratoire. Cependant, récemment, des techniques rapides pour des évaluations préliminaires de taux de pollution ont été développées, ce qui peut rendre l'évaluation de la pollution plus réalisable.

L'eau de bonne qualité est primordiale pour les espèces aquatiques sensibles (faune et flore), et constitue une des caractéristiques les plus importantes de n'importe quel étang ou paysage d'étangs consacré à la biodiversité et à l'accueil des populations. L'eau polluée est inadaptée aux étangs utilisés pour la baignade, et peut aussi favoriser des blooms d'algues bleues-vertes ou filamenteuses toxiques. Il peut aussi y avoir des problèmes sanitaires et sécuritaires provenant de bactéries et virus issus de la pollution biologique causée par des rejets d'eaux usées agricoles ou domestiques.

\* Développé par le partenaire **PONDERFUL** Freshwater Habitats Trust, PSYM fournit une évaluation de la qualité écologique d'un étang par rapport à étangs à l'échelle nationale. Cela nécessite des informations environnementales de base, notamment le pH et l'identification des espèces végétales et/ou des familles d'invertébrés.







Étang d'eau propre. © Jeremy Biggs

La qualité de l'eau sera inévitablement compromise dans les étangs qui sont spécifiquement destinés à réduire la pollution ou à contenir les inondations dans les zones urbaines ou agricoles intensives. Les bassins de traitement vont seulement fournir un habitat aux espèces non sensibles à la pollution, et leur diversité sera réduite en comparaison avec les étangs du même paysage d'étangs qui ont de l'eau de bonne qualité. Des indications provenant du site de démonstration **PONDERFUL** pour une agriculture favorable à l'eau montrent que les étangs fournissant des solutions fondées sur la nature centrées sur la pollution et du stockage d'eau contribuent inférieurement à la biodiversité aquatique à l'échelle du paysage par rapport aux étangs non pollués. Ils favorisent aussi trois fois moins les espèces rares et sensibles.

Dans les étangs des zones urbaines ou des villages, les personnes aiment souvent nourrir les oiseaux d'eau ou les poissons. Cependant, la combinaison d'un apport d'eau polluée provenant d'un environnement urbain, de l'apport de nutriments dans la nourriture et des grandes populations de canards et de poissons nourris signifie que la qualité de l'eau est souvent faible. De surcroît, les excréments canins, à moins qu'ils ne soient ramassés par les propriétaires des chiens, peuvent être charriés dans ces étangs par le ruissellement. Ces situations vont invariablement favoriser des communautés de plantes et d'animaux pauvres en espèces, et des blooms algaux peuvent se développer <sup>†</sup>.

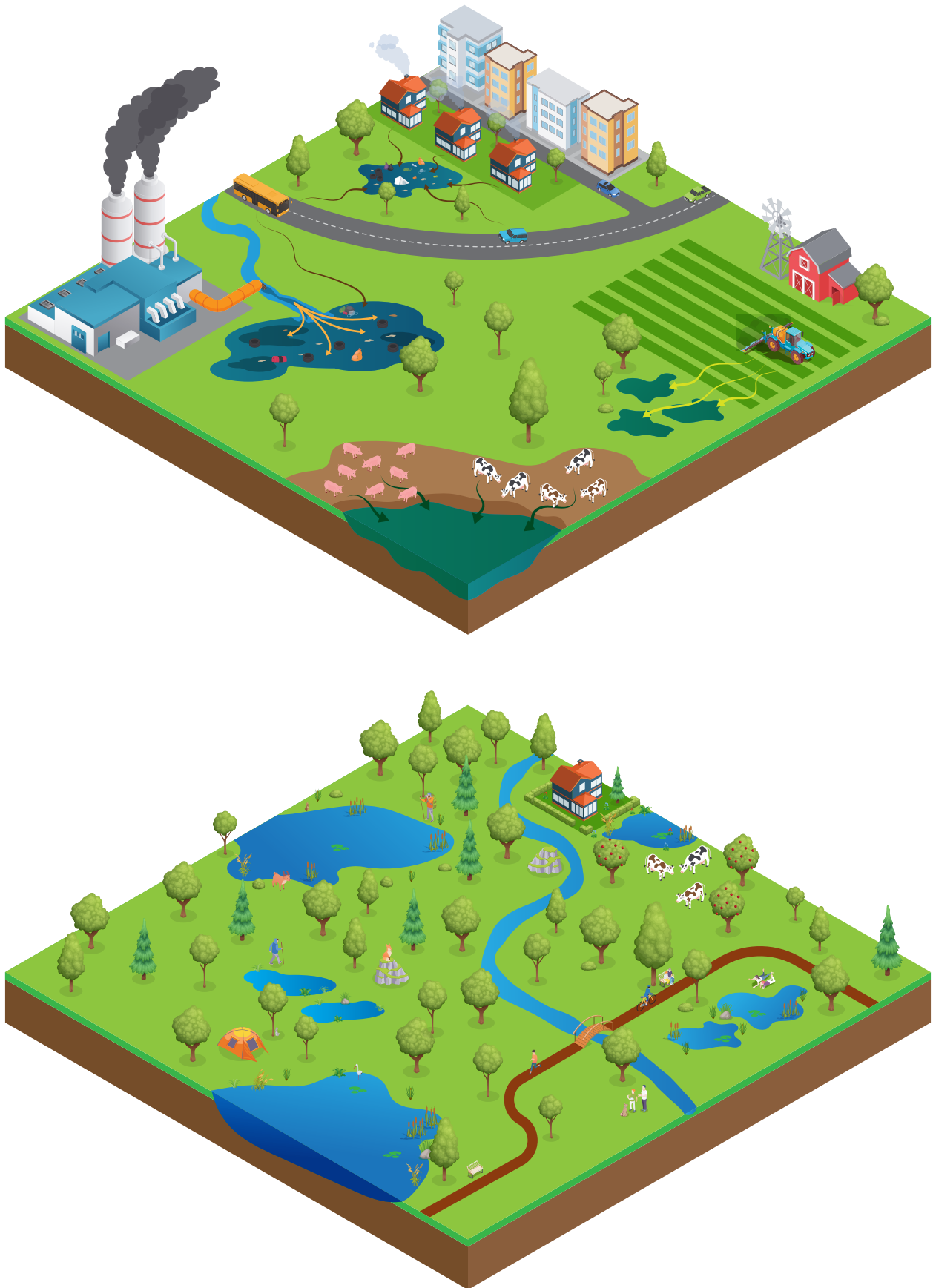
Bien que biologiquement ces étangs soient dégradés, beaucoup de personnes de tous âges aiment nourrir et observer les poissons et les oiseaux dans les étangs urbains, ce qui favorise des connections bénéfiques des populations avec la nature. Bien que cet usage puisse être supporté dans un petit nombre de pièces d'eau, nous conseillons fortement d'encourager une meilleure compréhension de la richesse naturelle des étangs, et d'éduquer les personnes pour qu'elles puissent profiter de l'environnement plus naturel apporté par les étangs non pollués. Dans cette optique, ces personnes peuvent commencer à découvrir certains des secrets cachés de la biodiversité d'un étang naturel doté d'une eau de bonne qualité, comme les danses nuptiales des tritons, la bataille sonore des grenouilles et le comportement de ponte des libellules et des demoiselles.

Des campagnes d'information et de communication peuvent aider les personnes à comprendre que nourrir les poissons et les canards n'est pas la meilleure solution pour gérer un étang, puisque cela provoque une pollution et diminue la qualité de l'eau. Cela signifie que, au niveau d'un étang individuel, l'objectif de base d'une solution fondée sur la nature n'est pas rempli, celui « d'améliorer la nature ». Cependant, à l'échelle du paysage d'étangs, ces conflits potentiels entre la biodiversité, l'apprentissage et les expériences psychologiques peuvent être facilement résolus en maintenant différents types d'étangs dans différentes zones, et en assurant une information adaptée au public.

<sup>†</sup> Bien que les étangs pollués par des nutriments puissent être pauvres en plantes vasculaires et avoir une faible diversité de communautés d'invertébrés aquatiques, il existe certaines preuves ils peuvent abriter diverses communautés d'algues.







**Fig. 19** - Les eaux de drainage des zones urbaines ou des zones de production agricole intensive tendent à être polluées. Les étangs dans les paysages d'étangs utilisés moins intensivement (forêt, prairies non fertilisées, landes) ont généralement une eau de meilleure qualité.



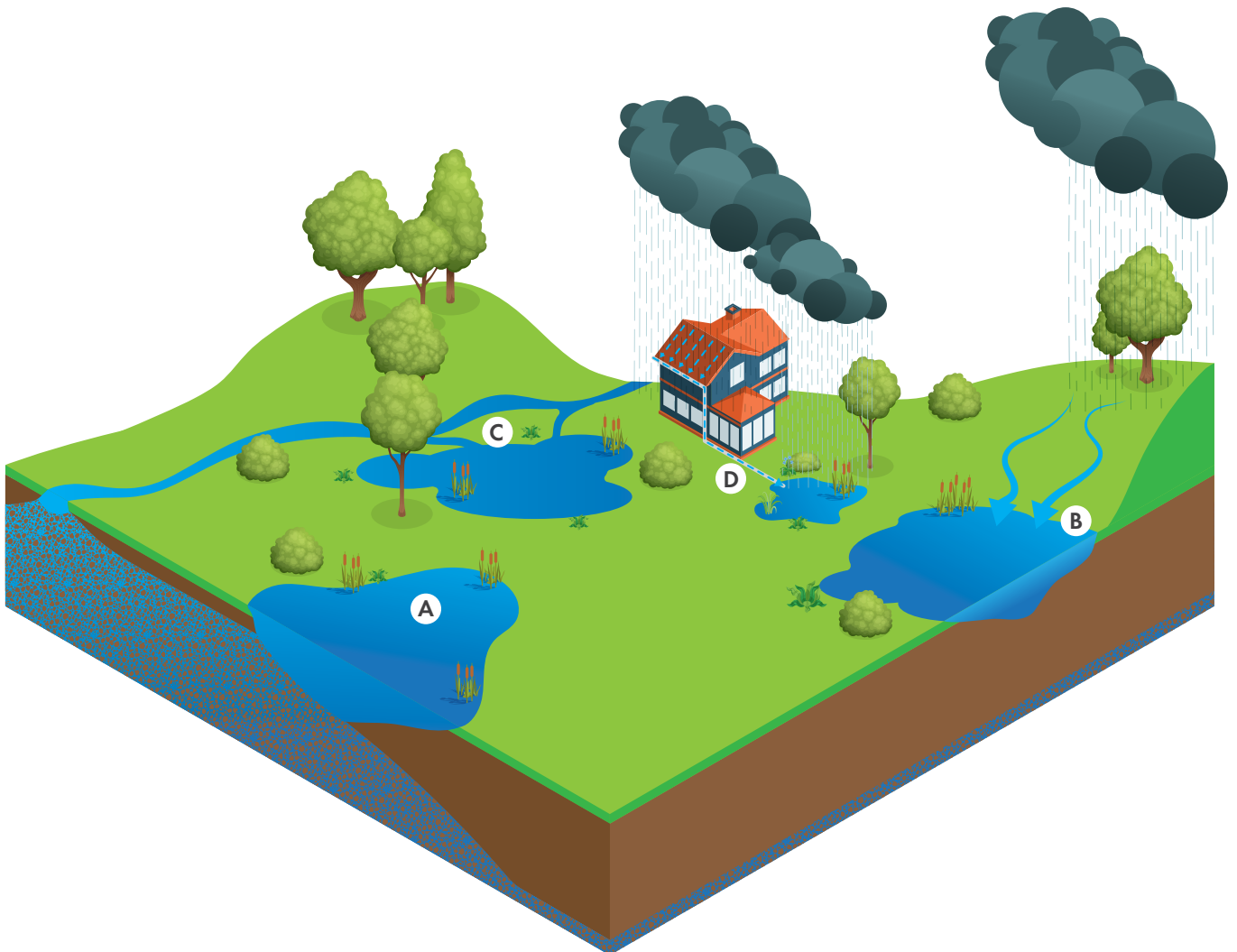
Comprendre l'hydrologie et les sources de l'eau des étangs nouveaux ou existants est primordial pour le développement de plans de gestion et de création. L'origine de l'eau des étangs peut être assez différente :

- **Eau de pluie** : Cela inclut à la fois l'eau de pluie tombant directement dans l'étang et la collecte d'eau de pluie, qui peut être une source importante d'eau pour les étangs urbains (e.g. la collecte, le stockage et la redirection de l'eau des toitures). L'eau de pluie est généralement une source d'eau de bonne qualité comparée aux eaux de surface et souterraines, bien qu'elle ne soit pas totalement exempte de contaminants, et qu'elle puisse être une source significative d'azote.
- **Eau de surface** : Les étangs sur sol argileux ou avec un revêtement imperméable, sans arrivée ou sortie d'eau, sont alimentés par l'eau de pluie drainée au sein de leur bassin versant. Si l'étang est entouré par une utilisation des terres semi naturelle, alors cette eau sera de « bonne qualité » (voir Encadré 2), reflétant la chimie naturelle de l'eau, comme différents types de matière organique (particules grossières, particules fines et dissoute) drainée dans le bassin versant. S'il y a des sources de pollution dans le bassin versant (e.g. nutriments, pesticides, micropolluants) alors la qualité de l'eau dans l'étang est susceptible d'être dégradée. Selon la topographie du paysage d'étangs et les services requis (biodiversité, traitement de l'eau, interception des crues), des fossés ou rigoles peuvent être creusés pour un ruissellement plus direct vers les étangs, ce qui réduit aussi les risques posés par le passage de l'eau ou son accumulation dans d'autres zones. Dans le cas d'eaux contaminées, des berges, des talus et des fossés peuvent être utilisés pour diriger l'eau contaminée hors des étangs consacrés à la biodiversité, ou vers ceux utilisés au traitement de la pollution.
- **Eau souterraine** : Les étangs qui sont situés où la nappe d'eau est affleurante, avec des sols contenant du sable, des graviers ou de la tourbe, sont en général alimentés par de l'eau souterraine. L'eau souterraine est en général de meilleure qualité et moins polluée que l'eau de surface, même dans les zones où l'usage des terres est intensif, parce qu'elle est filtrée lors de son passage à travers la roche. Dans certains endroits, la pollution par l'azote peut aussi être éliminée de l'eau souterraine par le processus de dénitrification lorsqu'elle coule à travers les graviers et le sable. Cependant, toute eau souterraine n'est pas forcément de bonne qualité : par exemple, dans les plaines alluviales des rivières polluées ou dans les aquifères peu profonds dans des zones agricoles intensives, l'eau souterraine peut rester polluée. Des relevés grâce à des forages peuvent être réalisés pour déterminer à quelle profondeur la nappe est localisée. A ce titre, la présence de végétation aquatique, comme les roseaux, ou l'accumulation régulière de flaques dans certaines zones, peuvent donner de bonnes indications sur la localisation de l'eau souterraine à proximité de la surface du sol. Notez que les niveaux d'eau souterraine vont varier selon les saisons et la pluviométrie, et est susceptible d'être fortement impactée par le changement climatique.
- **Ruisseaux, fossés ou sources** : Les étangs remplis par les rivières, ruisseaux et fossés vont être affectés par la qualité de l'eau qu'ils transportent ainsi que leur bassin versant, et ils peuvent être rapidement remplis de sédiment. A moins que l'usage des terres dans les bassins versants soit de faible intensité ou constitué d'habitats proches des habitats naturels (e.g. forêt naturelle, prairie semi-naturelle gérée traditionnellement, lande), l'eau issue de ces sources sera normalement polluée. Il est alors conseillé de ne pas construire d'étang utilisant ces sources d'eau (à moins que le principal objectif de l'étang soit la purification de l'eau). Si elles existent, les sources et fontaines **non polluées** peuvent être d'excellentes sources d'eau, fournissant un courant continu d'eau et permettant la construction d'étangs sans revêtements imperméables. Dans certains cas, quand les étangs ont des taux de nutriments ou d'autres polluants **plus élevés** que l'afflux d'eau, la qualité de l'eau de l'étang peut être améliorée par des apports de ruisseau, même s'il est pollué. Dans ces cas-là, les ruisseaux diluent et exportent partiellement les polluants.
- **La mer**. Dans certaines zones côtières, de l'eau saumâtre remplit les étangs proches du littoral. Les étangs peuvent être remplis par de l'eau de mer, soit par des apports superficiels issus de tempêtes océaniques ou via des sources souterraines coulant à travers le sable de la plage. Les étangs saumâtres ont une faune très spécialisée, comprenant des espèces menacées.
- **Substrats** : les étangs sont normalement trouvés sur des substrats ayant une faible porosité (argile, alluvions) ou qui retiennent l'eau (sable, roche calcaire, tourbe). Les substrats sur lesquels un étang est localisé va déterminer son hydrologie, et la comprendre sera important pour gérer la qualité de l'eau et les niveaux d'eau. Il est bien plus facile de créer de nouveaux étangs sur des substrats imperméables ou dans des strates rocheuses qui contiennent de l'eau. Les étangs peuvent être créés sur des substrats perméables avec des revêtements artificiels, bien qu'ils soient très coûteux et qu'ils aient une durée de vie limitée. Pour évaluer si un substrat convient pour retenir l'eau :
  - Dans un premier temps examinez les cartes géologiques et cherchez les étangs existants dans le paysage d'étangs, notez que les cartes géologiques ne sont souvent pas assez détaillées pour décrire les variations de géologie à petite échelle nécessaires pour identifier les localisations potentielles d'étangs ;
  - Cherchez les éventuelles sources locales d'information à propos de l'hydrologie du paysage d'étangs (comme des forages entretenus par les agences de l'eau) ; bien qu'elles soient conçues pour le suivi de grandes pièces d'eau, ces agences fournissent peut-être des informations utiles à la gestion d'étang.
  - Faites des « fosses tests » pour évaluer les substrats et déterminer s'il y a présence d'eau souterraine ; des informations sur la géologie sont obtenues en inspectant les fosses tests. Pour évaluer l'hydrologie, et en particulier les variations saisonnières du niveau d'eau souterraine, il peut être nécessaire d'observer la fosse test pendant un à deux ans.



- Une autre option est d'engager un entrepreneur spécialisé avec l'équipement de forage adéquat pour créer un profil géologique du substrat et du terrain proche de la surface, et pour installer des sondes de niveau d'eau pour un suivi de plus long terme.
- Il est toujours utile d'évaluer si le paysage d'étangs a été drainé ; des drains sont très fréquemment présents dans les régions agricoles et peuvent ne pas être évidents à identifier.

A l'échelle du paysage d'étangs, des étangs ayant de l'eau provenant de différentes origines peuvent coexister et être plus ou moins proches, jusqu'à être dans le même site, en fonction de la géologie locale.



**Fig. 20** - Les paysages d'étangs peuvent avoir plusieurs sources d'eau différentes, notamment les eaux souterraines (A), les eaux de surface (B) et les bassins versants des rivières (C). La récupération des eaux de pluie (D) peut également être utilisée dans des situations plus urbaines.

### CONSIDÉRATIONS DE GESTION SUR LE LONG TERME

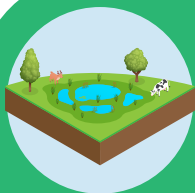
Quelque soit le projet d'étang, il est important de penser très tôt, dès le travail initial, à la gestion à long terme des étangs, que ce soit une action liée à des aspects de gestion, de restauration ou de création. Avec une bonne planification, il est possible de rendre plus facile la gestion future et de réduire la fréquence des interventions à venir. Dans la planification de la gestion sur le long-terme d'étangs existants ou de nouveaux étangs, l'usage des terres environnantes est une considération importante (Tableau 3).

Il est aussi important de prendre en compte les scénarii de changement climatique lorsque l'on examine les meilleures mesures à appliquer pour les étangs et les paysages d'étangs. Par exemple, dans les régions arides, des interventions de plus grande échelle peuvent être requises pour maintenir le fonctionnement des étangs (e.g. approfondir ou éliminer les drains agricoles pour restaurer l'hydrologie de l'étang).



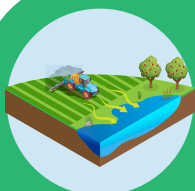


**Tableau 3** - Gestion des étangs : les principes clés



### ÉTANGS DANS DES PAYSAGES NATURELS / SEMI-NATURELS AVEC PÂTURAGE (ÉLEVAGE DOMESTIQUE OU CERFS)

- Le pâturage de faible intensité représente la gestion optimale pour beaucoup d'étangs existants et nouveaux. Il n'est plus nécessaire de les gérer manuellement / mécaniquement.
- Si les berges de l'étang sont pentues, envisagez de clôturer pour la sécurité des personnes et du bétail
- Envisagez de clôturer si la densité du bétail ou les perturbations engendrées sont fortes. Clôturer une large zone autour de l'étang et installer une porte permet une gestion de l'intensité du pâturage et de son timing.
- Réalisez des débroussaillages réguliers autour des étangs clôturés
- Considérez de clôturer partiellement et de manière stratégique pour que des zones de l'étang soient accessibles au pâturage et d'autres seulement quand les niveaux d'eau sont hauts. Il peut aussi être bénéfique de diversifier les pressions de pâturage.
- Quand la topographie le permet (e.g. environnements vallonnés), des abreuvoirs peuvent être installés pour gérer la fréquence de visite du bétail.



### ÉTANGS DANS DES PAYSAGES AGRICOLES DE CULTURE INTENSIVE

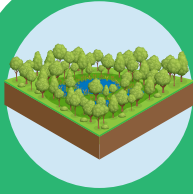
- Cherchez à minimiser l'exposition des étangs aux pratiques agricoles modernes (cultures, production intensive d'herbe)
- Les espèces sensibles à la pollution, comme les plantes aquatiques sensibles aux nutriments, et certains amphibiens et libellules, ne survivront généralement pas dans ces zones, bien que les espèces tolérantes persistent.
- Envisagez de créer des étangs dans des portions de terrain dans le paysage d'étangs où il n'y a définitivement plus de cultures utilisant des produits de l'agrochimie.
- Rappelez-vous que les terres sont souvent en rotation entre des cultures et du pâturage. Assurez-vous que vous comprenez les types de rotations, et quels produits agrochimiques sont utilisés, avant de planifier un projet d'étang sur un terrain agricole.
- Anticipez des contraintes de gestion plus importantes, ou une restauration des étangs plus fréquente, dans un bassin versant sur lequel il y a du labour et l'emploi de fertilisants et de pesticides. Ces étangs sont susceptibles d'être pollués, donc la végétation aquatique va pousser avec plus de vigueur et les étangs vont s'envaser plus rapidement.
- Créez les plus grandes zones tampon possibles autour des étangs : 50 m est un bon compromis, mais prenez conscience que les zones tampon peuvent ne pas être totalement efficaces s'il y a de fortes pluies après l'application de fertilisants ou de pesticides.
- Pour réduire les risques de pollution, envisagez de construire des fossés ou des barrières pour éviter l'écoulement dans l'étang de l'eau de surface provenant de terres gérées intensivement.



### ÉTANGS CONNECTÉS À DES EAUX COURANTES

- Quand des eaux courantes entrent dans l'étang, les sédiments se déposent, créant de l'envasement. Préparez-vous à une gestion bien plus fréquente (et coûteuse) que celle nécessaire pour les étangs alimentés par de l'eau diffuse ou souterraine.
- Les eaux courantes charrient des quantités surprenantes de matières en suspension, et les étangs alimentés par ces flux se remplissent de sédiment 100 à 1000 fois plus vite que ceux dépourvus de cet afflux d'eau.
- Envisagez de concevoir des pièges à sédiments dans les projets d'étangs (par exemple un étang tampon avant l'étang principal). Ils nécessitent d'être désensablés régulièrement, et si cela n'est pas fait, ils deviennent rapidement inefficaces.
- Si vous gérez, restaurez ou créez des étangs près de rivières polluées, soutenant des populations de poissons ou qui présentent des espèces invasives, préparez-vous à une gestion méticuleuse pour réduire les dégradations (pollution, espèces exotiques) ou créer des habitats utiles (étangs en zone alluviale connectés de manière intermittente aux rivières pour les poissons).





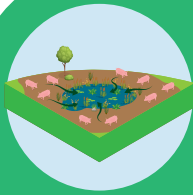
### ETANGS FORESTIERS

- Assurez-vous d'avoir un plan de gestion forestière pour maintenir des conditions optimales pour les étangs. Les petits étangs en forêt peuvent devenir rapidement très ombragés, ce qui est défavorable pour certaines espèces. La gestion des arbres peut nécessiter l'intervention de coûteuses entreprises spécialisées.
- Dans les étangs plus petits, envisagez de ramasser les feuilles manuellement, avec des filets à grosse maille ou des râteliers, en automne ou au début de l'hiver. Les impacts de ces interventions n'ont pas été évalués, mais seraient bénéfiques.
- Dans les forêts, envisagez de créer de plus grands étangs ou des étangs dans les clairières ou le long des chemins. Cela peut aider à maintenir des conditions plus ouvertes sans avoir besoin de gérer les arbres en surplomb. Notez que de grandes quantités de matière organique s'accumulent dans les étangs suite à la chute de feuilles ou de branches peuvent augmenter la production de méthane et autres gaz à effet de serre.



### ETANGS RESTAURÉS OU GÉRÉS

- Souvenez-vous que la végétation de tous types (plantes aquatiques et émergentes, arbres terrestres et arbustes) va en général s'établir plus rapidement dans les étangs gérés ou restaurés que dans les nouveaux étangs, donc la gestion sera peut-être requise plus rapidement.
- Envisagez d'introduire une faible densité de pâturage par le bétail pour gérer la croissance de la végétation et planifier les futurs travaux de gestion (incluant les moyens financiers et logistiques requis) lors de la conception d'un projet d'étang.
- Évaluez annuellement la croissance de la végétation pour ajuster la fréquence de l'entretien.



### ETANGS CONÇUS POUR LA GESTION DE LA POLLUTION

- Préparez-vous à désenvaser régulièrement et à éclaircir la végétation dans les étangs qui sont destinés à piéger l'eau polluée et les sédiments. La taille de l'étang influence à quelle fréquence le désenvasement sera nécessaire. Elle pourrait être comprise entre 5 à 30 ans.
- Notez que les sédiments, en particulier les sédiments pollués, doivent peut-être être traités comme des déchets spéciaux ce qui peut être très coûteux.
- Assurez-vous que les étangs de gestion de la pollution soient conçus avec un régime de désenvasement soigneusement planifié et financé.



### ETANGS OÙ L'ACCÈS AU PUBLIC EST FAVORISÉ

- Souvenez-vous que l'aspect de l'étang et la sécurité du public seront particulièrement importants quand l'accès au public est encouragé. Les déchets peuvent s'accumuler si un site n'est pas géré et/ou sans infrastructures (e.g. chemins et promenades) et vont nécessiter un entretien régulier.
- Évitez de créer des étangs avec des berges pentues qui augmentent le risque d'accidents. Lorsque de fortes pentes sont utilisées, mettez-les loin de l'eau en terrain sec.
- Assurez-vous que les étangs ont de larges bordures peu profondes avec des bords très légèrement inclinés ou des plateformes horizontales pour que les personnes puissent s'approcher en toute sécurité.
- Réfléchissez au nombre de personnes fréquentant le site et quelles zones sont les plus visitées.
- Réalisez des contrôles fréquents pour s'assurer que l'étang est accessible et sécurisé.
- Envisagez d'investir dans une signalisation pour gérer les attentes du public et encourager une utilisation responsable du site.
- Des clôtures, des plantations ou des tas de bois pourraient être utilisés pour gérer les perturbations lorsque les panneaux d'information ne fonctionnent pas.
- Rendre certains étangs peu ou pas accessibles en complément des étangs les plus accessibles dans le même paysage d'étangs, pour garantir le maintien de la biodiversité.
- Évitez de favoriser les poissons et canards domestiques dans les étangs urbains ou créez des étangs spécifiquement utilisés pour l'accueil des poissons et canards.





### GESTION DES NIVEAUX D'EAU DE L'ÉTANG

- Souvenez-vous que pour de nombreux étangs et paysages d'étangs la méthode de gestion optimale pour fournir des services écosystémiques et des contributions de la nature aux populations sera de laisser le régime hydrologique naturel prédominer. Cela conduit à des variations saisonnières de niveaux d'eau, qui sont précieuses pour maintenir la fonction écosystémique de l'étang.
- Pour un certain nombre de services écosystémiques (e.g. provision d'eau, nourriture, alimentation animale, expériences physiques et psychologiques), planifiez la manière dont vous allez contrôler les niveaux d'eau avec des barrages, des écluses et des déversoirs.
- Si vous gérez, restaurez ou créez des étangs piscicoles ou des étangs destinés à capter les polluants, envisagez de vider l'étang complètement pour retirer les sédiments accumulés.



### SUIVI

- Assurez-vous qu'un suivi est planifié, financé et réalisé à des intervalles réguliers pertinents. Ce suivi doit prendre en compte l'analyse des changements à court-terme liés à la gestion, mais aussi des effets de plus long-terme.

Lorsque vous préparez le budget d'un projet d'étang, il est important d'y inclure le suivi et des fonds supplémentaires pour améliorer le paysage d'étangs. Un suivi régulier est très important et est souvent absent. En visitant les étangs souvent dans les premiers 6 à 12 mois après une phase de gestion, de restauration ou de création, vous pouvez en apprendre beaucoup sur un étang et identifier les zones sur lesquelles apporter des améliorations. Par exemple, vous pourriez noter que certains étangs sont constamment turbides, ce qui peut supposer une perturbation trop importante et conclure qu'une clôture est nécessaire. Pour les nouveaux étangs, de fréquentes visites sur le court terme sont aussi utiles pour surveiller les espèces invasives qui, si elles sont rapidement repérées et supprimées, peuvent être éradiquées avec succès. En règle générale, le suivi est essentiel pour une gestion adaptative.

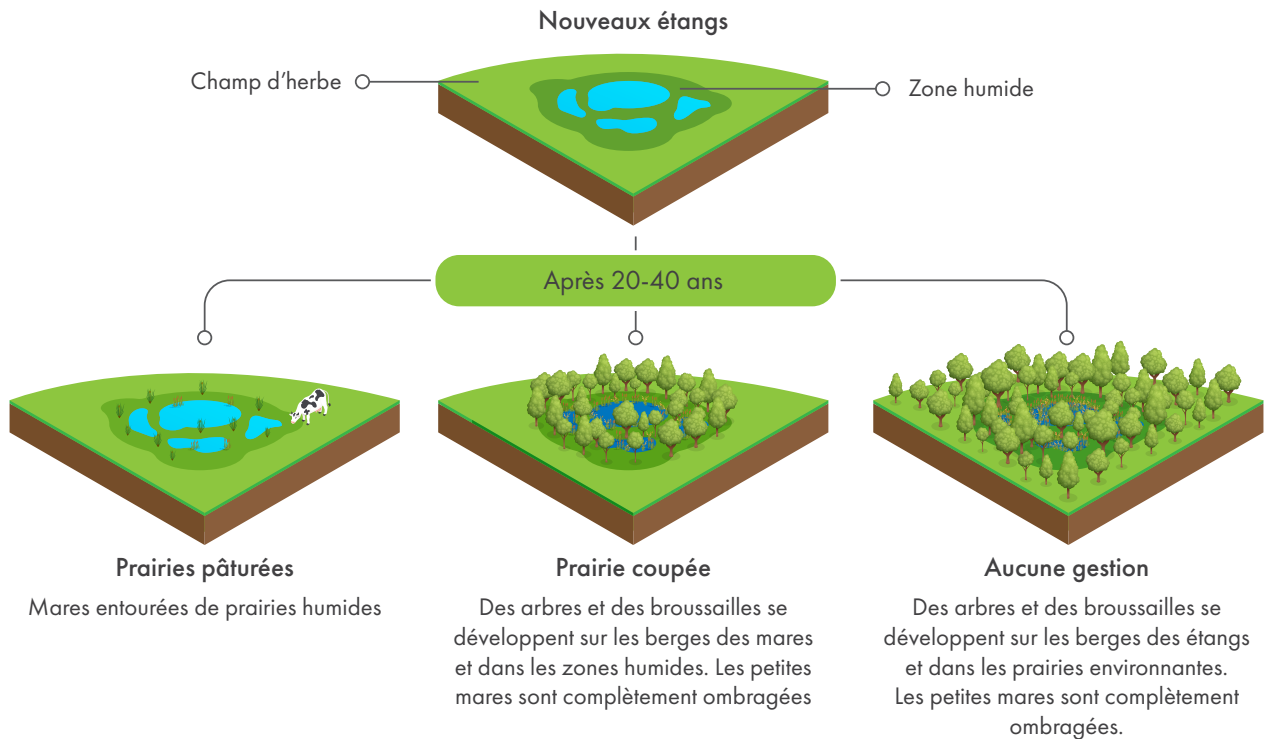
Un suivi de plus long terme est aussi important et peut aussi apporter des informations à propos des facteurs qui influencent la fonction de l'étang. Pour les étangs temporaires, pendant quelles périodes de l'année l'étang est-il en eau ? Dans le cas d'un étang permanent, selon quelles variations les niveaux d'eau fluctuent ? Ces deux aspects sont susceptibles d'être déterminés par la variation du climat.

Ces observations peuvent révéler que davantage de travaux sont requis pour remplir les objectifs du projet. Par exemple, dans le cas d'étangs de reproduction pour les amphibiens, si le suivi révèle que le paysage d'étangs s'est considérablement asséché avant que les juvéniles aient quitté l'étang, approfondir plusieurs étangs, trouver des sources d'eau alternatives pour alimenter l'étang, stocker de l'eau ou installer une couche imperméable, pourraient être nécessaires pour augmenter le temps pendant lequel l'étang reste en eau. A l'inverse, dans les paysages d'étangs où les étangs restent en eau toute l'année parce qu'ils sont trop profonds, il est peut-être possible d'ajouter de nouveaux étangs temporaires et semi permanents pour fournir des habitats aquatiques temporaires supplémentaires.





Un suivi régulier va fournir des informations à propos de l'efficacité de la gestion du site (végétation, bétail, accumulation de polluants, infrastructure physique, etc.) qui peut nécessiter des modifications des plans de gestion. Même s'il est possible de préparer à l'avance et de prévoir un plan de gestion à long terme, ce plan doit aussi être flexible et peut évoluer progressivement grâce au suivi.



**Fig. 21** - Un défaut de gestion peut entraîner l'invasion complète des étangs par des arbres et d'autres végétaux. Le pâturage du bétail à faible intensité peut être un moyen efficace de gérer les étangs et les paysages d'étangs, réduisant ainsi le besoin de contrôle manuel de la végétation.

### Étangs et moustiques

Dans certaines zones, comme les régions touristiques ou les paysages urbains et suburbains, il peut y avoir des inquiétudes sur le fait que la gestion, la restauration ou la création d'étangs favorise la propagation de moustiques qui peuvent transmettre des maladies graves pour les populations ou le bétail. Notez que les moustiques qui ne transmettent pas de maladies peuvent aussi être une préoccupation simplement parce qu'ils sont abondants (e.g. en Camargue, France).

En général, les moustiques dans les étangs sont régulés par toute une diversité de prédateurs naturels. Les larves de moustiques sont consommées dans l'eau par les coléoptères aquatiques, les punaises aquatiques, les libellules et les tritons, et leurs adultes sont capturés autour de l'étang par les grenouilles, les chauves-souris, les oiseaux et autres mouches prédatrices. Grâce à cela, les moustiques constituent généralement une faible part de la faune de l'étang. Ils sont seulement susceptibles d'être abondants dans les très petites et temporaires flaques d'eau de pluie parce que ces habitats manquent de biodiversité.

Les moustiques peuvent être davantage présents dans des habitats dans des contenants artificiels qui sont exempts de prédateurs, en particulier des fûts en plastique et des pneus, où ils se reproduisent en grand nombre. Ce type de contenants doit être enlevé du paysage d'étangs autant que possible. Si l'eau de pluie est collectée dans des conteneurs ouverts pour alimenter les étangs, utilisez-les avant que les larves de moustique puissent émerger, ou envisagez d'utiliser des filtres. Les programmes de contrôle des moustiques, y compris ceux concernant les espèces qui présentent un risque sanitaire (malaria, dengue et zika), comme le moustique tigre asiatique (*Aedes albopictus*) et *Anopheles* sp., doivent être focalisés en particulier sur la suppression des petits containers, et sur l'appui de la biodiversité de l'étang pour réguler la reproduction des moustiques.

Dans les paysages d'étangs où les moustiques sont abondants, (e.g. marais côtiers), leur piqûre peut sérieusement perturber les activités humaines. Dans un contexte de changement climatique, les moustiques vecteurs de maladie pourraient migrer graduellement vers les latitudes plus au nord. S'ils sont détectés, ces populations de moustiques pourraient devoir faire l'objet d'un suivi spécifique et de programmes de contrôle, y compris un contrôle avec l'insecticide naturel *Bacillus thuringiensis* (Bti). Des informations sur les mesures de contrôle sont disponibles au Centre Européen pour le Contrôle et la Prévention des Maladies. L'utilisation de Bti pour le contrôle des moustiques est décrite dans la Success Story du site de démonstration **PONDERFUL** de La Pletera (section 6.6).



## 4.2 EVALUER ET SUIVRE LES ÉTANGS ET LES PAYSAGES D'ÉTANGS

Cette section fournit un aperçu des méthodes qui peuvent être utilisées pour suivre et évaluer les étangs et paysages d'étangs à travers à la fois des évaluations ponctuelles et un suivi de plus long-terme.

Il y a de nombreuses motifs d'évaluation des étangs : déterminer la valeur de conservation des étangs individuels, suivre les changements dans le nombre et la valeur des étangs en tant que solutions fondées sur la nature (comme la captation de polluants), suivre les populations d'espèces menacées, rechercher la distribution des différents types d'étangs dans le paysage ou suivre les impacts de fréquentation (par exemple, si le nombre de visiteurs ou de bétail utilisant les étangs est en augmentation). Ces programmes de suivis peuvent être dirigés par des politiques régionales, nationales, européennes ou internationales.

Deux questions méritent d'être prises en compte lorsque l'on choisit parmi les nombreuses méthodes qui peuvent être utilisées pour évaluer et suivre les étangs :

- Que voulez-vous savoir ? Il est important de définir clairement les réponses dont vous avez besoin afin de planifier et de collecter les données les plus appropriées et de ne pas consacrer de ressources à des mesures inutiles.
- Existe-t-il des méthodes standards que vous pouvez utiliser ? L'utilisation de méthodes préexistantes plutôt que l'élaboration de vos propres nouvelles méthodes présente des avantages non négligeables, y compris le fait que :
  - vous pouvez vous appuyer sur les connaissances d'autres personnes : de nombreux facteurs interviennent dans l'élaboration des méthodes - depuis la meilleure période de l'année pour effectuer un relevé, jusqu'au matériel et aux compétences nécessaires, en passant par les différentes façons possibles pour mesurer / quantifier un paramètre.
  - vous pourrez peut-être comparer vos résultats avec les données d'autres personnes collectées à l'aide de la même méthode, afin de découvrir si vos résultats sont classiques ou inhabituels.

L'utilisation des méthodes existantes doit se faire avec prudence, en particulier entre les différentes régions et zones climatiques. Certaines méthodologies dépendent de la région et, même si les concepteurs des méthodes décrivent correctement leurs limites, parfois les personnes n'en tiennent pas compte. Dans les régions où les conditions climatiques sont différentes de celles dans lesquelles la méthodologie a été développée, ou lorsque certains facteurs environnementaux sont vraiment très différents, l'utilisation d'une méthodologie spécifique peut s'avérer inadéquate. Dans ces cas, l'adaptation des méthodes pour tenir compte des effets des différentes conditions environnementales locales peut être une solution.

### **Evaluer et suivre les contributions de la nature aux populations apportées par la mise en place de solutions fondées sur la nature**

Il existe un large éventail d'options pour mesurer les avantages découlant des étangs et des paysages d'étangs en tant que solutions fondées sur la nature. Toute évaluation doit définir des indicateurs spécifiques, en fonction des contributions de la nature aux populations à suivre, puis décrire la manière dont ces indicateurs peuvent être mesurés sur le terrain. Par exemple, pour la biodiversité, un ensemble de taxa bioindicateurs pourrait être choisi et les méthodes pour quantifier leur abondance décrites (prélèvements d'eau, observation directe, etc.). La section ci-dessous résume les approches classiques

**Biodiversité (CNP : Création et Maintien de l'Habitat) :** La biodiversité des étangs est le plus souvent mesurée en utilisant une combinaison du nombre d'espèces de l'étang et de l'occurrence d'espèces rares et menacées dans un étang. Les groupes généralement évalués sont les amphibiens, les plantes des zones humides et/ou les (macro)invertébrés de grande taille. Cependant, les diatomées, les microarthropodes (comme le zooplancton), les reptiles, les poissons, les mammifères et les oiseaux sont parfois recensés, en particulier dans les grands plans d'eau. Les méthodes sont détaillées dans les sections 4.2.1 and 4.2.2.

**Stockage d'eau (CNPs: Régulation des risques ; Denrées alimentaires et aliments pour animaux) :** Les étangs peuvent être utiles pour stocker l'eau en période d'inondation, pour lutter contre les incendies, pour abreuver le bétail, pour fournir de l'eau aux animaux sauvages et pour empêcher ou ralentir l'entrée de l'eau dans les rivières et l'inondation des zones en aval. Le suivi pourrait inclure l'évaluation du volume d'eau retenu et de la période pendant laquelle il est retenu. Par exemple, la capacité de stockage des eaux de crue est le volume d'eau supplémentaire au-dessus des niveaux d'eau normaux qu'un étang peut contenir avant de déborder. Elle peut être mesurée en multipliant la surface d'abaissement de l'eau par sa hauteur, afin d'estimer le volume d'eau que l'étang peut contenir.

**Interception de la pollution (CNP: Régulation de la qualité de l'eau douce) :** Les étangs sont souvent utilisés pour intercepter les polluants et les empêcher de pénétrer dans d'autres plans d'eau. La manière la plus courante de calculer leur effet est de comparer les niveaux de polluants pertinents dans les flux entrants et sortants des étangs. Il s'agit le plus souvent de nutriments (phosphore et azote), mais aussi de matière organique, de bactéries, de pesticides et de métaux (tels que le cuivre dans les zones agricoles ou les métaux lourds dans les zones urbaines). Cependant, les coûts d'analyse peuvent être élevés. Les polluants émergents et les microplastiques peuvent également être pris en compte.

Il existe également des évaluations de la biodiversité et des indicateurs permettant d'estimer la qualité de l'eau. Des prélèvements d'eau réguliers, en plus grand nombre en temps de pluie, sont essentiels. Le suivi devra probablement être sur le long



terme et prendre en compte les événements orageux, afin de correctement évaluer l'efficacité (en sachant que beaucoup d'étangs de captation de la pollution ne sont pas efficaces).

**Stockage de carbone et atténuation du changement climatique (CNP: Régulation du climat) :** L'évaluation des émissions de gaz à effet de serre et de la séquestration du carbone dans les étangs nécessite des mesures minutieuses sur le terrain à l'aide de méthodes avancées. Il s'agit actuellement d'une activité réservée à la recherche. Les méthodes utilisées pour **PONDERFUL** sont décrites dans Davidson et al. (2024) <sup>[22]</sup> et comprennent des échantillonneurs de gaz flottants pour mesurer les émissions, et des pièges ou carottes à sédiments pour évaluer la séquestration du carbone.

**Valeur pour l'éducation, les loisirs, la santé et le bien-être (CNPs: Expériences physiques et psychologiques : apprentissage et inspiration) :** Les données quantitatives sont généralement évaluées en termes de nombre de visiteurs. Les perceptions des visiteurs et des autres parties prenantes peuvent être évaluées au moyen de questionnaires, d'entretiens et de groupes de discussion, avec une évaluation semi-quantitative au moyen de questions utilisant une échelle de Likert.

#### 4.2.1 EVALUER ET SUIVRE LES ÉTANGS INDIVIDUELS

Les évaluations détaillées des étangs comprennent généralement la collecte d'un ensemble de données physiques, chimiques et biologiques. Les données biologiques fournissent des informations sur la valeur en termes de biodiversité de l'étang et peuvent fournir des informations sur la qualité de l'étang (i.e. à quel point l'étang est dégradé). Les données physiques et chimiques sont utilisées pour mieux comprendre la qualité de l'étang, aider à interpréter les résultats biologiques et évaluer le succès ou les contraintes sur les contributions de la nature aux populations.

##### Évaluer la biodiversité de l'étang

Les mesures de la biodiversité des étangs visent à montrer la valeur d'un étang pour la faune et la flore, c'est-à-dire la valeur de conservation de l'étang. Les étangs sont des habitats très riches et il est presque impossible d'identifier toutes les espèces présentes. C'est pourquoi les mesures de la biodiversité se concentrent généralement sur des groupes particuliers, tels que les plantes des zones humides ou les amphibiens. Le choix du groupe à étudier implique la prise en compte de nombreux facteurs, tels que la représentativité du ou des groupes par rapport à l'ensemble de l'étang et le coût de l'étude. Il est également utile d'évaluer les groupes qui se prêtent le mieux à la communication avec le public (c'est-à-dire les espèces « porte-drapeaux »). Les avantages et les inconvénients de l'utilisation de différents groupes sont résumés dans la Tableau 4.

Pour être représentatif de l'étang dans son ensemble, le meilleur choix sera probablement une combinaison de groupes de plantes et d'animaux contenant de nombreuses espèces. Le choix final dépendra des objectifs du projet et des compétences disponibles. Toutefois, un choix typique consiste à étudier les plantes des zones humides, les macroinvertébrés et les amphibiens (Tableau 4). Si les coûts ne permettent d'étudier qu'un seul groupe, le meilleur choix sera probablement celui des plantes des zones humides, car il s'agit d'un groupe riche en espèces, rapide à inventorier, qui peut être utilisé pour calculer des indices de qualité et qui a été intégré dans de nombreuses évaluations d'étangs européens. Une option intermédiaire, appliquée par le projet **PONDERFUL**, consiste à combiner les plantes des zones humides et certains groupes d'animaux (en tenant compte des différents traits et de la phylogénie) tels que le zooplancton, les mollusques, les coléoptères aquatiques, les trichoptères, les plécoptères, les éphémères, les libellules et les amphibiens.

La biodiversité des étangs est généralement évaluée en termes de richesse et de rareté des espèces. La richesse en espèces est le nombre d'espèces présentes dans les groupes étudiés. L'abondance des espèces est souvent, mais pas toujours, utile. La présence d'espèces rares au niveau national ou international, ou qui sont protégées par la législation, est utile pour évaluer l'état écologique du site. Le type d'étang peut également être un élément important pour préciser les objectifs de conservation, en particulier si l'étang fait partie de la liste des habitats rares et vulnérables de l'annexe I de la directive européenne « Habitats ».

Les mesures de rareté sont généralement fondées sur les évaluations nationales et internationales des catégories des espèces menacées de l'UICN (en danger, vulnérable, etc.) et, en Europe, sur la liste de l'annexe II de la directive européenne « Habitats ». Cela inclut les codes des habitats d'eau douce : 3110, 3120, 3130, 3140, 3150, 3160, 3170, 3180 et 3190. Elle comprend également le code 2190 qui inclut les mares des zones dunaires, et les codes 7110 et 7150 qui incluent les mares dans les tourbières et les tourbières acides.

Cependant, des listes de rareté nationales et parfois régionales spécifiques existent souvent au sein des pays. Les indices de rareté, qui classent les espèces en fonction de leur rareté, peuvent être utiles pour comparer la valeur de la rareté entre les étangs.

**Autres mesures de biodiversité :** D'autres mesures telles que la diversité des espèces (une mesure qui combine le nombre d'espèces et leur abondance) et les mesures de la fonction de l'écosystème sont parfois utilisées, mais elles sont généralement plus difficiles à interpréter et à utiliser pour l'évaluation pratique de la conservation des étangs. Cependant, les indices de diversité peuvent être très utiles pour analyser les processus écologiques au niveau des communautés. Par exemple, les





indices de diversité peuvent aider à déterminer si, après la gestion ou la restauration, les communautés des étangs ont tendance à devenir plus ou moins semblables à un type de communauté ciblée.

### Evaluer la qualité écologique de l'étang

La qualité écologique d'un étang est une évaluation de son état général : son état physique et chimique, et la santé de ses communautés végétales et animales. La qualité écologique des étangs est le plus souvent évaluée en combinant des données physico-chimiques sur la qualité de l'eau et des relevés biologiques.

**Suivi de la qualité de l'eau.** La dégradation de la qualité de l'eau due à la pollution est l'un des facteurs les plus courants de dégradation des étangs et réduit leur capacité à fournir les contributions de la nature aux populations. Les échantillons d'eau sont généralement analysés pour déterminer la présence de nutriments, qui sont des polluants majeurs, en particulier l'azote et le phosphore. Les nutriments sont idéalement évalués à l'aide d'échantillons analysés en laboratoire et mesurant l'azote total et le phosphore total, prélevés à la fin de l'hiver ou au début du printemps. Toutefois, les données « nitrates » et « phosphates » mesurées à l'aide de kits de test rapides sont également utiles. Les données relatives à la chlorophylle (mesure de l'abondance des algues vertes) et à la phycocyanine (mesure des algues bleues-vertes) sont parfois collectées, mais les mesures doivent être répétées fréquemment au cours du printemps et de l'été, car ces paramètres fluctuent beaucoup.

Le carbone organique, l'oxygène dissous et les sulfates sont parfois mesurés pour évaluer la pollution organique, mais comme les étangs accumulent naturellement du carbone, l'interprétation de ces données en tant que « pollution » n'est pas évidente. Les matières en suspension donnent une indication de la turbidité de l'eau de l'étang et la transparence peut être mesurée à l'aide d'un tube de Snell. Le pH est une mesure importante en cas de risque d'acidification. Les métaux lourds, tels que le cuivre, le zinc et le plomb, peuvent être des polluants importants, en particulier dans les zones urbaines et les étangs entourés de vignobles.

Les biocides peuvent également être importants, mais leur analyse nécessite la connaissance du biocide spécifique en question et est coûteuse. D'autres variables chimiques sont généralement mesurées pour fournir des informations contextuelles sur l'étang, plutôt que pour évaluer sa qualité : par exemple l'alcalinité, le pH, le calcium, le magnésium et le sodium.

Pour les gestionnaires de sites, il existe trois options concrètes d'évaluation de la qualité de l'eau, dont la complexité, le coût et les informations obtenues sont croissants :

- **Peu coûteux, facile** : testez les niveaux de nutriments à l'aide de kits de test rapides (la gamme PackTest en est un exemple, mais d'autres sont disponibles) ; les mesures sont effectuées une ou deux fois par an ;
- **Intermédiaire** : analyse en laboratoire de certains éléments nutritifs (par exemple, composés azotés et phosphorés ou azote total et phosphore total, pH, conductivité, oxygène dissous) ;
- **Complet, plus coûteux** : analyse en laboratoire des nutriments, des anions, des cations, des pesticides, des métaux lourds, des sédiments en suspension, de la chlorophylle a et de la phycocyanine, tout cela collecté à plusieurs reprises au cours de l'année.

Les mesures biologiques peuvent également être utilisées comme indices de pollution, et elles ont l'avantage d'aider à mesurer l'effet direct de la pollution sur la faune et la flore, plutôt que d'utiliser la chimie comme proxy. Par exemple, si un relevé des plantes est effectué, chaque espèce peut se voir attribuer un score de nutriments (N) d'Ellenberg, et le score moyen par étang est utilisé pour identifier les sites présentant des scores de N élevés, qui sont susceptibles d'être pollués.

**Suivi de la qualité biologique.** Pour une évaluation modérément rapide de la conservation basée sur les espèces, une bonne approche consiste à entreprendre une étude des plantes des zones humides de l'étang. Cela nécessite des compétences spécialisées en matière d'identification des plantes, mais des botanistes expérimentés peuvent généralement étudier un étang en une heure ou une heure et demie au cours d'une seule visite en été. Les données sur la richesse et la rareté des plantes permettent d'identifier les étangs qui sont particulièrement riches, particulièrement pauvres ou qui abritent des espèces rares. Une liste de plantes des zones humides peut être générée rapidement et avec une grande précision en une seule visite et reflète la qualité de l'étang (c'est-à-dire que l'espèce accomplit son cycle de vie complet dans l'étang). Elle constitue également un bon substitut pour d'autres groupes biotiques et représente une proportion raisonnable de la biocénose.

Les études sur les espèces d'amphibiens peuvent également constituer une bonne option, car il existe un nombre relativement restreint d'espèces et, dans la plupart des cas, celles-ci sont faciles à identifier et sont sensibles à la qualité de l'eau et de la végétation de l'étang. Les inconvénients sont que les amphibiens ne représentent qu'une petite partie de la biodiversité présente, ne sont pas bien corrélés avec les autres groupes, peuvent prendre du temps à étudier et passent une grande partie de leur cycle de vie sur la terre ferme. Ils ne représentent donc pas fidèlement la qualité de l'étang. Les libellules et autres macroinvertébrés, bien qu'exigeant généralement des observateurs plus expérimentés, des techniques d'échantillonnage spécifiques et une identification en laboratoire, sont également souvent choisis comme indicateurs de la biodiversité de l'étang. Les groupes sélectionnés pour l'étude dépendront en fin de compte de l'objectif visé : évaluer la qualité écologique de l'étang, la présence d'espèces protégées spécifiques ou mettre en évidence des organismes attractifs pour le public.

Il est désormais possible d'obtenir des données biologiques en utilisant l'ADN environnemental (ADNe) ; il s'agit de prélever un échantillon d'eau et de l'envoyer pour analyse en laboratoire. Le prélèvement de l'échantillon peut être rapide (souvent

environ une heure) et peut être effectué par des non-spécialistes. Cependant, l'analyse de l'échantillon peut à aussi être coûteuse et l'interprétation des résultats nécessite une expertise biologique substantielle, en particulier pour s'assurer que les résultats sont robustes (par exemple, en s'assurant qu'aucune mention d'espèces absentes de la région n'est incluse et en vérifiant la cohérence des résultats par rapport aux données de relevés traditionnels).

Actuellement, en 2024, les inventaires par ADNe sont mieux développés pour l'identification des espèces de poissons et d'amphibiens. Ces groupes sont importants en soi, mais comprennent relativement peu d'espèces, et sont donc moins utiles que les plantes en tant qu'indicateurs de l'état biologique général ou de la valeur de conservation. Au moment de la rédaction du présent document, les tests ADNe sont moins utiles pour les invertébrés et les plantes. Des indices biologiques pouvant être utilisés pour mesurer la qualité globale d'un étang ont également été développés, bien qu'ils soient tous spécifiques à un pays ou à une région (par exemple PSYM pour le Royaume-Uni, PLOCH et IBEM pour la Suisse, QAELS pour la Catalogne).

**Tableau 4** - Un résumé des avantages et inconvénients des différents groupes d'espèces pour les relevés de biodiversité

Groupes biotique	Compétence requise pour entreprendre les relevés. Estimé en termes de temps de pratique nécessaire pour devenir compétent.e : 1: <1 jour 2: plusieurs jours à semaines 3: Plusieurs mois 4: De nombreux mois à années	Temps requis pour compléter un relevé approprié 1: autour d'1h 2: 1h-1 jour 3: 1-2 jours 4: 2+ jours	Valeur en tant qu'indicateur de biodiversité de l'étang Nombre d'espèces directement identifiables généralement trouvées dans les étangs : 1: très grand 2: grand 3: modéré 4: peu d'espèces
Plantes aquatiques et de zones humides	3	1	2
Macroinvertébrés*	4	4	1
Libellules	2	4	2
Zooplancton	4	3	1
Diatomées et autres algues	4	3	1
Amphibiens et autres reptiles	2, eDNA = 1	4, eDNA = 1	3
Poissons	2, eDNA = 1	3, eDNA=1	3
Mammifères	2	4	4
Oiseaux d'eau	2	2	3

\* Les macroinvertébrés constituent un groupe important, et les études se concentrent généralement sur des sous-groupes, en particulier les coléoptères aquatiques et les libellules, ainsi que sur d'autres espèces telles que les trichoptères, les punaises d'eau, les éphémères et les escargots.

### Données environnementales

Les informations sur l'environnement des étangs sont extrêmement précieuses. Elles peuvent être utilisées pour aider à interpréter les résultats biologiques et identifier les raisons possibles de la dégradation des étangs ; elles éclairent les décisions de gestion et sont essentielles si un suivi à long terme est entrepris pour démontrer et interpréter les changements. Elles orienteront les décisions de gestion pour la mise en œuvre d'une série de contributions de la nature aux populations (voir ci-dessous).

Les variables clés qui se sont avérées être des facteurs importants affectant les espèces des étangs, les communautés des étangs et la qualité écologique des étangs sont : la localisation (latitude, longitude), la superficie (superficie de l'étang, estimée en utilisant le niveau d'eau maximum en hiver et la superficie de l'eau au moment de la collecte), l'altitude, la géologie, la permanence, la profondeur en eau, le marnage, l'ombre, la couverture végétale, le pâturage, la présence d'un afflux d'eau, les usages des terres environnantes, la connectivité (i.e. la présence de plans d'eau ou de zones humides à proximité), la turbidité, la présence de poissons et les facteurs de perturbation, tels que la gestion de l'étang et l'impact des populations, du gibier d'eau et des chiens.

Les informations doivent être collectées à l'échelle de l'étang et à celle du paysage d'étangs ou du paysage pour décrire le contexte territorial. A l'échelle territoriale, les mesures comprennent la géologie, l'utilisation des terres et la connectivité (c'est-à-dire la présence de plans d'eau et de zones humides à proximité).



#### 4.2.2 SUIVI ET ÉVALUATION DES PAYSAGES D'ÉTANGS

Le suivi de paysages d'étangs entiers est plus difficile que le suivi d'étangs individuels. Bien que de nombreuses méthodes soient identiques, nous résumons ici les principales approches qui peuvent être utilisées pour surveiller et évaluer plusieurs étangs dans un paysage d'étangs.

Les motifs les plus fréquents actuellement qui justifient l'évaluation des paysages d'étangs sont :

- Compter et identifier les étangs pour les dénombrer et identifier la connectivité entre eux.
- Évaluer la valeur de la biodiversité des étangs dans le paysage d'étangs, en particulier la valeur pour la faune et la flore et/ou mieux comprendre l'état des étangs, comme la qualité de l'eau (par exemple, les niveaux de nutriments, la conductivité) et les caractéristiques des étangs, comme la morphologie (par exemple, la taille ou la profondeur).

Dans **le futur** nous nous attendons à la nécessité d'évaluer l'efficacité des étangs à fournir des bénéfices à l'homme, tels que les contributions de la nature aux populations. Les méthodes pour y parvenir sont décrites ci-dessous.

Les paysages d'étangs contiennent généralement un nombre considérable d'étangs, de sorte que les méthodes appropriées seront généralement à grande échelle et relativement rapides à mettre en œuvre en raison des ressources limitées. Bien entendu, si les fonds sont suffisants, des évaluations plus détaillées du type de celles décrites pour les étangs individuels (ci-dessus) peuvent également être utilisées.

##### Compter et identifier les étangs

Pour les comptages d'étangs, il est important de définir dès le départ ce que l'on entend par étang. Les étangs temporaires sont-ils inclus ? Quelles sont les limites supérieures et inférieures de la taille des étangs ? Une première évaluation du nombre d'étangs peut être réalisée en combinant des données cartographiques et l'interprétation d'images satellites. Cependant, les étangs situés dans les bois, ainsi que les étangs de petite taille et temporaires, ne sont pas toujours identifiés. Pour obtenir des comptages précis, il faut donc combiner des méthodes géomatiques et des relevés sur le terrain.

L'utilisation d'images de télédétection de différentes années et d'analyses SIG peut fournir des estimations précieuses de la diminution de la densité des étangs à l'échelle régionale. Pour les très grandes régions (e.g. département, pays, zone biogéographique), une approche basée sur l'échantillonnage est souvent utilisée, sur la base de prospections dans des zones de 1 km<sup>2</sup> sélectionnées de manière aléatoire.

##### Évaluer la valeur de la biodiversité des étangs dans les paysages d'étangs

Les conseils utiles pour un suivi efficace à l'échelle du paysage des étangs sont de maximiser l'utilisation des données existantes, de procéder à des évaluations à distance (avec des données satellitaires et des photographies aériennes), de sélectionner des groupes ou des espèces indicatrices (bien que les options soient limitées) et de mesurer les facteurs d'habitat qui façonnent les communautés d'étangs (saisonnalité, âge, utilisation des terres, ombrage, présence d'animaux d'élevage).

**Maximiser l'utilisation des données existantes :** Dans un premier temps, il est utile de rassembler les données existantes, y compris celles relatives aux espèces rares et menacées des étangs, qui sont disponibles dans les atlas d'espèces, les bases de données d'espèces nationales et régionales, les bases de données plus locales, les articles scientifiques ou les rapports d'études. De nombreuses bases de données en ligne sur la biodiversité stockent désormais des informations précieuses sur les données d'observation des espèces, dont un nombre croissant de plateformes de sciences participatives sur la biodiversité gérées scientifiquement. La représentation cartographique des résultats (par exemple, la richesse en espèces du site, le nombre d'espèces menacées) peut mettre en évidence des regroupements d'observations et identifier des étangs ou des paysages d'étangs de grande qualité.

**Evaluations à distance :** Il n'est actuellement pas possible d'évaluer avec précision la valeur de conservation des étangs à distance. Cependant, une première évaluation peut être faite sur la base d'une évaluation de l'occupation des terres à l'aide d'images satellites et d'autres types d'images. Les zones d'utilisation des terres semi-naturelles (par exemple, les bois, les landes, les prairies non améliorées, les landes) abritent généralement des étangs de meilleure qualité biologique et sont donc plus susceptibles de fournir un large éventail de contributions de la nature aux populations.





En général, la valeur de conservation des étangs diminue avec l'intensité de l'utilisation des terres, ou si les étangs ont des flux entrants qui drainent ces paysages. Cependant, ces sites peuvent avoir un plus grand potentiel d'interception des polluants ou de stockage de l'eau. En général, dans de telles situations, les étangs sont moins susceptibles de répondre à une exigence fondamentale des solutions fondées sur la nature, à savoir qu'ils profitent à la fois à la biodiversité et fournissent d'autres services écosystémiques précieux.

**Les groupes et indicateurs de biodiversité :** En théorie, l'identification d'un petit nombre d'espèces indicatrices pour l'évaluation de la biodiversité globale des étangs serait pratique pour le suivi et l'évaluation de paysages d'étangs entiers. Toutefois, en raison de la diversité des étangs, il est difficile de trouver des espèces indicatrices universelles, sauf dans des types d'étangs spécifiques, et il a été démontré que l'utilisation d'espèces dites « porte-drapeau » est d'une valeur limitée pour l'évaluation des étangs<sup>[23]</sup>.

**Les relevés de types d'étangs et d'habitats :** Si l'objectif est de gérer les étangs dans un paysage d'étangs, mais qu'il n'est pas possible de recueillir des données biologiques, une approche consiste à étudier la variation des facteurs naturels qui façonnent les communautés d'étangs, afin de fournir les données nécessaires pour garantir la présence d'habitats favorables à un large éventail d'espèces. Les facteurs à envisager (la liste n'est pas exhaustive) comprennent :

- Saisonnalité : assurer un équilibre entre les étangs temporaires, semi-permanents et permanents ;
- Âge : veiller à ce qu'il y ait des étangs nouveaux ou récemment restaurés (ou les deux) avec peu de sédiments et une faible couverture végétale, ainsi que des étangs matures fortement végétalisés ;
- Veiller à ce qu'il y ait des étangs dans différents types d'utilisation des terres (semi-naturelles) et dans différents types de géologie et de sol (ce qui affecte la chimie de l'eau).
- Variation des niveaux d'ombrage et présence de bétail. Par exemple, s'il y a surtout des étangs très ombragés, il faut ajuster la gestion pour obtenir un meilleur équilibre entre les étangs ombragés, les étangs partiellement ombragés et les étangs non ombragés.

La diversité des types d'étangs peut également fournir des informations sur la diversité des contributions de la nature aux populations, bien que la fiabilité des conseils sur la fourniture de ces services n'en soit qu'à ses débuts.



© Beat Oertli



© Bendix



© Freshwater Habitats Trust

#### 4.2.3 EVALUER LES SERVICES DE STOCKAGE D'EAU, DE LA QUALITÉ DE L'EAU, LIÉS AU CARBONE ET À LA FRÉQUENTATION PAR LE PUBLIC

Contrairement aux évaluations de la biodiversité, l'évaluation des autres services écosystémiques fait appel à des techniques plus génériques développées pour un large panel d'environnements différents, qui peuvent être adaptées aux étangs et aux paysages d'étangs. Nous résumons ici les méthodes les plus largement utilisées pour évaluer la fourniture des contributions de la nature aux populations suivantes : régulation de la quantité d'eau, régulation de la qualité de l'eau, régulation des risques (inondations), régulation du climat (refroidissement), expériences physiques et psychologiques, éducation et inspiration.

À l'heure actuelle, il n'existe pas de méthodes couramment applicables pour évaluer les contributions des étangs et des paysages d'étangs aux contributions de la nature aux populations suivantes : soutien des identités, maintien des options, nourriture et alimentation des animaux, et pollinisation. Tous ces aspects restent du domaine de la recherche.

Pour de plus amples informations sur l'évaluation des solutions fondées sur la nature, le manuel de la Commission européenne intitulé « Evaluating the impact of nature-based solutions » est une source d'information précieuse<sup>[24]</sup>.



### Stockage de l'eau

Les étangs peuvent être utiles pour stocker l'eau en période d'inondation, afin d'éviter qu'elle ne se déverse dans les rivières et n'inonde les zones situées en aval. La capacité de stockage en cas d'inondation est le volume d'eau supplémentaire, au-dessus des niveaux d'eau normaux, qu'un étang peut contenir avant de déborder. Pour être le plus efficace possible dans le stockage des eaux de crue, les étangs doivent être asséchés entre les orages et drainés rapidement pour continuer à fournir un stockage d'eau à court terme. La capacité des étangs est en principe calculée à l'aide de modèles informatiques.

#### Indicateurs spécifiques à mesurer

- Volume de l'étang ;
- Réduction du pic de crue en aval (en comparaison avec des situations sans étangs) ;
- Effet modélisé des étangs sur le fonctionnement hydrologique du bassin versant ;
- Dans le cas de paysages d'étangs plus vastes, le stockage des étangs sera probablement étudié dans le cadre d'un projet de bassin versant plus large. L'impact sur les inondations sera analysé à l'aide de modèles de bassin versant (par exemple, l'outil d'évaluation des sols et de l'eau créé par l'Agence américaine pour la protection de l'environnement).

### Interception de la pollution

Les étangs sont souvent utilisés dans le cadre de programmes de drainage urbain et rural durable pour aider à intercepter les polluants et les empêcher de pénétrer dans d'autres masses d'eau. La manière la plus courante de calculer leur effet est de comparer les taux des polluants pertinents dans les flux d'entrée et de sortie des étangs. L'efficacité des étangs individuels varie considérablement. Des évaluations plus sophistiquées évalueront les effets de plusieurs étangs d'interception sur l'ensemble du bassin versant.

#### Indicateurs spécifiques à mesurer

Presque tous les polluants potentiels peuvent être interceptés par les systèmes d'étangs, mais les indicateurs spécifiques les plus courants comprennent :

- Les nutriments (phosphore et azote) ;
- Ammoniacque ;
- Matière organique et matières en suspension ;
- Pesticides et métaux (éléments traces métalliques), comme le cuivre dans les zones agricoles ;
- Métaux lourds dans les aires urbaines.

Des échantillons d'eau devront être prélevés très fréquemment pendant les orages, afin d'évaluer l'efficacité de l'interception.

### Stockage de carbone et atténuation du changement climatique

L'évaluation des émissions de gaz à effet de serre et de la séquestration du carbone dans les étangs nécessite des mesures minutieuses sur le terrain à l'aide de méthodes avancées. La mesure des émissions de gaz est normalement entreprise par des chambres flottantes capturant les gaz émis par l'eau ou par des tours à covariance de Foucault. Les gaz peuvent également être mesurés dans la colonne d'eau. La séquestration du carbone est normalement estimée par échantillonnage de carottes de sédiments, mais peut également utiliser des pièges à sédiments au fond de l'étang. Les échantillons de gaz et de sédiments sont analysés par chromatographie en phase gazeuse ou à l'aide d'analyseurs de gaz infrarouges. Le processus global comprend :

- Sélection du site : choisissez des étangs représentatifs en fonction de leur taille, de leur profondeur et de l'utilisation des terres environnantes ;
- Collecte de données de base : mesurez les paramètres physico-chimiques de l'étang (par exemple, température, pH, oxygène dissous) ;
- Installation des équipements : Mettre en place des chambres flottantes ou autres appareils de mesure ;
- Échantillonnage régulier : effectuez un échantillonnage périodique pour capturer les variations temporelles des émissions de gaz ;
- Analyse des données : analysez les échantillons collectés et traitez les données pour calculer les flux de gaz ;
- Reporting : compiler les résultats et interpréter les conclusions.

### Valeur pour l'éducation, les services, la santé et le bien-être

Pour évaluer la valeur des étangs et des paysages d'étangs en ce qui concerne les contributions de la nature à la santé, au bien-être, à l'éducation et aux expériences physiques/psychologiques, il est normalement nécessaire d'entreprendre des évaluations avant et après l'utilisation du site, le changement d'attitude des gens et la valeur financière des engagements.

#### Indicateurs spécifiques :

- Nombre de personnes visitant un site ;
- Durée et fréquence de la visite ;
- Changement dans les comportements suite à la visite ou l'utilisation d'un étang ou d'un paysage d'étangs ;
- Amélioration de la santé mentale des personnes accédant aux étangs ou aux paysages d'étangs.

Les approches pratiques comprennent différents types de questionnaires, d'entretiens et de groupes de discussion avec une évaluation semi-quantitative par le biais de questions à échelle de Likert.



### 4.3 GÉRER ET RESTAURER DES ÉTANGS ET DES PAYSAGES D'ÉTANGS

#### L'importance de gérer et de restaurer des étangs existants

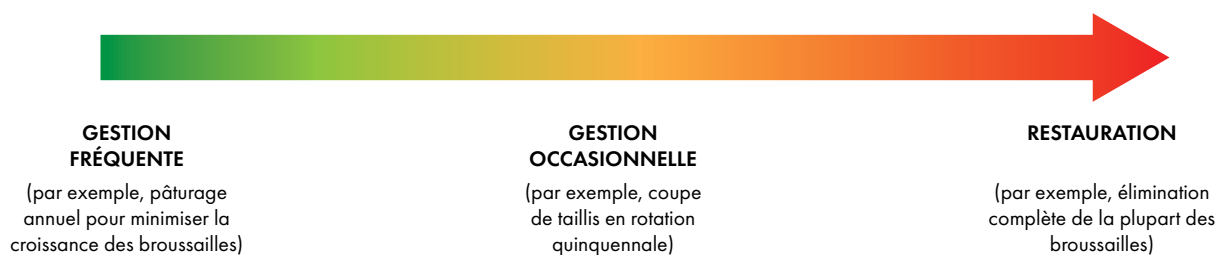
Les étangs existants doivent être gérés ou restaurés, soit pour maintenir leur valeur en tant que solution fondée sur la nature, soit pour réintroduire des fonctions dans le paysage, lorsque cela est techniquement et pratiquement réalisable (voir la section 4.1 pour les définitions de la gestion, de la restauration et de la résurrection d'un étang). Avant de commencer la gestion, il faut veiller à ce que l'étang à restaurer ait fait l'objet d'un diagnostic ou d'un suivi préalable (voir l'organigramme de la figure 15). La création de nouveaux étangs peut être une meilleure option que la restauration des étangs existants lorsque des critères spécifiques doivent être respectés ou lorsque les actions de restauration impliquent un risque de perte d'une espèce menacée.

La restauration d'étangs existants par l'élimination de la végétation ligneuse et de sédiments s'est avérée efficace pour améliorer la biodiversité aquatique et terrestre dans les paysages agricoles. La restauration d'étangs, et le concept associé de renaissance d'étangs "fantômes", fonctionnent bien parce qu'ils exploitent la longue durée de vie des banques de graines de plantes des zones humides, qui, en particulier lorsque l'eau est propre (voir Encadré 2), peuvent conduire à une reconstitution rapide de l'étang. Ces deux approches sont essentielles (en conjonction avec la création d'étangs - voir ci-dessous) pour augmenter le nombre d'étangs en début de succession dans le paysage et pour aider à assurer un mélange de stades de succession qui, selon de nombreuses recherches, maximisent la biodiversité d'eau douce au niveau du paysage d'étangs.

Les données d'études de cas **PONDERFUL** ont montré que la restauration des étangs en éliminant les sédiments accumulés et la végétation ligneuse avait nettement réduit les émissions de gaz à effet de serre, du moins à court terme. Cependant, à l'heure actuelle, l'impact climatique des sédiments excavés n'est pas connu. L'étude de cas sur la gestion des étangs du projet a également montré que les étangs « ouverts » de première succession émettaient généralement moins de gaz à effet de serre que les étangs de succession ultérieure.

La gestion et la restauration des étangs impliquent en général de modifier l'étang existant afin d'améliorer sa capacité à fournir des services écosystémiques. Il est à noter que la protection est également une option de gestion, et que ne pas intervenir est une mesure de gestion. Dans ce cas, la gestion consiste davantage à définir le statut de l'étang ou du paysage d'étangs et à gérer le paysage d'étangs (par exemple, en maintenant une utilisation des terres à faible intensité) qu'à mettre en œuvre des types spécifiques d'actions physiques sur des étangs individuels. Dans certains cas, la gestion de ces sites peut consister en une non-intervention totale, sans aucune perturbation physique des étangs.

En règle générale, l'ampleur des modifications nécessaires dans le cadre de la gestion ou de la restauration varie sur une échelle allant d'une gestion fréquente à faible impact, à une restauration d'étang peu fréquente à fort impact (Fig. 22). La gestion avec peu de perturbations peut consister à couper quelques branches d'un arbre au bord d'un étang pour réduire l'ombrage afin de maintenir son état actuel, ou à maintenir une très faible densité de bétail en pâture. Ce type de gestion imite souvent les formes naturelles de perturbation. Dans certains cas, aucun apport supplémentaire n'est nécessaire (par exemple, les mares qui se développent naturellement dans les tourbières).



**Fig. 22** - Le continuum gestion-restauration d'un étang. La même action (débroussaillage) peut être considérée comme de la gestion ou de la restauration, en fonction du niveau de perturbation et de la fréquence de l'intervention.

À l'autre extrémité du niveau d'intervention, la restauration complète implique généralement un niveau élevé de perturbation, y compris le dragage d'un étang pour enlever les sédiments et la végétation, l'élimination de la prolifération excessive d'arbres et d'arbustes, y compris l'abattage de grands arbres et, éventuellement, la modification de la forme de l'étang pour améliorer sa valeur en termes de biodiversité. Dans ce cas, la gestion consiste souvent à réinitialiser le stade de succession. Pour tenir compte des risques de perte (suite à la gestion ou à la restauration) de toute qualité naturelle existante ou des services fournis par l'étang, les gestionnaires doivent prendre en compte les effets des perturbations dans la planification des travaux de gestion ou de restauration.

Pour les étangs considérés comme « historiques », un avis archéologique doit être recherché si nécessaire, en fonction de l'ampleur de l'intervention proposée. L'approche adoptée dépend entièrement des objectifs et des ressources du projet. Cela





doit être défini en fonction des conditions locales, du bien historique à préserver et de l'amélioration que vous souhaitez apporter à la faune et à la flore et/ou aux personnes.

Toute intervention est susceptible d'avoir des impacts positifs et négatifs. C'est pourquoi il est essentiel de comprendre à la fois l'étang et son environnement (le paysage d'étangs) avant de faire quoi que ce soit. L'objectif principal des interventions est normalement de protéger ou d'améliorer toute valeur existante : l'étang peut déjà être important pour des espèces rares, jouer un rôle clé dans la gestion naturelle des inondations ou être un élément historique du paysage. En cas de doute, demandez l'avis d'un expert avant de procéder, en vous aidant de l'organigramme de prise de décision pour le paysage d'étangs (Fig. 15).

**Les raisons d'entreprendre la gestion et la restauration d'un étang peuvent inclure :**

- Maintenir ou augmentation de la diversité des habitats dans le paysage d'étangs de manière à ce qu'il y ait des étangs à différents stades de succession ;
- Éviter les changements indésirables dans l'abondance de la végétation de l'étang et l'accumulation excessive de sédiments ;
- Réduire l'impact délétère de l'influence humaine (par exemple, changement d'utilisation des terres) ;
- Conserver ou améliorer l'habitat d'une espèce particulière (souvent protégée ou rare) ;
- Permettre aux populations locales de plantes ou d'animaux aquatiques de se reconstituer à partir de banques de semences ou d'œufs en dormance ;
- Améliorer la qualité de l'eau dans des étangs ciblés ;
- Maintenir des étangs qui fournissent des bénéfices esthétiques ou récréatifs ;
- Maintenir d'autres fonctions existantes de l'étang qui fournissent des contributions de la nature aux populations, par exemple l'histoire et le patrimoine et le soutien des identités (voir la section 3.4 et les exemples au chapitre 6).



Il convient de toujours demander l'avis d'un expert avant de restaurer ou de gérer des étangs, en utilisant l'évaluation des risques présentée dans la Fig. 16. Les étangs qui sont particulièrement menacés par la gestion sont ceux qui :

- Se trouvent dans des habitats à forte spécificité ou à haute valeur naturelle (par exemple, forêts, prairies riches en espèces, landes) ;
- Ont d'abondantes plantes de zones humides ;
- Sont dans des réserves naturelles, ou des sites dédiés à la conservation de la nature ;
- Favorisent des espèces rares ou protégées (y compris des plantes ou animaux non aquatiques) ;
- Ont une valeur patrimoniale significative (pas seulement naturelle, mais culturelle).

Les dommages causés aux étangs à haute valeur de conservation par une gestion inappropriée visant à améliorer les contributions de la nature aux populations constituent un problème important en termes de protection de la biodiversité. Une gestion légère et fréquente est souvent le meilleur moyen de maintenir les étangs de grande valeur à leur apogée et peut signifier que des travaux de restauration plus invasifs, laborieux et coûteux ne sont jamais nécessaires.

### Principes clés de gestion et restauration d'étang

Lors de la planification de la gestion ou de la restauration d'un étang, il est essentiel de prendre en compte l'ensemble du paysage d'étangs, et pas seulement l'étang individuellement, ainsi que les bénéfices que la gestion proposée apportera à ce paysage d'étangs. Un bon objectif est de créer un paysage d'étangs diversifié, en maximisant la gamme d'habitats et de services écosystémiques fournis par les étangs de la zone.

La mise en place de différents types de contributions de la nature aux populations dans les étangs peut donner lieu à d'importants compromis. Bien que les études soient actuellement limitées, il a été démontré que la création d'étangs destinés à l'interception des eaux de ruissellement et à la lutte contre la pollution ne changeait pas grand-chose à la biodiversité des eaux douces à l'échelle du paysage, alors que la création d'étangs d'eau propre, non reliés à des sources de pollution, l'augmentait rapidement<sup>[25]</sup>. Il est donc essentiel d'exploiter tout le potentiel des différentes possibilités offertes par le paysage, plutôt que d'essayer de faire en sorte que "chaque étang fasse tout". C'est pourquoi la prise en compte de l'échelle du paysage d'étangs crée de précieuses opportunités.

Examinez comment vous pouvez optimiser les contributions de la nature aux populations "Création et entretien d'habitats" et la fourniture d'autres contributions de la nature aux populations, en manipulant les facteurs suivants :

- **Surface** : les différentes espèces utiliseront des étangs de taille différente. Par exemple, les oiseaux ont généralement besoin d'étangs plus grands que les invertébrés ou les algues. Il convient également de noter que les grands étangs présentent souvent une plus grande hétérogénéité de l'habitat et donc une plus grande biodiversité (bien qu'il s'agisse d'une tendance générale avec des exceptions).
- **Profondeur** : Les étangs, quelle que soit leur profondeur, peuvent abriter une faune riche. Dans certaines régions, les étangs peu profonds peuvent être les plus riches en faune, bien que les oiseaux aquatiques et les mammifères aquatiques préfèrent souvent les étangs plus profonds, et les étangs profonds peuvent être parmi les plus riches d'un point de vue biologique. Les étangs qui ne s'assèchent pas sont plus susceptibles de séquestrer le carbone.
- **Permanence de l'eau** : Bien qu'en moyenne les étangs temporaires abritent moins d'espèces d'eau douce que les étangs permanents, ils peuvent néanmoins abriter un grand nombre d'espèces et sont souvent d'une importance cruciale pour les espèces rares et peu communes. Les possibilités seront déterminées par la région où se trouve l'étang, l'hydrologie du paysage de l'étang et le climat futur (par exemple, les eaux souterraines par rapport aux eaux de surface et l'augmentation des précipitations due au climat). Les espèces qui ont besoin d'une eau plus permanente ne pourront pas utiliser les étangs temporaires, et il peut donc être conseillé d'avoir différentes hydro périodes dans un paysage d'étangs.
- **Pente de la berge** : les berges abruptes peuvent être dangereuses sur les sites accessibles au public, mais la présence de berges abruptes ou presque verticales peut encourager des espèces spécifiques à utiliser les étangs (e.g. *Arvicola terrestris*).
- **Ombre** : concevez des plans de gestion pour faire varier le degré d'ombrage des étangs. Les étangs ouverts et ensoleillés sont souvent riches en faune et flore d'eau douce, mais l'ombre est naturelle, elle ajoute souvent de la diversité et apporte de nombreux bénéfices. Les étangs pâturés ou les étangs situés à proximité de sentiers forestiers seront plus ensoleillés que les étangs situés dans des forêts denses.
- **Accès au public** : certains étangs peuvent être restaurés pour les humains, mais les étangs destinés avant tout à maintenir la biodiversité ont souvent intérêt à être complètement protégés contre les perturbations excessives.

Certains de ces facteurs sont influencés par une action directe (par exemple, la surface et la profondeur), mais d'autres peuvent être influencés par un changement plus large dans l'utilisation des terres. D'autres facteurs ont un impact sur la diversité du paysage des étangs : l'utilisation des terres (étangs dans différents habitats), la géologie (qui affecte la chimie de l'eau et les communautés végétales), l'altitude et le régime des vents.



**Tableau 5 - Exemple d'actions de gestion.** Tableau indiquant comment les étangs et les paysages d'étangs peuvent être gérés et les avantages qui en découlent. Notez que vous devez toujours tenir compte de la valeur existante d'un étang avant d'entreprendre toute action. Dans certains cas, l'action peut être préjudiciable (par exemple, l'élimination de la végétation émergente dans un étang riche en biodiversité, ou l'augmentation des perturbations causées par les personnes et les chiens). Notez que les mesures recommandées à l'échelle du paysage d'étangs peuvent également être appliquées à la gestion d'étangs individuels.

Action à l'échelle d'un étang	Bénéfices potentiels	Désavantages potentiels	Méthodes
Gérer la végétation émergée	L'augmentation de la surface d'eau libre peut contribuer à maintenir l'habitat d'espèces spécifiques, en réduisant l'ombrage et en augmentant la température de l'eau, ainsi qu'à maintenir et à améliorer la biodiversité. Lorsque différentes espèces de plantes émergées sont mélangées, il peut s'agir d'un habitat très riche. Il est donc préférable d'attendre que la couverture émergée soit supérieure à 50 % avant d'enlever les plantes.	Peut éliminer des biotes ou des habitats précieux, augmenter la température de l'eau et la pénétration de la lumière. Il convient de noter que la végétation émergente abrite toute une variété d'espèces terrestres.	Peut être réalisé de trois manières : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pâturage du bétail : les bovins, les chevaux, les moutons et les chèvres peuvent être utilisés pour pâturer les étangs.</li> <li>• Gestion à l'aide d'outils manuels (peut être réalisée en tant qu'action de conservation avec des citoyens)</li> <li>• Intervention mécanique : excavation ou coupe de la végétation à l'aide de pelleuses.</li> </ul>
Éliminer la végétation terrestre	Réduire l'ombrage, améliorer l'accessibilité. Il convient de noter qu'il existe un équilibre entre la gestion et la dégradation des étangs sensibles, en particulier dans les zones semi-naturelles [25].	Peut augmenter la température de l'eau en réduisant un ombrage bénéfique ; dans les étangs riches en nutriments, peut entraîner une augmentation de l'abondance des espèces tolérantes aux nutriments (algues, lentilles d'eau). Peut éliminer des espèces importantes utilisant la végétation ligneuse (par exemple, des champignons rares).	Peut être réalisé de deux manières principales : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion à l'aide d'outils manuels (peut être réalisée en tant qu'action de conservation avec des citoyens)</li> <li>• Élimination mécanique : élimination de la végétation terrestre à l'aide de pelleuses ou d'engins de gestion forestière.</li> </ul>
Éliminer la vase et le sédiment	Augmente la profondeur et la permanence de l'eau et peut apporter de nouveaux habitats. Le curage inverse la succession et prolonge la phase d'eau libre. La restauration du fond originel de l'étang peut favoriser la croissance des plantes aquatiques et réduire temporairement les niveaux de polluants. Elle peut contribuer à empêcher la colonisation complète du bassin de l'étang par des hélophytes tels que les Phragmites. La conservation d'une partie de la couche supérieure de sédiments de l'étang peut contribuer à la préservation des œufs d'invertébrés et des banques de graines et de spores.	Peut endommager la biocénose existante, libérer des gaz à effet de serre et détruire des vestiges archéologiques ou paléocologiques.	Réalisée à l'aide d'excavateurs mécaniques après l'assèchement ; dans certains étangs dont le niveau d'eau est contrôlé, l'étang peut être asséché et les sédiments sont alors soumis à l'oxydation.
Réparation des infrastructures techniques (y compris les revêtements pour étangs)	Assurer la permanence de l'eau et améliorer l'aspect esthétique de l'étang, en lui redonnant une valeur historique.	Pas de désavantages évidents.	Normalement effectué par des entrepreneurs/ingénieurs spécialisés.
Réparation des chemins en bois, de la signalétique et des plates-formes de mouillage	Amélioration de l'accès pour les personnes, augmentation de la valeur pédagogique.	Peut entraîner une augmentation de l'accès et des perturbations (par exemple, faciliter l'introduction d'espèces non natives, perturber les oiseaux nicheurs des zones humides).	Normalement effectué par des entrepreneurs/ingénieurs spécialisés.
Modifier la forme de l'étang	Modifier la pente des berges (en augmentant les zones de marnage peu profondes), c'est mieux pour la faune, plus sûr pour le bétail ou les humains. Si possible, supprimer les substrats artificiels.	Il n'y a pas d'inconvénients évidents si les étangs sont correctement étudiés avant d'entreprendre des travaux.	Utilisation d'une excavatrice mécanique ; des remorques peuvent être nécessaires pour évacuer les débris du site.





Action à l'échelle d'un étang	Bénéfices potentiels	Désavantages potentiels	Méthodes
Augmenter la profondeur de l'étang	L'approfondissement des étangs dans la zone centrale augmentera la permanence de l'eau et augmentera modestement la rétention d'eau. ATTENTION ! Ne pas approfondir les étangs temporaires sauf s'ils risquent de s'assécher complètement en raison du changement climatique.	Peut conduire à un approfondissement inutile des mares temporaires, ce qui n'est pas du tout souhaitable.	Utiliser une excavatrice mécanique ; il peut être nécessaire d'utiliser des remorques pour évacuer les déblais du site. Lorsque l'approfondissement est vital pour empêcher l'assèchement complet, il peut être nécessaire d'adopter de nouvelles approches pour protéger les banques de graines, de spores et d'œufs. Dans ce cas, il convient d'enlever, de stocker et de remplacer ultérieurement les sédiments du fond de l'étang avant de le creuser, ou de cultiver/élever les espèces importantes dans des installations hors site, puis de les remettre dans l'étang plus tard. Il convient de noter que ces approches sont toutes expérimentales et qu'elles ne sont pas encore pratiquées couramment. Une autre solution consiste à créer de nouveaux étangs, plus profonds, à proximité des étangs existants qui sont en train de mourir, et à permettre aux espèces sensibles de se propager naturellement.
Élimination des poissons non natifs introduits	Pourrait réduire la turbidité et augmenter la valeur pour d'autres espèces de faune et de flore.	Pas d'inconvénients évidents, en fonction de la méthode utilisée pour l'élimination des poissons.	Faire appel à des entreprises spécialisées pour capturer les poissons à l'aide de filets et les retirer.
Élimination d'autres espèces non natives envahissantes (plantes, invertébrés)	L'élimination des plantes invasives peut permettre d'augmenter l'abondance des plantes natives et d'accroître la diversité des animaux. Notez que les effets peuvent souvent être ténus <sup>[26]</sup> .	Peut conduire à l'élimination d'habitats utilisés par des espèces natives ou menacées <sup>[26]</sup> .	Peuvent être contrôlées par : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Élimination mécanique</li> <li>• Herbicides</li> <li>• Pesticides</li> <li>• Agents de lutte biologique.</li> </ul> Discutez avec les agences locales de l'État pour déterminer les méthodes qui seront autorisées dans votre situation spécifique (par exemple, les pesticides dont l'utilisation est autorisée ; les méthodes appliquées avec succès dans une région spécifique). Les méthodes de contrôle des espèces non indigènes sont définies par des organismes nationaux et internationaux, par exemple <sup>[27,28]</sup> .
Création d'habitats terrestres pour les espèces d'amphibiens (accumulation de bois mort, pierres)	Fournit des habitats essentiels pour les amphibiens qui peuvent être absents des paysages d'étangs gérés de manière plus intensive.	Pas d'inconvénients évidents pour les écosystèmes d'eau douce.	Suivez les recommandations standards sur la création de refuges pour amphibiens produites par les ONG. Installez-les avec des bénévoles ou des entreprises privées.



Action au niveau du paysage d'étangs	Bénéfices potentiels	Désavantages potentiels	Méthodes
<p><b>Arrêtez d'épandre des engrais, des pesticides ou d'autres polluants dans le bassin versant de l'étang ;</b> créez au minimum de grandes zones tampons (au moins 50 m) autour de l'étang pour réduire les apports d'engrais et d'autres produits agrochimiques. Si ce n'est pas possible, les données de <b>PONDERFUL</b> indiquent qu'une zone tampon de 10 à 20 m permet d'améliorer la qualité de l'eau.</p>	<p>Devrait améliorer la qualité de l'eau, en particulier si elle est associée au curage et au désenvasement des sédiments contaminés, avec une amélioration de l'aspect esthétique des étangs (moins de prolifération d'algues) et une augmentation de la valeur globale pour la biodiversité. Il convient de noter que l'efficacité des bandes tampons étroites est notamment variable dans le cas des eaux courantes (où l'on dispose de la plupart des données).</p>	<p>Pas d'inconvénients évidents pour les écosystèmes d'eau douce.</p>	<p>Développez des actions conjointes et collaboratives avec les gestionnaires du territoire et les agriculteurs dans votre paysage d'étangs. Discutez et négociez les options possibles, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les mécanismes de financement</li> <li>• Réduire ou éliminer l'application d'engrais et de biocides</li> <li>• Participation à des programmes agro-environnementaux visant à réduire la superficie des terres en cultures arables ou à créer de vastes zones tampons, etc.</li> </ul>
<p><b>Rediriger les eaux polluées loin des étangs</b></p>	<p>Amélioration de la qualité de l'eau, de l'esthétique et de la valeur pour la faune et la flore ; peut être difficile à réaliser.</p>	<p>Pas d'inconvénients évidents ; peut accroître la pollution des habitats en aval.</p>	<p>Normalement entrepris par des entrepreneurs/ingénieurs spécialisés ; inclut la gestion du drainage des terres.</p>
<p><b>Suppression des clôtures autour des étangs, permettant au bétail de pâturer les étangs</b></p>	<p>Le pâturage léger (1 à 2 animaux par hectare) facilite la gestion de la végétation terrestre et aquatique et est généralement bénéfique pour la biodiversité des eaux douces. Les étangs peuvent être utilisés comme source d'eau potable pour le bétail.</p>	<p>Risque de piétinement excessif des masses d'eau.</p>	<p>Planifiez des actions locales coordonnées avec les propriétaires et les gestionnaires du territoire, et tenez compte de l'échelle du paysage et des espèces ciblées.</p>
<p><b>Réduction de la densité du bétail ou de leur temps d'accès aux étangs</b></p>	<p>Le pâturage à faible densité simule l'ancien processus naturel de pâturage des étangs ; il peut réduire la turbidité associée à un piétinement très intensif, améliorer l'aspect esthétique de l'étang, augmenter la valeur pour la faune et la flore, car le pâturage à faible intensité est généralement très bon pour la biodiversité des milieux d'eau douce. Il existe peu d'informations sur les effets des différentes densités de bétail sur les étangs, mais des densités de 1 à 2 bovins par hectare sont souvent utilisées comme règle empirique (observez l'évolution du site avec ce niveau de pression de pâturage). Toutefois, l'utilisation de la seule densité de peuplement peut également être trompeuse. Le nombre de vaches piétinant autour de l'étang est plus important. Pour un étang situé dans un grand champ (plus de bétail), la densité de peuplement doit être plus faible, ou l'étang plus grand, que pour un étang situé dans un petit champ (moins de bétail).</p>	<p>Peut entraîner une perturbation insuffisante de l'étang par le bétail.</p>	<p>Développez des actions conjointes et collaboratives avec les gestionnaires du territoire et les agriculteurs dans votre paysage d'étangs. Discutez et négociez les options possibles, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les mécanismes de financement</li> <li>• Réduire ou éliminer l'application d'engrais et de biocides</li> <li>• Participation à des programmes agro-environnementaux visant à réduire la superficie des terres en cultures arables ou à créer de vastes zones tampons, etc</li> </ul>
<p><b>Renforcer l'utilisation responsable des étangs par les populations (par l'éducation ou l'installation de clôtures)</b></p>	<p>Réduction du risque d'introduction d'espèces invasives et de vandalisme, diminution de la turbidité, amélioration de l'aspect esthétique des étangs, meilleure valeur pour la faune et la flore et meilleure appréciation par le public.</p>	<p>Réduction de la prise de conscience de l'importance des étangs en tant que contribution de la nature aux populations.</p>	<p>Développer des campagnes de sensibilisation avec les partenaires locaux. Élaborer des programmes de financement pour financer les mesures requises.</p>



Action au niveau du paysage d'étangs	Bénéfices potentiels	Désavantages potentiels	Méthodes
Arrêt du labour dans le bassin versant de l'étang	Réduira ou éliminera les sources de pollution affectant l'étang associé au ruissellement agricole.	Pas d'inconvénients écologiques évidents, mais pourrait réduire les revenus des propriétaires des terres.	Développer des actions conjointes et collaboratives avec les gestionnaires du territoire, les agriculteurs et les agences de gestion de l'eau et de conservation de la nature dans votre paysage d'étangs. Discutez et négociez des options, notamment : <ul style="list-style-type: none"> <li>Planification et développement du programme</li> <li>identification des mécanismes de financement</li> <li>Réduire ou éliminer l'application d'engrais et de biocides</li> </ul> Participation à des programmes agro-environnementaux visant à réduire la superficie des terres en cultures arables ou à créer de vastes zones tampons, etc.
Plantation d'arbres, suppression des fossés ou autres modifications du paysage autour des étangs ; restauration des habitats terrestres et aquatiques dans le paysage élargi.	Augmentation de la diversité des habitats, des refuges et de la disponibilité de nourriture pour la faune de l'étang, de la valeur pour la faune et la flore, de la résilience face aux inondations, de l'aspect esthétique et des loisirs.	Cela pourrait modifier les écosystèmes terrestres de manière indésirable (par exemple, les paysages boisés permettent à un plus grand nombre de prédateurs de survivre, ce qui a des conséquences inattendues).	Élaborer un plan d'aménagement des étangs afin d'identifier les principales actions à entreprendre à l'échelle du paysage. Le plan peut concerner un petit site (10 ha) ou un bassin hydrographique entier (10 000 ha).
Améliorez la connectivité à l'échelle de l'étang pour les amphibiens (par exemple, tunnels sous les routes, fossés, etc.)	Favorise la pérennité des amphibiens dans le paysage.	L'augmentation de la connectivité à l'échelle du paysage des étangs présente certains inconvénients potentiels pour les amphibiens. Dans quelques situations particulières, une connectivité accrue pourrait risquer de propager des maladies ou de rapprocher des espèces en compétition (par exemple <i>Bufo bufo</i> et <i>Epidalea calamita</i> ). Il existe des preuves récentes du potentiel d'accumulation de polluants dans les tunnels routiers, ce qui pourrait augmenter l'exposition des amphibiens aux produits chimiques toxiques. <sup>[29]</sup>	De nombreux guides pratiques sont disponibles pour la conception de mesures de connectivité pour les amphibiens.
Appliquer des mesures de lutte contre les moustiques, y compris le traitement au <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bti).	Réduction des nuisances pour les personnes qui utilisent le paysage de l'étang.	Peut endommager d'autres organismes aquatiques et terrestres.	Les gestionnaires doivent noter que, selon la conception et la durée de l'étude, les effets du Bti sur les organismes non ciblés et les niveaux trophiques supérieurs ont été démontrés. Les gestionnaires devront peut-être envisager d'autres techniques de lutte contre les moustiques, plus respectueuses de l'environnement mais plus coûteuses. <sup>[30]</sup>

### Etangs fantômes

En examinant de vieilles cartes ou en discutant avec des habitants plus âgés, il est souvent possible d'identifier des étangs qui ont été délibérément comblés. Ces étangs sont connus sous le nom « d'étangs fantômes ». La restauration des étangs fantômes peut être une excellente occasion de récupérer le patrimoine local et d'améliorer la biodiversité sur un site. Dans certains cas, des plantes rares peuvent être récupérées à partir des graines et des spores présentes dans les sédiments de l'étang - certaines peuvent avoir plus de 100 ans ! Les œufs dormants des crustacés d'étang, comme le rare *Triops* sp., sont également stockés dans les sédiments, où ils peuvent rester viables pendant des décennies ou plus. Cela signifie qu'il est possible, si les conditions adéquates sont restaurées, qu'une proportion variable de la banque d'œufs puisse éclore pour repeupler les étangs restaurés.





Lors de l'excavation d'un étang fantôme, il est important de prêter une attention particulière aux couches de substrat. L'objectif est d'enlever le remblai et de redonner à l'étang sa forme, sa taille et sa profondeur d'origine. Creusez lentement et ne creusez pas plus profondément que lorsque vous avez atteint les anciens sédiments de l'étang ; ceux-ci sont généralement sombres, fins au toucher et contiennent beaucoup de feuilles décomposées et, dans les paysages riches en calcium, souvent des coquilles d'escargots d'eau<sup>[31]</sup>.



Un étang fantôme après restauration. © Carl Sayer



Un étang fantôme avant restauration. © Carl Sayer

Pour plus d'informations sur les étangs fantômes, voir le chapitre 7 : Lectures complémentaires et ressources pratiques.

### 4.4 CRÉATION D'ÉTANGS ET DE PAYSAGES D'ÉTANGS

#### La valeur des nouveaux étangs

Si la gestion et la restauration des étangs sont essentielles, la création d'étangs peut s'avérer très efficace dans les cas suivants :

- Les étangs sont rares dans un paysage ;
- Les étangs existants sont pollués ou gravement affectés par des espèces envahissantes, et il n'est pas possible d'éliminer la source de pollution ou d'éradiquer les espèces envahissantes ;
- Les processus naturels de création de nouveaux étangs ont été interrompus par l'activité humaine ;
- Les étangs existants sont mal adaptés aux objectifs de votre projet (par exemple, vous souhaitez créer des étangs pour le bien-être ou l'éducation, mais les étangs existants sont difficiles d'accès) ;
- Les étangs existants appartiennent au même type (c.-à-d. uniquement profonds ou uniquement permanents), en raison de la disparition de plusieurs types d'étangs due aux activités humaines (objectif souhaité : favoriser l'hétérogénéité de l'habitat) ;
- L'objectif de la gestion est de diversifier l'environnement des étangs, en créant de nouveaux types d'étangs (formes, tailles, fonctionnement hydrologique, etc.) ;
- Vous souhaitez augmenter la disponibilité de l'habitat pour des espèces spécifiques ;
- Il est nécessaire d'augmenter la diversité des étangs pour fournir des contributions spécifiques de la nature aux populations.

N'oubliez pas que les nouveaux étangs peuvent être conçus pour mieux répondre aux objectifs spécifiques de votre projet, alors que de nombreux étangs existants seront limités d'une manière ou d'une autre par leurs caractéristiques ou leur emplacement. La création de nouveaux étangs d'eau propre est bénéfique pour la biodiversité. En augmentant la densité des étangs dans un paysage, on augmente non seulement la quantité d'habitats de haute qualité, mais on améliore également la connectivité en permettant aux espèces moins mobiles de se déplacer d'un étang à l'autre (rôle de facilitation).

Dans le site de démonstration **PONDERFUL** Water Friendly Farming (Voir success story 6.1), la création d'étangs « d'eau propre » a entraîné une augmentation de 16 % du nombre d'espèces de plantes de zones humides trouvées dans le paysage d'étangs de démonstration, avec une augmentation de 83 % des espèces peu communes. Cela montre que l'ajout de nouveaux étangs pour la faune dans le paysage peut inverser le déclin des espèces d'eau douce à grande échelle<sup>[25]</sup>. Le nombre d'espèces rares et peu communes a presque triplé après la création d'un étang.

Ces travaux montrent que la création de nouveaux étangs d'eau propre a entraîné une augmentation la plus importante et la plus rapide de la biodiversité en eau douce jamais observée pour une technique de gestion de l'eau. La création d'étangs augmente également la taille des métapopulations d'espèces (même les plus communes), renforçant ainsi leur résistance aux dégradations. Les nouveaux étangs sont également importants pour l'homme, car ils fournissent des services tels que le stockage de l'eau, la lutte contre la pollution et des bienfaits pour la santé (voir chapitre 3).



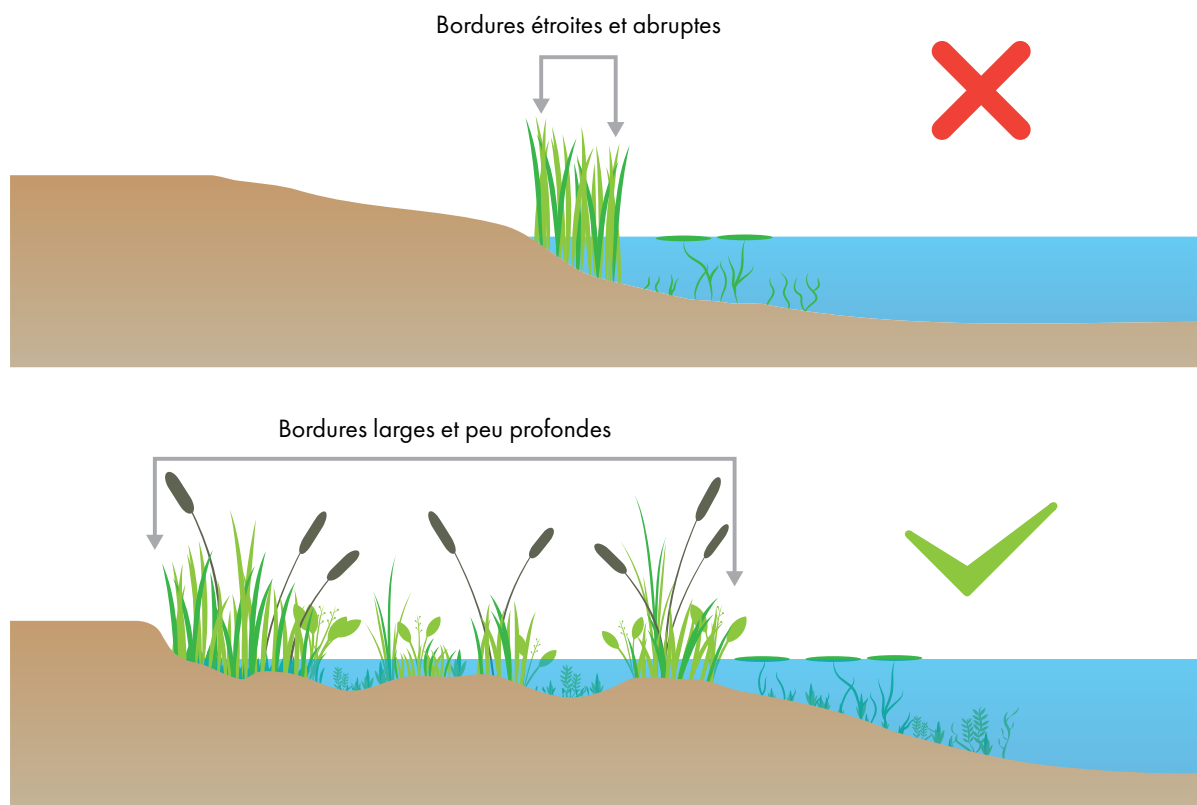


© Freshwater Habitats Trust

### Caractéristiques clés à intégrer pour la création de nouveaux étangs

Toutes les caractéristiques essentielles d'un étang doivent être prises en compte lors de la conception et de la création de nouveaux étangs. Il s'agit notamment de :

- **La surface** : Il n'y a pas de surface idéale pour un étang. Toute la gamme de taille d'étangs - de la très petite (2 m<sup>2</sup>) à la très grande (2 ha ou plus) - peut être bénéfique pour l'homme et la faune en fonction du paysage autour de l'étang, des objectifs visés au niveau de la contribution de la nature aux populations, et des espèces cibles. Évitez de ne créer que de très petits étangs: il est clairement établi<sup>[32]</sup>, en particulier dans les zones urbaines, que si les petits étangs procurent beaucoup de plaisir dans les jardins et fournissent des habitats à des espèces robustes et répandues, ils ne contribuent pas à la biodiversité d'eau douce de l'ensemble du paysage, ont souvent une forte proportion d'espèces exotiques qui contribuent à leur propagation, ont une mauvaise qualité de l'eau et génèrent probablement un excès de gaz à effet de serre à cause de cela. La création de très petits étangs de haute qualité est l'un des objectifs les plus difficiles à atteindre dans la conception d'étangs.
- **La profondeur** : La profondeur maximale d'un étang influence souvent sur la durée pendant laquelle il conservera de l'eau au cours de l'année (bien que les étangs très peu profonds dans les eaux souterraines puissent être permanents - voir le site de démonstration **PONDERFUL** Pinkhill Meadow). C'est pourquoi la permanence de l'eau dépend également de la source d'eau de l'étang et de son bassin versant. L'assèchement annuel est souhaitable pour certaines espèces et certains objectifs de contribution de la nature aux populations. C'est une caractéristique de toutes les mares temporaires, inscrite dans la directive Habitats de l'UE, habitat prioritaire « mares temporaires méditerranéennes ».
- **Les berges et les pentes des berges** : Les berges de l'étang sont un élément très important auquel il faut penser au stade de la planification et de la conception. En général, la biodiversité, l'accessibilité et la sécurité des étangs bénéficient considérablement de bordures larges, peu pentues et peu profondes. La biodiversité des étangs peut parfois être accrue par des berges irrégulières et des îles basses (ces dernières sont meilleures si elles sont proches de la ligne d'eau et inondées en hiver).



**Fig. 23** - Une zone de faible profondeur étroite (berges étroites et raides ; haut) et une zone de faible profondeur étendue (zones larges et peu profondes ; bas). La zone de faible profondeur est la partie de l'étang la plus riche faunistiquement.

- **Les hauts-fonds** : Les hauts-fonds sont la partie de l'étang dont la profondeur est d'environ 10 cm ou moins lorsque le niveau de l'eau est à son maximum (dans l'hémisphère nord, généralement à la fin de l'hiver ou au début du printemps). Ces zones d'eaux très peu profondes constituent généralement l'une des parties les plus riches en biodiversité de l'étang, de nombreuses espèces animales et végétales ne se trouvant que dans celles-ci. La reproduction des amphibiens (par exemple, les masses d'œufs ou, pour certaines espèces, l'habitat des têtards) dépend fortement de zones peu profondes de l'étang. Certains étangs peuvent être entièrement constitués de zones très peu profondes (souvent aussi temporaires), tandis que d'autres comportent des zones peu profondes et des zones d'eau plus profonde.
- **La zone de profondeur intermédiaire** : Il s'agit de la zone située entre le niveau d'eau maximal et les niveaux d'eau minimaux de l'étang (Fig. 23). Les fluctuations des niveaux d'eau sont naturelles et sont cruciales pour certaines espèces, notamment de nombreuses espèces végétales et animales menacées. Cette zone est la partie la plus diversifiée de l'étang en termes de nombre d'espèces. Elle est également importante pour les reptiles, les oiseaux et les mammifères en tant que zone d'alimentation, ainsi que pour les invertébrés semi-aquatiques, tels que les carabes et les diptères.
- **Les flux entrants et sortants** : Les affluents, notamment les fossés et les cours d'eau, apportent souvent de l'eau polluée dans les étangs. Ils peuvent également être la source de plantes et de poissons envahissants, ce qui est désavantageux pour les étangs destinés à maximiser la biodiversité et qui doit donc être évité. Pour les étangs conçus pour le traitement de l'eau, la lutte contre la pollution ou l'atténuation des inondations, un calcul correct de la taille des flux entrants et sortants sera essentiel pour le remplir correctement l'objectif de service fourni par l'étang.
- **Les abords immédiats** : Un étang n'est pas une île séparée de son environnement : le terrain adjacent alimente généralement l'étang en eau et fait partie de l'habitat de nombreuses espèces utilisant l'étang pour une partie de leur cycle de vie (libellules, diptères, amphibiens, par exemple). Cela signifie qu'il est essentiel de prendre en compte les terrains alentour dès le début de la conception de nouveaux étangs. Par exemple, le nouvel étang devra peut-être être situé à proximité d'autres zones humides ou étangs qui abritent déjà les espèces menacées que l'on espère attirer avec le(s) nouvel(aux) étang(s). Cependant, on peut aussi considérer qu'il n'est parfois pas souhaitable d'augmenter la connectivité : si des étangs isolés abritent des espèces rares ou menacées, il est important d'éviter l'arrivée de prédateurs ou de concurrents potentiels. La conception des étangs doit tenir compte de l'environnement proche. Par exemple, des clôtures peuvent être nécessaires pour protéger les nouveaux habitats terrestres de broussailles et de bois dans les environs de l'étang, pour limiter les perturbations excessives causées par les chiens dans les zones d'accès libre, et pour maintenir un bon habitat pour les libellules et les amphibiens. Si l'étang n'a pas un bassin versant entièrement naturel, les environs de





l'étang peuvent également être importants pour créer une zone tampon entre l'étang et les zones d'activités humaines plus intensives, génératrices de pollution.

### Faut-il implanter des végétaux dans les nouveaux étangs ?

Il est naturel de penser que les nouveaux étangs ont besoin d'un coup de pouce pour éviter qu'ils ne restent des « habitats vides » au cours des premiers mois ou des premières années. Cependant, il existe de nombreuses raisons pour lesquelles il est souvent préférable de ne pas végétaliser artificiellement de nouveaux milieux, mais de les laisser se coloniser naturellement. La première raison est que les nouveaux étangs constituent un habitat très particulier, utilisé par des plantes et des animaux que l'on ne trouve pas dans les étangs plus anciens. Il s'agit généralement d'espèces qui (a) préfèrent les sédiments nus ou (b) ne sont pas très compétitives. La maturation artificielle des sites par l'ajout de plantes accélère la fin de la phase de « nouvel étang » et empêche donc les étangs de constituer un refuge important pour ces espèces.

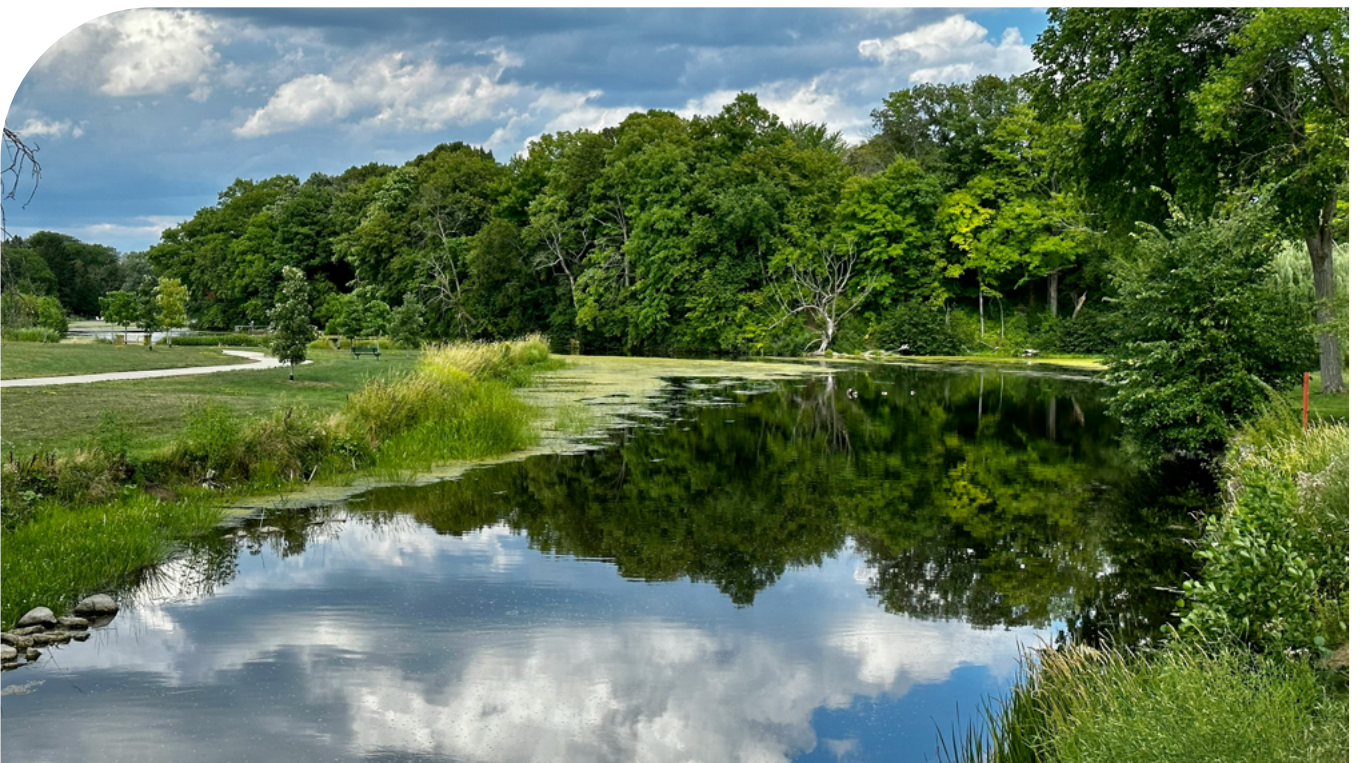
Une deuxième raison de ne pas végétaliser artificiellement les étangs est que cela n'est généralement pas nécessaire. Comme Darwin l'a noté pour la première fois, de nombreuses plantes et animaux des étangs sont particulièrement bien adaptés à la recherche de nouveaux sites. Les insectes et les coléoptères arrivent en quelques heures, surtout pendant les mois les plus chauds. La plupart des autres familles d'insectes (éphémères, phryganes, libellules) et certaines plantes aquatiques annuelles s'établissent dès le premier été.

Il est prouvé que cette colonisation naturelle se produit si rapidement que, sans aucune aide, les nouveaux étangs de trois ou quatre ans sont souvent aussi riches que les sites de plus de 50 ans. Les espèces végétales et animales qui colonisent naturellement un nouveau milieu seront généralement mieux adaptées que celles que nous choisissons nous-mêmes. Enfin, surtout, le fait de laisser les plantes et les animaux arriver naturellement réduit l'un des principaux risques de la plantation/végétalisation : le transfert accidentel de plantes et d'animaux exotiques envahissants.

Si des plantes sont nécessaires pour obtenir une contribution particulière de la nature à l'homme (piégeage de la pollution, agrément visuel, renforcement de la population d'une espèce menacée spécifique), il faut se procurer des plantes localement à partir d'une source connue (« localement » signifie à une distance de 10 à 20 km du site d'introduction).

## LES ÉTAPES CLÉS DE LA CRÉATION D'UN ÉTANG

Les étangs peuvent être créés dans n'importe quel paysage ou sur n'importe quel type de sols. Il existe quelques étapes clés à suivre lors de la planification d'un projet de création d'étang afin d'en maximiser les avantages.



### ENCADRE 3. Sept étapes pour concevoir un projet de création d'étang :

1. **Décidez de la fonction principale de l'étang** et déterminez comment elle influencera vos choix. Il est difficile de créer des étangs multifonctionnels. Il est donc préférable d'avoir un seul ou un petit nombre d'utilisations potentielles et un objectif clair. Veillez à éviter les objectifs contradictoires (par exemple, la biodiversité et le traitement de la pollution).
2. **Identifiez un site.** Tenez compte de l'utilisation actuelle des terres (comment le site est-il utilisé et par qui ?), évaluez la géologie, le type de sol et la pédologie, sélectionnez des zones présentant un bon habitat naturel autour de la zone de création de l'étang et si possible sur la majeure partie du bassin versant. Veillez à ce qu'il y ait un approvisionnement en eau régulier et abondant. L'observation des étangs existants est un excellent moyen de comprendre l'hydrologie locale. L'idéal est de choisir des endroits qui ne nécessitent pas de revêtement artificiel et qui sont accessibles aux engins de chantier.
3. **Assurez-vous que le site n'est pas déjà à enjeux importants** (pour la faune, l'archéologie, les loisirs ou l'agriculture). S'il existe des habitats humides (sources, marécages, tourbières), ne les remplacez pas, mais envisagez de créer de nouveaux étangs à proximité afin d'améliorer la diversité de l'habitat. Obtenez toutes les autorisations nécessaires (autorisation de site protégé, d'espèce protégée ou de modification de l'utilisation des terres). Demandez l'avis d'un expert si nécessaire.
4. **Vérifiez que le site n'est pas concerné par des servitudes** (conduites d'eau, de gaz, d'électricité, etc.) ou d'autres infrastructures. Les travaux d'excavation à proximité de câbles électriques (souterrains et aériens) posent d'importants problèmes de sécurité. En comprenant dès le départ où se trouvent ces éventuelles infrastructures, il est possible de modifier la conception du projet afin d'éviter les impacts. Vérifiez la présence d'infrastructures liées à l'électricité, à l'eau, au pétrole, au gaz, aux égouts et aux communications. Tenez compte des servitudes déjà planifiées, mais qui n'existent pas encore, par exemple les futures voies ferrées ou routes.
5. **Concevez l'(les) étang(s).** Dessinez un plan sommaire de l'étang, en tenant compte de la taille, de la profondeur et des profils, et privilégiez les zones de bordures larges et peu profondes. Essayez d'augmenter la diversité des habitats présents dans le paysage de l'étang : cinq étangs de taille différente valent mieux qu'un seul grand étang. Pensez également à la gestion à long terme, en prévoyant de l'espace pour permettre aux machines d'accéder à l'étang au cas où il devrait être restauré ou désensasé. En pensant à la gestion dès le début d'un projet de création d'étang, il est possible de modifier la conception afin de minimiser la nécessité d'interventions ultérieures. Affinez la conception au fur et à mesure que vous en apprenez davantage sur les contraintes du site et les niveaux d'eau probables.
6. **Faites des essais de creusement.** Faites des trous d'essais préliminaires pour les zones alimentées par les eaux souterraines et les eaux de surface à l'endroit où vous prévoyez de créer les nouveaux étangs. Les étangs alimentés par des cours d'eau peuvent également nécessiter des essais de creusement si vous les créez dans des substrats naturels et que vous devez vous assurer qu'ils retiendront l'eau. Ces trous d'essais doivent être au moins aussi profonds que l'étang proposé, mais idéalement plus profonds. Surveillez-les pendant au moins un an afin de comprendre l'évolution du niveau de l'eau.
7. **Planifiez l'ensemble du projet et finalisez les plans.** Réfléchissez à la manière dont vos nouveaux étangs fonctionneront au niveau global du paysage. Pouvez-vous accroître la diversité de l'habitat en échelonnant la création des étangs sur plusieurs années ? Pensez aux machines nécessaires, à la santé et à la sécurité, ainsi qu'à une surveillance continue. Pour les projets à plus petite échelle, il peut être possible d'inclure une participation « bénévole », non seulement pour éviter, si possible, les machines lourdes ou pour réduire les coûts, mais aussi pour impliquer les habitants du site et les parties prenantes dans le projet.

Des informations plus détaillées sur la création d'étangs sont fournies dans la boîte à outils pour la création d'étangs de Freshwater Habitats Trust, qui propose un large éventail de suggestions concernant la taille, la forme et la profondeur des étangs, la valeur de l'ombre et l'importance du pâturage. Des guides sur l'utilisation des étangs comme structures de contrôle de la pollution et de l'eau sont disponibles auprès de diverses sources. Ceux-ci sont inclus dans le chapitre 7 : Lectures complémentaires et ressources pratiques.





## ENCADRE 4. Évaluation de l'hydrologie et du substrat - un élément clé de la création d'un étang

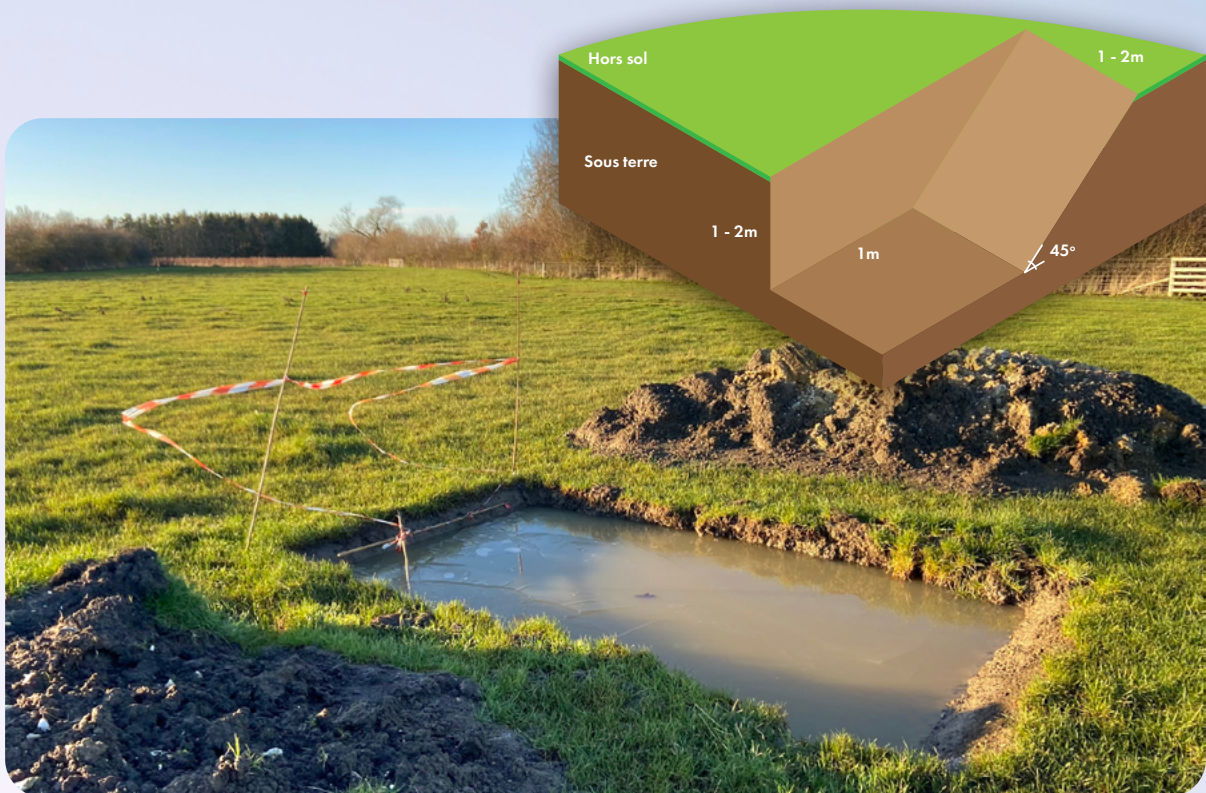
L'étude du substrat et de l'hydrologie, y compris des eaux souterraines, est un élément clé du processus de création d'un étang. Les cartes géologiques et pédologiques peuvent fournir des informations utiles, mais leur résolution est généralement trop faible pour fournir les informations détaillées nécessaires à la création d'un étang. Dans les plaines inondables, en particulier, le type de substrat peut passer de perméable à imperméable sur une très courte distance.

En général, la meilleure façon d'évaluer le substrat et l'hydrologie est de creuser un trou d'essai à l'endroit où les étangs sont susceptibles d'être situés. Cette opération peut être réalisée à l'aide d'une tarière, d'une bêche ou d'une pelle mécanique, en fonction du substrat et de la profondeur proposée pour les nouveaux étangs.

Si une couche profonde d'argile bleue - qui indique un engorgement - est trouvée, les étangs peuvent être créés immédiatement. Si l'argile est tachetée, ce qui indique que les niveaux d'eau fluctuent, il est normalement nécessaire de surveiller le(s) trou(s) d'essai pendant un ou deux ans. Une surveillance à plus long terme (sur des mois ou des années) sera probablement nécessaire si le substrat comprend du sable, du gravier ou des cailloux et lorsque les eaux souterraines constituent la principale source d'eau. Cela vous aidera à comprendre (i) la perméabilité du substrat et (ii) la manière dont les niveaux des eaux souterraines fluctuent.

Dans certains cas (par exemple, les sites régulièrement accessibles au public), des piézomètres peuvent être mieux adaptés à l'évaluation des niveaux d'eau que les trous d'essai ouverts, car ils sont plus sécurisés pour le public. Les informations sur les substrats et l'hydrologie peuvent ensuite être intégrées dans la conception de l'étang afin de s'assurer que les profondeurs et les profils sont adaptés aux objectifs de l'étang.

Lorsque l'eau ne s'accumule pas naturellement, des revêtements en plastique, en béton ou en argile peuvent être utilisés, mais ils sont coûteux, ont une durée de vie relativement courte (des dizaines d'années plutôt que des centaines ou des milliers d'années), nécessitent des processus de production gourmands en carbone. Leur dégradation peut causer des fuites. Les revêtements artificiels ne supportent pas toute la gamme des régimes hydrologiques naturels. Les revêtements en argile sur des substrats naturellement perméables sont particulièrement difficiles à entretenir et se fissurent souvent



Trou d'essai créé à l'aide d'une excavatrice mécanique pour évaluer la géologie et l'hydrologie du site en vue de la création d'un étang.  
© Freshwater Habitats Trust





### Créer des étangs pour la biodiversité

Les animaux et les plantes ont évolué pour vivre dans les étangs pendant des millions d'années. Par conséquent, la meilleure façon de protéger la faune des étangs aujourd'hui est de créer des plans d'eau qui imitent les étangs sauvages à « eau propre » que l'on trouvait autrefois, en tenant compte des singularités des étangs naturels de chaque région (voir l'encadré 1). Les étangs naturels sont de toutes formes, tailles et profondeurs, mais il peut être difficile de trouver de l'eau propre dans des paysages fortement anthropisés. Les étangs dont la qualité de l'eau est médiocre n'accueilleront jamais l'ensemble des espèces végétales et animales présentes dans les étangs non pollués et connaîtront des problèmes de gestion à long terme. Si vous êtes situé dans une zone polluée, vous ne pourrez donc pas créer un étang qui puisse atteindre son plein potentiel.

Cependant, presque tous les étangs peuvent encore être précieux pour la faune et la flore, en abritant des espèces robustes, ubiquistes et résistantes. Lorsque les étangs sont colonisés suite à une création, il est prouvé qu'en l'espace de 5 à 10 ans, ils peuvent atteindre un état similaire à celui d'étangs établis depuis bien plus longtemps.

En plus des points mentionnés dans l'encadré 3, suivez ces étapes simples pour maximiser les gains pour la biodiversité :

1. Trouvez un endroit avec une source d'eau de bonne qualité
  - Assurez-vous que l'étang est entouré d'un environnement naturel.
  - Évitez de relier l'étang à un ruisseau ou à un fossé, à moins que vous ne sachiez que l'eau de ces affluents n'est pas polluée.
  - Ne pas ajouter de terre végétale à l'intérieur ou autour de l'étang.
2. Créez beaucoup de zones peu profondes (<10 cm de profondeur) et laissez la surface de l'étang rugueuse : les bosses et les creux maximisent la diversité de l'habitat. Sur les étangs plus grands, il peut y avoir de la place pour des îles ; assurez-vous qu'elles sont basses (près de la ligne d'eau), qu'elles peuvent être gérées efficacement et qu'elles ne seront pas rapidement recouvertes par la végétation terrestre.
3. Placez les étangs de manière stratégique : souvent, les avantages les plus importants en termes de biodiversité sont obtenus lorsque les étangs peuvent être reliés à des zones humides existantes afin de les étendre.
4. Laissez l'étang se coloniser naturellement. Ne l'ensemencez pas de plantes, de poissons ou d'autres animaux. Dans les villes et les zones urbaines, où les réservoirs de colonisation naturelle sont souvent moins nombreux, vous pouvez faciliter la colonisation en apportant des plantes indigènes provenant d'étangs, de rivières et de zones humides situés à proximité (veillez à ne pas enfreindre les réglementations locales en la matière).
5. Assurez-vous que l'étang subira peu d'impacts (par exemple, pas de perturbations fréquentes dues aux chiens ou pas de nourrissage des canards).

### Créer des étangs pour l'homme

La trame bleue est connue pour être bénéfiques au bien-être humain, et un étang ou un paysage d'étang peut être une ressource communautaire importante ou un atout culturel. Que vous travailliez en milieu urbain ou rural, il existe de nombreux types d'étangs et de paysages d'étangs que vous pouvez créer pour offrir des avantages, notamment en matière d'éducation, de tourisme et de santé (voir Chapitre 3 et success story 6.11, « Rhône genevois, Suisse »). Veillez à planifier les questions d'accessibilité et de sécurité, ainsi que les infrastructures (par exemple, passerelles, plates-formes, ponts). Pensez à utiliser des matériaux décoratifs, tels que des pierres, et à demander conseil à des concepteurs experts.

Il est important de comprendre qu'un étang qui fournit ce type de services écosystémiques est moins susceptible de jouer un rôle important dans l'amélioration de la biodiversité. Toutefois, les étangs créés pour l'homme - même dans les zones urbaines densément peuplées - attirent généralement une certaine faune et flore.

## ENCADRE 5 : Questions à poser avant de créer des étangs destinés à fournir des services écosystémiques aux populations :

- Combien de personnes utiliseront l'étang et comment y accéderont-elles ?
- Avez-vous pris en compte la santé et la sécurité lors de la conception de l'étang ? Des infrastructures supplémentaires sont-elles nécessaires ?
- Comment l'étang sera-t-il géré à long terme afin de maintenir la fonction pour laquelle il a été conçu (par ex. baignade, éducation ou inspiration) ?
- Souhaitez-vous également développer la faune et la flore dans l'étang ? Dans l'affirmative, de quel type ?
- Souhaitez-vous que l'étang soit utilisé pour des activités de loisirs ou éducatives ?
- Disposez-vous des ressources nécessaires pour maintenir l'étang en bon état, sûr et accessible aux personnes à long terme ?



#### 4.5 CONSIDÉRATIONS PRATIQUES POUR PRÉPARER LA GESTION, LA RESTAURATION ET LA CRÉATION D'ÉTANGS

Les préparatifs pratiques spécifiques à la gestion, à la restauration et à la création d'étangs varieront en fonction de votre site, de la législation locale et des objectifs du projet. Lors de la planification, posez-vous les questions suivantes pour vous assurer que vous êtes prêt :

##### Encadré 6 : Questions à se poser :

- Avez-vous une bonne compréhension de la valeur existante du paysage de l'étang (pour la biodiversité, le bien-être humain) ? Si ce n'est pas le cas, demandez l'avis d'un expert.
- Les ressources en eau (eaux de surface, les eaux souterraines ou le cas échéant les cours d'eau ou les fossés) sont-ils suffisamment abondants sur le site, ou devrez-vous utiliser un revêtement imperméable et prévoir d'autres sources d'eau pour alimenter l'étang en eau ?
- Une autorisation est-elle nécessaire avant le début des travaux ? Cette autorisation peut concerner l'utilisation des terres, des sites ou la conservation d'espèces protégées.
- Avez-vous vérifié si des servitudes sont présentes (par exemple des câbles aériens ou des gazoducs à proximité de l'étang) ? Ou si des infrastructures futures sont prévues à proximité de l'étang ?
- Le site a-t-il déjà subi des aménagements ? S'il y a beaucoup de drains, il faudra les enlever, sinon les nouveaux étangs ne pourront pas collecter l'eau.
- Les entreprises de terrassement ont-ils l'expérience requise ? Si ce n'est pas le cas, une supervision étroite peut s'avérer nécessaire.
- Quelles sont les machines nécessaires ? De petites excavatrices peuvent être nécessaires si les voies d'accès sont étroites. De petits étangs (quelques mètres carrés) peuvent être créés avec des « volontaires » afin d'impliquer la population locale dans le projet, mais cela peut impliquer un travail difficile et les étangs peuvent se remplir rapidement.
- Où éliminerez-vous les sédiments, les déchets et les débris ligneux ? Ne les répandez pas dans des endroits où ils risquent d'être rejetés dans les étangs.
- Existe-t-il d'autres considérations relatives à la santé et à la sécurité ? Tenez compte des conséquences potentielles pour les entrepreneurs, le personnel et le public.
- Avez-vous prévu un budget pour le suivi physico-chimique et biologique des étangs, la résolution des problèmes et l'ajustement de la conception des étangs afin d'en améliorer les performances ?



© Summerstock

© Charcos com Vida/JT



#### 4.6 CONCEPTION D'ÉTANGS ET DE PAYSAGES D'ÉTANGS : LE CONCEPT DE CLIMA-PONDS

**PONDERFUL** a créé des normes pour la conception d'étangs atténuant le climat afin de fournir des conceptions standardisées qui peuvent être rapidement et largement mises en œuvre selon un ensemble de normes communes. Ce sont les CLIMA-ponds.

Des conceptions ont été imaginées pour trois situations typiques :

- des étangs purement destinés à la biodiversité et à l'accueil du public (y compris le bien-être et la santé) et aux contributions associées de la nature aux populations. Contenant de l'eau non polluée, la production de gaz à effet de serre devrait également être minimisée.
- des étangs destinés à apporter diverses contributions de la nature aux populations des paysages ruraux, notamment en minimisant la production de gaz à effet de serre, en stockant l'eau, en traitant les sédiments et le ruissellement pollués et en apportant des avantages à la biodiversité.
- des étangs destinés à apporter les contributions de la nature aux populations dans les zones urbaines où le stockage de l'eau, la rétention des polluants, la santé, le bien-être et la biodiversité sont autant d'avantages attendus. La conception vise également à minimiser la production de gaz à effet de serre.



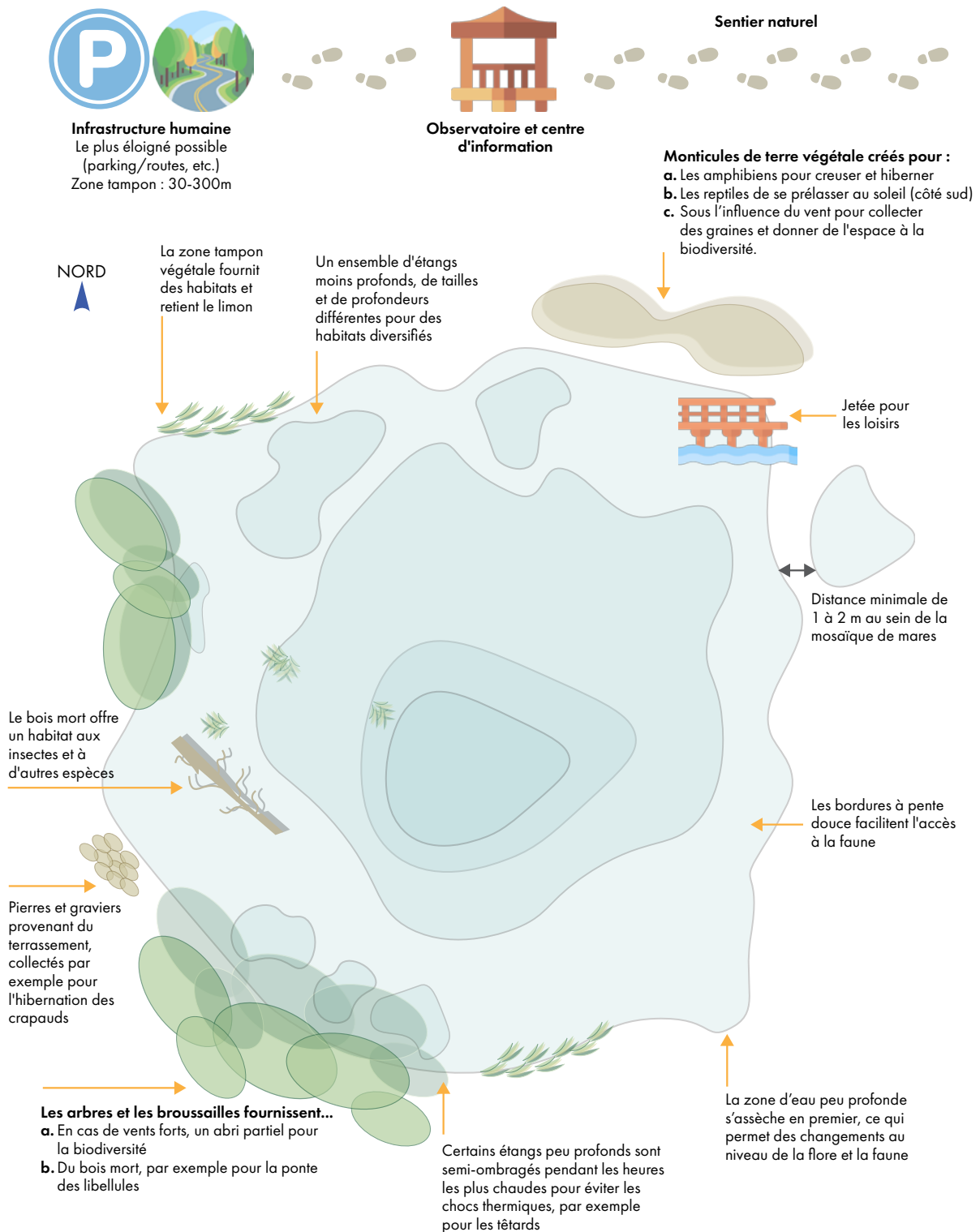
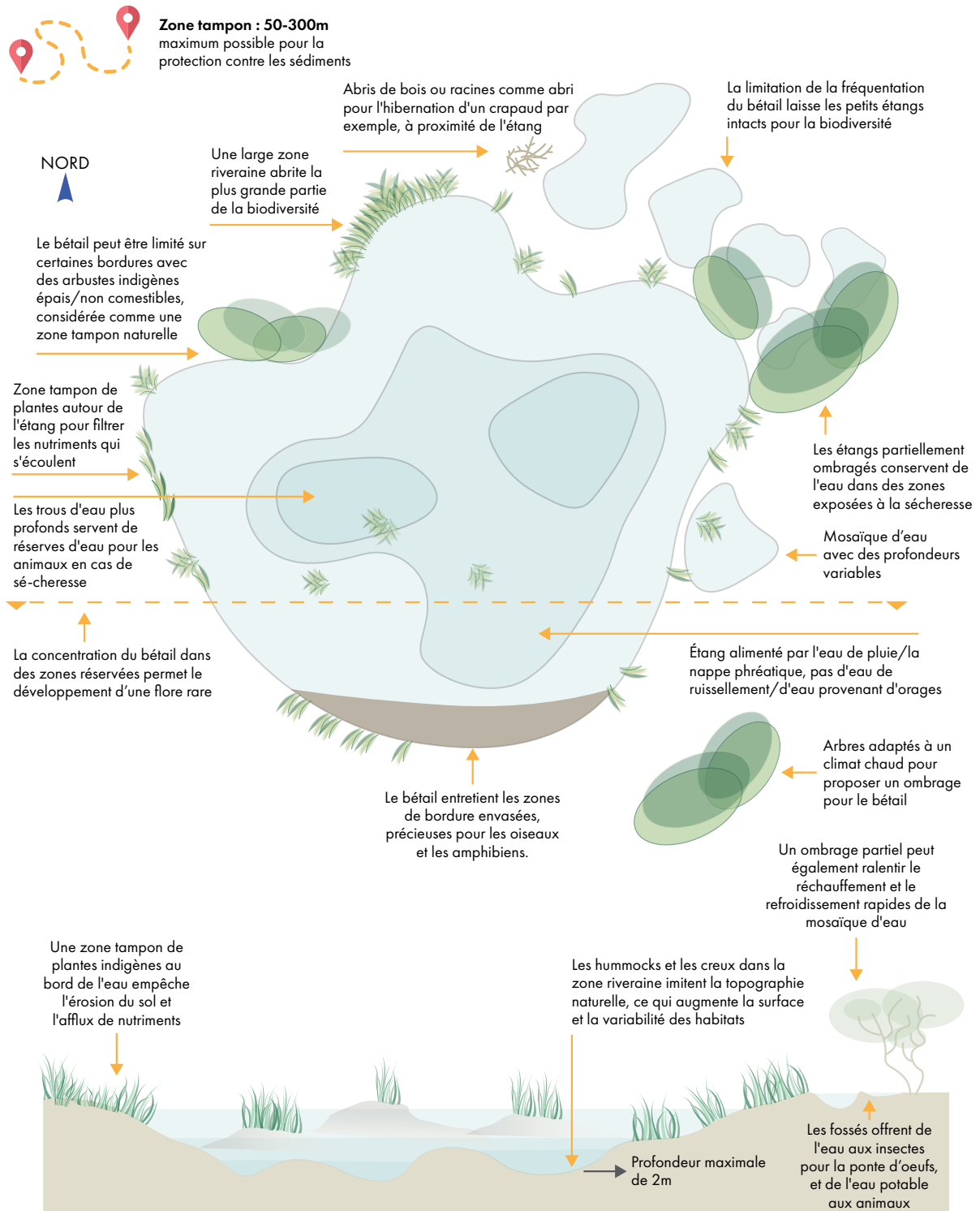


Fig. 24 - Design CLIMA-pond « Nature ». Cette conception donne la priorité au maintien de la biodiversité.

© Amphi International ApS







**Fig. 25 - Design CLIMA-Pond « zone rurale ».** Cette conception offre de multiples avantages pour le paysage rural, notamment la réduction de la production de gaz à effet de serre, la fourniture de services d'interception des inondations et des polluants et le soutien de la biodiversité. © Amphi International ApS



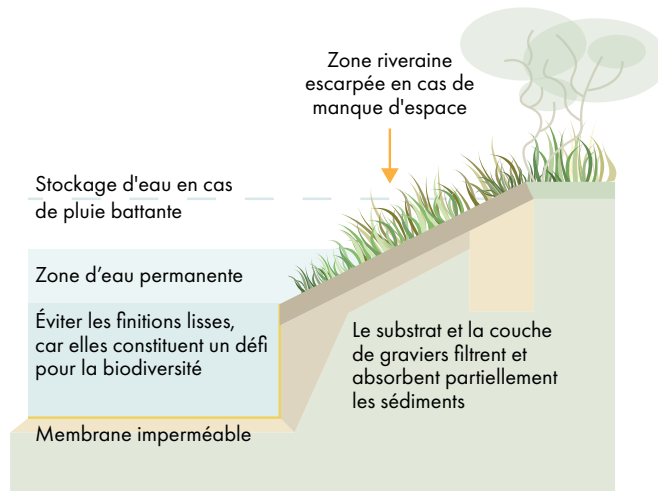
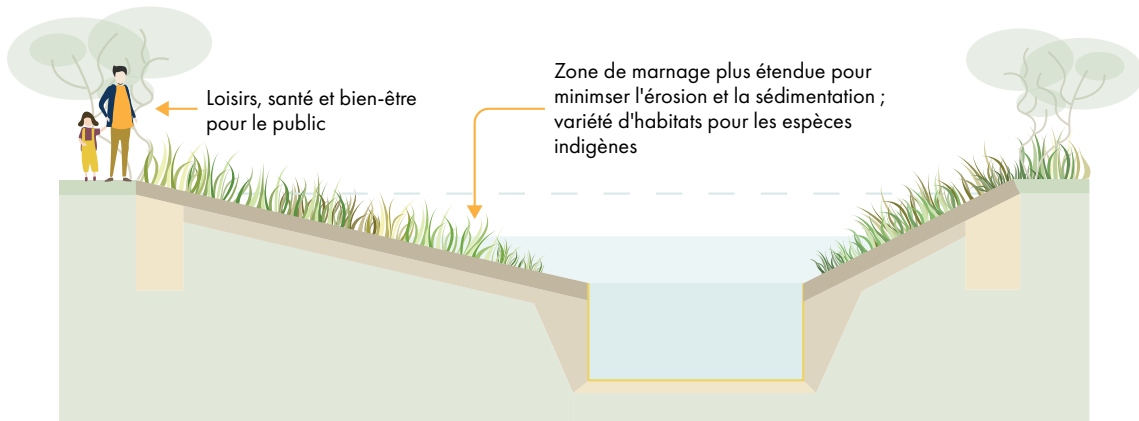
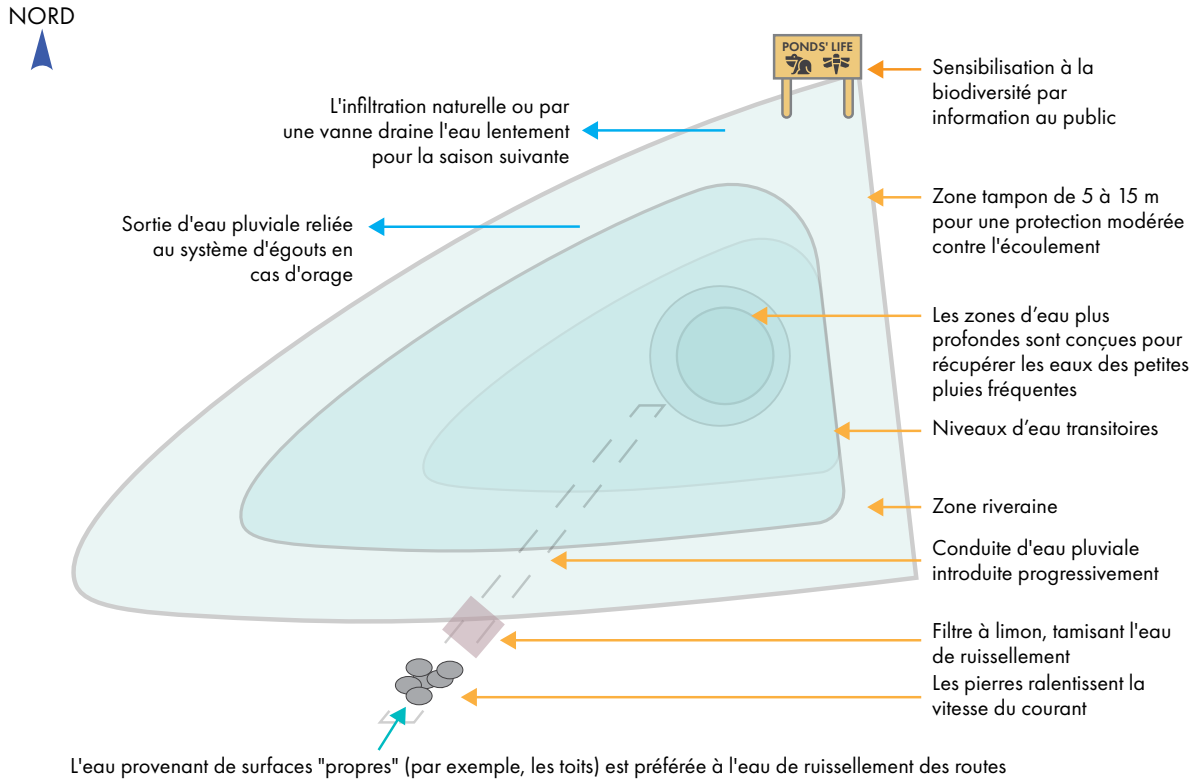


Fig. 26 - Design CLIMA-pond « zone urbaine ». Cette conception est destinée aux zones urbaines et se concentre principalement sur le stockage de l'eau, l'interception de la pollution, la minimisation de la production de gaz à effet de serre et la fourniture de bénéfices pour la biodiversité lorsque cela est possible. © Amphi International ApS  
La norme de conception **PONDERFUL** pour les CLIMA-ponds est publiée séparément par le consortium **PONDERFUL**.<sup>[33, 34]</sup>











## 5. Coûts et contraintes pratiques : financement et promotion des projets d'aménagement d'étangs

### 5.1 DÉFIS PRATIQUES ET COÛTS DE MISE EN ŒUVRE DES ÉTANGS

Les promoteurs d'étangs et de paysages d'étangs en tant que solutions fondées sur la nature font face à un certain nombre de contraintes pratiques qui limitent la mise en œuvre. L'une des principales contraintes est le coût. Dans ce chapitre, nous explorons certains des problèmes auxquels les gestionnaires peuvent être confrontés lorsqu'ils financent la création ou la gestion des étangs, le type de coûts à budgétiser et la façon dont ce défi peut être surmonté. Nous verrons également comment la politique peut être à la fois une contrainte et un catalyseur pour la mise en place d'étangs et de paysages d'étangs en tant que solutions fondées sur la nature.

#### Coût des étangs

La gestion, la restauration ou la création d'étangs et de paysages d'étangs entraînent toute une série de coûts. Il s'agit de coûts initiaux ponctuels et de coûts permanents.

**Les coûts ponctuels** permettent au projet de passer de la conception à la construction. Il s'agit des coûts auxquels il faut faire face au début d'un projet de restauration d'un étang existant ou de création d'un nouvel étang. Les coûts ponctuels comprennent tous les coûts associés à l'élaboration, à la planification et à la mise en œuvre du projet.

**Les coûts permanents** sont ceux associés à l'entretien de l'étang ou du paysage d'étangs une fois qu'il a été restauré ou créé. Il s'agit par exemple de la surveillance continue, des petits travaux de réparation des infrastructures de l'étang, de l'élimination régulière des espèces envahissantes et de la prise en compte des impacts de l'utilisation par le public afin de protéger la biodiversité. Les coûts permanents peuvent augmenter ou diminuer au fil du temps, en fonction de l'évolution des activités et de l'environnement de l'étang (par exemple, le nombre de visiteurs, le succès de la création de l'étang, les pressions externes futures sur les étangs, telles que l'intensification de l'agriculture dans le voisinage).

#### Financement : couvrir les coûts

L'absence de financement suffisant est un obstacle majeur à l'adoption de solutions fondées sur la nature en général, et constitue également un défi pour les gestionnaires d'étangs. Le projet de recherche **PONDERFUL** a fourni un résumé précieux de ce problème. <sup>[35, 36]</sup>

Les solutions fondées sur la nature sont actuellement principalement financées par des fonds publics, bien que le financement privé soit une source en pleine croissance. Cependant, il existe de nombreuses manières différentes pour financer les paysages d'étangs. L'inventaire des solutions de financement durable **PONDERFUL** (Tableau 6) identifie 24 « instruments de financement » différents que les gestionnaires de paysages d'étangs peuvent utiliser pour gérer les étangs, y compris des mesures génératrices de revenus pour le gouvernement ou les propriétaires fonciers privés, des subventions et des dons publics, des dons privés, des emprunts, des investissements et des approches contractuelles<sup>[35]</sup>.

Les sources de financement sont très variées. Par conséquent, les obligations et les exigences qui leur sont associées sont différentes. Ces différences signifient que chaque source de financement a des avantages et inconvénients différents, ce qui les rend plus ou moins adaptées à différents types de projets.



Tableau 6 - Inventaire des sources de financement PONDERFUL (McDonald et al. 2023)

AXES	CATEGORIES	INSTRUMENTS
1. Leviers de revenus	Leviers permettant de collecter des revenus qui peuvent ensuite être utilisés pour financer des solutions fondées sur la nature. Certains peuvent être utilisés par les propriétaires fonciers (1.1, 1.4 et 1.5) ; d'autres ne peuvent être perçus que par des associations accréditées par le gouvernement (1.2 et 1.3), enfin d'autres par les gouvernements (1.6)	1.1 Frais de mise à disposition du site
		1.2 Zones d'amélioration commerciale
		1.3 Prélèvements pour l'amélioration de l'environnement
		1.4 Baux et droits d'utilisation
		1.5 Vente de produits
		1.6 Autres mesures de collecte de recettes
2. Approche contractuelle (réduction des coûts / restructuration)	Accords juridiques qui réduisent ou restructurent les coûts de financement des solutions fondées sur la nature, soit en fournissant des actifs ou en utilisant des actifs à des taux inférieurs à ceux du marché (2.1), soit en transférant le financement des coûts initiaux en échange de paiements continus (2.2).	2.1 Transfert d'actifs de la communauté
		2.2 Partenariat Public-Privé
3. Contributions volontaires / Dons	Paiements volontaires effectués de plein gré, qu'il s'agisse d'un bénéficiaire direct des solutions fondées sur la nature (3.2) ou d'une simple contribution (3.1, 3.3).	3.1 Contributions philanthropiques
		3.2 Contributions volontaires des bénéficiaires
		3.3 Financement participatif
4. droits/permis négociables et paiement pour services écosystémiques	Les recettes sont générées par la vente des « droits » sur les services écosystémiques générés par les solutions fondées sur la nature. Ce paiement peut se faire de manière relativement informelle (4.1) ou par le biais de marchés structurés pour l'atténuation du changement climatique (4.2), pour la compensation des dommages causés à la biodiversité ailleurs (4.3) ou pour la réduction des polluants de l'eau (4.4).	4.1 Paiements pour services écosystémiques
		4.2 Instruments fondés sur les transferts : marchés volontaires du carbone
		4.3 Instruments basés sur le transfert : Compensation de la biodiversité et mise en réserve d'habitats
		4.4 Instruments fondés sur le transfert : Systèmes d'échange de quotas de qualité de l'eau
5. Subventions	Les subventions sont une contribution financière du gouvernement à une personne, une entreprise ou une organisation afin de promouvoir des résultats socialement bénéfiques. Il peut s'agir de paiements continus (ou d'allègements fiscaux) liés à des résultats ou à la production (5.1, 5.2)	5.1 Subventions environnementales
		5.2 Allègements fiscaux
6. Aides	Contribution directe d'un gouvernement (local, national ou européen) à un bénéficiaire en échange de la réalisation d'une activité spécifique. Les subventions sont généralement des paiements uniques (bien qu'ils puissent être versés en plusieurs fois) et souvent compétitifs (6.1).	6.1 Aides
7. Prêts	Transfert de capital en échange d'une promesse de remboursement de ce capital dans le temps, généralement avec des intérêts. Il peut s'agir d'un prêt direct d'un prêteur à un emprunteur (7.1) ou d'une médiation sur les marchés de la dette (7.2).	7.1 Prêts verts
		7.2 Obligations vertes
8. Nouveaux modèles de propriété (financement équitable)	Financement obtenu par la vente d'une part de propriété des solutions fondées sur la nature, éventuellement assortie d'un droit sur une partie des bénéfices. Cette démarche peut être motivée par le désir d'avoir un impact (8.1) ou être purement commerciale (8.2).	8.1 Investissement d'impact
		8.2 Investissement commercial





### Conseils pratiques pour couvrir les coûts

Les étapes suivantes peuvent vous aider à choisir entre les différents moyens de financement de votre projet d'aménagement paysager :

- **Analysez votre projet d'aménagement paysager** : Quels avantages va-t-il générer et pour qui ? Quels seront les coûts (par exemple, excavateur, ouvriers, revêtement, passerelles) ? Une bonne compréhension de l'ampleur des coûts financiers permet d'identifier les possibilités de financement. Une bonne compréhension des avantages peut aider à identifier des sources de revenus ou à renforcer votre capacité à générer des financements.
- **Examinez toutes les options de financement** : Il s'agit des sources publiques (telles que les subventions des gouvernements régionaux ou nationaux et les aides à l'environnement ou à l'aménagement du territoire), ainsi que des sources privées. Il peut être plus difficile de tirer parti des sources de financement privées, en particulier parce que cette perspective peut être fondamentalement différente de celle d'un gestionnaire de site, d'un spécialiste des sciences naturelles, d'un ingénieur ou d'un architecte paysagiste, mais elle peut permettre de réaliser davantage de projets ou des projets plus importants à l'échelle du paysage d'étangs.
- **Voyez grand** : il peut être difficile de financer des étangs individuels, mais des options de financement supplémentaires peuvent se présenter lorsqu'un paysage d'étangs est proposé dans le cadre d'un projet plus vaste, par exemple des paysages d'étang en tant qu'élément d'une zone récréative plus vaste ou d'un développement d'infrastructures.
- **Incitez à un changement de politique** : Les paysages d'étangs génèrent principalement des biens publics qui sont difficiles à financer, tels que l'amélioration de la biodiversité. Le financement public et les nouvelles approches politiques, telles que la création de marchés pour les avantages de la biodiversité ou d'autres services environnementaux, peuvent générer des revenus. Le site de démonstration **PONDERFUL** Water Friendly Farming au Royaume-Uni (voir success stories 6.1 et 6.4) offre un exemple des avantages potentiels d'une nouvelle politique : les parties prenantes ont fait l'éloge des politiques d'autorisation de district qui financent la création d'étangs pour une espèce protégée européenne, le triton crêté.

### Surmonter les contraintes légales

Les lois peuvent à la fois favoriser et entraver la gestion et la création de paysages d'étangs. Les politiques européennes, nationales et régionales constituent des obstacles communs. Les sites de démonstration **PONDERFUL** fournissent des exemples de la manière dont ces contraintes peuvent être surmontées.

Les lois et directives relatives aux paysages d'étangs donnent souvent la priorité à la valeur économique plutôt qu'aux objectifs de biodiversité, les utilisations préjudiciables des terres étant prioritaires. Par ailleurs, les étangs, malgré leurs avantages potentiels, sont souvent négligés par rapport à d'autres habitats et ne sont souvent pas pris en compte dans les principales politiques de l'UE en matière d'eau et de biodiversité, ou ne sont pas suffisamment pris en compte dans les programmes de mise en œuvre des États membres. Les défis identifiés dans l'évaluation des politiques de l'UE par **PONDERFUL** comprennent également les points suivants<sup>[37]</sup> :

- Méfiance entre les décideurs politiques et les propriétaires fonciers privés ;
- Manque d'intérêt de la part des agriculteurs en raison de préoccupations liées aux contraintes opérationnelles ;
- Obtention d'un financement pour des projets sur des terres privées (il est plus facile d'obtenir un financement lorsque les avantages pour le public sont évidents) ;
- Obtention d'un financement à long terme pour la gestion des étangs ;
- Manque de ressources pour la gestion. Les institutions chargées de la gestion sont souvent confrontées à des contraintes de ressources ou manquent d'intérêt, et il y a un manque de données de base, de recherche ou de lignes directrices techniques.
- Les procédures d'autorisation pour la création ou la restauration d'étangs peuvent être fastidieuses dans certains pays ;
- Le manque de partage des connaissances concernant les avantages des étangs et les solutions fondées sur la nature, ce qui entrave l'adoption et la mise en œuvre des politiques.

Voici quelques exemples fournis par les sites de démonstration **PONDERFUL** :

- À La Pletera (Espagne) et à Schöneiche (Allemagne), les décideurs politiques ont réformé les politiques municipales afin de réécrire les objectifs de manière à équilibrer la croissance économique et la protection du patrimoine naturel.
- Le classement d'étangs et de paysages d'étangs en tant que zones protégées, comme à Pikhakendonk (Belgique) et à Schöneiche (Allemagne), a permis une meilleure planification, un meilleur accès au financement (par exemple à La Pletera (Espagne) et une amélioration institutionnelle (La Pletera, Espagne). Ce classement au niveau national ou local offre des avantages similaires à ceux des labellisations internationales, mais sont souvent plus efficaces pour limiter l'exploitation des zones humides. Lorsqu'il n'existe pas encore de zones protégées, les municipalités peuvent utiliser les plans de zonage comme un intermédiaire en vue d'une inclusion ultérieure dans des zones protégées ou des documents de planification, comme cela a été le cas dans le Rhône Genevois (Suisse), à La Pletera (Espagne) et à Schöneiche (Allemagne).



Les plans de zonage et les zones protégées peuvent également contribuer à accélérer les processus d'autorisation pour la création d'étangs (par exemple au Danemark, en Allemagne, en Uruguay). La désignation de micro-réserve locales peut aider à définir des accords avec les propriétaires fonciers et, dans certains cas, faire l'objet d'un financement par des entreprises privées, qui peuvent, par exemple, donner leur nom à la réserve.

- Le financement de mesures par des acteurs privés est rare, mais existe, et implique souvent des accords de gestion ad hoc. Les accords entre les institutions publiques et les propriétaires fonciers tendent à se concentrer sur les zones protégées (par exemple en Suisse, Royaume-Uni), tandis que les accords entre les propriétaires fonciers et les organisations de la société civile s'étendent à d'autres zones (Belgique, Suisse, Royaume-Uni).
- Le succès de la surveillance des étangs est observé lorsque des organisations de la société civile en prennent la responsabilité (Suisse, Turquie), quand les étangs sont regroupés en unités de surveillance (Albera, Espagne) ou lorsqu'il existe des projets d'étangs à long terme (Lystrup, Danemark).
- L'autorisation de créer des étangs et la réglementation concernant l'utilisation des terres dans les zones humides sont plus faciles à appliquer lorsqu'elles sont intégrées dans les règlements de zonage (Danemark, Allemagne, par exemple), liées aux zones protégées (Uruguay) ou aux systèmes de financement (Royaume-Uni).
- Les institutions gestionnaires naissent généralement d'un budget soutenu et se développent au fil du temps, comme on l'a vu à La Pletera (Espagne) et à Pinkhill Meadow (Royaume-Uni). Elles peuvent être liées à des zones protégées ou à des organisations de la société civile qui s'engagent dans des partenariats avec les autorités locales.
- L'identification locale au paysage d'étangs peut être renforcée par le statut de zone protégée, l'éducation à l'environnement et la sensibilisation à la recherche, comme on l'a vu en Belgique, au Royaume-Uni, en Allemagne, en Espagne, en Suisse et en Turquie.
- La recherche joue un rôle essentiel dans le soutien des politiques en fournissant des preuves scientifiques, comme à La Pletera (Espagne), et en confirmant les avantages des étangs (par exemple au Danemark et au Royaume-Uni). La recherche a également renforcé la volonté du public de mettre en œuvre des solutions fondées sur la nature (Espagne, Uruguay).

Pour plus d'informations sur ces success stories, voir le chapitre 6.





## 5.2 PROMOUVOIR LES SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE BASÉES SUR LES ÉTANGS ET LES PAYSAGES D'ÉTANGS

Les étangs et les paysages d'étangs sont bénéfiques pour de nombreux groupes de personnes au sein de la société (voir chapitre 3).

La création ou la restauration d'un paysage d'étangs peut être facilitée lorsque les parties prenantes sont conscientes de ces avantages. Le projet **PONDERFUL** a identifié une série de moyens pour obtenir le soutien d'un projet de solution fondée sur la nature dans les étangs ou les paysages d'étangs :

- **Impliquer les communautés** : Lorsque la population locale a une vision positive des contributions du paysage d'étangs et voit qu'il peut améliorer sa qualité de vie, le soutien du public à la gestion, à la restauration et à la création s'en trouve renforcé.
- **Encourager le soutien technique et l'échange de connaissances** : Les gestionnaires de paysages d'étangs bénéficient d'un soutien technique ciblé, d'une collaboration et d'un échange de connaissances pour faciliter la mise en œuvre de solutions fondées sur la nature. Jusqu'à présent, le soutien et les échanges liés à la mise en œuvre de solutions fondées sur la nature pour l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets se sont concentrés sur les rivières et les ruisseaux, les zones humides, les landes, les forêts et les tourbières. Il est important de mieux faire connaître les paysages d'étangs, qui peuvent offrir les mêmes avantages, et de les faire apprécier par le public. Cela permettrait d'assurer la cohérence de la gestion de toutes les masses d'eau douce.
- **Célébrer les succès** : Les exemples positifs de solutions fondées sur la nature pour les paysages d'étangs doivent être partagés. Ces exemples de réussite démontrent le potentiel des solutions fondées sur la nature et peuvent constituer une incitation puissante pour les autres gestionnaires de paysages d'étangs à adopter les meilleures pratiques. Les projets de démonstration peuvent mettre en évidence les avantages des pratiques durables et contribuer à renforcer la confiance dans ces approches. Pour faciliter cette appropriation à grande échelle, les informations doivent être partagées de manière à être facilement accessibles.
- **Générer un réseau** : Il est important de faciliter l'échange de connaissances entre plusieurs niveaux et différents groupes de parties prenantes. Au niveau régional, cela devrait inclure les communautés et les autorités locales, les décideurs politiques régionaux et la société civile. Il peut également s'avérer nécessaire d'inclure les organismes juridiques et réglementaires, car ces groupes travaillent ensemble pour façonner les décisions de gestion. L'idée est de créer un environnement propice pour construire les bases d'un lien entre les visiteurs, les habitants, la société civile, les gestionnaires et les décideurs à tous les niveaux.
- **Communiquer et éduquer** : Des campagnes d'éducation sont nécessaires pour sensibiliser à la valeur des paysages d'étangs, notamment aux contributions qu'ils apportent aux personnes et aux espèces qu'ils abritent, ainsi qu'aux menaces qui pèsent sur eux. Cela peut renforcer le sentiment d'appartenance et d'attachement des parties prenantes aux étangs et aux paysages d'étangs.







## 6. Les paysages d'étangs comme Solutions fondées sur la Nature : success stories des sites de démonstration de PONDERFUL

### 6.1 Les paysages d'étangs comme Solutions fondées sur la Nature pour la biodiversité

- Création d'un hotspot de biodiversité, avec un petit paysage d'étangs : Pinkhill | [Page 106](#)
- Création d'un hotspot de biodiversité avec un grand paysage d'étangs : Bois de Jussy | [Page 107](#)
- Promotion des communautés d'amphibiens : création d'habitats et déplacement de populations de tritons crêtés : Pikhakendonk | [Page 108](#)
- Gestion active des espèces menacées d'amphibiens : Fyn Islands | [Page 109](#)
- Conservation d'étangs littoraux pour la promotion des communautés d'oiseaux : Lac Mogan | [Page 110](#)
- Les paysages d'étangs et les étangs non pollués sont vitaux pour maintenir une biodiversité d'eau douce : Water Friendly Farming (WFF) | [Page 111](#)

### 6.2 Les paysages d'étangs comme Solutions fondées sur la Nature pour réduire les risques d'inondations

- Implémenter un étang dans un parc pour la protection contre les inondations et pour le développement de la biodiversité : Lystrup | [Page 112](#)
- Un paysage d'étangs pour limiter les inondations : Gölbaşı Düzlüğü | [Page 113](#)

### 6.3 Les paysages d'étangs comme systèmes de purification

- Des étangs pour traiter les effluents agricoles : Bois de Jussy | [Page 114](#)

### 6.4 Les étangs comme solutions fondées sur la nature pour optimiser le bilan carbone

- Les étangs d'eau propre sont respectueux du carbone : Water Friendly Farming (WFF) | [Page 115](#)

### 6.5 Les paysages d'étangs comme Solutions fondées sur la Nature pour la production alimentaire

- Coexistence de production bovine extensive et de biodiversité aquatique : Uruguay | [Page 116](#)

### 6.6 Les paysages d'étangs comme Solutions fondées sur la Nature pour le tourisme et la santé

- Coexistence d'habitats naturels et du tourisme : La Pletera | [Page 117](#)
- Contrôle des moustiques en zones touristiques : La Pletera | [Page 118](#)

### 6.7 Les paysages d'étangs comme Solutions fondées sur la Nature pour l'éducation

- Développement d'un centre pour l'éducation à la nature, l'eau et les étangs au cœur de la ville : Schöneiche | [Page 119](#)
- Un projet de parc populaire : Gölbaşı Düzlüğü | [Page 120](#)

### 6.8 Les paysages d'étangs comme Solutions fondées sur la Nature pour supporter l'identité

- Étangs temporaires, identité locale et récréation : Albera | [Page 121](#)

### 6.9 La gestion des terres dans les paysages d'étangs comme Solutions fondées sur la Nature pour améliorer la qualité des habitats

- Gestion des terres au sein du paysage d'étangs pour réduire les pollutions agricoles : Albera | [Page 122](#)
- Conservation active de la biodiversité au sein d'un paysage d'étangs avec différentes partie-prenantes : Gette Vallei | [Page 123](#)

### 6.10 Placer un paysage d'étangs sous protection

- La désignation d'un paysage d'étangs comme réserve naturelle : Tommelen | [Page 124](#)

### 6.11 La multifonctionnalité à l'échelle d'un paysage d'étangs

- Complémentarité des types et fonctions d'étangs dans un paysage : Rhône Genevois | [Page 125](#)





6.1 DES PAYSAGES D'ÉTANGS POUR LA BIODIVERSITÉ

CRÉER UN HOTSPOT DE BIODIVERSITÉ AVEC UN PETIT PAYSAGE D'ÉTANGS EN PLAINES ALLUVIALES (ROYAUME-UNI)

PINKHILL

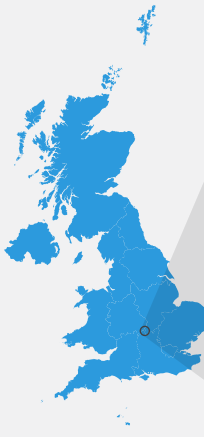


CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 12 ha  
57 étangs (2.7 ha de surface en eau)

Occupation du sol dominante :  
- paysage d'étangs : prairies extensives de plaine alluviale  
- environnement proche : agriculture, réservoirs de stockage d'eau

Zone bioclimatique : Océanique

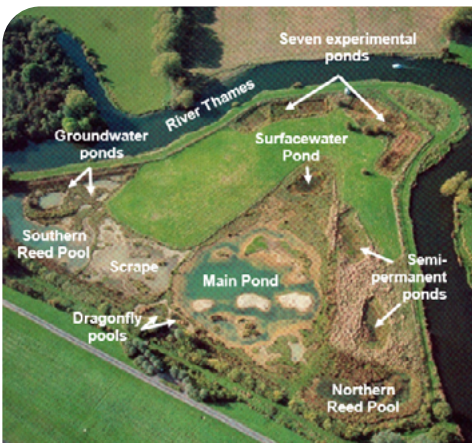


Le paysage d'étangs de Pinkhill est situé sur l'ancienne plaine inondable de la Tamise, qui possède un long patrimoine de zones humides. Le premier complexe d'étangs (créé en 1990) a une superficie inférieure à 3 ha, mais il est exceptionnellement riche et abrite aujourd'hui environ 20% de toutes les espèces de plantes et d'invertébrés d'eau douce de Grande-Bretagne. La richesse du site est due à une série de facteurs. Il y a des étangs de différentes tailles, allant de 5 m<sup>2</sup> à 0,3 ha. Certains étangs s'assèchent chaque année et d'autres sont semi-permanents, ce qui offre de nombreux habitats différents. La plupart des étangs sont bordés de vastes zones d'eau peu profonde et de zones humides.

Il était important de concevoir les étangs de manière à ce que la qualité de l'eau soit aussi bonne que possible. Pour ce faire, aucun des étangs n'est directement relié à la Tamise, une rivière polluée. En outre, la plupart des étangs sont alimentés par des eaux souterraines qui contiennent peu de nutriments et d'éléments polluants.

La gestion est entreprise pour maintenir la valeur de conservation du site, assurer la visibilité pour les visiteurs et améliorer la compréhension scientifique. Elle comprend le pâturage du bétail, la gestion des broussailles, la fauche des prairies, la création de nouveaux étangs et la gestion/remodelage des étangs existants. La gestion est dirigée par Thames Water, avec des projets de partenariat supplémentaires entrepris avec l'ONG Freshwater Habitats Trust.

Pinkhill prouve clairement qu'il est possible de créer de nouveaux paysages d'étangs d'une valeur exceptionnelle en termes de biodiversité, même lorsque les surfaces disponibles sont assez limitées.



▲ La prairie de Pinkhill est l'une des trois prairies inondables de ce paysage d'étangs.

Étangs de Pinkhill ▶

▼ *Arvicola amphibius*



© FHT



▲ *Baldellia Ranunculoides*



© FHT



▲ *Juncus compressus*





## CRÉER UN HOTSPOT DE BIODIVERSITÉ AVEC UN VASTE PAYSAGE D'ÉTANGS (SUISSE)

### BOIS DE JUSSY

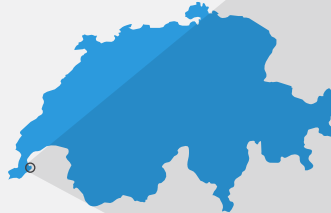


#### CARTE D'IDENTITÉ

**Surface :** 610 ha  
69 étangs et 300 petites mares  
(3 ha de surface en eau au total)

**Occupation du sol dominante :**  
- paysage d'étang : zone forestière  
- environnement proche : agriculture

**Zone bioclimatique :** Continentale (sous influence océanique)



Ce grand paysage d'étangs est situé dans un bois près de la ville de Genève. Une douzaine de grands étangs ont été creusés dans les années 1960, dans le but de drainer la forêt et de stocker l'eau en cas d'incendie. Aujourd'hui, le principal objectif de gestion est la conservation de la biodiversité. Plusieurs autres étangs de tailles diverses ont été creusés dans le substrat argileux.

Ce paysage d'étangs est un hotspot pour la biodiversité locale, abritant deux tiers de la richesse régionale en plantes aquatiques, libellules et amphibiens (y compris les espèces prioritaires pour la conservation que sont la cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) et le crapaud à ventre jaune (*Bombina variegata*)). La création d'un étang a bénéficié à la biodiversité aquatique (plantes, invertébrés, amphibiens et reptiles) et aux animaux terrestres (grands et petits mammifères, chauves-souris, oiseaux).

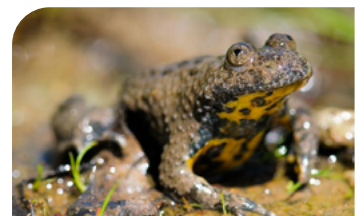
Une gestion continue du paysage a eu lieu au cours des 20 dernières années. Le succès de cette gestion est lié :

- Au soutien de consultants externes suivant un plan de gestion prescrit qui cible la biodiversité (création d'étangs, restauration d'étangs, élimination d'espèces exotiques, gestion des arbres, gestion des habitats terrestres, amélioration de la connectivité entre les étangs) ;
- A la création d'un réseau dense d'étangs de différentes tailles (de 300 petits étangs de 1 m<sup>2</sup> à de grands étangs de 5000 m<sup>2</sup>), formes et conceptions. Les bois semi-naturels assurent une bonne connectivité entre les étangs ;
- A la mise en œuvre de statuts de protection ;
- A la réintroduction d'espèces menacées.

Un niveau élevé de gestion signifie qu'un financement continu est nécessaire. L'action de gestion s'est avérée être la clé de la protection et de l'amélioration de la biodiversité sur le site.



© HES-SO



▲ *Bombina variegata* © Eric Sansault



▲ *Emys orbicularis* © Maurizio amendolia



**PROMOUVOIR LES COMMUNAUTÉS D'AMPHIBIENS : CRÉATION D'HABITATS ET DÉPLACEMENT DE POPULATIONS DE TRITONS CRÊTÉS (BELGIQUE)**

**PIKHAKENDONK**



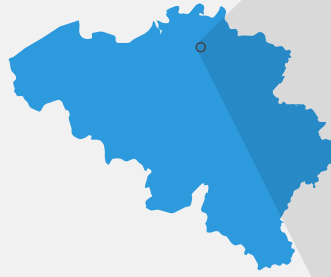
**CARTE D'IDENTITÉ**

Surface : 5 km<sup>2</sup>  
62 étangs (10.2 ha de surface en eau)

Richesse spécifique en amphibiens : 7

Occupation du sol dominante : pâturage extensif et prairies

Zone bioclimatique : Atlantique



Le paysage de Pikhakendonk se compose principalement de prairies dispersées dans un réseau dense de vieilles haies d'aubépine et de quelques parcelles de forêt. Le paysage d'étangs est une zone NATURA 2000 et contient 62 petits étangs. Plusieurs de ces étangs ont été créés récemment dans le cadre d'un projet de déplacement du triton crêté (*Triturus cristatus*). Un certain nombre d'anciens étangs et fossés ont été restaurés par dragage et reprofilage des berges afin d'améliorer l'adéquation de l'habitat pour les communautés aquatiques.

La communauté actuelle d'amphibiens est particulièrement riche et abondante, avec la présence de deux espèces figurant sur la liste de la Directive Habitats : le triton crêté (*Triturus cristatus*), la grenouille commune (*Rana temporaria*) et de cinq autres espèces (crapaud commun (*Bufo bufo*), grenouille des marais (*Pelophylax ridibundus/kurtmuelleri*), triton alpestre (*Ichthyosaura alpestris*), triton ponctué (*Lissotriton vulgaris vulgaris*) et grenouille grenouille verte de Bedriaga (*Pelophylax bedriagae*), une espèce non indigène.

En 2016, une population existante de triton crêté provenant d'un site proche (15 km) a été transférée dans le paysage d'étangs à la demande du gouvernement flamand, en collaboration avec l'Agence pour la Nature et les Forêts (ANB) et l'Institut de Recherche pour la Nature et les Forêts (INBO). Le transfert était nécessaire car l'habitat original de cette espèce allait être endommagé par une restauration fluviale à grande échelle dans la vallée de la Dijle.

En plus de ce transfert d'adultes, un programme d'élevage scientifique a été mis en place par le RIOB. Des juvéniles (3 205 individus) élevés en captivité ont été relâchés dans plusieurs étangs (entre 2017 et 2020). La dynamique de la population de tritons transférés est régulièrement suivie par le RIOB et Natuurpunt (une association bénévole indépendante). En 2023, le transfert a été jugé réussi, car plusieurs étangs abritaient des tritons crêtés et la population nouvellement établie semblait se reproduire avec succès. Le transfert est un bon exemple de Solutions fondées sur la Nature lorsque les habitats sont très isolés, empêchant de ce fait une colonisation naturelle.



◀ *Triturus cristatus* © Pieter Jan Alles





## GESTION ACTIVE DES ESPÈCES D'AMPHIBIENS MENACÉES (DANEMARK)

### FYN ISLANDS



#### CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 15 km<sup>2</sup>  
64 étangs (4 ha de surface en eau)

Richesse spécifique en amphibiens : 5

Occupation du sol dominante :

- paysage d'étangs : pâturages
- environnement proche : pâturages et terres arables

Zone bioclimatique : Continentale



Le paysage d'étangs des îles Fyn couvre Ærø, Avernakø et Birkholm, trois petites îles (88 km<sup>2</sup>, 6 km<sup>2</sup> et 1 km<sup>2</sup> respectivement) sur environ 55 îles de l'archipel de la Fyn méridionale. La plupart des terres de ces îles sont utilisées pour l'agriculture.

Cet archipel est un "hotspot" pour le crapaud sonneur à ventre de feu (*Bombina bombina*), une espèce très menacée en Europe. Aujourd'hui, on trouve cette espèce dans de nombreux étangs sur les trois îles, grâce à plus de 35 ans de gestion en sa faveur. Seules deux populations sur Avernakø et Hjortø sont historiques, toutes les autres sur les autres îles ayant été restaurées à l'aide d'un programme d'élevage. Les habitats des crapauds sont partiellement protégés par deux sites Natura 2000, établis spécialement pour l'espèce.

La gestion des étangs pour le crapaud sonneur à ventre de feu européen vise à améliorer et à élargir les habitats aquatiques et terrestres, ainsi qu'à préserver la variabilité génétique des populations restantes. Grâce à plusieurs projets financés par des bailleurs de fonds locaux et internationaux (programme LIFE de l'UE), plus de 80 étangs ont été créés ou restaurés depuis les années 1990. En outre, à Avernakø, près de 35 ha de terres arables ont été transformés de manière permanente en prairies où les engrais, les pesticides et les traitements du sol ne sont pas utilisés.

La création et la restauration d'étangs « en grappes » favorisent la connectivité et augmentent la diversité des habitats aquatiques. Les municipalités et l'Agence danoise pour la nature ont également aidé les agriculteurs à commencer à faire paître leur bétail en finançant l'installation de clôtures autour des prairies. Le pâturage avec les bonnes espèces et à la bonne densité est un facteur clé pour maintenir les habitats dans des conditions favorables aux amphibiens.

Comme les communautés locales du paysage d'étangs se sont familiarisées avec l'espèce, cette réussite a contribué à accroître la sensibilisation et les connaissances du public en matière d'environnement. *Bombina bombina* est également utilisée pour la commercialisation d'attractions touristiques locales (par exemple, des visites guidées pour voir et écouter les crapauds chanteurs).



© Aarhus University

*Bombina bombina* © Marek Szczepanek





CONSERVATION DES ÉTANGS LITTORAUX POUR PROMOUVOIR LES COMMUNAUTÉS D'OISEAUX (TURQUIE)

LAKE MOGAN (DIKKUYRUK)



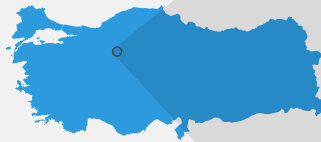
CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 1.83 km<sup>2</sup>  
15-20 étangs (6.8 ha de surface en eau)

Richesse spécifique en oiseaux : 83

Occupation du sol dominante :  
- paysage d'étangs : réserve naturelle  
- Environnement proche : péri-urbain et rural

Zone bioclimatique : climat de steppe froide et aride d'Anatolie Centrale



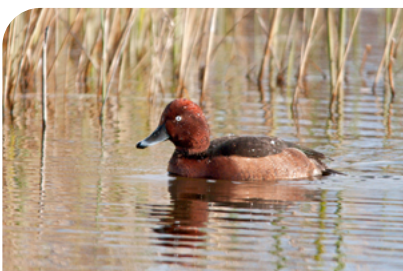
Le paysage d'étangs du lac Mogan comprend plusieurs étangs littoraux qui ont été formés par la baisse des niveaux d'eau après la construction d'une grande vanne en amont en 2015. Ce paysage d'étangs est un élément clé pour la conservation des communautés d'oiseaux du lac à une échelle géographique plus large. En effet, le lac Mogan est identifié comme une "zone importante pour la conservation des oiseaux" (ZICO) en Turquie, avec environ 249 espèces d'oiseaux identifiées dans la région (83 espèces d'oiseaux d'eau). Le lac, et en particulier le paysage des étangs, fournissent un habitat pour la reproduction du héron cendré (*Ardeola ralloides*), de la bernache à crête rouge (*Netta rufina*), du fuligule nyroca (*Aythya nyroca*; quasi menacé sur la liste rouge mondiale de l'UICN) et de l'érismaure à tête blanche (*Oxyura leucocephala*; en danger au niveau mondial sur la liste rouge de l'UICN).

Outre l'importante communauté d'oiseaux, la zone est particulièrement riche en autres groupes (amphibiens, reptiles, mammifères), bien que la communauté d'invertébrés doive faire l'objet d'une étude plus approfondie. La zone abrite également de grandes populations de la plante endémique *Centaurea tchihatcheffii* (en danger critique d'extinction sur la liste rouge de l'UICN), qui est associée aux zones humides qui s'assèchent au printemps et en été. On la trouve dans les steppes et les pâturages du sud d'Ankara vers la plaine de Konya.

Le paysage d'étangs fait partie de la zone spéciale de protection environnementale de Gölbaşı (Gölbaşı SEPA), qui a été créée en 1992 pour freiner l'urbanisation de la zone périurbaine d'Ankara et pour protéger et conserver la grande valeur de la biodiversité de la zone. Son récent plan de gestion comprend plusieurs mesures visant à protéger la biodiversité ; le paysage des étangs est déclaré zone "sensible A" (exigeant une protection absolue des roselières et des étangs). Les mesures mises en œuvre sont les suivantes :

- L'interdiction de construire des zones fermées, d'effectuer des travaux d'excavation et de remplissage ;
- Interdiction de la pêche ;
- Suppression des installations touristiques existantes ;
- Surveillance et enregistrement des espèces d'oiseaux nicheurs ;
- Fermeture des zones de reproduction des oiseaux aux activités humaines pendant la période de reproduction ;
- Surveillance de la plante *Centaurea tchihatcheffii* et protection de la population de cette espèce par des clôtures.

Cette réussite illustre les avantages considérables apportés par un paysage d'étangs sur le littoral lacustre qui soutient et promeut la biodiversité régionale d'eau douce.



▲ *Aythya nyroca* © Moretta Tabaccata



© METU

▼ *Oxyura leucocephala* © Aissa Djamel Filali



## LES PAYSAGES D'ÉTANGS ET LES ÉTANGS D'EAU PROPRE SONT ESSENTIELS AU MAINTIEN DE LA BIODIVERSITÉ D'EAU DOUCE (ROYAUME-UNI)

WFF



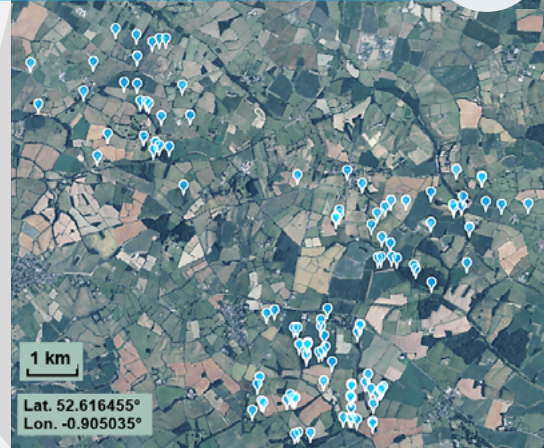
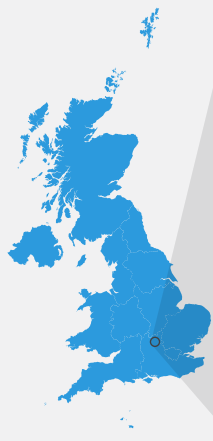
### CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 30 km<sup>2</sup>  
123 étangs (4.6 ha de surface en eau)

Richesse spécifique en plantes  
aquatiques : 86

Occupation du sol dominante :  
Paysage d'étangs : agriculture  
Environnement proche : agriculture

Zone bioclimatique : Océanique



Le projet Water Friendly Farming (WFF) est situé dans les Midlands anglais. Il vise à étudier l'efficacité de différentes techniques susceptibles de favoriser la biodiversité et les fonctions des écosystèmes dans le paysage.

Les recherches menées dans **PONDERFUL** ont montré que les étangs sont essentiels au maintien de la biodiversité d'eau douce, évaluées à l'aide de plantes aquatiques, dans cette région agricole. Dans une zone de 30 km<sup>2</sup>, des études de toutes les masses d'eau (ruisseaux, marécages, fossés, étangs) ont montré que la quasi-totalité (95 %) des plantes des zones humides de la région se trouvaient dans les étangs, contre 33 % dans les fossés et 40 % dans les ruisseaux. Si tous les étangs disparaissaient, plus de la moitié des espèces de plantes des zones humides (56 %) disparaîtraient de la région. Ces résultats soulignent à quel point il est important de maintenir des réseaux d'étangs agricoles si nous voulons conserver la biodiversité d'eau douce dans les campagnes.

Vingt nouveaux étangs ont été créés en 2013 par le projet Water Friendly Farming. Ces nouveaux étangs se sont révélés d'une importance exceptionnelle pour la biodiversité régionale d'eau douce. Dix ans après leur création, ces étangs abritaient sept espèces rares au niveau régional, dont cinq qui ne sont présentes dans aucune autre masse d'eau. Dans l'ensemble, ces étangs ont augmenté de 16 % la richesse en plantes des zones humides de leur bassin versant. La richesse des espèces rares au niveau régional a augmenté de 83 %.

Les facteurs essentiels à la création d'étangs non pollués ont été les suivants :

- Veiller à ce que les terres autour des étangs ne soient pas polluées : les meilleurs étangs étaient entourés de prairies pâturées sans intrants ou de forêts.
- Veiller à ce que les étangs ne soient pas alimentés par un cours d'eau ou un drain, car ceux-ci apportent généralement des polluants et de la vase dans les étangs.

Ces résultats soulignent la grande valeur de la création de nouveaux étangs non pollués et la nécessité de partager des conseils pratiques.



© Freshwater Habitats Trust



© Freshwater Habitats Trust





6.2 LES PAYSAGES D'ÉTANGS COMME SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE POUR LIMITER LES RISQUES D'INONDATIONS

IMPLÉMENTATION D'UN ÉTANG DANS UN PARC PUBLIC POUR PROTÉGER DES EAUX DE PLUIE ET POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA BIODIVERSITÉ (DANEMARK)

LYSTRUP



CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 5 km<sup>2</sup>  
18 étangs (2.1 ha de surface en eau)

Volume d'eau : 18 600 m<sup>3</sup>  
Mais les zones de bordure des étangs permettent le stockage d'un plus grand volume d'eau pendant les périodes de fortes pluies

Occupation du sol dominante :  
zones résidentielles (55%) et prairies (40%)

Zone bioclimatique : Continentale



Après plusieurs tempêtes importantes qui ont causé des dégâts importants, la municipalité d'Aarhus a décidé que Lystrup devait devenir un projet pilote pour l'implémentation de plusieurs Solutions fondées sur la Nature (bassins de rétentions des eaux de pluie, digues et fossés). Un projet de démonstration a été établi par l'Université d'Aarhus. Cela a impliqué des résidents à la fois dans les phases de design et d'implémentation et a combiné une adaptation au climat et la création d'habitats pour la biodiversité. L'objectif était également d'augmenter les utilisations récréationnelles et l'implication des parties prenantes dans l'entretien de la zone après création.

Le projet de démonstration, couvrant 6 hectares d'un large parc urbain au milieu de Lystrup (Hovmarksparken), a été un partenariat incluant la communauté locale, une école, le conseil local (conseil municipal de la ville d'Aarhus), une compagnie d'utilisation d'eau (Aarhus Vand) et des scientifiques (Université d'Aarhus).

Un large bassin de rétention, des fossés et des digues ont été construits sur ce qui était auparavant une prairie peu diversifiée. De plus, une ONG gérant des vaches pour le pâturage s'est établie pour gérer la zone, offrant des visites guidées de la vie sauvage et développant ainsi des activités spécifiques au site en parallèle de la construction.

La transformation du parc a également demandé des changements dans sa gestion à travers l'intégration d'objectifs en faveur de la biodiversité : une nouvelle panification des cycles de fauche et l'introduction d'un éco-pâturage avec des vaches.

Le bassin de rétention contribue pour la biodiversité, tout particulièrement pour celle des amphibiens : des tritons ponctés (*Lissotriton vulgaris*) et des grenouilles communes (*Rana temporaria*) se reproduisent déjà et le fameux triton crêté (*Triturus cristatus*) est également susceptible d'utiliser ces habitats dans le futur.

L'efficacité de ces étangs comme solutions fondées sur la nature a déjà été prouvée pendant plusieurs tempêtes. Le nouveau bassin et ses fossés et digues associés ont réduit les dégâts sur les propriétés et les infrastructures.



© Aarhus University



© Aarhus University



© Aarhus University





## UN PAYSAGE D'ÉTANGS POUR LIMITER LES INONDATIONS (TURQUIE)

### GÖLBAŞI DÜZLÜĞÜ

#### CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 0.4 km<sup>2</sup>  
30 étangs (1.7 ha de surface en eau)

Volume d'eau stockée pendant  
une inondation : 1 million de m<sup>3</sup>

Occupation du sol dominante :  
- paysage d'étang : zone humide  
- environnement adjacent : milieu urbain

Zone bioclimatique : climat de steppe froide et aride d'Anatolie  
Centrale

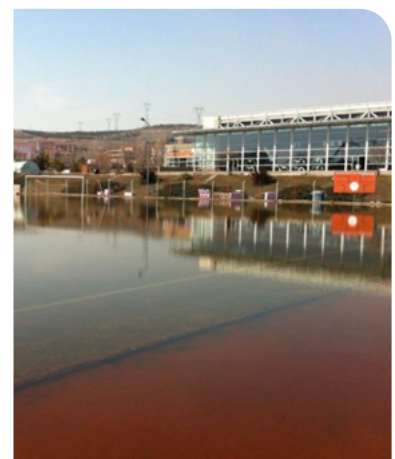


Le paysage d'étangs Gölbaşı Düzlüğü est situé en amont du lac Eymir. Il a été créé en construisant des autoroutes et en abaissant le niveau d'eau entre les lac Mogan et Eymir. Il en a résulté la formation de 30 étangs avec une ceinture végétale dense dans la zone humide située entre les deux lacs. L'eau provenant du lac Mogan en amont arrive par un canal linéaire qui occupe le paysage d'étangs et qui se jette finalement dans le lac Eymir. Le paysage d'étangs a une capacité importante de stockage d'eau, de l'ordre du million de m<sup>3</sup>. Ce volume important fait du paysage d'étang un outil efficace pour prévenir des inondations en aval. C'est un très bon exemple d'infrastructure verte dans une zone urbaine.

Le lac Mogan situé en amont déborde régulièrement à cause de fortes pluies, particulièrement Durant le printemps, causant des dégâts sur les alentours. Par exemple, les inondations de 2011 et 2012 ont causé des dégâts importants sur le quartier de Gölbaşı et sur ses bâtiments. Le 'Plan de Gestion des Inondations sur le Bassin d'Ankara' publié par le Ministère de l'Agriculture et de la Forêt a démontré l'impact de ces inondations. Basé là-dessus, Gölbaşı Düzlüğü peut atténuer l'effet des inondations importantes (intervenant tous les 500 ans). Un modèle hydrologique du paysage d'étangs a été produit pour analyser la capacité d'atténuation des inondations de la zone. Ce paysage d'étangs a le potentiel de retenir les excès d'eau pour une période significative, permettant un drainage naturel et aidant à protéger Ankara.

Depuis que les étangs sont entourés de roselières denses, ils fournissent des abris et des zones de reproduction de haute qualité pour les oiseaux. Presque toutes les espèces qui se reproduisent dans les étangs du paysage du lac Mogan se reproduisent également ici (voir le DEMO site du Lac Mogan au-dessus).

Sur les dernières années, des efforts ont été réalisés afin de restaurer et de conserver ce paysage d'étangs en utilisant son potentiel à travers un projet de parc populaire. Le paysage d'étangs a un potentiel fort pour améliorer le bien-être des habitants locaux.



Vue du paysage d'étangs et de la plaine inondable autour du lac (Mars 2012)  
© METU & O. Çağrı Bozkurt



6.3 PAYSAGE D'ÉTANGS COMME SYSTÈMES DE PURIFICATION

DES ÉTANGS POUR LE TRAITEMENT DES REJETS AGRICOLES.

BOIS DE JUSSY



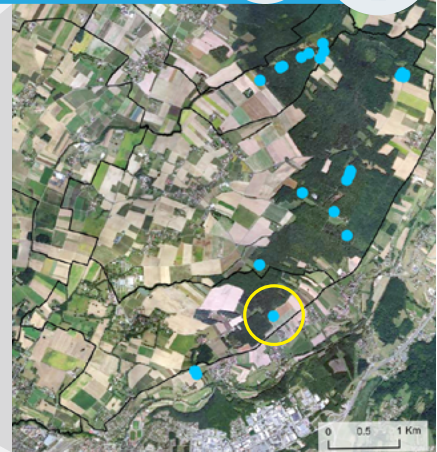
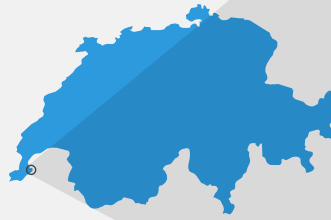
CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 610 ha  
69 étangs et 300 petites mares  
(3 ha de surface en eau)

Occupation du sol dominante :  
- paysage d'étang : milieu forestier  
- environnement adjacent : agriculture

Zone bioclimatique : : Continentale (influence océanique)

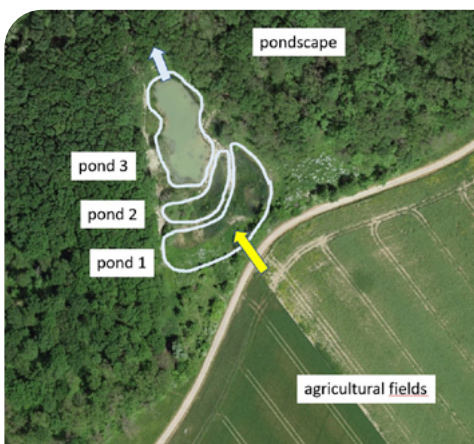
La SfN est localisée dans le cercle jaune



Le « Bois de Jussy » est un paysage d'étangs riche en milieu aquatiques (60 étangs de 100 m<sup>2</sup> à 5000 m<sup>2</sup> et 300 petites mares, âgés d'un à plus de 50 ans), où la biodiversité s'est développée avec succès, en particulier les amphibiens, les libellules et les plantes aquatiques. La forêt qui entoure les étangs assure un effet de zone tampon. Néanmoins, la zone inclut également des parcelles agricoles avec comme conséquences une pollution (nutriments et pesticides), entrant dans le paysage d'étangs par de petits canaux.

Pour essayer de résoudre ce problème et également purifier l'eau sortant, les gestionnaires du site ont récemment ajouter trois nouveaux étangs au sein du paysage, comme solutions fondées sur la nature. Comme illustrer sur la photo, l'eau polluée (flèche jaune) est interceptée par un premier étang très végétalisé avant de transférer dans un second et enfin dans un troisième. L'eau purifiée (flèche bleue) coule ensuite en aval dans le paysage d'étangs où elle vient alimenter d'autres milieux aquatiques. Le suivi de la qualité de l'eau mais également de la biodiversité ont prouvé l'efficacité de cette solution fondée sur la nature. Par exemple, trois espèces d'amphibiens menacées (*Bombina variegata*, *Triturus cristatus* and *Rana dalmatina*) s'y reproduisent, avec de riches communautés d'invertébrés (incluant les libellules).

Ce type de solution fondée sur la nature à l'échelle locale peut également être implantée à une échelle plus importante, par exemple pour le traitement de l'eau de petits villages. Une « success story » est par exemple rapportée d'Irlande (Co Waterford) où cinq larges étangs traitent les eaux usées de 500 habitants du village de Dunhill, en étant en même temps un hotspot de biodiversité.



▲ L'eau polluée (flèche jaune) est interceptée par un premier étang bien végétalisé, avant de se déverser dans un deuxième et troisième étang. L'eau purifiée (flèche bleue) s'écoule ensuite en aval vers le paysage de l'étang où elle alimentera d'autres plans d'eau.



© Adrienne Sordet



▲ *Cordulia aenea* (Odonata) © Julie Fahy





## 6.4 PAYSAGES D'ÉTANGS AVEC UN BILAN CARBONE OPTIMISÉ

### LES ÉTANGS D'EAU PROPRE SONT RESPECTUEUX DU CARBONE (ROYAUME-UNI)

WFF



#### CARTE D'IDENTITE

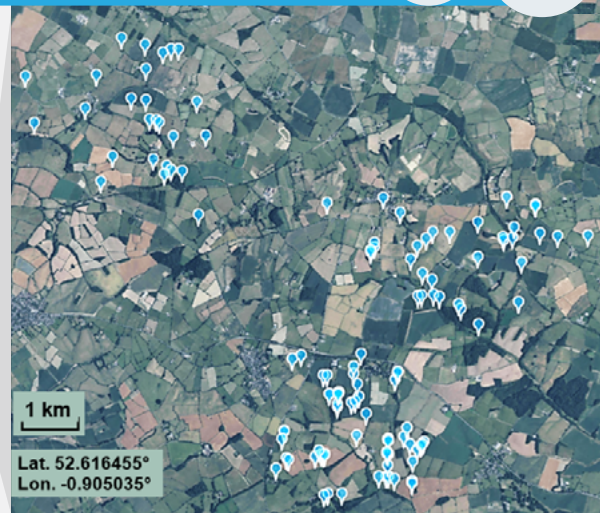
Surface : 30 km<sup>2</sup>  
250 étangs (4.6 ha de surface en eau)

Occupation du sol dominante :  
Paysage d'étangs: agriculture  
Milieu environnant: agriculture

Zone bioclimatique : Océanique

#### Qualité de l'eau

- Valeur moyenne Azote total : 2.3 mgN/L
- Valeur moyenne Phosphore total : 0.12 mgP/L
- Valeur moyenne de Chlorophylle-a : 15 µg/L



Quel que soit le défi sociétal abordé, la minimisation de l'empreinte carbone devrait être un objectif lors de la mise en œuvre lors de l'utilisation d'étangs ou de paysages d'étangs comme solutions fondées sur la nature. Cet objectif peut même être la cible centrale de certains étangs. Une recherche **PONDERFUL** impliquant des mesures effectuées dans 400 étangs à travers l'Europe, la Turquie et l'Uruguay a révélé que le facteur clé permettant un bilan carbone optimisé (équilibre entre la séquestration et les émissions) est la qualité de l'eau des étangs. En effet, un étang avec une eau de bonne qualité, notamment des niveaux de nutriments proches de la nature et une eau bien oxygénée, émettra une faible quantité de méthane (CH<sub>4</sub>), un gaz à effet de serre reconnu pour son fort impact sur le réchauffement. Ce gaz est généralement produit en grande quantité dans des étangs de faible qualité d'eau, par exemple dans des étangs très hypertrophes et largement anoxiques.

Le site de démonstration britannique Water Friendly Farming (WFF) est une réussite dans la création d'étangs d'eau propre. Cette étude de cas démontre que même dans les zones dominées par l'agriculture, il est possible d'avoir des étangs de haute qualité. Les mesures de la qualité de l'eau effectuées au cours du projet **PONDERFUL** ont montré des valeurs relativement faibles de nutriments (phosphore total et azote total) ainsi que de faibles valeurs de chlorophylle a (un indicateur de la production primaire). De tels étangs devraient être particulièrement respectueux du climat, avec de faibles émissions de méthane.

Comme indiqué dans ce manuel, les facteurs critiques pour créer des étangs d'eau propre sont : (i) s'assurer que les terres autour des étangs ne sont pas polluées : les meilleurs étangs sont entourés de prairies ou de forêts pâturées non optimisées (ii) s'assurer que les étangs ne disposent pas d'un ruisseau ou d'un écoulement d'eau, car ceux-ci transfèrent généralement des polluants et du limon dans les étangs.



▲ Les gaz à effet de serre ont été intensivement échantillonnés dans 250 étangs dans le cadre du projet **PONDERFUL**. De telles chambres flottantes captent les bulles de méthane émises dans les sédiments anoxiques du bassin. © HES-SO

▼ L'un des étangs d'eau propre nouvellement créés. La zone de drainage est exempte d'eau polluée et le ruissellement a une faible teneur en nutriments. © Freshwater Habitats Trust





6.5 PAYSAGES D'ÉTANGS POUR LA PRODUCTION DE NOURRITURE

**PRODUCTION BOVINE EXTENSIVE QUI COEXISTE AVEC LA BIODIVERSITÉ AQUATIQUE (URUGUAY)**

URUGUAY



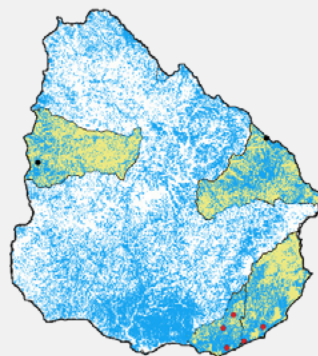
CARTE D'IDENTITÉ

Superficie de l'Uruguay: 175 000 km<sup>2</sup>

Nombre et densité des étangs :  
170 000 "tajamares" (étangs)  
Région la plus dense : Canelones, 4 étangs/ha

Occupation du sol dominante : pâturage bovin  
(prairies naturelles ou temporaires) et agriculture

Zone bioclimatique: prairies tempérées, climat humide  
subtropical.



Carte de l'Uruguay montrant les différents départements où sont étudiés les paysages d'étangs : en rouge par l'équipe PONDERFUL à CURE et en noir par l'équipe de CENUR Litoral Norte.

En Uruguay, les étangs ruraux (tajamares) sont principalement construits pour abreuver les bovins et pour une irrigation à petite échelle. Le nombre a augmenté de manière dramatique depuis les années 2000 et c'est associé avec une intensification de l'agriculture (cultures et élevage). Les tajamares sont situés dans des bassins avec des utilisations plus ou moins fortes selon le type de production agricole (par exemple, production bovine intensive sur prairies temporaires contre une production plus extensive sur des prairies naturelles).

Les résultats de PONDERFUL, en complément d'autres études, montrent que les étangs et les paysages d'étangs localisés dans des zones avec une faible utilisation des terres ont une meilleure qualité d'eau, un risque de blooms de cyanobactéries plus faible, une biodiversité aquatique plus importante, et des émissions de gaz à effet de serre plus faibles. A des échelles locales et au niveau du paysage, les étangs créés dans ces régions peuvent réduire les effets d'une agriculture plus intensive sur la qualité de l'eau et sur la biodiversité. La gestion de ces étangs est également importante, comme la présence d'une végétation diversifiée sur les rives réduit l'érosion et l'entrée de nutriments et dans le même temps fournit des habitats pour une faune et une flore natives. Clôturer les étangs pour limiter l'accès au bétail contribue également à une meilleure qualité de l'eau et à une biodiversité plus importante. C'est particulièrement bénéfique pour les plantes aquatiques et pour les amphibiens.

Cette "success story" met en évidence comme la production bovine, lorsqu'elle est extensive, peut permettre une co-existence avec la biodiversité aquatique. Appliquer des directives environnementales à la gestion des étangs ruraux promeut des effets positifs et augmente les bénéfices pour les populations, la nature et le bétail.



▲ *Nymphoides humboldtiana* © UDELAR



© UDELAR



## 6.6 PAYSAGES D'ÉTANGS COMME SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE POUR LE TOURISME ET LA SANTÉ

### COEXISTENCE D'HABITATS NATURELS ET DU TOURISME (ESPAGNE)

#### LA PLETERA



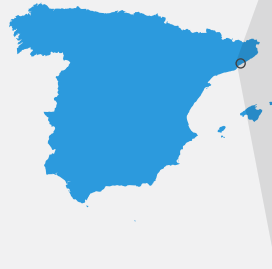
#### CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 0.6 km<sup>2</sup>  
20 étangs (33 ha de surface en eau)

Nombre de personnes visitant le paysage d'étangs (par an) : 126 000

Occupation du sol dominante :  
- paysage d'étangs: marais salants côtiers  
- environnement adjacent : résidences touristiques, agriculture

Zone bioclimatique : méditerranéenne



Le paysage d'étangs de la Pletera est localisé sur la côte Brava (Catalogne), une destination touristique populaire, proche de la station balnéaire méditerranéenne de L'Estartit. Ce marais salant et les 20 étangs associés ont été créés en 2014, quand l'ancien site a été remplacé par un écosystème de marais salants pleinement fonctionnel. Les actions de restauration ont inclus le retrait de routes pavées, d'une promenade et de barrages.

Le site héberge maintenant 47 espèces de plantes aquatiques, 104 oiseaux et 17 familles d'invertébrés. Relativement peu d'espèces, adaptées aux températures variables, à la salinité et à la composition en nutriments, sont capables de coloniser ces marais salants. Ces espèces ont une distribution très réduite à cause de la destruction et de l'urbanisation de ces habitats côtiers. Avec la présence d'espèces rares, ces écosystèmes contribuent de manière significative à la biodiversité régionale. La création de plusieurs nouveaux lagons a aidé pour la conservation de l'espèce ibérique endémique, l'*Aphanius d'Espagne* (*Aphanius iberus*). Le pluvier à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), une espèce d'oiseau qui construit des nids creusés dans le sable, a également bénéficié des mesures de restauration.

Aujourd'hui, la zone est gérée par le Parc Naturel (Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter) et le conseil municipal de Torroella de Montgrí-L'Estartit. Quelques exemples de gestion sont : contrôler et adapter l'accès au public, entretien des infrastructures (sentiers, points de vue, signalisation, etc.), gestion des espèces protégées, éducation à l'environnement et autres activités de sensibilisation. Il y a des sentiers piétons périphériques et le public a accès à la plage, mais pas aux dunes ou au marais salant, dans le but de limiter la pression humaine sur ces zones naturelles.

Sur ce site, la conservation de la biodiversité est compatible avec un nombre de visiteurs important. Approximativement 100 000 personnes (marcheurs et cyclistes) visitent ce paysage d'étangs chaque année pour le loisir, le tourisme ou pour observer la nature, utilisant les sentiers piétons et les points de vue.



© UdG



© UdG



CONTRÔLE DES MOUSTIQUES DANS LES ZONES TOURISTIQUES (ESPAGNE)

LA PLETERA



CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 0.6 km<sup>2</sup>  
20 étangs (33 ha de surface en eau)

Nombre de personnes visitant le paysage d'étangs (par an) : 126 000

Occupation du sol dominante :  
- paysage d'étangs: marais salants côtiers  
- environnement adjacent : résidences touristiques, agriculture

Zone bioclimatique : méditerranéenne



Le paysage d'étangs de La Pleta est un habitat naturel restauré situé dans une zone avec une forte pression liée au tourisme, sur la côte méditerranéenne de l'Espagne (Costa Brava).

Dans des étangs naturels bien préservés, les prédateurs (libellules, insectes aquatiques, coléoptères, amphibiens, poissons) contrôlent généralement la densité des larves de moustiques. Les moustiques se développent dans des habitats artificiels, altérés ou dans d'autres milieux aquatiques où les prédateurs sont peu présents. Ils peuvent causer des problèmes de santé et des pertes économiques dans les zones où le tourisme est la principale activité économique, comme sur la Costa Brava, où les marais salants (comme La Pleta) sont très proches des campings et des activités touristiques.

Il y a des moustiques des marais salants, adaptés aux zones naturelles inondées temporairement. Les femelles pondent leurs œufs dans les sédiments secs et l'inondation suivante entraîne l'éclosion d'une nouvelle génération. L'apparition simultanée de millions d'individus affecte de manière forte l'économie d'une zone touristique à proximité des marais salants.

Une gestion active de La Pleta a fait ses preuves pour limiter les moustiques. Un service de contrôle dédié (Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i el Baix Ter) surveille et contrôle l'émergence des moustiques en appliquant un insecticide biologique pour lutter contre les larves (*Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti)) dans l'eau après l'émergence. Bti est une protéine bactérienne qui se dégrade quelques heures après utilisation. Elle est sans dangers pour les autres espèces aquatiques présentes dans les marais salants.

Le suivi et la cartographie de la végétation ont permis au Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i el Baix Ter de cibler l'application du Bti (et limiter une surutilisation). Dans les marais salants, de petits changements dans la topographie ont des effets forts sur la distribution de la végétation, qui peut changer de manière significative pour une différence de quelques centimètres. La hauteur du sol va influencer la durée pendant laquelle il est submergé quand le niveau d'eau est haut, et donc indiquer combien de temps peuvent survivre les plantes. La forte relation entre les inondations, le niveau d'eau, les éclosions de moustiques et la végétation fait que l'utilisation des cartes est très efficace pour le contrôle des moustiques.



Carte simplifiée de la végétation à La Pleta montrant les zones où les larves de moustiques sont abondantes (couleur verte). © Xavier Quintana

Répandant du Bti dans une zone ciblée du marais salant inondé. © Xavier Quintana





## 6.7 PAYSAGES D'ÉTANGS POUR L'ÉDUCATION

### DÉVELOPPEMENT D'UN ÉTANG ET DU CENTRE D'ÉDUCATION SUR L'EAU AU CŒUR D'UNE MUNICIPALITÉ (ALLEMAGNE)

#### SCHÖNEICHE

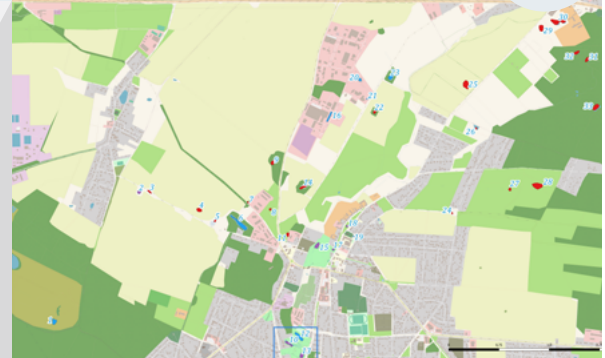
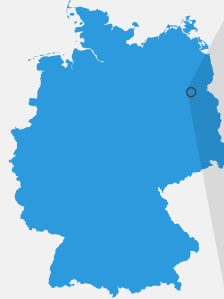
##### CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 16 km<sup>2</sup>  
33 étangs (3.2 ha de surface en eau)

Nombre de personnes visitant  
le paysage d'étangs (par an) : 20 000

Occupation du sol dominante :  
- paysage d'étangs : prairies et pâtures  
- environnement adjacent : agriculture et urbain

Zone bioclimatique : Continentale



Nr.	Name	19 Sandpfuhl	18 Bäckerpfuhl	27 Westlicher Egelpfuhl
1	Lehmkuhle	20 Tiefbereich Kanalsystem	19 Schulbuch Storchenschule	28 Östlicher Egelpfuhl
2	Giebelpfuhl	11 Senke am Jägergraben	20 Reherbeich	29 Bussardwehtr
3	Giebelpfuhl	12 Dintbeich	21 Garterbeich	30 Dorfbeich Vogelsdorf
4	Hölle	13 Mulderbeich	22 Espenpfuhl	31 Waldbich 1
5	Große Fern	14 Pflügerpfuhl	23 Blockpfuhl	32 Waldbich 2
6	Wiesdenne	15 Schönteich	24 Steinpfuhl	33 Krienerpfuhl
7	Pferdefranke	16 Regenwasserluckhalbecken	25 Baumstammpfuhl	
8	Koppelpfuhl	17 Priesterpfuhl	26 Karaschneepfuhl	

Color legend  
permanent  
temporary  
dry

Ce paysage d'étangs péri-urbain est situé à proximité de Berlin (Allemagne), au centre d'une ville (Schöneiche) de 15 000 habitants. Les étangs sont d'anciens « trous de marmites » créés par les glaciations il y a entre 10 000 à 12 000 ans. Environ 90% du paysage d'étangs est accessible pour le public et le nombre de visiteurs est important (17 000 par an). Une ONG locale Naturschutzaktiv Schöneiche' a développé le Kleiner Spreewaldpark comme centre pour l'éducation et l'inspiration. Les locaux, en particulier des familles, sont attirés par les sentiers piétons à travers les étangs et les lignes d'eau, avec une vie sauvage riche et par les activités disponibles (jeux d'enfants par exemple).

Des panneaux d'information ont été installés sur le site pour éduquer les visiteurs. Ce site est également utilisé pour des visites scolaires. Être proche de zones résidentielles est un avantage considérable parce que les habitants peuvent visiter régulièrement, s'identifier au site et être conscients des changements environnementaux. Les impacts du réchauffement climatique et les changements d'utilisation des terres sur la disponibilité en eau dans la zone sont directement visibles par des changements drastiques annuels du niveau de l'eau dans le Kleiner Spreewaldpark. 18 étangs parmi les 33 sont maintenant à sec de manière temporaire. Cela peut motiver les habitants locaux d'engager des actions pour prévenir de la perte d'autres étangs.

Ces types de solutions fondées sur la nature sont idéalement implantées où des étangs naturels peuvent être trouvés en milieu urbain. Être proches des zones résidentielles signifie que les locaux peuvent visiter la zone régulièrement et acquérir une compréhension plus importante des changements annuels qui interviennent sur les étangs et les menaces auxquelles ils font face.



UN PROJET DE PARC POPULAIRE PROCHE D'UNE ZONE URBAINE (TURQUIE)

GÖLBAŞI DÜZLÜĞÜ



CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 0,4 km<sup>2</sup>  
30 étangs (1.8 ha de surface en eau)

Nombre de personnes visitant le paysage d'étangs (par an) : 140 000

Occupation du sol dominante :  
- paysage d'étangs : réserve naturelle  
- environnement proche : urbain

Zone bioclimatique : climat de steppe froide et aride d'Anatolie Centrale



Le paysage d'étangs Gölbaşı Düzlüğü comprenant 30 étangs entourés par des infrastructures urbaines et séparés les uns des autres par des roselières denses. Récemment, un projet de parc populaire, incluant la restauration du paysage d'étangs, est en cours de création sur une zone d'environ 60 ha. Avec ce projet de restauration, l'objectif est de protéger et de favoriser la biodiversité locale, d'augmenter les bénéfices publics de la région et de servir d'exemple d'infrastructure verte pour améliorer la résilience face aux inondations.

L'objectif premier du projet est de trouver des mesures de protection pour *Centaurea tchihatcheffii*, considérée comme « en danger critique » (CR) selon les critères de l'IUCN. De plus, le projet a pour objectif d'identifier d'autres espèces menacées ou en danger, mais également des zones sensibles et des menaces potentielles pour les zones protégées. Un total de 494 espèces de plantes a été identifié sur toute la surface de la Zone de Protection Spéciale de l'Environnement de Gölbaşı, mais également 3 espèces d'amphibiens, 12 espèces de reptiles, 83 espèces d'oiseaux et 25 espèces de mammifères. De plus, le projet inclut des activités comme la protection et le suivi des efforts dans la région, la collecte des déchets solides autour du lac et des étangs et l'éducation auprès des résidents et des écoles.

Cette « success story » a mis en évidence le potentiel des paysages d'étangs utilisés pour les loisirs et l'éducation autour de la nature, tout en promouvant la biodiversité.



© Gölbaşı Duzlugu



▲ *Orthetrum cancellatum* © Charles J. Sharp

▼ *Centaurea tchihatcheffii* © Yanardoner Sevgi



© Gölbaşı Duzlugu





## 6.8 PAYSAGES D'ÉTANGS COMME SOLUTION FONDÉE SUR LA NATURE POUR SUPPORTER LES IDENTITÉS

### ÉTANGS TEMPORAIRES, IDENTITÉ LOCALE, ET RECRÉATION (ESPAGNE)

#### ALBERA

##### CARTE D'IDENTITÉ

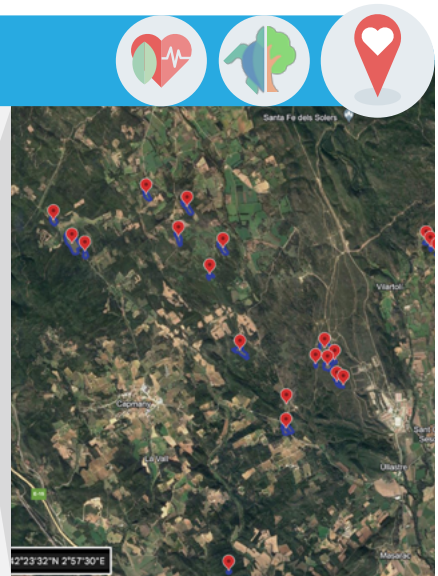
Surface : 25 km<sup>2</sup>  
23 étangs (29.8 ha de surface en eau)

Nombre de personnes visitant le paysage  
d'étangs (par an) : 72 500

Nombre de partie-prenantes impliquées dans  
la protection de l'héritage culturel : 8

Occupation du sol dominante :  
Végétation méditerranéenne

Zone bioclimatique : Méditerranéenne



Ce groupe de 241 dépressions humides et de 23 étangs est localisé au pied des montagnes des Albères. Tous les étangs de ce site sont peu profonds et temporaires, certains avec des hydro-périodes très courtes (d'environ 2 à 9 mois). Dans les années particulièrement sèches, avec peu de précipitations, tous les étangs peuvent restés secs. Une partie de ces étangs sont des habitats prioritaires comme définis par la Directive Habitats de l'Union Européenne : « 3170 Mares temporaires méditerranéennes » et « 3130 Eaux stagnantes oligotrophes à mésotrophes avec végétation Littorelletea uniflorae et/ou Isoëto-Nanojuncetea ».

Cette région a été habitée pendant des milliers d'années et les communautés locales des Albères une forte identité culturelle, liée au paysage, qui inclut les étangs et les dépressions. La région a de nombreux monuments historiques, incluant 24 menhirs et dolmens (pierres dressées, ou mégalithes, datant de 3 500 à 1 800 ans avant notre ère), sept églises romanes (du 9<sup>e</sup> au 12<sup>e</sup> siècle) et des centaines de kilomètres de murs de pierre. Pour les habitants de cette région, les étangs et leur patrimoine roman et mégalithique sont des éléments essentiels de leur identité. Plusieurs organisations s'occupent de la restauration, de l'entretien et de la diffusion de ce patrimoine (par exemple : Empordanès Excursionist Club, Art and Work Group, Jonquerenc Excursionist Club, Cantallops Cultural Action Association).

Certains monuments mégalithiques ont des noms en lien avec les étangs (par exemple Menhir Estanys I, Dolmen Estanys II). De même, une église romane (Santa Cristina de Canadal) partage son nom avec deux étangs (petit Canadal et grand Canadal). De plus, la randonnée la plus populaire de la zone est appelée 'Itinerari dels estanys' (c'est-à-dire l'itinéraire des lacs/étangs), illustrant ainsi à quel point les étangs jouent un rôle central dans l'héritage culturel de la région des Albères.





6.9 UTILISATION DES TERRES DANS LES PAYSAGES D'ÉTANGS COMME SOLUTION FONDÉE SUR LA NATURE POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ DES HABITATS

GESTION DES TERRES DANS LE PAYSAGE D'ÉTANGS POUR RÉDUIRE LES IMPACTS DE L'AGRICULTURE (ESPAGNE)

ALBERA



CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 25 km<sup>2</sup>  
23 étangs (29.8 ha de surface en eau)

Nombre d'espèces dans l'Annexe II+IV de la Directive Habitats : 9

Occupation du sol dominante :  
Végétation méditerranéenne

Zone bioclimatique : Méditerranéenne



Le paysage d'étangs des Albères est constitué de 23 étangs principaux et de 241 dépressions inondables avec différents niveaux d'inondations, tous d'origine naturelle. Tous les étangs sont peu profonds et temporaires avec des hydro-périodes relativement courtes (de 2 à 9 mois). Une partie de ces étangs sont des habitats prioritaires comme définis par la Directive Habitats de l'Union Européenne : « 3170 Mares temporaires méditerranéennes » et « 3130 Eaux stagnantes oligotrophes à mésotrophes avec végétation Littorelletea uniflorae et/ou Isoëto-Nanojuncetea ».

Les statuts de conservation des étangs sont normalement fortement influencés par l'utilisation des terres, à la fois sur le paysage d'étangs mais également sur son bassin versant. Depuis 2010, the Institució Alt Empordanesa per a la Defensa i Estudi de la Natura (IAEDEN), une ONG environnementale a établi des accords avec 29 propriétaires terrestres privés au sein du paysage d'étangs des Albères dans le but de réduire l'intensité d'utilisation des terres agricoles. Cela couvre 14 hectares de la zone. Dans ce plan de collaboration, des pratiques agricoles à faible impact sont promues, et différents projets pour la conservation environnementale ont été développés. Par exemple, les vignerons and les producteurs d'olives utilisent des « techniques écologiques » sans herbicides et insecticides et les prairies sont fauchées plutôt que pâturées par des bovins. L'objectif de cette collaboration est de conserver des cycles naturels pour la flore et d'éviter les apports supplémentaires de nutriments dans les étangs. Cela permet une utilisation des terres plus « pond friendly » sans plusieurs zones du paysage d'étangs des Albères.



© Lluís Benejam



© Sandra Bruçet



## GESTION ACTIVE D'UN PAYSAGE D'ÉTANGS POUR LA BIODIVERSITÉ AVEC DE NOMBREUSES PARTIE-PRENANTES (BELGIQUE)

### GETTE VALLEI



#### CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 4,79 km<sup>2</sup>

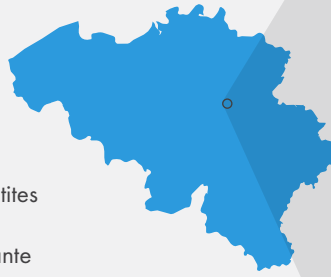
41 étangs (0,8 ha de surface en eau)

Richesse spécifique en plantes aquatiques : 9

Occupation du sol dominante :

- paysage d'étangs : zones forestières et petits éléments paysagers incluant des haies, des petites zones agricoles et des prairies
- environnement proche : agriculture prédominante avec de petits patches de forêt

Zone bioclimatique : Atlantique



La vallée de la Gete est l'un des derniers grands espaces ouverts de Flandre. Le paysage d'étangs a été largement protégé de l'agriculture intensive et de l'urbanisation. Et il se caractérise par une biodiversité unique.

Ce paysage d'étangs est géré pour la conservation de la biodiversité depuis plusieurs décennies, avec de bons résultats. L'ONG Natuurpunt joue un rôle clé dans la conservation de la nature dans cette région. La gestion actuelle est en grande partie organisée par une équipe de bénévoles locaux, soutenue par des professionnels de Natuurpunt. Natuurpunt possède des terrains, qui sont désignés comme réserves naturelles, afin de les protéger. Ces réserves sont ensuite gérées selon un plan de gestion approuvé.

En outre, l'ONG collabore avec les agriculteurs locaux et les propriétaires privés de la région pour gérer les terres privées à des fins de conservation de la biodiversité. Natuurpunt a également pour objectif d'élargir la zone sous protection formelle, en obtenant des terres supplémentaires à désigner comme réserve naturelle.

La gestion de cette zone vise à la fois la biodiversité terrestre et aquatique et se concentre principalement sur le maintien des éléments historiques du paysage, tels que les prairies riches en fleurs, les haies, les étangs agricoles et les parcelles de forêts semi-naturelles. Au cours des dernières décennies, plus de 20 petits étangs agricoles ont été créés pour améliorer la disponibilité et la connectivité des habitats aquatiques. Les étangs existants sont périodiquement gérés par le dragage et la coupe de la végétation riveraine. Les efforts de gestion à long terme se sont avérés fructueux pour la conservation de la biodiversité dans la région, notamment le maintien à long terme d'une importante population de tritons crêtés (*Triturus cristatus*).



© HES-SO



© Pieter Jan Alles



© Pieter Jan Alles





6.10 PLACER UN PAYSAGE D'ÉTANGS SOUS PROTECTION

LA DÉSIGNATION D'UN PAYSAGE D'ÉTANGS COMME RÉSERVE NATURELLE (BELGIQUE)

TOMMELEN



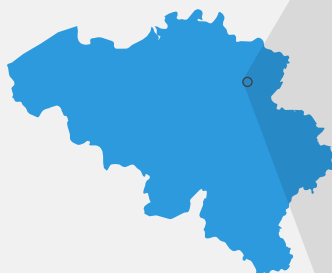
CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 0,18 km<sup>2</sup>  
144 étangs (1.3 ha de surface en eau)

Surface protégée (réserve naturelle par exemple) : 95%

Occupation du sol dominante :  
- paysage d'étangs : pâtures extensives et quelques patches de forêt  
- environnement proche : urbain

Zone bioclimatique : Atlantique



Le paysage d'étangs de Tommelen a été créé involontairement par les bombardements de la Seconde Guerre mondiale. Il a été désigné comme réserve naturelle en 2006. Il appartient actuellement à la municipalité de Hasselt et est géré par l'ONG de conservation de la nature Natuurpunt (et des bénévoles locaux) depuis 1996.

La désignation du paysage d'étangs en tant que réserve naturelle (environ 80 % de la zone est actuellement sous statut de protection) a été une première étape importante pour une protection efficace. Elle a également permis la création d'un plan de gestion qui vise la conservation de la biodiversité et donne accès à un financement essentiel pour entretenir le paysage d'étangs. Une partie de la zone est clôturée afin de réduire les perturbations causées par les visiteurs. La désignation comme réserve naturelle a également entraîné la création de sentiers pédestres afin de rendre la zone plus accessible aux habitants de la région. Tommelen est aujourd'hui un espace vert important à proximité de la ville, fréquenté pour les loisirs et l'observation de la faune et de la flore.

Aujourd'hui, le site abrite une communauté d'amphibiens exceptionnellement riche, avec notamment le triton crêté (*Triturus cristatus*) et la rainette arboricole (*Hyla arborea*).



▲ *Hyla arborea* © Wim Dirckx



© Filip De Clercq



© Filip De Clercq





## 6.11 MULTIFONCTIONNALITÉ À L'ÉCHELLE DU PAYSAGE D'ÉTANGS

### COMPLÉMENTARITÉ DES TYPES ET FONCTIONS D'ÉTANGS AU SEIN D'UN PAYSAGE D'ÉTANGS (SUISSE)

#### RHÔNE GENEVOIS

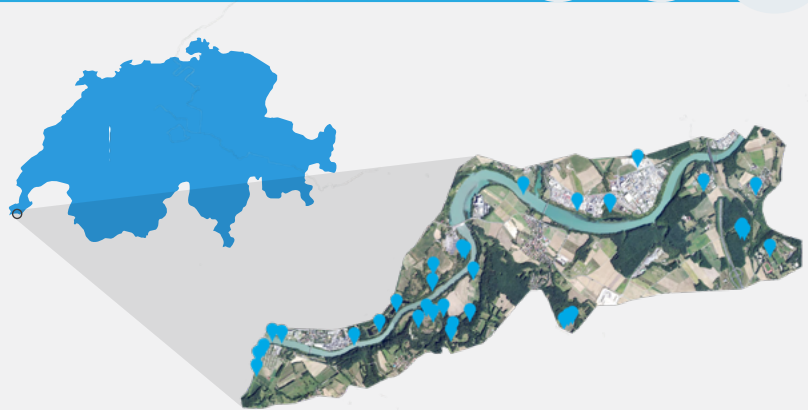


#### CARTE D'IDENTITÉ

Surface : 15 km<sup>2</sup>  
46 étangs (13.3 ha de surface en eau)

Occupation du sol dominante :  
zones forestières et agricoles

Zone bioclimatique : Continentale



Entre 1970 et 2018, 15 grands étangs (allant de 5 000 m<sup>2</sup> à 30 000 m<sup>2</sup>) ainsi que de nombreux petits et moyens étangs ont été créés sur ce site. Certains ont été creusés pour restaurer des habitats naturels sur des terrains précédemment aménagés et d'autres pour créer de nouvelles possibilités de loisirs, telles que la natation et la pêche. Ils démontrent les multiples rôles qu'un paysage d'étangs peut jouer.

Le fait de séparer les étangs naturels des étangs récréatifs favorise simultanément la protection de la biodiversité et apporte de nombreuses contributions de la nature aux populations.

Il s'agit d'une solution fondée sur la nature à l'échelle du paysage, avec la mise en œuvre d'un grand nombre de solutions fondées sur la nature à plus petite échelle. Il s'agit de plusieurs éléments permettant de gérer le flux de visiteurs, ainsi que la protection complète de plusieurs zones naturelles : sentiers pédestres, parkings, barbecues, plages, clôtures, pontons pour la pêche et observatoires de la nature. Les résultats en matière de biodiversité sont obtenus par la création de nouveaux habitats pour les espèces cibles (crapauds, hirondelles, etc.) et la réintroduction d'espèces menacées (tortue d'Europe, etc.). Les populations font l'objet d'un suivi pour mesurer la réussite de ces mesures. L'observation des oiseaux est également encouragée à plusieurs endroits.

Les facteurs qui ont contribué à la réussite de ce site sont les suivants :

- La conception d'étangs à des fins spécifiques, plutôt que d'essayer de créer des étangs multifonctionnels ;
- La mise en œuvre d'un plan de gestion et le contrôle du flux de visiteurs ;
- Encourager la collaboration entre les autorités locales, les ONG et les bureaux d'études privés.

Ce paysage d'étangs est un bon exemple d'utilisation de solutions fondées sur la nature pour renforcer la biodiversité, améliorer la santé humaine et atténuer les effets du changement climatique. Ce type de solutions peut potentiellement être inclus dans les stratégies et politiques locales et bénéficierait ainsi de subventions. En fonction de la géologie locale, certains coûts peuvent même être compensés par la vente de matériaux extraits sur le site (par exemple, du gravier).



© Beat Oertli



© Adrienne Sordéi









## 7. Lectures complémentaires et autres ressources pratiques

Arnaboldi, F., Alban, N., 2007. **La gestion des mares forestières de plaine**. Guide technique de l'Office National des Forêts.

Biggs, J., Hoyle, S., Matos, I., Oertli, B., Teixeira, J. (2024), **Utiliser les étangs et les paysages d'étangs comme solutions fondées sur la nature: Guide à l'intention des décideurs politiques sur l'utilisation des étangs et des paysages d'étangs en tant que solutions naturelles pour l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à celui-ci**, EU Horizon 2020 **PONDERFUL** project, CIIMAR. [www.doi.org/10.5281/zenodo.14181801](http://www.doi.org/10.5281/zenodo.14181801)

Biggs, J., Williams, P., 2024. **Ponds, Pools and Puddles**. HarperCollins. New Naturalist Series Volume: 148. 614pp.

Biggs, J., Williams, P., Withfield, M., Fox, G., Nicolet P., 2000. **Ponds, pools and lochans. Guidance on good practice in the management and creation of small waterbodies in Scotland**. SEPA. 78 pp.  
[https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/ponds\\_pools\\_lochans\\_2000.pdf](https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/ponds_pools_lochans_2000.pdf)

Boothby, J. (Ed), 1997. **British Pond Landscape. Action for Protection and Enhancement**. Proceedings of the UK Conference of the Pond Life Project, University College Chester.

Boothby, J. (Ed), 1999. **Ponds & Pond Landscapes of Europe**, Proceedings of the International Conference of the Pond Life Project, Maastricht.

Brönmark, C, Hansson, L.A, 2000. **The Biology of Lakes and Ponds**. New York, Oxford University Press.

Caramujo, M.J., Cunha, C., de Carvalho, C.C.C.R, Luís, C., 2012. **Presos no Charco – Biodiversidade de crustáceos em charcos temporários**. Universidade de Lisboa.  
[https://www.researchgate.net/publication/308764368\\_Presos\\_no\\_Charco\\_Biodiversidade\\_de\\_crustaceos\\_em\\_charcos\\_temporarios](https://www.researchgate.net/publication/308764368_Presos_no_Charco_Biodiversidade_de_crustaceos_em_charcos_temporarios)

Davidson, T., Levi, Eti E., Bucak, T., Girard, L., Robin, J., 2024. **Report on carbon sequestration in ponds. The balance between greenhouse gas emissions and carbon burial**. EU Horizon project **PONDERFUL**

Decrey, M., Beytrison, U., Bourgeois, J.-P., Consuegra, D., Demierre, E., Gallinelli, P., Hornung, J., Sordet, A., Vecsernyés, Z., Oertli, B., 2022. **Guide pratique pour l'optimisation des services écosystémiques des plans d'eau urbains**.  
<https://campus.hesge.ch/conforto/?p=258>

Dick, J., Carruthers-Jones, J., Carver, S., Dobel, A.J., & Miller, J.D., 2020. **How are nature-based solutions contributing to priority societal challenges surrounding human well-being in the United Kingdom: a systematic map**. Environmental Evidence, Vol. 9, pp. 1–21.  
<https://environmentalevidencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13750-020-00208-6>

Dumitru, A., Wendling, L. (Eds), 2021. **Evaluating the impact of nature-based solutions – A handbook for practitioners**. European Commission. Luxembourg.  
<https://data.europa.eu/doi/10.2777/244577>

Engelhardt, W., 1996. **Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Pflanzen und Tiere unsere Gewässer**. 14 Aufl. Stuttgart: Franckh-Cosmos.

EPCN, 2008. **The Pond Manifesto**.  
[https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/12/EPCN-manifesto\\_english.pdf](https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/12/EPCN-manifesto_english.pdf)

Figueras-Anton, A., Tiwari, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. **Development of standards for commercialization and 'best practice' design code**. Amphi International Aps.





Freshwater Habitats Trust, 2011. **Pond Creation Toolkit**.

<https://freshwaterhabitats.org.uk/advice-resources/pond-creation-hub/pond-creation-toolkit/>

Frossard, P.-A., Oertli, B., 2015. **Manuel de gestion. Recommandations pour la gestion des mares urbaines pour favoriser la biodiversité**. Hepia, University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland.

[https://www.researchgate.net/publication/280935771\\_Manuel\\_de\\_gestion\\_Recommandations\\_pour\\_la\\_gestion\\_des\\_mares\\_urbaines\\_pour\\_favoriser\\_la\\_biodiversite](https://www.researchgate.net/publication/280935771_Manuel_de_gestion_Recommandations_pour_la_gestion_des_mares_urbaines_pour_favoriser_la_biodiversite)

Glandt, D., 2006. **Praktische Kleingewässerkunde**. Laurenti-Verlag, Bielefeld.

Grillas, P., Gauthier, P., Yavercovski, N., Perennou, C., 2004. **Mediterranean temporary pools, Volume 1 – Issues relating to conservation, functioning and management**. Tour du Valat, France.

Grillas, P., Gauthier, P., Yavercovski, N., Perennou, C., 2004. **Mediterranean temporary pools, Volume 2 – Species information sheets**. Tour du Valat, France.

Herteman, M., Norden, M., Vandersarren, G., 2023. **Guide Technique de Restauration et Entretien des Mares des Antilles. Rema Project**.

<https://www.uicn-fr-ressources.fr/rema/guide-technique-rem-2023.pdf>

Hoffman R.L., Tyler T.J., Larson G.L., Adams M.J., Wente W., Galvan S., 2005. **Sampling protocol for monitoring abiotic and biotic characteristics of mountain ponds and lakes: U.S. Geological Survey Techniques and Methods**.

[https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/USGS\\_sampling\\_protocol\\_2005.pdf](https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/USGS_sampling_protocol_2005.pdf)

IGB, 2023. **Small standing water bodies as biodiversity hotspots – particularly valuable, but highly endangered. Options for action, protection and restoration**. IGB Dossier, Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin.

[https://www.igb-berlin.de/sites/default/files/media-files/download-files/IGB\\_Dossier\\_Small\\_standing\\_water\\_bodies\\_2023.pdf](https://www.igb-berlin.de/sites/default/files/media-files/download-files/IGB_Dossier_Small_standing_water_bodies_2023.pdf)

IUCN, 2020. **IUCN Global Standard for Nature-based Solutions. A User-friendly Framework for the Verification, Design and Scaling up of NbS**. IUCN. Gland, Switzerland.

<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-En.pdf>

Lefevre, J.C. (Dir.), 2010. **Carrières, biodiversité et fonctionnement des hydrosystèmes**. Buchet-Chastel, Ecologie. 381 pp.

[https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/carrieres\\_bio\\_2010.pdf](https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/carrieres_bio_2010.pdf)

LIFE Charcos, 2018. **Temporary Ponds: a natural habitat to be protected!**

<https://lifecharcos.lpn.pt/downloads/paginas/863/anexos/en.pdf>

Macan TT., 1973. **Ponds and Lakes**. Crane, Russak & Company, Inc. New York.

Oertli, B., Decrey, M., Beytrison, U., Bourgeois, J.-P., Consuegra, D., Camponovo, R., Demierre, E., Gallinelli, P., Sordet, A., & Vecsernyés, Z., 2023. **Etangs urbains. Un nouveau guide permet d'optimiser leurs multiples services écosystémiques**. Aqua & Gas, 9, 26-32.

Oertli, B., Frossard, P.-A., 2013. **Les mares et étangs: écologie, conservation, gestion, valorisation**. Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne. 480 pp.

[https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/livre\\_mares\\_etangs.pdf](https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/livre_mares_etangs.pdf)

Oertli, B., Sordet, A., Bartrons, M., Beklioglu, M., Benejam, L., Biggs, J., Boissezon, A., Hornung, J., Lago, M., Lemmens, P., Meerhoff, M., Mehner, T., Nicolet, P., Quintana, X., Rasmussen, M., Robin, J., Williams, P., Brucet, S., 2024. **Nature-based Solutions using Ponds and Pondscapes: 16 leaflets** (English and local languages) presenting the **PONDERFUL** Demonstration Sites (DEMO-sites).

<https://zenodo.org/records/12160725>



O'Rourke, A., Loughran, F. (Eds.), 2024. **The Irish Pond Manual: A Guide to the Creation and Management of Ponds.** An Taisce.

<https://www.antaisce.org/Handlers/Download.ashx?IDMF=01f01b3a-a3fd-4a51-822b-8fa991ad75fd>

Pedroso, N.M., Almeida, E., Pinto-Cruz, C. (Eds.), 2018. **Manual de boas práticas para a conservação dos charcos temporários mediterrânicos.** Life Charcos. 28pp.

<https://lifecharcos.lpn.pt/downloads/paginas/866/anexos/charcosguiadeboaspraticas2018compressed.pdf>

Pinto-Cruz, C. (Ed.), 2018. **Illustrated guide of the South-West Coast Mediterranean Temporary Ponds.**

<https://lifecharcos.lpn.pt/downloads/paginas/865/anexos/guiadasespecieslifecharcosweb.pdf>

Pinto-Cruz C., Silva V., Pedroso N.M. (Ed.), 2012. **Charcos Temporários do Sul de Portugal.** Cátedra Rui Nabeiro Biodiversidade, Universidade de Évora.

[https://www.researchgate.net/publication/233809606\\_Charcos\\_Temporarios\\_do\\_Sul\\_de\\_Portugal](https://www.researchgate.net/publication/233809606_Charcos_Temporarios_do_Sul_de_Portugal)

**PONDERFUL** Project. (2023, May 18). **L'importance des mares et étangs / Exploring the Importance of Ponds [Video].** YouTube. [www.youtube.com/playlist?list=PLZK2hpyR\\_UxAX75Geij8SGp4yBo0dchud](https://www.youtube.com/playlist?list=PLZK2hpyR_UxAX75Geij8SGp4yBo0dchud)

**PONDERFUL** Project. (2024, April 29). **Comment créer un nouvel étang? How to create a new pond? [Video].** YouTube. [www.youtube.com/playlist?list=PLZK2hpyR\\_UxCdbwlvRtLskyDlollecO9d](https://www.youtube.com/playlist?list=PLZK2hpyR_UxCdbwlvRtLskyDlollecO9d)

Prompt, E., Guillerme, N., 2011. **Les étangs piscicoles, un équilibre dynamique.** ISARA-Lyon et l'Université Lyon, France.

Roth, C., Fuchs, E., Grossenbacher, K., Jungen, H., Klötzli, F., Marrer, H., 1981. **Etangs naturels – Comment les projeter, les aménager, les recréer.** Office fédéral des forêts, Division de la protection de la nature et du paysage, Berne.

Ruiz, E., 2008. **Management of Natura 2000 habitats. 3170 \* Mediterranean temporary ponds.** European Commission. [http://votaniki.gr/wp-content/uploads/2018/09/3170\\_Mediterranean\\_temporary\\_ponds.pdf](http://votaniki.gr/wp-content/uploads/2018/09/3170_Mediterranean_temporary_ponds.pdf)

Sancho, V., Lacomba, I., 2010. **Conservación y Restauración de Puntos de Agua para la Biodiversidad.** Colección Manuales Técnicos de Biodiversidad, 2. Generalitat. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. 168 pp.

[https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/manual\\_charcas.pdf](https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/manual_charcas.pdf)

Sayer, C.D., Biggs, J., Greaves, H.M., Williams, P., 2023. **Guide to the restoration, creation and management of ponds.** University College London, London, UK.

[https://norfolkponds.org/wp-content/uploads/2023/10/guide\\_to\\_restoration\\_creation\\_management\\_ponds.pdf](https://norfolkponds.org/wp-content/uploads/2023/10/guide_to_restoration_creation_management_ponds.pdf)

Sayer, C., Burningham, H., Alderton, E., Axmacher, J., Robinson, P., Greaves, H. Hind, A., 2023. **Bringing lost ponds back to life: the art of ghost pond resurrection.** Conservation Land Management, 21(1), 25-31.

Tiwari, A., Figueras-Anton, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. **Report describing the prototypes NBS 'CLIMA-pond'.** Amphi International Aps.

Trintignac, P., Bouin, N., Kerleo, V., Le Berre, M., 2013. **Guide des bonnes pratiques pour la gestion piscicole des étangs dans les Pays de la Loire 2004-2013.**

Williams, P., Biggs, J., Whitfield, M., Thorne, A., Bryant, S., Fox, G., Nicolet, P., 1999. **The Pond Book: a guide to the management and creation of ponds.** Freshwater Habitats Trust, Oxford.

Williams, P., Biggs, J., Crowe, A., Murphy, J., Nicolet, P., Weatherby, A., Dunbar, M., 2010. **Countryside Survey. Pond report 2007.**

[https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/CountrysideSurveyPondReport\\_UK\\_2007.pdf](https://www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/11/CountrysideSurveyPondReport_UK_2007.pdf)

WWT, 2022. **Creating Urban Wetlands for Wellbeing. A route map.**

<https://www.wwt.org.uk/uploads/documents/2022-06-08/wwt-creating-urban-wetlands-for-wellbeing.pdf>







## 8. Références bibliographiques

- [1] European Commission (no date), Nature-based solutions. Accessed 14 May 2024, <[https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en)>
- [2] Biggs, J., Von Fumetti, S. and Kelly-Quinn, M., 2017. The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: implications for policy makers. *Hydrobiologia* 793, pp.3-39.
- [3] Richardson, D. C., Holgerson, M. A., Farragher, M. J., Hoffman, K. K., King, K. B. S., Alfonso, M. B., Andersen, M. R., Cheruveil, K. S., Coleman, K. A., Farruggia, M. J., Fernandez, R. L., Hondula, K. L., López Moreira Mazacotte, G. A., Paul, K., Peierls, B. L., Rabaey, J. S., Sadro, S., Sánchez, M. L., Smyth, R. L. and Sweetman, J. N., 2022. A functional definition to distinguish ponds from lakes and wetlands. *Scientific Reports*, 12, 10472.
- [4] Almond, R. E. A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D. and Petersen, T. (Eds.), 2022. *Living Planet Report 2022 - Building a nature-positive society*. WWF, Gland, Switzerland.
- [5] Horton, B.P., Shennan, I., Bradley, S. L., Cahill, N., Kirwan, M., Kopp, R. E. and Shaw, T. A., 2018. Predicting marsh vulnerability to sea-level rise using Holocene relative sea-level data. *Nature Communications*, 9, 1-7.
- [6] de Felipe, M., Aragonés, D. and Díaz-Paniagua, C., 2023. Thirty-four years of Landsat monitoring reveal long-term effects of groundwater abstractions on a World Heritage Site wetland. *Science of the Total Environment*, 880, 163329.
- [7] Eeles, B., 2010. Anthropomorphic rock cut tombs as temporary ponds in the Alt Penedès region of Catalonia, Spain. *European Pond Conservation Network Newsletter*, No. 4, 6-7.
- [8] Aubin, J., Rey-Valette, H., Mathé, S., Wilfart-Monziols, A., Legendre, M., Slembrouck, J., Chia, E., Masson, G., Callier, M., Blancheton, J-P., Tocqueville, A., Caruso, D. and Fontaine, P., 2014. *Guide de mise en oeuvre de l'intensification écologique pour les systèmes aquacoles*. © Diffusion INRA-Rennes, 131 p. ISBN : 978-2-9547969-1-8
- [9] European Commission, 2023. Do it yourself (DIY) manual for mobilising and engaging stakeholders and citizens in climate change adaptation planning and implementation. Accessed 14 May 2024. <[https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/56804bb8-ddb9-40c8-8370-1648e2262b80\\_en?filename=ec\\_diy-manual-adaptation-climate-change-mission.pdf](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/56804bb8-ddb9-40c8-8370-1648e2262b80_en?filename=ec_diy-manual-adaptation-climate-change-mission.pdf)>
- [10] Cunillera-Montcusí, D., Borthagaray, A. I., Boix, D., Gascón, S., Sala, J., Tornero, I. and Arim, M., 2021. Meta-community resilience against simulated gradients of wildfire: disturbance intensity and species dispersal ability determine landscape recover capacity. *Ecography*, 44, 1022-1034.
- [11] Naselli-Flores, L., Termine, R. and Barone, R., 2016. Phytoplankton colonization patterns. Is species richness depending on distance among freshwaters and on their connectivity? *Hydrobiologia*, 764, 103-113.
- [12] Natural England and RSPB, 2019. *Climate Change Adaptation Manual - Evidence to support nature conservation in a changing climate*, 2nd Edition. Natural England, York, UK.
- [13] Fahy, J. C., Demierre, E. and Oertli, B., 2024. Long-term monitoring of water temperature and macroinvertebrates highlights climate change threat to alpine ponds in protected areas. *Biological Conservation*, 290, 110461.
- [14] Williams, P., Whitfield, M., Biggs, J., Bray, S., Fox, G. Nicolet, P., Sear, D., 2004. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation*, Volume 115, Issue 2.
- [15] Uisce Éireann (no date). Dunhill wetlands. Accessed 14 May 2024. <<https://www.water.ie/help/wastewater/wetlands/dunhill-wetlands/>>



- [16] Georgiou, M., Morison, G., Smith, N., Tiegies, Z. and Chastin, S., 2021. Mechanisms of impact of blue spaces on human health: A systematic literature review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 2486.
- [17] Smith, N., Georgiou, M., King, A. C., Tiegies, Z., Webb, S. and Chastin, S., 2021. Urban blue spaces and human health: A systematic review and meta-analysis of quantitative studies. *Cities*, 119, 103413.
- [18] CSBI, 2015. A cross-sector guide for implementing the mitigation hierarchy. Prepared by the Biodiversity Consultancy on behalf of IPECA, ICMM and the Equator Principles Association: Cambridge UK.
- [19] Brzeziński, M., Chibowska, P., Zalewski, A., Borowik, T. and Komar, E., 2018. Water vole *Arvicola amphibius* population under the impact of the American mink *Neovison vison*: Are small midfield ponds safe refuges against this invasive predator? *Mammalian Biology*, 93, 182-188.
- [20] Magnus, R. and Rannap, R., 2019. Pond construction for threatened amphibians is an important conservation tool, even in landscapes with extant natural water bodies. *Wetlands Ecology and Management*, 27, 323-341.
- [21] McGoff, E., Dunn, F., Moliner Cachazo, L., Williams, P., Biggs, J., Nicolet, P. and Ewald, N. C., 2017. Finding clean water habitats in urban landscapes: professional researcher vs citizen science approaches. *Science of the Total Environment*, 581-582, 105-116.
- [22] Davidson, T., Levi, E., Bucak, T., Girard, L and Robin, J., 2024. Report on carbon sequestration in ponds. The balance between greenhouse gas emissions and carbon burial. University of Vic - Central University of Catalonia, Spain
- [23] Gascón, S., Boix, D. and Sala, J., 2009. Are different biodiversity metrics related to the same factors? A case study from Mediterranean wetlands. *Biological Conservation*, 142, 2602–2612.
- [24] Dumitru, A. and Wendling, L. (Eds), 2021. Evaluating the impact of nature-based solutions: A handbook for practitioners. European Commission. Luxembourg.
- [25] Williams, P., Biggs, J., Stoate, C., Szczur, J., Brown, C. and Bonney, S., 2020. Nature based measures increase freshwater biodiversity in agricultural catchments. *Biological Conservation*, 244, 108515.
- [26] Tasker, S. J. L., Foggo, A., Scheers, K., van der Loop, J., Giordano, S and Bilton, D. T., 2024. Nuanced impacts of the invasive aquatic plant *Crassula helmsii* on Northwest European freshwater macroinvertebrate assemblages. *Science of the Total Environment*, 913, 169667.
- [27] European Commission (no date). Invasive alien species. Accessed 14 May 2024. <[https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/invasive-alien-species\\_en#implementation](https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/invasive-alien-species_en#implementation)>
- [28] European Commission (no date). EASIN - European Alien Species Information Network. Accessed 14 May 2024. <<https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin>>
- [29] White, K. J., Petrovan, S. O. and Mayes, W. M., 2023. Pollutant accumulation in road mitigation tunnels for amphibians: A multisite comparison on an ignored but important issue. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1133253.
- [30] Poulin, B., Lefebvre, G., Hilaire, S. and Després, L., 2022. Long-term persistence and recycling of *Bacillus thuringiensis israelensis* spores in wetlands sprayed for mosquito control. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 243, 114004.
- [31] Sayer, C., Biggs, J., Greaves, H. and Williams, P., 2023. Guide to the restoration, creation and management of ponds. University College London, London, UK.
- [32] Hill, M. J., Wood, P. J., White, J. C., Thornhill, I., Fairchild, W., Williams, P., Nicolet, P. and Biggs, J., 2023. Environmental correlates of aquatic macroinvertebrate diversity in garden ponds: Implications for pond management. *Insect Conservation and Diversity*, 17, 374-385.



- [33] Tiwari, A., Figueras-Anton, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. Report describing the prototypes NBS 'CLIMA-pond'. Amphi International Aps.
- [34] Figueras-Anton, A., Tiwari, A., Briggs, L., Rasmussen, M., 2024. Development of standards for commercialization and 'best practice' design code. Amphi International Aps.
- [35] McDonald, H., Seeger, I., Lago, M. and Scholl, L., 2023. Synthesis report on sustainable financing of the establishment of ponds and pondsapes. PONDERFUL Project (EU Horizon 2020 GA no. ID869296), Deliverable 1.4.
- [36] Toxopeus, H., Polzin, F., 2021. Reviewing financing barriers and strategies for urban nature-based solutions. *Journal of Environmental Management*, 289, 112371.
- [37] Ryfisch, S., Seeger, I., McDonald, H., Lago, M. and Blicharska, M., 2023. Opportunities and limitations for nature-based solutions in EU policies - Assessed with a focus on ponds and pondsapes. *Land Use Policy*, 135, 106957.











