



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, le numéro de l'article et le DOI.

Végétalisons nos cours d'eau : les ripisylves, un habitat aux multiples bénéfices

Anthony MAIRE¹, Adeline AIRD², Antonin CONAN¹, Marylise COTTET³, Camille DEBEIN¹, Léa DIECKHOFF⁴, Simon DUFOUR⁵, Martial DURBEC⁶, André EVETTE⁷, Sabine GREULICH⁸, Ines IMBERT⁴, Philippe JANSSEN⁷, Marion LEGRAND⁹, Charlotte LE MOIGNE^{10,11}, Baptiste MARTEAU⁵, Florentina MOATAR¹², Hervé PIEGAY³, Nicolas POULET¹³, Laura RODRIGUEZ⁴, Hanieh SEYEDHASHEMI¹, Laurence TISSOT¹, Anne VIVIER¹⁴, Cybill STAENTZEL¹⁵

¹ EDF R&D, LNHE (Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement), Chatou, France.

² Conservatoire botanique national du Massif central (CBN Massif central), Chavaniac-Lafayette, Antenne de Pélussin, France.

³ UMR 5600 Environnement Ville Société, Université de Lyon, Site ENS de Lyon, Lyon, France.

⁴ European Institute for Energy Research (EIFER), Emmy-Noether-Str. 11, Karlsruhe, Allemagne.

⁵ Univ. Rennes 2, CNRS, LETG UMR 6554, Rennes, France.

⁶ Fédération de l'Aveyron de pêche et de protection du milieu aquatique, Rodez, France.

⁷ Univ. Grenoble Alpes, INRAE, LESSEM, Grenoble, France.

⁸ Univ. Tours, CNRS, CITERES UMR 7324, Ecole Polytechnique Universitaire, Tours, France.

⁹ Loire Grands Migrateurs (LOGRAMI), Orléans, France.

¹⁰ Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Olivet, France.

¹¹ Agence régionale de la biodiversité (ARB) Centre-Val de Loire, Orléans, France.

¹² INRAE, UR RiverLy, centre de Lyon-Villeurbanne, Villeurbanne, France.

¹³ Pôle Ecohydraulique, Office français de la biodiversité, Institut des Mécaniques des Fluides, Toulouse, France.

¹⁴ Office français de la biodiversité, Direction de la recherche et de l'appui scientifique, Vincennes, France.

¹⁵ Univ. Strasbourg, ENGEE, CNRS, LIVE UMR 7362, Strasbourg, France.

Correspondance : Anthony MAIRE, anthony.maire@edf.fr

Quels sont les enjeux et bénéfices liés à la préservation¹ et à la restauration² des peuplements forestiers aux abords des cours d'eau (ou ripisylves) ? Cette contribution dresse une synthèse des bénéfices associés à la présence de ripisylves, dont la préservation et la restauration représentent, selon ses auteurs, des stratégies d'atténuation du changement climatique et d'adaptation aux impacts de ce dernier sur les rivières, la biodiversité et les humains.

Introduction

La ripisylve (du latin *ripa* « rive » et *silva* « forêt »), ou forêt riveraine, désigne au sens large l'ensemble des peuplements forestiers³ et boisements linéaires situés aux abords d'un cours d'eau ou plan d'eau (figure 1). La ripisylve est ainsi un espace de transition, à l'interface entre les milieux aquatique et terrestre, pouvant être qualifié d'écotone. Pour garantir leur pleine fonctionnalité, les ripisylves doivent être dans un bon état écologique. Cela implique (i) des peuplements avec une composition diversifiée en espèces végétales indigènes

dans les strates herbacées, arbustives et arborées, (ii) une emprise spatiale suffisamment large et (iii) des échanges physiques effectifs entre le lit du cours d'eau et la nappe d'accompagnement (eau, sédiments...). Même si l'étendue spatiale des ripisylves est parfois faible au sein des paysages, leurs rôles écologiques sont majeurs. Leur bon état leur confère une multifonctionnalité, offrant ainsi une variété de bénéfices tant pour les milieux aquatiques que terrestres adjacents (Capon *et al.*, 2013 ; Dufour *et al.*, 2019). Par bénéfices, nous entendons ici les nombreuses utilités directes ou indirectes pour les humains

1. La préservation de la nature désigne l'ensemble des actions visant à protéger les milieux naturels en bon état écologique, en limitant autant que possible les interventions humaines dégradant ces milieux.

2. La restauration de la nature ou restauration écologique est l'ensemble des mesures visant à améliorer la qualité et le fonctionnement écologique d'un milieu naturel dégradé par les humains. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/restauration-ecologique>

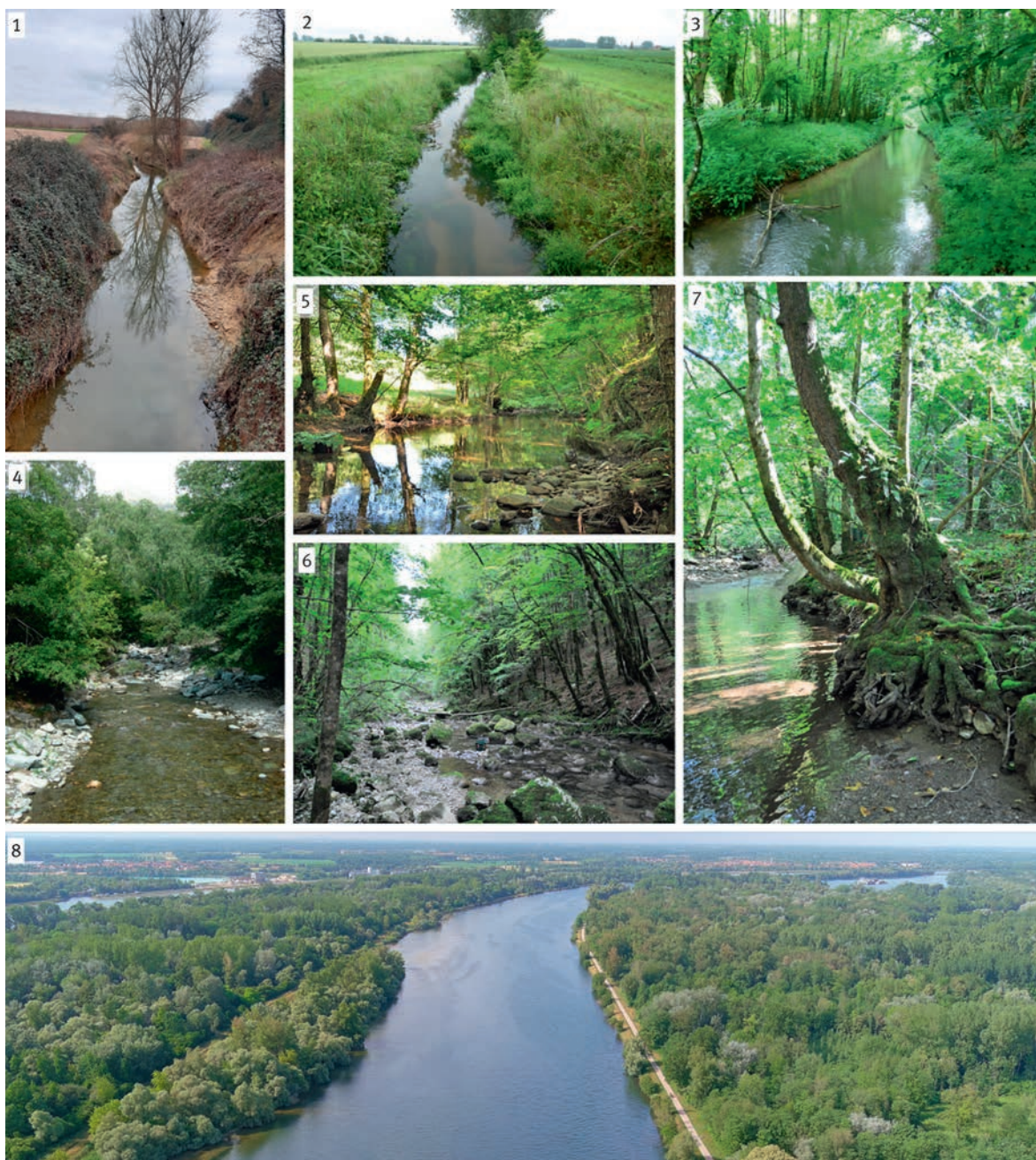
3. Les ripisylves sont composés d'un mélange d'arbres, d'arbustes et d'herbacées.

(aussi appelées « services écosystémiques »⁴ ou « contributions de la nature aux populations »⁵) produites par les processus biophysiques naturels (aussi appelés « fonctions écologiques ») des ripisylves.

Au cours du siècle dernier, des pressions anthropiques associées à des changements d'occupation des terres, aux prélèvements de sédiments, à la régulation des régimes hydrologiques et à la stabilisation des berges

Figure 1 – Exemples de végétation riveraine en France hexagonale.

Celle-ci peut aller d'une quasi-absence de végétation arborée, comme sur les tronçons 1 et 2, à une ripisylve densément arborée comme sur les tronçons 7 et 8. [1] L'Ayroux, Tarn-et-Garonne (82), crédit photographique : Anthony Maire. [2] La Loïsne, Pas-de-Calais (62), crédit photographique : A. Maire. [3] La Slack, Pas-de-Calais (62), crédit photographique : A. Maire. [4] La Roizonne, Isère (38), crédit photographique : A. Maire. [5] La Boralde de St-Chély-d'Aubrac, Aveyron (12), crédit photographique : Lucie Liger. [6] La Semine, Ain (01), crédit photographique : A. Maire. [7] La Boralde de St-Chély-d'Aubrac, Aveyron (12), crédit photographique : Lucie Liger. [8] Le Rhin et sa plaine alluviale, Bas-Rhin (67), crédit photographique : Serge Dumont.



4. Le cadre de référence actuel des services écosystémiques est le Conseil international de coopération économique et sociale (CICES) : <https://cices.eu/supporting-functions/>

5. Les contributions de la nature aux populations sont définies par la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) : <https://www.ipbes.net/global-assessment>

par des enrochements ont fortement réduit l'emprise spatiale des ripisylves et ont altéré leur multifonctionnalité (Cole *et al.*, 2020; Riis *et al.*, 2020). Plus de 80 % des ripisylves naturelles en Europe et en Amérique du Nord ont ainsi disparu au cours des deux cents dernières années (Naiman *et al.*, 1993), et plus de 90 % des plaines alluviales européennes présentent un état écologique dégradé (Larsen *et al.*, 2023). Alors qu'elles fournissent une multitude de bénéfices et qu'elles se rarifient étant soumises à de nombreuses pressions, leur préservation et leur restauration représentent un enjeu majeur de la gestion du territoire à l'heure du changement climatique. Les objectifs de cet article sont ainsi (1) de présenter les principaux bénéfices associés à la présence d'une ripisylve en bon état écologique (figure 2), et (2) d'expliquer comment la préservation et la restauration des ripisylves peuvent contribuer à atténuer les impacts du changement climatique et à freiner l'érosion de la biodiversité. Dans cette perspective, Rodríguez-González *et al.* (2022) ont récemment identifié dix défis scientifiques et opérationnels en lien avec les ripisylves. Parmi ces défis figure le manque de considération et de visibilité des enjeux associés à la préservation et à la restauration des ripisylves, que ce soit de la part des gestionnaires des milieux naturels, des élus en responsabilité dans les institutions de la gestion de l'eau et du territoire, ou du grand public. Sur la base d'une lecture approfondie de la littérature scientifique, nous souhaitons mettre en lumière les enjeux écologiques et les bénéfices associés aux ripisylves, en soulignant leur rôle clé dans le fonctionnement et la régulation des écosystèmes aquatiques et terrestres, ainsi que l'importance de leur restauration et de leur préservation dans un contexte de pressions anthropiques croissantes. Il est également à noter que la présence de ripisylve peut aussi poser certains problèmes selon le point de vue ou le bénéfice considéré. Ils ne sont pas traités exhaustivement dans cet article centré sur les bénéfices, mais certains d'entre eux sont évoqués au fil du texte.

Les ripisylves, un habitat aux multiples bénéfices

Pour réaliser cette synthèse, nous avons analysé 252 publications (annexe 1). Nous nous sommes particulièrement appuyés sur plusieurs états de l'art disponibles dans la littérature scientifique anglophone, notamment Capon *et al.* (2013), Feld *et al.* (2018) et Riis *et al.* (2020).

Bénéfices écologiques

Création de corridors écologiques et effets sur la biodiversité terrestre

Les ripisylves accueillent une riche biodiversité terrestre, formant un corridor écologique au sein des paysages et favorisant en outre les espèces « utiles » pour l'agriculture comme les auxiliaires des cultures. La végétation le long des cours d'eau, similairement aux haies rencontrées en paysage bocager, constitue un corridor écologique et un refuge pour de nombreux animaux terrestres au sein de paysages agricoles parfois pauvres en milieux forestiers (Naiman *et al.*, 1993). L'intérêt écologique des ripisylves a conduit à l'ajout d'une nouvelle composante aux trames verte et bleue, la trame « turquoise », qui

englobe toutes les zones où les habitats aquatiques et terrestres sont en interaction fonctionnelle (Clauzel *et al.*, 2023). La ripisylve accueille également des organismes singuliers, comme le castor d'Europe (*Castor fiber*), la vigne sauvage (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*), l'épipactis du castor (*Epipactis albensis* subsp. *fibri*) ou le martin-pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis*), dont certains jouent des rôles écologiques essentiels. Les arbres des ripisylves profitent aux chauves-souris et à certains oiseaux, qui y trouvent à la fois refuge et source de nourriture. Les vieux arbres et bois morts fournissent des habitats indispensables aux insectes saproxylophages (se nourrissant de bois mort ou en décomposition). Les amphibiens et les reptiles peuvent y trouver refuge, notamment en hiver et en été, grâce à la relative stabilité des conditions hydriques et thermiques de ces milieux (Maisonneuve et Rioux, 2001). Il a été démontré que la richesse spécifique et l'abondance des insectes pollinisateurs, comme les abeilles, les bourdons et les papillons, est positivement corrélée à la diversité des espèces de plantes ligneuses et herbacées présentes le long des cours d'eau (Cole *et al.*, 2015). La végétation riveraine favorise également la présence d'espèces telles que certaines guêpes parasitoïdes, qui contribuent à réguler les ravageurs des cultures (Landis *et al.*, 2000).

Figure 2 – Illustration synthétique des principaux bénéfices associés aux ripisylves.

Réalisation pour cet article par Fanny Didou @Sketching the Move.



Apport de matières organiques et d'organismes terrestres au cours d'eau

La ripisylve, en apportant des matières organiques et des organismes terrestres au cours d'eau, agit comme une source d'énergie et de nutriments pour les organismes aquatiques, soutenant ainsi la productivité et la biodiversité de ces écosystèmes. Les branches des végétaux de la ripisylve surplombent le cours d'eau, favorisant la chute régulière de débris végétaux (feuilles, branches...) et d'organismes vivants (insectes...). Des échanges de matières et d'organismes entre les milieux aquatiques et terrestres se produisent également lors des crues. Ces apports constituent une base essentielle de la chaîne alimentaire des écosystèmes aquatiques, en particulier en tête de bassin versant (Baxter *et al.*, 2005). Les micro-organismes, tels que les bactéries et les champignons, ainsi que les invertébrés détritivores, dégradent les débris végétaux en composants organiques plus simples, participant aux cycles de l'azote et du carbone. La chute d'insectes terrestres fournit une ressource alimentaire régulière pour les poissons et les macroinvertébrés, essentielle lorsque la nourriture est limitée au sein du cours d'eau (Burbank *et al.*, 2022). En retour, les larves d'insectes aquatiques, lorsqu'elles émergent et quittent le cours d'eau, représentent une source importante de nourriture pour la faune terrestre adjacente (araignées, amphibiens...), soulignant l'importance de la ripisylve dans les échanges d'énergie et de nutriments entre les écosystèmes aquatique et terrestre (Baxter *et al.*, 2005 ; Raitif *et al.*, 2019).

Diversification des habitats aquatiques et effets sur les communautés associées

Au-delà des bénéfices écologiques précédemment présentés, les ripisylves, par leur structure racinaire et l'apport de gros bois au cours d'eau, diversifient les habitats aquatiques et influencent positivement les communautés associées. Les réponses des communautés aquatiques à la présence de ripisylve varient selon les taxons étudiés, le contexte géographique et la localisation au sein du bassin versant (Feld *et al.*, 2018). Les structures racinaires offrent un habitat directement exploitable par les organismes aquatiques, tandis que la végétation surplombante augmente indirectement la diversité des habitats aquatiques en fournissant du gros bois et des débris ligneux (Gurnell *et al.*, 1995 ; Turunen *et al.*, 2021). Ceux-ci ont des effets positifs sur l'abondance et la diversité des peuplements de macroinvertébrés benthiques et de poissons (Jowett *et al.*, 2009 ; Turunen *et al.*, 2021), et sont également associés à l'observation d'individus de plus grande taille. Ces habitats servent de nurserie, de support de ponte ou d'abris contre le courant et les prédateurs. De plus, la présence de gros bois immergés est essentielle pour certaines étapes du cycle de vie d'organismes aquatiques tels que les écrevisses ou certaines espèces de moules (Dolloff et Warren Jr, 2003). Le remplacement d'enrochements en berges par des peuplements végétaux limite l'installation d'espèces exotiques,

comme le gobie à tâches noires (*Neogobius melanostomus*) et le gobie demi-lune (*Proterorhinus semilunaris*), et augmente l'abondance des autres espèces de poissons (Roche *et al.*, 2021). Plus généralement, la présence de ripisylve contribue à un meilleur état écologique de l'écosystème aquatique et à sa plus grande résilience⁶ (Tolkkinen *et al.*, 2021). Des études montrent toutefois que l'abondance et la croissance des producteurs primaires (périphyton, végétaux aquatiques) peuvent être plus faibles en présence de ripisylve très dense, en lien avec l'ombrage (Turunen *et al.*, 2019 ; Jyväsjärvi *et al.*, 2022). Ce phénomène peut affecter les organismes supérieurs qui en dépendent, comme les macroinvertébrés brouteurs et les poissons planctonivores, et entraîner une simplification du réseau trophique aquatique lorsque la lumière atteint difficilement le cours d'eau de manière continue sur un long linéaire.

Régulation de processus environnementaux

Dissipation de l'énergie du courant et protection des berges

La végétation riveraine présente au sein des plaines inondables contribue à dissiper l'énergie du courant et à renforcer les berges grâce à son système racinaire. Elle limite ainsi l'érosion des berges, participe à atténuer l'intensité des crues en aval dans certains contextes et favorise l'infiltration de l'eau en profondeur. La végétation présente le long des cours d'eau agit de deux manières sur les phénomènes d'érosion des berges : les systèmes racinaires agissent comme des ancrages naturels qui renforcent la stabilité des sols et les parties aériennes et racinaires, directement en contact avec l'écoulement, dissipent une partie de l'énergie du courant (González Del Tánago *et al.*, 2021). L'association d'espèces ligneuses et herbacées est plus efficace pour contrôler l'érosion des berges (Riis *et al.*, 2020) et peut, dans certaines conditions, représenter une alternative aux structures d'ingénierie lourde (béton, enrochements...) (Evette *et al.*, 2022). L'utilisation de végétaux vivants (ligneux et herbacées) est une pratique courante pour protéger les berges contre l'érosion, bien que parfois moins efficace dans les cours d'eau à très forte énergie ou aux berges raides. Il est important de noter que l'érosion latérale est un processus clé sur certains cours d'eau, qui participe à leur bon fonctionnement en les rechargeant en sédiments et en renouvelant la végétation riveraine. Un fort ancrage des berges n'est donc pas toujours souhaitable (par ex. rivières en tresses⁷ ou à méandres mobiles des plaines alluviales) (Florsheim *et al.*, 2008). Par ailleurs, la réduction de la vitesse d'écoulement due à la dissipation de l'énergie du courant par la végétation peut permettre une restitution plus progressive des eaux de ruissellement et un étalement du pic de crue en aval (Thomas et Nisbet, 2007). La présence de ripisylve pourrait ainsi contribuer à atténuer les effets des précipitations intenses, qui seront vraisemblablement plus fréquentes dans certaines régions en lien avec le changement climatique, en limitant l'amplitude des crues à l'aval (Gay *et al.*, 2023). À

6. La résilience est la capacité d'un système à revenir à son état initial après avoir été affecté par des perturbations (naturelles ou anthropiques) importantes. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/resilience>

7. Les rivières en tresses sont des cours d'eau présentant plusieurs chenaux actifs qui se séparent et se rejoignent, formant une structure en réseau. À l'instar des rivières à méandres mobiles, la position de leur lit évolue fréquemment, notamment à la suite de crues importantes. <https://asso.graie.org/portail/les-rivieres-en-tresses-elements-de-connaissances/>

l'amont, la modification de la rugosité des berges associée à la présence de végétation peut cependant augmenter modérément le niveau d'eau et ainsi modifier la côte de crue (Thomas et Nisbet, 2007), ce qui peut parfois être dommageable, notamment en milieu urbain. En plus de réduire la vitesse d'écoulement, la végétation riveraine, et en particulier la végétation arborée dont le système racinaire se développe en profondeur, améliore l'infiltration de l'eau dans le sol (Brauman *et al.*, 2007).

Filtration des eaux de ruissellement, rétention des sédiments et amélioration de la qualité de l'eau

Les ripisylves agissent comme des zones tampons en filtrant les eaux de ruissellement de surface et de subsurface provenant des terres agricoles adjacentes, limitant la pollution diffuse et la quantité de sédiments et de nutriments arrivant au cours d'eau. Ce rôle de filtration comporte une composante physique (rétention) et une composante chimique (dégradation et/ou assimilation). La présence de ripisylve améliore significativement la capacité des sols à dégrader et à assimiler les éléments dissous dans les eaux de ruissellement, grâce aux prélèvements directs par la végétation et aux processus de dégradation métabolique (Aguilar *et al.*, 2015). Les zones riveraines arborées possèdent de meilleures capacités de rétention que les zones herbacées, bien que la différence soit moins marquée pour l'assimilation et la dégradation (Aguilar *et al.*, 2015). Des études ont montré que les ripisylves peuvent filtrer, retenir, dégrader et/ou assimiler jusqu'à 75 % des sédiments, 75 % de l'azote, 50 % du phosphore et 70 % des pesticides présents dans les eaux de ruissellement (Mayer *et al.*, 2007 ; Arora *et al.*, 2010 ; Tsai *et al.*, 2022). De plus, les ripisylves constituent des barrières physiques efficaces pour réduire la dispersion et le transfert au cours d'eau des produits phytosanitaires pulvérisés dans l'air au niveau des cultures (Ucar et Hall, 2001). La fonction de zone tampon des ripisylves dépend toutefois de leur emprise spatiale, avec des effets généralement plus marqués et positifs lorsque leur largeur est importante (Cole *et al.*, 2020).

Atténuation du réchauffement des cours d'eau

L'ombrage fourni par la ripisylve atténue le réchauffement induit par le rayonnement solaire direct, en particulier pour les petits cours d'eau durant les périodes les plus chaudes de la journée et en été. Sans ripisylve, plus de 90 % de l'énergie issue du rayonnement solaire direct est transmise au cours d'eau, constituant la principale source de son réchauffement en journée (Beschta, 1997). En regroupant les résultats d'études de terrain ayant comparé des tronçons de cours d'eau avec et sans ripisylve, Bowler *et al.* (2012) montrent qu'il existe un consensus scientifique quant à l'atténuation du réchauffement des petits cours d'eau en lien avec la présence d'une ripisylve, avec un effet marqué sur les maximums journaliers et les extrêmes climatiques. Par exemple, la température de cours d'eau avec une ripisylve était en moyenne 2 à 3 °C plus fraîche que celle de cours d'eau comparables et dépourvus de ripisylve au cours des épisodes chauds de l'été 2018 dans la plaine de Bresse en France (Marteau *et al.*, 2022). Dans le sud de l'Angleterre, la température de l'eau aux heures les plus chaudes de la journée était jusqu'à 5,5 °C plus fraîche en présence de ripisylve, avec des effets observés dès un ombrage couvrant 20-40 % de la largeur du cours d'eau (Broadmeadow *et al.*, 2011).

Une modélisation thermique et hydrologique du bassin versant de la Loire a montré que la ripisylve atténue le réchauffement des petits cours d'eau du Massif Central, réduisant le réchauffement estival de 0,16 °C par décennie en moyenne entre 1963 et 2019, soit une réduction de 25 % par rapport aux cours d'eau sans ripisylve (Seyedhashemi *et al.*, 2022). L'effet de la ripisylve sur la température du cours d'eau se propage vers l'aval sur des distances qui dépendent notamment de la densité locale de ripisylve et de la présence ou non de ripisylve à l'aval (Kail *et al.*, 2021). La ripisylve augmente également l'hétérogénéité spatiale des températures au sein du cours d'eau et entre affluents, créant des refuges thermiques pour les organismes aquatiques mobiles. Dans le contexte du changement climatique, l'atténuation du réchauffement des cours d'eau liée à la présence de ripisylve est précieuse pour les communautés aquatiques et les usagers de l'eau.

Stockage du carbone dans la biomasse végétale et les sols

La végétation riveraine, ainsi que les autres organismes et constituants du sol forestier, permettent de capter et de stocker du carbone. Trois principaux compartiments de stockage de carbone organique sont généralement considérés au sein des plaines alluviales, quel que soit le type de cours d'eau : (1) les parties aériennes et souterraines de la végétation vivante ; (2) les débris végétaux morts (troncs, souches) présents sur les berges et dans le cours d'eau ; et (3) le carbone organique du sol, incluant les litières forestières et l'humus (Sutfin *et al.*, 2016). Les valeurs de carbone stocké dans chacun de ces compartiments varient considérablement selon les études et les régions, avec des estimations allant de quelques tonnes à plusieurs milliers de tonnes de carbone par hectare et par compartiment. Toutefois, chacun de ces compartiments représente généralement des valeurs importantes. En particulier, ce sont dans les sols qu'ont été recensées les plus fortes valeurs de carbone stocké au sein des plaines alluviales. Sutfin *et al.* (2016) ont estimé, de manière conservatrice, que la capacité de stockage des plaines alluviales, tous compartiments confondus, se situait en moyenne entre 202 et 386 tonnes de carbone par hectare. Ces valeurs rivalisent avec les estimations de stockage de carbone les plus élevées, quel que soit le type de forêt considéré (EFESE, 2019)⁸. Les ripisylves représentent ainsi des stocks et des puits de carbone significatifs qui contribuent à atténuer les effets du changement climatique.

Apports immatériels et matériels pour les humains

Comme la plupart des écosystèmes, en particulier lorsqu'ils sont en bon état écologique, les ripisylves fournissent aux humains des bénéfices culturels et immatériels. Ceux-ci peuvent concerner l'éducation, l'inspiration, le bien-être physique et psychologique, ainsi que le sentiment d'appartenance à la nature. Les bénéfices immatériels, fournis par la plupart des écosystèmes en bonne santé, peuvent être répartis en trois catégories selon la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES)⁹. La première rassemble les valeurs

8. EFESE : Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques.

9. <https://www.ipbes.net/global-assessment>

d'éducation et d'inspiration fournies par la nature, qui offrent des opportunités pour le développement de capacités et l'épanouissement des êtres humains. Tout au long de l'histoire, les ripisylves ont inspiré de nombreux artistes, comme Albrecht Dürer¹⁰, Claude Monet¹¹ et Ansel Adams¹². La deuxième catégorie concerne les bienfaits physiques et psychologiques que la nature procure aux êtres humains. En particulier, les ripisylves, par leur diversité et leur caractère sauvage, sont des zones privilégiées et appréciées pour la détente et la pratique d'activités de loisirs et de tourisme, telles que la baignade, la pêche ou le canoë (Saklaurs *et al.*, 2022). La troisième catégorie renvoie à la capacité de la nature à susciter un sentiment d'appartenance, qui peut être associé à différents éléments de l'environnement naturel : des paysages, des sons, des odeurs, des animaux, ainsi que des fleurs et arbres emblématiques. Enfin, les ripisylves fournissent des bénéfices matériels directs tels que la production de bois ou de matériel de vannerie, bien que leur importance reste souvent faible par rapport à d'autres systèmes forestiers.

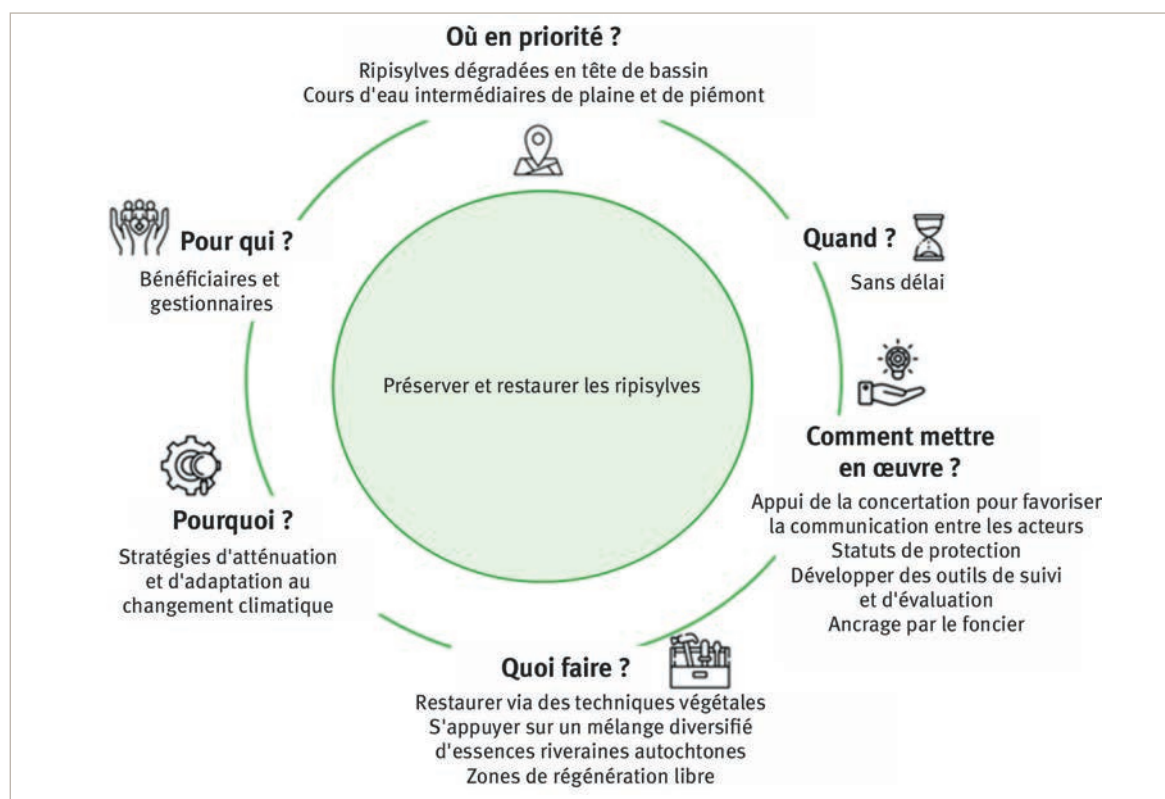
La préservation et la restauration des ripisylves comme stratégies d'atténuation et d'adaptation aux effets du changement climatique

Comme détaillé dans la première partie de cette synthèse, les ripisylves fournissent de nombreux bénéfices, dont certains contribuent directement à l'atténuation

et à l'adaptation aux effets des changements globaux, en particulier ceux liés au changement climatique. Ces bénéfices incluent le stockage du carbone, l'atténuation du réchauffement des cours d'eau et la création d'habitats et de refuges pour les organismes aquatiques et terrestres. L'ensemble de ces bénéfices contribue ainsi à répondre à « Pourquoi » la préservation et la restauration des ripisylves est nécessaire, et en quoi ces mesures de gestion constituent des stratégies d'atténuation et d'adaptation. Les solutions fondées sur la nature (SfN)¹³, un concept qui a émergé sous l'impulsion de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), offrent un standard dans lequel pourraient s'inscrire les actions de préservation et de restauration des ripisylves. En effet, les SfN « visent à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité » (UICN, 2020). Dans cette seconde partie, nous cherchons à rassembler des éléments pouvant permettre une préservation et une restauration efficace des ripisylves (figure 3).

Tout d'abord, « Qui » est concerné par la préservation et la restauration des ripisylves ? Le tissu d'acteurs concernés est complexe, mêlant les institutions compétentes en matière de gestion et de restauration des milieux naturels, les usagers des berges et les personnes assujetties à des obligations en matière d'entretien.

Figure 3 – Cadre d'action pour la préservation et la restauration des ripisylves.



10. Par exemple : Ansicht von Trient vom Norden (1495), Albrecht Dürer.

11. Par exemple : La rivière de l'Epte à Giverny, l'été (1884), Claude Monet.

12. Par exemple : The Teton and the Snake River (1942), Ansel Adams.

13. <https://uicn.fr/solutions-fondees-sur-la-nature> et <https://portals.uicn.org/library/node/49070>

Ces acteurs peuvent être regroupés en deux catégories, les bénéficiaires et les gestionnaires :

- les bénéficiaires sont les usagers de la rivière, tels que les promeneurs, les kayakistes, les pêcheurs, les naturalistes, les producteurs d'eau potable et les acteurs du monde agricole et de la gestion forestière, qui profitent des bénéfices rendus par les ripisylves, que ce soit localement ou en aval ;
- les gestionnaires regroupent les structures publiques (État, collectivités, syndicats...) et privées (industriels, organisations non gouvernementales) responsables ou concernés par l'atteinte du bon état écologique des milieux naturels, notamment des masses d'eau. Cette catégorie inclut également les propriétaires fonciers riverains (particuliers, agriculteurs, entreprises...), qui ont un rôle à jouer dans le maintien de la qualité écologique des berges, du fait de leurs activités et de leur obligation d'entretien.

Les gestionnaires peuvent également être bénéficiaires, par exemple lorsqu'ils recherchent des bénéfices spécifiques, tels que la réduction de la pollution diffuse ou le stockage du carbone pour compenser des émissions résiduelles de CO₂. Il existe différents leviers d'action et instruments officiels auxquels les gestionnaires sont confrontés ou auxquels ils peuvent faire appel pour favoriser la préservation et la restauration des ripisylves :

- ceux en lien avec l'atteinte d'objectifs réglementaires, tels que ceux de la directive cadre sur l'eau (DCE), de gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI) ou de la loi européenne sur la restauration de la nature¹⁴ ;
- ceux qui permettent de financer des projets en ripisylve, tels que les programmes de financement des agences de l'eau s'appuyant sur les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), la démarche de contribution carbone¹⁵, les certificats biodiversité¹⁶ ou les paiements pour services environnementaux¹⁷.

Par ailleurs, la suppression de la ripisylve entraîne une diminution, voire la disparition, des bénéfices associés. Les acteurs à l'origine de l'artificialisation des berges ou de la suppression de la végétation riveraine doivent donc bien évaluer les avantages liés à la dégradation et les externalités négatives induites. La concertation entre les acteurs doit également être favorisée pour que les enjeux et contraintes de chacun puissent être pris en compte, de manière à trouver des compromis acceptables et éviter la dégradation de ces milieux.

Ensuite, « Où » préserver ou restaurer les ripisylves en priorité ? Pour répondre à cette question, il est pertinent de distinguer les mesures de préservation de celles de restauration. En effet, toute ripisylve en bon état écologique devrait être préservée afin de maintenir les bénéfices

associés, tout en menant une réflexion sur la gestion des inconvénients induits (voir plus bas) pour que la préservation en l'état soit acceptable pour tous. Pour la restauration des ripisylves, il peut être nécessaire de prioriser les zones d'intervention. Or, les bénéfices fournis varient le long du continuum fluvial et certains bénéfices, comme l'amélioration de la qualité de l'eau et l'atténuation du réchauffement, ont des effets positifs également pour les milieux situés en aval. Ainsi, restaurer en priorité les ripisylves dégradées des têtes de bassin versant permettrait de maximiser les bénéfices associés, localement et en aval (Capon *et al.*, 2013). Les cours d'eau intermédiaires de plaine et de piémont sont également prioritaires, car ils cumulent des pressions anthropiques intenses (fort réchauffement, pollution agricole, aménagements hydrauliques...), dont les effets pourraient être atténués par la restauration de leur ripisylve et le rétablissement des bénéfices associés. Par ailleurs, la mise en œuvre opérationnelle de projets de restauration de ripisylves est également liée à la propriété foncière des berges et à un travail de concertation entre les parties prenantes.

« Quand » faut-il préserver ou restaurer les ripisylves ? L'âge de la ripisylve influence la quantité de bénéfices rendus. Il est donc essentiel de prioriser la préservation des ripisylves en bon état écologique, qui présentent différents stades de la succession forestière et qui fournissent déjà un large éventail de bénéfices. Parallèlement, les différentes essences végétales ayant des rythmes de croissance variés, les bénéfices seront progressivement rétablis au fur et à mesure de l'installation des espèces. Initier la restauration de ripisylves sans délai permet ainsi de maximiser les chances de rétablir durablement les bénéfices associés aux ripisylves.

« Comment » mettre en œuvre la préservation et la restauration de ripisylves ? La préservation des ripisylves en bon état écologique passe par de bonnes pratiques de gestion et de développement des territoires. Cela implique de dédier des moyens humains et financiers suffisants et de plus largement partager les bonnes pratiques par exemple via des dispositifs de formation adaptés. En complément, il est possible d'avoir recours aux statuts de protection¹⁸ des espaces naturels existants en France et en Europe, en particulier ceux applicables aux zones humides, dont font partie les ripisylves (Garnier, 2025). Cependant, compte tenu de la vaste étendue des réseaux hydrographiques, la préservation des ripisylves ne peut pas reposer uniquement sur leur protection réglementaire, et la concertation s'avère être l'approche à privilégier. Il est ainsi essentiel de réfléchir et de collaborer localement avec les riverains pour gérer les éventuels inconvénients induits par le maintien des ripisylves en l'état, et avec les professionnels pour valoriser les bénéfices associés aux ripisylves, notamment leur rôle de zone tampon.

14. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-regulation_en#documents

15. Voir par exemple des méthodes certifiées de stockage du carbone comme celles du Label bas carbone porté par le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires : <https://label-bas-carbone.ecologie.gouv.fr/>

16. En France, l'introduction du dispositif SNCRR (sites naturels de compensation, de restauration et de renaturation) permet de générer des certificats biodiversité dans le cadre de la restauration volontaire :

<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/sites-naturels-compensation-restauration-renaturation>

17. Voir par exemple le fonds Nature Impact du Fonds mondial pour la nature (WWF) :

<https://www.wwf.fr/natureimpact#:~:text=Le%20WWF%20France%20a%20pour,hui%20l'initiative%20Nature%20Impact>

18. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-protections-des-espaces-naturels-terrestres-et-marins-en-france-en-2021>

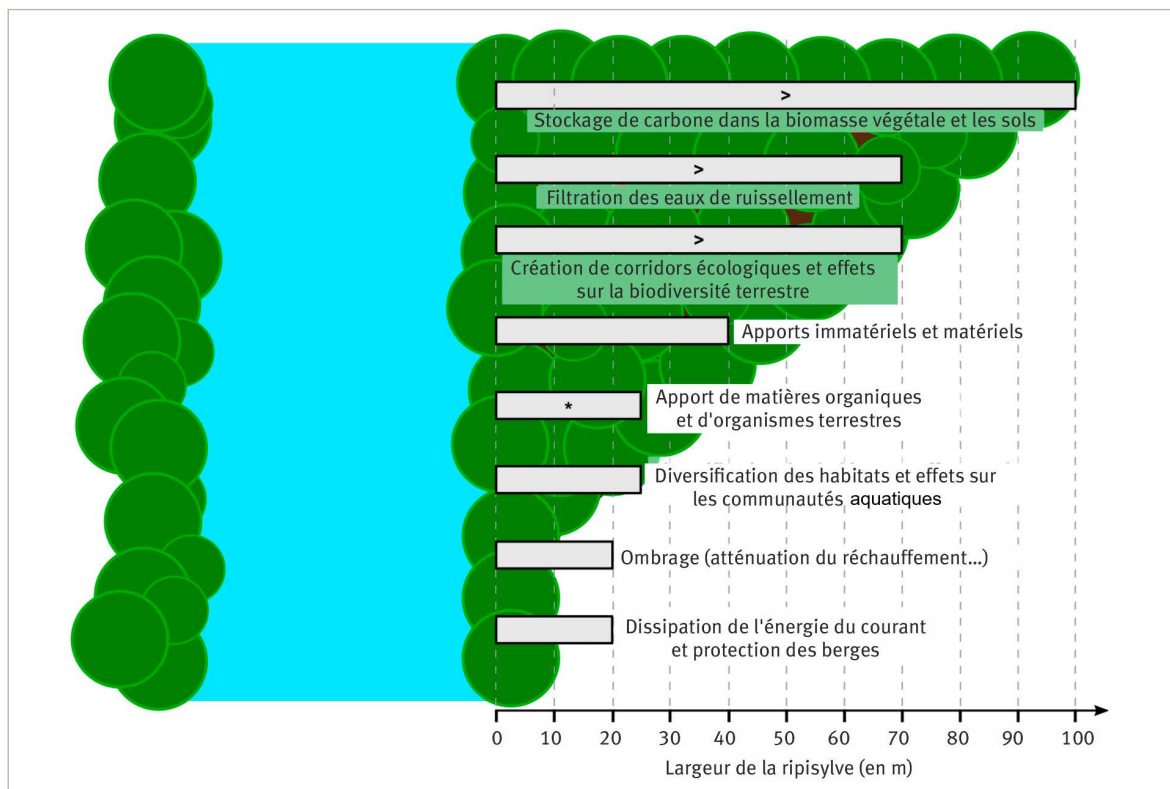
Concernant la restauration de ripisylves, diverses préconisations existent, notamment en matière de largeur et de continuité, qui conditionnent le niveau des bénéfices fournis. Plusieurs études ont synthétisé les connaissances sur les bénéfices rendus en fonction de la largeur de la ripisylve et ont identifié une largeur de 10 m à 30 m comme étant un bon compromis entre bénéfices rendus et partage de l'espace pour d'autres usages, notamment agricoles (figure 4 ; Broadmeadow et Nisbet, 2004 ; Feld *et al.*, 2018). Ce compromis dépend toutefois du gabarit du cours d'eau et de la morphologie du lit mineur. Des outils¹⁹ existent pour aider à définir les caractéristiques de ripisylve à atteindre afin de garantir un niveau maximal de certains bénéfices. Par ailleurs, les zones riveraines sont particulièrement concernées par les invasions végétales, rendant les projets de restauration de ripisylve très sensibles vis-à-vis de cette problématique, en particulier quand des espèces comme les renouées asiatiques sont déjà installées sur place ou à proximité. Des techniques de génie végétal, couplées à des interventions de fauche régulières, permettent de restaurer un couvert végétal compétitif limitant le développement des espèces envahissantes durant les premières années des projets, et jusqu'à l'installation d'une ripisylve naturellement autonome (Evette *et al.*, 2022). La réussite des projets de restauration repose également sur le développement d'outils de suivi et d'évaluation (voir par exemple

l'indice de biodiversité et de connectivité des ripisylves, IBCR²⁰), qui restent encore trop peu mobilisés dans la gestion des milieux terrestres comme aquatiques.

Enfin, « Quoi » faire dans le cas d'opérations de restauration de ripisylves ? Il est tout d'abord important de préciser que les ripisylves peuvent souvent se régénérer naturellement si les perturbations anthropiques (fauche, coupe, pâturage...) sont supprimées. La plantation n'est ainsi pas toujours nécessaire, bien qu'elle permette de mieux choisir les cortèges d'espèces et, parfois, de limiter le développement des espèces exotiques envahissantes. Dans le cas de plantations, il est primordial de s'appuyer sur des essences riveraines autochtones, naturellement adaptées aux exigences climatiques locales, capables de tolérer les immersions prolongées et les perturbations liées aux crues. Il est recommandé de planter un mélange diversifié d'espèces herbacées, arbustives et arborées, dont la croissance différenciée permet de fournir certains bénéfices plus rapidement (comme l'ombrage) et durablement (Broadmeadow et Nisbet, 2004). Une végétation diversifiée sera également plus résiliente en cas d'événements extrêmes. Pour la mise en œuvre concrète d'opérations de restauration de ripisylves, il est conseillé de s'appuyer sur des guides et outils détaillant les bonnes pratiques de gestion des zones riveraines, que ce soit en termes d'entretien ou de plantation²¹.

Figure 4 – Largeur de ripisylve permettant la fourniture de chacun des bénéfices associés.

Les valeurs de largeur de ripisylve sont fournies à titre indicatif et essentiellement à but de comparaison entre bénéfices, car les valeurs retrouvées dans la littérature peuvent varier d'une publication à l'autre. * : bénéfice relativement indépendant de la largeur de la ripisylve, i.e. le bénéfice est fourni dès les premiers mètres de large (par ex. : apport de matières végétales et de proies). > : bénéfice qui augmente plus la ripisylve est large (par ex. : stockage du carbone). Adaptée de Broadmeadow et Nisbet (2004) et Feld *et al.* (2018).



19. Voir par exemple : <https://www.riparianbuffers.com/optimization.html> et <http://freshwaterplatform.eu/index.php/oscar-tools.html>

20. <https://www.fne-aura.org/ripisylves/>

21. Voir notamment ces deux sites qui recensent différents guides et outils disponibles : <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1807> et <https://genibiodiv.inrae.fr/>

Il existe néanmoins des inconvénients pour les infrastructures anthropiques liés à la présence de végétation au bord des cours d'eau, tels que la création potentielle d'embâcles (accumulation de bois morts pouvant être mobilisés et entraînés vers l'aval lors de crues) et la surcote possible en amont en cas de crue. Pour concilier les enjeux de prévention des risques, de gestion des milieux naturels et la fourniture des différents bénéfices associés aux ripisylves, il est essentiel de planifier la gestion des ripisylves de manière différenciée à l'échelle du bassin versant, en fonction des enjeux, de l'occupation du sol et des usages (Quiniou et Piton, 2022 ; Boyer *et al.*, 2023). Concevoir les projets de restauration avec les parties prenantes, afin de les adapter au mieux à leurs attentes et au contexte local, permet également de réduire les risques de rejet.

Conclusion

Ces dernières décennies ont vu un nombre croissant d'études scientifiques consacrées aux ripisylves, à l'ensemble des bénéfices qu'elles fournissent et aux enjeux écologiques, sociétaux et économiques de leur préservation et de leur restauration (Dufour *et al.*, 2019). Plusieurs de ces études ont démontré que les bénéfices fournis par la végétation riveraine surpassaient large-

ment les externalités négatives induites, présentant la préservation et la restauration des ripisylves comme des stratégies de gestion efficaces pour soutenir le fonctionnement des écosystèmes aquatiques et leur biodiversité tout en constituant un levier d'action face au défi du changement climatique (Capon *et al.*, 2013 ; Feld *et al.*, 2018 ; Haase *et al.*, 2025). Nous disposons actuellement des connaissances théoriques et pratiques nécessaires pour préserver et restaurer les ripisylves (Villar *et al.*, 2025). Dans un grand nombre de cas, notre capacité à protéger ou à restaurer ces écosystèmes n'est pas du ressort de la science ou de l'ingénierie écologique, mais relève bien de choix politiques et de gestion (Cooke *et al.*, 2022). Dans ce contexte, la clé de la réussite réside dans la reconnaissance de l'intérêt des ripisylves, dans l'acceptation de la nécessité d'y consacrer des moyens, dans la formation des acteurs en charge de leur gestion et dans la concertation entre les parties prenantes autour d'un objectif final bénéfique à tous. À l'image d'initiatives similaires engagées dans d'autres pays (Cooke *et al.*, 2022, Daigneault *et al.*, 2017, www.riverwoods.org.uk), nous appelons au travers de cet article à la préservation et à la restauration des ripisylves. Il s'agit en effet de stratégies d'atténuation et d'adaptation au changement climatique à même d'apporter de multiples co-bénéfices. ■

RÉFÉRENCES

- Aguiar, T. R., Bortolozzo, F. R., Hansel, F. A., Rasera, K., & Ferreira, M. T. (2015). Riparian buffer zones as pesticide filters of no-till crops. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(14), 10618-10626. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4281-5>
- Arora, K., Mickelson, S. K., Helmers, M. J., & Baker, J. L. (2010). Review of Pesticide Retention Processes Occurring in Buffer Strips Receiving Agricultural Runoff. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 46(3), 618-647. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2010.00438.x>
- Baxter, C. V., Fausch, K. D., & Saunders, W. C. (2005). Tangled webs: Reciprocal flows of invertebrate prey link streams and riparian zones. *Freshwater Biology*, 50(2), 201-220. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2004.01328.x>
- Beschta, R. L. (1997). Riparian shade and stream temperature; an alternative perspective. *Rangelands Archives*, 19(2), 25-28.
- Bowler, D. E., Mant, R., Orr, H., Hannah, D. M., & Pullin, A. S. (2012). What are the effects of wooded riparian zones on stream temperature? *Environmental Evidence*, 1(1), 3. <https://doi.org/10.1186/2047-2382-1-3>
- Boyer, M., Popoff, N., & Piton G. (2023). *La gestion de la végétation dans le cadre de la compétence GEMAPI*. Guide technique, Agence Régionale de la Biodiversité et de l'Environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur, Collection technique, 106 p. <https://www.arbe-regionsud.org/Block/download/?id=219978&filename=guide-ripisylve-web-vf.pdf>
- Brauman, K. A., Daily, G. C., Duarte, T. K., & Mooney, H. A. (2007). The nature and value of ecosystem services: An overview highlighting hydrologic services. *Annual Review of Environment and Resources*, 32(1), 67-98. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758>
- Broadmeadow, S., & Nisbet, T. R. (2004). The effects of riparian forest management on the freshwater environment: A literature review of best management practice. *Hydrology and Earth System Sciences*, 8(3), 286-305. <https://doi.org/10.5194/hess-8-286-2004>
- Broadmeadow, S., Jones, J. G., Langford, T. E. L., Shaw, P. J., & Nisbet, T. R. (2011). The influence of riparian shade on lowland stream water temperatures in southern England and their viability for brown trout. *River Research and Applications*, 27(2), 226-237. <https://doi.org/10.1002/rra.1354>
- Burbank, J., Drake, D. A. R., & Power, M. (2022). Seasonal consumption of terrestrial prey by a threatened stream fish is influenced by riparian vegetation. *Endangered Species Research*, 47, 15-27. <https://doi.org/10.3354/esr01161>
- Capon, S. J., Chambers, L. E., Mac Nally, R., Naiman, R. J., Davies, P., Marshall, N., Pittcock, J., Reid, M., Capon, T., Douglas, M., Catford, J., Baldwin, D. S., Stewardson, M., Roberts, J., Parsons, M., & Williams, S. E. (2013). Riparian Ecosystems in the 21st Century: Hotspots for Climate Change Adaptation? *Ecosystems*, 16(3), 359-381. <https://doi.org/10.1007/s10021-013-9656-1>
- Clauzel, C., Eggert, C., Tarabon, S., Pasquet, L., Vuidel, G., Bailleul, M., Miaud, C., & Godet, C. (2023). Analyser la connectivité de la trame turquoise : Définition, caractérisation et enjeux opérationnels. *Sciences Eaux & Territoires*, 43, 67-71. <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2023.43.7642>
- Cole, L. J., Brocklehurst, S., Robertson, D., Harrison, W., & McCracken, D. I. (2015). Riparian buffer strips: Their role in the conservation of insect pollinators in intensive grassland systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 207-220. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.06.012>
- Cole, L. J., Stockan, J., & Helliwell, R. (2020). Managing riparian buffer strips to optimise ecosystem services: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 296, 106891. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106891>
- Cooke, S., Vermaire, J. C., Baulch, H. M., Birnie-Gauvin, K., Twardek, W., & Richardson, J. S. (2022). Our failure to protect the stream and its valley: A call to back off from riparian development. *Freshwater Science*, 41(2), 719958. <https://doi.org/10.1086/719958>
- Daigneault, A. J., Eppink, F. V., & Lee, W. G. (2017). A national riparian restoration programme in New Zealand: Is it value for money? *Journal of Environmental Management*, 187, 166-177. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.013>
- Dolloff, C. A., & Warren Jr, M. L. (2003). Fish relationships with large wood in small streams. *American Fisheries Society Symposium*, 37, 179-193.
- Dufour, S., Rodríguez-González, P. M., & Laslier, M. (2019). Tracing the scientific trajectory of riparian vegetation studies: Main topics, approaches and needs in a globally changing world. *Science of The Total Environment*, 653, 1168-1185. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.383>
- EFESÉ. (2019). *La séquestration de carbone par les écosystèmes en France*. Commissariat général du développement durable. <https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/fr/notice/file/31470>
- Evette, A., Piton, G., Janssen, P., Dommanget, F., Popoff, N., Jaymond, D., Guilloteau, C., Leblois, S., de Danieli, S., Recking, A., Jung, D., Vivier, A., Martin, F.-M., Jaunatre, R., Mira, E., & Didier, M. (2022). *Le génie végétal sur les berges de cours d'eau : Des techniques aux multiples bénéfices*. Comprendre pour agir, 28 p. <https://hal.science/hal-04102067/>

RÉFÉRENCES

- Feld, C. K., Fernandes, M. R., Ferreira, M. T., Hering, D., Ormerod, S. J., Venohr, M., & Gutiérrez-Cánovas, C. (2018). Evaluating riparian solutions to multiple stressor problems in river ecosystems – A conceptual study. *Water Research*, 139, 381-394. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.04.014>
- Florsheim, J. L., Mount, J. F., & Chin, A. (2008). Bank erosion as a desirable attribute of rivers. *BioScience*, 58(6), 519-529. <https://doi.org/10.1641/B580608>
- Garnier, C. C. (2025). Les ripisylves « objet juridique non identifié » : revue synthétique des réglementations pouvant s'y appliquer, et éventuellement assurer leur protection. Dans : Villar et al., *Ripisylves et forêts alluviales : Connaissances et gestion en contexte de changements globaux*. Éditions Quae.
- Gay, E. T., Martin, K. L., Caldwell, P. V., Emanuel, R. E., Sanchez, G. M., & Suttles, K. M. (2023). Riparian buffers increase future baseflow and reduce peakflows in a developing watershed. *Science of The Total Environment*, 862, 160834. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160834>
- González del Tánago, M., Martínez-Fernández, V., Aguiar, F. C., Bertoldi, W., Dufour, S., García De Jalón, D., Garófano-Gómez, V., Mandzukovski, D., & Rodríguez-González, P. M. (2021). Improving river hydromorphological assessment through better integration of riparian vegetation: Scientific evidence and guidelines. *Journal of Environmental Management*, 292, 112730. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112730>
- Gurnell, A. M., Gregory, K. J., & Petts, G. E. (1995). The role of coarse woody debris in forest aquatic habitats: Implications for management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 5(2), 143-166. <https://doi.org/10.1002/aqc.3270050206>
- Haase, P., Cortés-Guzmán, D., He, F., Jupke, J. F., Mangadze, T., Pelicice, F. M., Palmer, M. A., Rolls, R. J., Schäfer, R. B., Welti, E. A. R., Sinclair, J. S. (2025) Successes and failures of conservation actions to halt global river biodiversity loss. *Nature Reviews Biodiversity*, 1(2), 104-118. <https://doi.org/10.1038/s44358-024-00012-x>
- Jowett, I. G., Richardson, J., & Boubée, J. A. T. (2009). Effects of riparian manipulation on stream communities in small streams: Two case studies. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 43(3), 763-774. <https://doi.org/10.1080/00288330909510040>
- Jyväsjärvi, J., Rajakallio, M., Brüsecke, J., Huttunen, K. L., Huusko, A., Muotka, T., & Taipale, S. J. (2022). Dark matters: Contrasting responses of stream biofilm to browning and loss of riparian shading. *Global Change Biology*, 28(17), 5159-5171. <https://doi.org/10.1111/gcb.16279>
- Kail J., Palt M., Lorenz A., & Hering D. (2021). Woody buffer effects on water temperature: The role of spatial configuration and daily temperature fluctuations. *Hydrological Processes*, 35(1), e14008. <https://doi.org/10.1002/hyp.14008>
- Landis, D. A., Wratten, S. D., & Gurr, G. M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45(1), 175-201. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175>
- Larsen, S., Alvarez-Martinez, J. M., Barquin, J., Bruno, M. C., Concostrina Zubiri, L., Gallitelli, L., Jonsson, M., Laux, M., Pace, G., Scalici, M., & Schulz, R. (2023). RIPARIANET - Prioritising riparian ecotones to sustain and connect multiple biodiversity and functional components in river networks. *Research Ideas and Outcomes*, 9, e108807. <https://doi.org/10.3897/rio.9.e108807>
- Maisonneuve, C., & Rioux, S. (2001). Importance of riparian habitats for small mammal and herpetofaunal communities in agricultural landscapes of southern Québec. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 83(1-2), 165-175. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00259-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00259-0)
- Marteau, B., Piégay, H., Chandresis, A., Michel, K., & Vaudor, L. (2022). Riparian shading mitigates warming but cannot revert thermal alteration by impoundments in lowland rivers. *Earth Surface Processes and Landforms*, 47(9), 2209-2229. <https://doi.org/10.1002/esp.5372>
- Mayer, P. M., Reynolds, S. K., McCutchen, M. D., & Canfield, T. J. (2007). Meta Analysis of Nitrogen Removal in Riparian Buffers. *Journal of Environmental Quality*, 36(4), 1172-1180. <https://doi.org/10.2134/jeq2006.0462>
- Naiman, R. J., Decamps, H., & Pollock, M. (1993). The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications*, 3(2), 209-212. <https://doi.org/10.2307/1941822>
- Quiniou, M., & Piton, G. (2022). *Embâcles: concilier gestion des risques et qualité des milieux. Guide de diagnostic et de recommandations*. ISL Ingénierie ; INRAE, 135 p. <https://hal.science/hal-03621373v1>
- Raitif, J., Plantegenest, M., & Roussel, J.-M. (2019). From stream to land: Ecosystem services provided by stream insects to agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 270-271, 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.10.013>
- Riis, T., Kelly-Quinn, M., Aguiar, F. C., Manolaki, P., Bruno, D., Bejarano, M. D., Clerici, N., Fernandes, M. R., Franco, J. C., Pettit, N., Portela, A. P., Tammeorg, O., Tammeorg, P., Rodríguez-González, P. M., & Dufour, S. (2020). Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience*, 70(6), 501-514. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa041>
- Roche, K., Šlapanský, L., Trávník, M., Janáč, M., & Jurajda, P. (2021). The importance of rip-rap for round goby invasion success – a field habitat manipulation experiment. *Journal of Vertebrate Biology*, 70(4). <https://doi.org/10.25225/jvb.21052>
- Rodríguez González, P. M., Abraham, E., Aguiar, F., Andreoli, A., Baležentienė, L., Berisha, N., Bernez, I., Bruen, M., Bruno, D., Camporeale, C., Čarni, A., Chilikova Lubomirova, M., Corenblit, D., Čušterevska, R., Doody, T., England, J., Evette, A., Francis, R., Garófano Gómez, V., ... Dufour, S. (2022). Bringing the margin to the focus: 10 challenges for riparian vegetation science and management. *WIREs Water*, 9(5), e1604. <https://doi.org/10.1002/wat2.1604>
- Saklaurs, M., Liepiņa, A. A., Elferts, D., & Jansons, A. (2022). Social Perception of Riparian Forests. *Sustainability*, 14(15), 9302. <https://doi.org/10.3390/su14159302>
- Seyedhashemi, H., Vidal, J.-P., Diamond, J. S., Thiéry, D., Monteil, C., Hendrickx, F., Maire, A., & Moatar, F. (2022). Regional, multi-decadal analysis reveals that stream temperature increases faster than air temperature. *Hydrology and Earth System Sciences*, 26(9), 2583-2603. <https://doi.org/10.5194/hess-26-2583-2022>
- Sutfin, N. A., Wohl, E. E., & Dwire, K. A. (2016). Banking carbon: A review of organic carbon storage and physical factors influencing retention in floodplains and riparian ecosystems. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41(1), 38-60. <https://doi.org/10.1002/esp.3857>
- Thomas, H., & Nisbet, T. R. (2007). An assessment of the impact of floodplain woodland on flood flows. *Water and Environment Journal*, 21(2), 114-126. <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2006.00056.x>
- Tolkkinen, M., Vaarala, S., & Aroviita, J. (2021). The Importance of Riparian Forest Cover to the Ecological Status of Agricultural Streams in a Nationwide Assessment. *Water Resources Management*, 35(12), 4009-4020. <https://doi.org/10.1007/s11269-021-02923-2>
- Tsai, Y., Zabronsky, H. M., Zia, A., & Beckage, B. (2022). Efficacy of Riparian Buffers in Phosphorus Removal: A Meta-Analysis. *Frontiers in Water*, 4, 882560. <https://doi.org/10.3389/frwa.2022.882560>
- Turunen, J., Elbrecht, V., Steinke, D., & Aroviita, J. (2021). Riparian forests can mitigate warming and ecological degradation of agricultural headwater streams. *Freshwater Biology*, 66(4), 785-798. <https://doi.org/10.1111/fwb.13678>
- Turunen, J., Markkula, J., Rajakallio, M., & Aroviita, J. (2019). Riparian forests mitigate harmful ecological effects of agricultural diffuse pollution in medium-sized streams. *Science of The Total Environment*, 649, 495-503. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.427>
- Ucar, T., & Hall, F. R. (2001). Windbreaks as a pesticide drift mitigation strategy: A review. *Pest Management Science*, 57(8), 663-675. <https://doi.org/10.1002/ps.341>
- UICN (2020). *Standard mondial de l'UICN pour les solutions fondées sur la nature. Cadre accessible pour la vérification, la conception et la mise à l'échelle des SfN*. Première édition. Gland, Suisse : UICN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.fr>
- Villar, M., Chevalier, M., et Dufour, S. (2025). *Ripisylves et forêts alluviales : Connaissances et gestion en contexte de changements globaux*. Éditions Quae. <https://www.quae.com/produit/1952/9782759241286/ripisylves-et-forets-alluviales>

Annexe 1 – Liste des 252 publications lues pour la rédaction de cette synthèse et classées par principal bénéfice considéré dans la publication.

Détail de la méthodologie utilisée pour la revue de la littérature

1. La recherche documentaire a été effectuée via la base de données Scopus (Elsevier), qui couvre un large éventail de publications scientifiques dans toutes les disciplines. Plusieurs requêtes ont été réalisées en combinant des mots-clés tels que « *riparian vegetation* », « *riverbank forest* », « *riparian ecology* », « *river restoration* », « *ecosystem services* », « *biodiversity* » et « *ripisylves* ». Ces requêtes ont été actualisées pour la dernière fois le 31 mars 2025.
2. Les résultats obtenus ont été filtrés selon leur pertinence thématique, en s'appuyant sur l'analyse du titre, du résumé et des mots-clés de chaque publication. Seules les études apportant des éléments substantiels sur les bénéfices associés aux ripisylves ont été retenues.
3. Cette première sélection a ensuite été enrichie grâce à l'expertise des co-auteurs, ainsi que par l'intégration de publications citées dans les articles retenus, identifiées au fil des lectures.
4. Les 252 publications jugées pertinentes ont été lues et analysées en détail. Celles-ci ont été classées selon le bénéfice principal associé aux ripisylves traité dans l'étude, afin de structurer la synthèse et cette annexe de manière thématique.

Référence	Titre
Synthèses	
Bajracharya <i>et al.</i> (2023)	The Heterogeneity of Ecosystem Services across the Riverine Landscape of the Koshi River Basin, Nepal
Broadmeadow et Nisbet (2004)	The effects of riparian forest management on the freshwater environment: a literature review of best management practice
Capon <i>et al.</i> (2013)	Riparian Ecosystems in the 21st Century: Hotspots for Climate Change Adaptation?
Capon <i>et al.</i> (2021)	Future of Freshwater Ecosystems in a 1.5°C Warmer World
Castellano <i>et al.</i> (2022)	Environmental drivers for riparian restoration success and ecosystem services supply in Mediterranean agricultural landscapes
Castelle <i>et al.</i> (1994)	Wetland and Stream Buffer Size Requirements—A Review
Cole <i>et al.</i> (2020)	Managing riparian buffer strips to optimise ecosystem services: A review
Cooke <i>et al.</i> (2022)	Our failure to protect the stream and its valley: A call to back off from riparian development
Correll (2005)	Principles of planning and establishment of buffer zones
Daigneault <i>et al.</i> (2017)	A national riparian restoration programme in New Zealand: Is it value for money?
Dufouret <i>et al.</i> (2019)	Tracing the scientific trajectory of riparian vegetation studies: Main topics, approaches and needs in a globally changing world
Evette <i>et al.</i> (2022)	Le génie végétal sur les berges de cours d'eau : des techniques aux multiples bénéfices
Feld <i>et al.</i> (2011)	From Natural to Degraded Rivers and Back Again: a Test of Restoration Ecology Theory and Practice
Feld <i>et al.</i> (2018)	Evaluating riparian solutions to multiple stressor problems in river ecosystems - A conceptual study
FNE Aura (2019)	Préserver et restaurer les ripisylves : un enjeu de biodiversité
Graziano <i>et al.</i> (2022)	Riparian Buffers as a Critical Landscape Feature: Insights for Riverscape Conservation and Policy Renovations
Haase <i>et al.</i> (2025)	Successes and failures of conservation actions to halt global river biodiversity loss
Huylenbroeck <i>et al.</i> (2019)	Guide de gestion des ripisylves
Lee <i>et al.</i> (2004)	Quantitative review of riparian buffer width guidelines from Canada and the United States
Lynch <i>et al.</i> (2023)	People need freshwater biodiversity
Naiman et Decamps (1997)	The ecology of interfaces—Riparian Zones
Ogilvy <i>et al.</i> (2022)	Riverwoods for Scotland - Report on Scientific Evidence
Petsch <i>et al.</i> (2022)	Ecosystem services provided by river-floodplain ecosystems
Piczak <i>et al.</i> (2023)	Protecting and restoring habitats to benefit freshwater biodiversity
Riis <i>et al.</i> (2020)	Global Overview of Ecosystem Services Provided by Riparian Vegetation
Rodriguez-Gonzalez <i>et al.</i> (2022)	Bringing the margin to the focus: 10 challenges for riparian vegetation science and management
Seavy <i>et al.</i> (2009)	Why Climate Change Makes Riparian Restoration More Important than Ever: Recommendations for Practice and Research
Singh <i>et al.</i> (2021)	Managing riparian zones for river health improvement: an integrated approach
Stella <i>et al.</i> (2013)	Riparian vegetation research in Mediterranean-climate regions: common patterns, ecological processes, and considerations for management
Tonkin <i>et al.</i> (2019)	Prepare river ecosystems for an uncertain future
Villar <i>et al.</i> (2025)	Ripisylves et forêts alluviales : Connaissances et gestion en contexte de changements globaux
Wenger (1999)	A Review of the Scientific Literature on Riparian Buffer Width, Extent and Vegetation

Wilby <i>et al.</i> (2010)	Evidence needed to manage freshwater ecosystems in a changing climate: Turning adaptation principles into practice
Witing <i>et al.</i> (2022)	Riparian reforestation on the landscape scale: Navigating trade-offs among agricultural production, ecosystem functioning and biodiversity
Zhang <i>et al.</i> (2022b)	Riparian areas as a conservation priority under climate change
Création de corridors écologiques et effets sur la biodiversité terrestre	
Antonini <i>et al.</i> (na)	Riparian forest restoration as sources of biodiversity and ecosystem functions in anthropogenic landscapes
Ballinger et Lake (2006)	Energy and nutrient fluxes from rivers and streams into terrestrial food webs
Capon et Pettit (2018)	Turquoise is the new green: Restoring and enhancing riparian function in the Anthropocene
Clauzel <i>et al.</i> (2023)	Analyser la connectivité de la trame turquoise : définition, caractérisation et enjeux opérationnels
Cole <i>et al.</i> (2015)	Riparian buffer strips: Their role in the conservation of insect pollinators in intensive grassland systems
Fussel et Corbet 1992	Flower Usage by Bumble-Bees: A Basis for Forage Plant Management
Hilty et Merenlender (2004)	Use of Riparian Corridors and Vineyards by Mammalian Predators in Northern California
Lan <i>et al.</i> (2024)	Natural riparian vegetation as corridors to promote bee diversity and pollination services in an urban landscape
Landis <i>et al.</i> (2000)	Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture
Maisonneuve et Rioux (2001)	Importance of riparian habitats for small mammal and herpetofaunal communities in agricultural landscapes of southern Québec
Naiman <i>et al.</i> (1993)	The Role of Riparian Corridors in Maintaining Regional Biodiversity
Raitif <i>et al.</i> (2019)	From stream to land: Ecosystem services provided by stream insects to agriculture
Silva <i>et al.</i> (2019)	Riparian forest fragments in rice fields under different management: differences on hymenopteran parasitoids diversity
Tockner et Ward (1999)	Biodiversity along riparian corridors
Turo et Gardiner 2021	Effects of urban greenspace configuration and native vegetation on bee and wasp reproduction
Zhang <i>et al.</i> (2022a)	Pollinators and urban riparian vegetation: important contributors to urban diversity conservation
Apport de matières organiques et d'organismes terrestres au cours d'eau	
Alonso <i>et al.</i> (2021)	Loss of key riparian plant species impacts stream ecosystem functioning
Baxter <i>et al.</i> (2005)	Tangled webs: reciprocal flows of invertebrate prey link streams and riparian zones
Burbank <i>et al.</i> (2022)	Seasonal consumption of terrestrial prey by a threatened stream fish is influenced by riparian vegetation
Cloe III et Garman (1996)	The energetic importance of terrestrial arthropod inputs to three warm-water streams
Grunblatt <i>et al.</i> (2019)	Invertebrate prey contributions to juvenile Coho Salmon diet from riparian habitats along three Alaska streams: Implications for environmental change
Knight et Bottorff (1981)	The importance of riparian vegetation to stream ecosystems
Middendorf <i>et al.</i> (2025)	Review of the importance of aquatic prey for riparian arthropod predators
Nakamura et Yamada 2005	Effects of pasture development on the ecological functions of riparian forests in Hokkaido in northern Japan
Ober et Hayes (2008)	Influence of forest riparian vegetation on abundance and biomass of nocturnal flying insects
O'Brien <i>et al.</i> (2017)	Leaf litter additions enhance stream metabolism, denitrification, and restoration prospects for agricultural catchments
Oester <i>et al.</i> (2023)	Leaf-associated macroinvertebrate assemblage and leaf litter breakdown in headwater streams depend on local riparian vegetation
Swan et Sparkman (2023)	The role of functional and phylogenetic diversity in riparian tree vegetation on leaf litter breakdown in rivers
Wallace <i>et al.</i> (1997)	Multiple trophic levels of a forest stream linked to terrestrial litter inputs
Diversification des habitats et effets sur les communautés aquatiques	
Abe <i>et al.</i> (2003)	Habitat Use of the Grazing Goby (<i>Sicyopterus japonicus</i>) in Response to Spatial Heterogeneity in Riparian Shade
Angermeier et Karr (1984)	Relationships between Woody Debris and Fish Habitat in a Small Warmwater Stream
Beechie <i>et al.</i> (1997)	Relationships between Channel Characteristics, Woody Debris, and Fish Habitat in Northwestern Washington Streams
Benke et Wallace (2003)	Influence of Wood on Invertebrate Communities in Streams and Rivers
Bisson et Wondzell (2003)	Influence of wood on aquatic biodiversity
Boyer <i>et al.</i> (2003)	Riparian management for wood in rivers
Bryant (1985)	Changes 30 years after logging in large woody debris, and its use by salmonids
Cederholm <i>et al.</i> (1997)	Response of Juvenile Coho Salmon and Steelhead to Placement of Large Woody Debris in a Coastal Washington Stream
Champagne <i>et al.</i> (2022)	Riparian buffers maintain aquatic trophic structure in agricultural landscapes

Coutant (2004)	A Riparian Habitat Hypothesis for Successful Reproduction of White Sturgeon
Crook et Robertson (1999)	Relationships between riverine fish and woody debris: implications for lowland rivers
Dolloff et Warren Jr (2003)	Fish relationships with large wood in small streams
Effert-Fanta <i>et al.</i> (2019)	Effects of riparian forest buffers and agricultural land use on macroinvertebrate and fish community structure
Everett et Ruiz (1993)	Coarse woody debris as a refuge from predation in aquatic communities
Flebbe et Dolloff (1995)	Trout Use of Woody Debris and Habitat in Appalachian Wilderness Streams of North Carolina
Glova et Sagar (1994)	Comparison of fish and macroinvertebrate standing stocks in relation to riparian willows (<i>Salix</i> spp.) in three New Zealand streams
Growns <i>et al.</i> (2003)	A comparison of fish assemblages associated with different riparian vegetation types in the Hawkesbury–Nepean River system
Gurnell <i>et al.</i> (1995)	The role of coarse woody debris in forest aquatic habitats: Implications for management
Hickford et Schiel (2013)	Artificial Spawning Habitats Improve Egg Production of a Declining Diadromous Fish, <i>Galaxias maculatus</i> (Jenyns, 1842)
Jowett <i>et al.</i> (2009)	Effects of riparian manipulation on stream communities in small streams: Two case studies
Justice <i>et al.</i> (2017)	Can stream and riparian restoration offset climate change impacts to salmon populations?
Jyväsjärvi <i>et al.</i> (2022)	Dark matters: Contrasting responses of stream biofilm to browning and loss of riparian shading
Kankanamge <i>et al.</i> (2020)	Shading may alter the colonization pattern and dominance between two invasive submerged aquatic plant species
Kirk <i>et al.</i> (2022)	Forested watersheds mitigate the thermal degradation of headwater fish assemblages under future climate change
Le Gall <i>et al.</i> (2022)	Woody riparian buffers have indirect effects on macroinvertebrate assemblages of French rivers, but land use effects are much stronger
Lehtinen <i>et al.</i> (1997)	Autumn use of woody snags by fishes in backwater and channel border habitats of a large river
LeRoy <i>et al.</i> (2023)	Canopy development influences early successional stream ecosystem function but not biotic assemblages
Maridet et Souchon (1995)	Habitat potentiel de la truite fario (<i>Salmo trutta fario</i> , L. 1758) dans trois cours d'eau du Massif Central. Approche méthodologique et premiers résultats sur le rôle de la végétation rivulaire arborée
Maridet <i>et al.</i> (1996)	L'embâcle de bois en rivière : un bienfait écologique ? un facteur de risques naturels ?
Marsh-Matthews et Matthews (2000)	Geographic, terrestrial and aquatic factors: which most influence the structure of stream fish assemblages in the midwestern United States?
Murphy <i>et al.</i> (1981)	Effects of canopy modification and accumulated sediment on stream communities
Nagayama & Nakamura (2010)	Fish habitat rehabilitation using wood in the world
Palt <i>et al.</i> (2023)	Context-specific positive effects of woody riparian vegetation on aquatic invertebrates in rural and urban landscapes
Parkyn <i>et al.</i> (2003)	Planted Riparian Buffer Zones in New Zealand: Do They Live Up to Expectations?
Pettit <i>et al.</i> (2013)	Dynamics of in-stream wood and its importance as fish habitat in a large tropical floodplain river
Piegay et Maridet (1994)	Revue bibliographique - Formations végétales arborées riveraines des cours d'eau et potentialités piscicoles
Prendaet <i>et al.</i> (2001)	Conservation of otter (<i>Lutra lutra</i>) in a Mediterranean area: the importance of habitat quality and temporal variation in water availability
Pusey <i>et al.</i> (2003)	Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review
Ramler et Keckeis (2020)	Effects of hydraulic engineering restoration measures on invasive gobies in a large river (Danube, Austria)
Reeves <i>et al.</i> (1993)	Diversity of Juvenile Anadromous Salmonid Assemblages in Coastal Oregon Basins with Different Levels of Timber Harvest
Reich <i>et al.</i> (2023)	Aquatic invertebrate responses to riparian restoration and flow extremes in three degraded intermittent streams: An eight-year field experiment
Roche <i>et al.</i> (2021)	The importance of rip-rap for round goby invasion success – a field habitat manipulation experiment
Roon <i>et al.</i> (2022)	Influence of riparian thinning on trophic pathways supporting stream food webs in forested watersheds
Sheldon <i>et al.</i> (2012)	Identifying the spatial scale of land use that most strongly influences overall river ecosystem health score
Stednick (2008)	Hydrological and biological responses to forest practices
Stowe <i>et al.</i> (2023)	Stream restoration produces transitory, not permanent, changes to fish assemblages at compensatory mitigation sites
Tolkkinen <i>et al.</i> (2020)	Streams and riparian forests depend on each other: A review with a special focus on microbes
Tolkkinen <i>et al.</i> (2021)	The Importance of Riparian Forest Cover to the Ecological Status of Agricultural Streams in a Nationwide Assessment
Turunen <i>et al.</i> (2021)	Riparian forests can mitigate warming and ecological degradation of agricultural headwater streams
Van Looy <i>et al.</i> (2013)	Benefits of riparian forest for the aquatic ecosystem assessed at a large geographic scale

Wohl <i>et al.</i> (2023)	Why wood should move in rivers?
Zalewski <i>et al.</i> (2003)	Fish relationships with wood in large rivers
Dissipation de l'énergie du courant, protection des berges, hydrologie et ressource en eau	
Aberle et Järvelä (2013)	Flow resistance of emergent rigid and flexible floodplain vegetation
Alvarenga (2017)	Hydrologic impacts due to the changes in riparian buffer in a headwater watershed
Baldocchi et Ryu (2011)	A synthesis of forest evaporation fluxes – from days to years – as measured with Eddy covariance
Beeson et Doyle (1995)	Comparison of bank erosion at vegetated and non-vegetated channel bends
Bosch (1979)	Treatment effect on annual and dry period streamflow at Cathedral Peak
Brauman <i>et al.</i> (2007)	The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services
Coon (1998)	Estimation of Roughness Coefficients for Natural Stream Channels with Vegetated Banks
Dahm <i>et al.</i> (2002)	Evapotranspiration at the land/water interface in a semi-arid drainage basin
Darby (1999)	Effect of riparian vegetation on flow resistance and flood potential
Dawson <i>et al.</i> (2024)	Recent changes in riparian and floodplain vegetation in England and Wales and its geomorphic implications
Dawson et Ehleringer (1991)	Streamside trees that do not use stream water
Doody et Benyon (2011)	Quantifying water savings from willow removal in Australian streams
Dye et Poulter (1995)	A field demonstration of the effect on streamflow of clearing invasive pine and wattle trees from a riparian zone
Florsheim <i>et al.</i> (2008)	Bank erosion as a desirable attribute of rivers
Gay <i>et al.</i> (2023)	Riparian buffers increase future baseflow and reduce peakflows in a developing watershed
Gonzalez del Tanago <i>et al.</i> (2021)	Improving river hydromorphological assessment through better integration of riparian vegetation: Scientific evidence and guidelines
Gribovski (2008)	Evapotranspiration calculation on the basis of the riparian zone water balance
Hubble <i>et al.</i> (2010)	The role of riparian trees in maintaining riverbank stability: A review of Australian experience and practice
Hughes <i>et al.</i> (2016)	Riparian management and stream bank erosion in New Zealand
Humbert et Najjar (1992)	Influence de la forêt sur le cycle de l'eau en domaine tempéré
Keesstra <i>et al.</i> (2012)	Assessing riparian zone impacts on water and sediment movement: a new approach
Langendoen <i>et al.</i> (2009)	Assessing the impact of riparian processes on streambank stability
Li <i>et al.</i> (2017)	Water sources of <i>Populus euphratica</i> and <i>Tamarix ramosissima</i> in Ejina Delta, the lower reaches of the Heihe River, China
Li <i>et al.</i> (2023)	Quantifying river water contributions to the transpiration of riparian trees along a losing river: lessons from stable isotopes and an iteration method
Maes <i>et al.</i> (2009)	Assessment of Land Use Impact on Water-Related Ecosystem Services Capturing the Integrated Terrestrial-Aquatic System
Page <i>et al.</i> (2020)	Assessing the significance of wet-canopy evaporation from forests during extreme rainfall events for flood mitigation in mountainous regions of the United Kingdom
Penka (1991)	The water relations of the herb, shrub and tree layers in the floodplain forest
Prinsloo et Scott (1999)	Streamflow responses to the clearing of alien invasive trees from riparian zones at three sites in the western Cape province
Qian <i>et al.</i> (2017)	Water sources of riparian plants during a rainy season in Taihu Lake Basin, China: A stable isotope study
Riley <i>et al.</i> (2023)	Evaluating the spatial and temporal variability of groundwater uptake by riparian vegetation in a humid southeastern US catchment
Rood <i>et al.</i> (2015)	Biological bank protection: trees are more effective than grasses at resisting erosion from major river floods
Salemi <i>et al.</i> (2012)	Riparian vegetation and water yield: A synthesis
Scott <i>et al.</i> (2000)	The water use of two dominant vegetation communities in a semiarid riparian ecosystem.
Shields <i>et al.</i> (1995)	Control of streambank erosion due to bed degradation with vegetation and structure
Si <i>et al.</i> (2024)	Water use sources of desert riparian <i>Populus euphratica</i> forests
Simon et Collison (2002)	Quantifying the mechanical and hydrologic effects of riparian vegetation on streambank stability
Smakhtin (2001)	Low flow hydrology: a review
Symmank <i>et al.</i> (2020)	The impact of bioengineering techniques for riverbank protection on ecosystem services of riparian zones
Tabacchi <i>et al.</i> (2000)	Impacts of riparian vegetation on hydrological processes
Thomas et Nisbet (2007)	An assessment of the impact of floodplain woodland on flood flows
Thorne (1990)	Effects of vegetation on riverbank erosion and stability

Van Lill <i>et al.</i> (1980)	The effect of afforestation with <i>Eucalyptus grandis</i> and <i>Pinus patula</i> on streamflow from experimental catchments at Mokoobulan
Versfeld et Van Wilgen (1986)	Impact of woody aliens on ecosystem properties
Zhang <i>et al.</i> (2023)	Improved statistical models for the relationship between riparian vegetation and river flow in arid environments: Implications for flow management
Filtration des eaux de ruissellement, rétention des sédiments et amélioration de la qualité d'eau	
Aguilar <i>et al.</i> (2015)	Riparian buffer zones as pesticide filters of no-till crops
Anbumozhi <i>et al.</i> (2005)	Impact of riparian buffer zones on water quality and associated management considerations
Aparicio <i>et al.</i> (2023)	Modelling the role of ground-true riparian vegetation for providing regulating services in a Mediterranean watershed
Arora <i>et al.</i> (2010)	Review of Pesticide Retention Processes Occurring in Buffer Strips Receiving Agricultural Runoff
Dodds <i>et al.</i> (2023)	Trajectories and state changes of a grassland stream and riparian zone after a decade of woody vegetation removal
Hoffmann <i>et al.</i> (2009)	Phosphorus Retention in Riparian Buffers: Review of Their Efficiency
Lazzaro <i>et al.</i> (2008)	Role of hedgerows in intercepting spray drift: Evaluation and modelling of the effects
Mayer <i>et al.</i> (2005)	Riparian buffer width, vegetative cover, and nitrogen removal effectiveness: A review of current science and regulations
Mayer <i>et al.</i> (2007)	Meta-analysis of nitrogen removal in riparian buffers
Nsenga Kumwimba <i>et al.</i> (2023)	An updated review of the efficacy of buffer zones in warm/temperate and cold climates: Insights into processes and drivers of nutrient retention
Osborne et Kovacic (1993)	Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management
Parkyn (2004)	Review of Riparian Buffer Zone Effectiveness
Sabater <i>et al.</i> (2003)	Nitrogen Removal by Riparian Buffers along a European Climatic Gradient: Patterns and Factors of Variation
Sutton <i>et al.</i> (2009)	Effects of Restored Stream Buffers on Water Quality in Non-Tidal Streams in the Choptank River Basin
Tsai <i>et al.</i> (2022)	Efficacy of Riparian Buffers in Phosphorus Removal: A Meta-Analysis
Turunen <i>et al.</i> (2019)	Riparian forests mitigate harmful ecological effects of agricultural diffuse pollution in medium-sized streams
Ucar et Hall 2001	Windbreaks as a pesticide drift mitigation strategy: a review
Vidon <i>et al.</i> (2010)	Hot Spots and Hot Moments in Riparian Zones: Potential for Improved Water Quality Management
Atténuation du réchauffement des cours d'eau	
Barrett et Armstrong (2022)	Move, migrate, or tolerate: Quantifying three tactics for coldwater fish coping with warm summers in a large river
Beschta (1997)	Riparian Shade and Stream Temperature: An Alternative Perspective
Bowler <i>et al.</i> (2012)	What are the effects of wooded riparian zones on stream temperature?
Broadmeadow <i>et al.</i> (2011)	The Influence of Riparian Shade on Lowland Stream Water Temperatures in Southern England and Their Viability for Brown trout
Caissie (2006)	The thermal regime of rivers: a review
Chen <i>et al.</i> (1998a)	Stream Temperature Simulation of Forested Riparian Areas: I. Watershed-Scale Model Development
Chen <i>et al.</i> (1998b)	Stream Temperature Simulation of Forested Riparian Areas: II. Model Application
Dugdale <i>et al.</i> (2018)	Stream temperature under contrasting riparian forest cover: Understanding thermal dynamics and heat exchange processes
Fabris <i>et al.</i> (2018)	Integrating process based flow and temperature models to assess riparian forests and temperature amelioration in salmon streams
Fuller <i>et al.</i> (2022)	Riparian vegetation shade restoration and loss effects on recent and future stream temperatures
Fullerton <i>et al.</i> (2022)	Mechanistic simulations suggest riparian restoration can partly counteract climate impacts to juvenile salmon
Garner <i>et al.</i> (2014)	What causes cooling water temperature gradients in a forested stream reach?
Garner <i>et al.</i> (2017)	The role of riparian vegetation density, channel orientation and water velocity in determining river temperature dynamics
Grey <i>et al.</i> (2023)	Empirical evidence of climate change and urbanization impacts on warming stream temperatures
Jackson <i>et al.</i> (2017)	Development of spatial regression models for predicting summer river temperatures from landscape characteristics: Implications for land and fisheries management
Jackson <i>et al.</i> (2018)	A spatio-temporal statistical model of maximum daily river temperatures to inform the management of Scotland's Atlantic salmon rivers under climate change
Kail <i>et al.</i> (2021)	Woody buffer effects on water temperature: The role of spatial configuration and daily temperature fluctuations
Kalny <i>et al.</i> (2017)	The influence of riparian vegetation shading on water temperature during low flow conditions in a medium sized river

Knouft <i>et al.</i> (2021)	Forested Riparian Buffers as Climate Adaptation Tools for Management of Riverine Flow and Thermal Regimes: A Case Study in the Meramec River Basin
Leach <i>et al.</i> (2022)	Assessing stream temperature response and recovery for different harvesting systems in northern hardwood forests using 40 years of spot measurements
Marteau <i>et al.</i> (2022)	Riparian shading mitigates warming but cannot revert thermal alteration by impoundments in lowland rivers
Roon <i>et al.</i> (2021)	A riverscape approach reveals downstream propagation of stream thermal responses to riparian thinning at multiple scales
Syedhashemi <i>et al.</i> (2022)	Regional, multi-decadal analysis reveals that stream temperature increases faster than air temperature
Studinski <i>et al.</i> (2012)	The effects of riparian forest disturbance on stream temperature, sedimentation, and morphology
Swartz et Warren (2023)	Wildfire in western Oregon increases stream temperatures, benthic biofilms, and juvenile coastal cutthroat trout size and densities with mixed effects on adult trout and coastal giant salamanders
Thomas <i>et al.</i> (2015)	Beyond cool: adapting upland streams for climate change using riparian woodlands
Trimmel <i>et al.</i> (2018)	Can riparian vegetation shade mitigate the expected rise in stream temperatures due to climate change during heat waves in a human-impacted pre-alpine river?
Turschwell <i>et al.</i> (2018)	Riparian restoration offsets predicted population consequences of climate warming in a threatened headwater fish
Warren <i>et al.</i> (2022)	Loss of riparian forests from wildfire led to increased stream temperatures in summer, yet salmonid fish persisted
Yonce <i>et al.</i> (2021)	Forest riparian buffers reduce timber harvesting effects on stream temperature, but additional climate adaptation strategies are likely needed under future conditions
Stockage du carbone dans la biomasse végétale et les sols	
Appling (2012)	Connectivity Drives Function: Carbon and Nitrogen Dynamics in a Floodplain-Aquifer Ecosystem
Appling <i>et al.</i> (2014)	Floodplain biogeochemical mosaics: A multidimensional view of alluvial soils
Cierjacks <i>et al.</i> (2010)	Carbon stocks of soil and vegetation on Danubian floodplain
Dyballa <i>et al.</i> (2019a)	Carbon sequestration in riparian forests: A global synthesis and meta-analysis
Dyballa <i>et al.</i> (2019b)	Optimizing carbon storage and biodiversity co-benefits in reforested riparian zones
EFSE (2019)	La séquestration de carbone par les écosystèmes en France
Giese <i>et al.</i> (2003)	Biomass and carbon pools of disturbed riparian forests
Matzek <i>et al.</i> (2018)	Development of a carbon calculator tool for riparian forest restoration
Matzek <i>et al.</i> (2020)	Increases in soil and woody biomass carbon stocks as a result of rangeland riparian restoration
Rosário Fernandes <i>et al.</i> (2020)	Carbon Stock Estimations in a Mediterranean Riparian Forest: A Case Study Combining Field Data and UAV Imagery
Shupe (2023)	Carbon stocks and sequestration rates of hardwood floodplain forests along the Middle Elbe River, Germany
Shupe <i>et al.</i> (2022a)	Droughts decrease and floods increase carbon sequestration rates of <i>Quercus robur</i> in hardwood floodplain forests
Shupe <i>et al.</i> (2022b)	Adapting a <i>Quercus robur</i> allometric equation to quantify carbon sequestration rates on the Middle Elbe floodplain
Suchenwirth <i>et al.</i> (2014)	Large-Scale Mapping of Carbon Stocks in Riparian Forests with Self-Organizing Maps and the k-Nearest-Neighbor Algorithm
Sutfin <i>et al.</i> (2016)	Banking carbon: a review of organic carbon storage and physical factors influencing retention in floodplains and riparian ecosystems
Apports immatériels et matériels pour les humains	
Bowker et Bergstrom (2017)	Wild and scenic rivers: An economic perspective
Saklaurs <i>et al.</i> (2022)	Social Perception of Riparian Forests
Autres	
Abeli et Di Giulio (2022)	Risks of massive tree planting in Europe should be considered by the EU Forestry Strategy 2030
Alimpic <i>et al.</i> (2022)	The status and role of genetic diversity of trees for the conservation and management of riparian ecosystems: A European experts' perspective
Balian et Naiman (2005)	Abundance and production of riparian trees in the lowland floodplain of the Queets River, Washington
Barragan <i>et al.</i> (2022)	Trees planted under a global restoration pledge have mixed futures under climate change
Boelee <i>et al.</i> (2017)	Overcoming water challenges through nature-based solutions
Boncourt <i>et al.</i> (2024)	Le génie végétal au secours de la connectivité écologique des berges de cours d'eau
Boyer <i>et al.</i> (2023)	La gestion de la végétation dans le cadre de la compétence GEMAPI
Brosse <i>et al.</i> (2022)	The importance of indirect effects of climate change adaptations on alpine and pre-alpine freshwater systems
De Carlo <i>et al.</i> (2019)	Carbon dioxide emissions: Spatiotemporal variation in a young and mature riparian forest

Diaz <i>et al.</i> (2018)	Assessing nature's contributions to people
Didier <i>et al.</i> (2024)	Conseils pratiques pour l'utilisation du bouturage pour le génie végétal en berges de cours d'eau
Diep et McPhearson (2022)	Nature-based solutions for global climate adaptation
Dufour (2020)	Regards de gestionnaires sur la gestion de la végétation riveraine des cours d'eau en France métropolitaine
Foley-Congdon <i>et al.</i> (2024)	Revegetated riparian areas are dominated by weeds, and lack structural diversity and natural recruitment: lessons for restoration practice
FRB (2021)	La régénération naturelle des paysages arborés : la meilleure stratégie pour lutter contre le changement climatique et restaurer les écosystèmes ?
Garnier (2025)	Les ripisylves « objet juridique non identifié » : revue synthétique des réglementations pouvant s'y appliquer, et éventuellement assurer leur protection
Janssen <i>et al.</i> (2020)	Long-term river management legacies strongly alter riparian forest attributes and constrain restoration strategies along a large, multi-use river
Key <i>et al.</i> (2022)	Biodiversity outcomes of nature-based solutions for climate change adaptation: Characterising the evidence base
Kuglerová <i>et al.</i> (2023)	Protecting our streams by defining measurable targets for riparian management in a forestry context
Leverkus <i>et al.</i> (2022)	The planting goal must account for wildfires
Manes <i>et al.</i> (2022)	Nature-based solutions promote climate change adaptation safeguarding ecosystem services
Pettit et Naiman (2007)	Fire in the Riparian Zone: Characteristics and Ecological Consequences
Quiniou et Piton (2022)	Embâcles: concilier gestion des risques et qualité des milieux. Guide de diagnostic et de recommandations
Seddon <i>et al.</i> (2020)	Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges
Silverthorn <i>et al.</i> (2021)	Forest Management Impacts on Greenhouse Gas Fluxes from Riparian Soils Along Headwater Streams
UICN (2020)	Standard mondial de l'UICN pour les solutions fondées sur la nature. Cadre accessible pour la vérification, la conception et la mise à l'échelle des SFN
Urbanic <i>et al.</i> (2022)	Riparian Zones—From Policy Neglected to Policy Integrated