



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, les pages et le DOI.

BD GeniVeg : une base de données française sur les ouvrages de protection de berges en génie végétal

Delphine JAYMOND¹, André EVETTE¹, Frédéric BRAY¹, Solange LEBLOIS¹, Delphine JUNG², Anne VIVIER³, Cécile DORGET¹

¹ Université Grenoble Alpes, INRAE, UR LESSEM, Grenoble, France.

² Office français de la biodiversité (OFB), Pérols, France.

³ Office français de la biodiversité (OFB), Vincennes Cedex, France.

Correspondance : Delphine JAYMOND, delphine.jaymond@inrae.fr

Depuis 2017, INRAE et l'Office français de la biodiversité développent une base de données recensant les ouvrages français de génie végétal pour la protection des berges de cours d'eau : BD GeniVeg. Destinée aux gestionnaires pour faire connaître les ouvrages réalisés, mais également aux chercheurs pour capitaliser des données et faire avancer les connaissances sur ces techniques, cette base comporte aujourd'hui plus de mille ouvrages. Partiellement disponible en ligne, elle permet de faire un premier état des lieux de ces techniques en France en 2020. Son enrichissement doit se poursuivre ces prochaines années afin de mieux couvrir le territoire français et de fournir encore plus d'informations sur les avantages et limites de ces techniques.

Dans les zones où la pression foncière est forte, l'espace disponible pour les forêts riveraines est souvent réduit et les endiguements et protections de berges associées y sont fréquents. La place disponible pour la conservation ou la restauration d'un espace de mobilité pour le cours d'eau (EBF : espace de bon fonctionnement) est ainsi souvent limitée. En conséquence, les aménagements construits dans l'objectif de protéger les enjeux humains (habitations, infrastructures...) des risques d'érosion sont très contraints. D'une façon générale, les ouvrages de protection de berges sont de trois types :

- les ouvrages de génie civil constitués de maçonneries en pierre ou en béton, de gabions ou d'enrochements ;
- les ouvrages de génie végétal constitués de végétaux vivants ou morts et qui utilisent les caractéristiques des plantes pour protéger les berges contre l'érosion ;
- les ouvrages mixtes qui associent ces deux techniques.

Les ouvrages de génie végétal s'intègrent mieux aux paysages et à leur environnement écologique que les ouvrages de génie civil. Généralement moins chers et moins gourmands en carbone fossile, ils contribuent à un meilleur retour de la biodiversité et des fonctions écologiques associées (corridor, zone tampon...) et ils

permettent également un meilleur contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes.

Toutefois, il existe un manque de connaissances et de retour d'expérience sur les ouvrages existants, ce qui constitue un frein au développement de ces techniques. En effet, actuellement, on sait très peu de choses sur l'évolution dans le temps de ces ouvrages, notamment en ce qui concerne leur résistance mécanique ou la dynamique de leur végétation. Ces lacunes ont pour conséquences de privilégier encore trop souvent les techniques de génie civil là où des techniques de génie végétal pourraient être utilisées. C'est ainsi qu'est né le projet de recenser les ouvrages en berge de cours d'eau qui comportent des techniques de génie végétal dans une base de données. Ce projet est développé en coopération entre INRAE et l'Office français de la biodiversité depuis 2017. Il a pour but la construction d'une base de données, son alimentation, son actualisation et la mise en place d'une visualisation cartographique en ligne. Le développement de cette base de données a comme objectif premier de permettre aux gestionnaires d'avoir accès à des informations sur des ouvrages existants et ainsi de pouvoir s'appuyer sur des cas concrets

pour développer de nouveaux ouvrages. Ces données peuvent également permettre à un public non averti et curieux d'aller voir ce qui s'est fait dans ce domaine près de chez lui. De plus, cette base de données offre aux chercheurs des outils pour améliorer les connaissances sur ces ouvrages. Une telle base de données permet ainsi de disposer d'un échantillon important d'ouvrages à analyser.

Description de la base de données

La base de données couvre l'ensemble du territoire français, métropolitain et d'outre-mer. Sa structure a été créée en langage SQL avec le système de gestion de bases de données PostGreSQL (imports automatisés via le logiciel R) et de façon à être extensible à l'échelle européenne. Elle contient des liens vers des bases de données déjà existantes telles que les codes INSEE pour les communes et est compatible avec la base de données européenne Riverwiki.

La figure 1 présente le schéma relationnel simplifié de la base de données. Le cadre bleu montre la base de données construite, avec les différentes tables (représentées par les rectangles avec leur description à l'intérieur). Le cadre vert contient les bases de données extérieures auxquelles font référence certains champs de la base de données. Par exemple, le code INSEE des communes sert de lien entre la table « OUVRAGE » au sein de la base de données et une table listant les communes européennes issues d'une autre base de données.

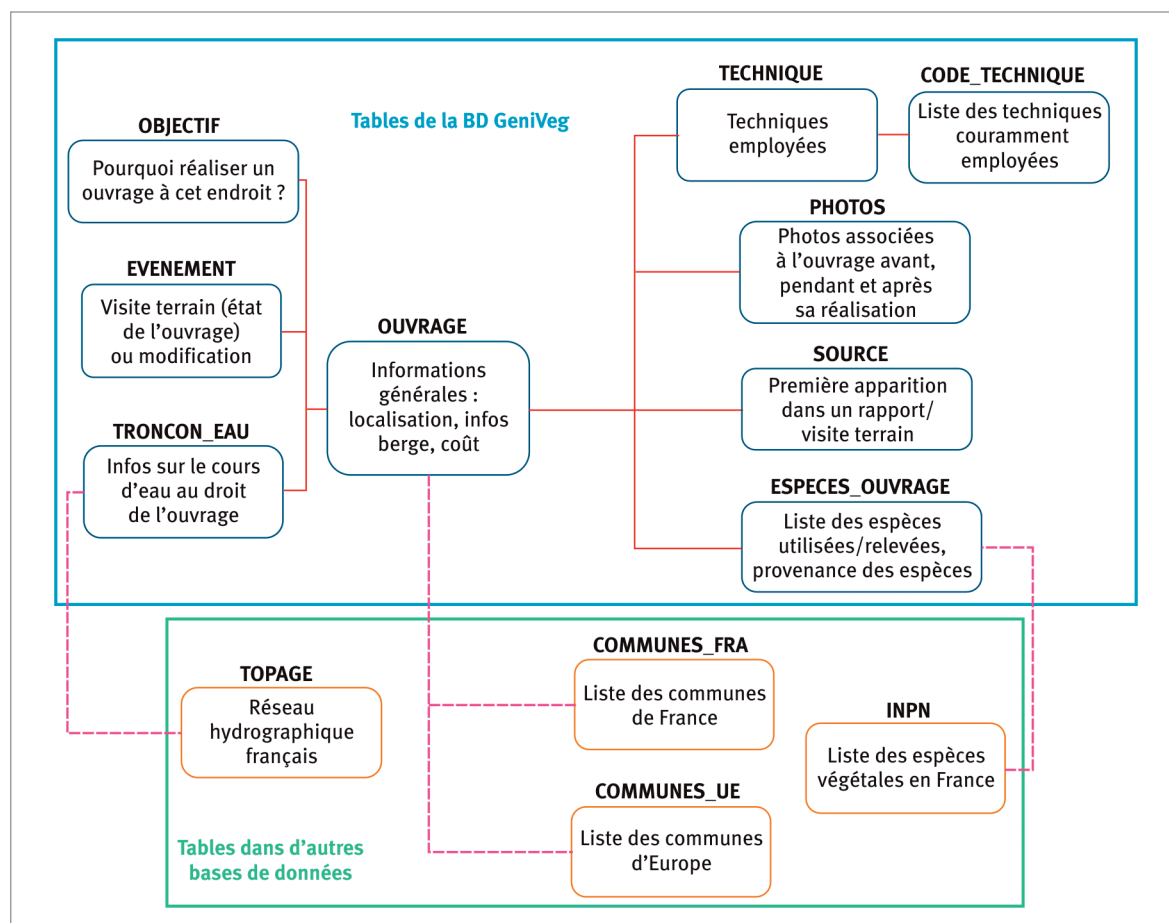
La table centrale (« OUVRAGE ») regroupe les informations générales sur l'ouvrage (localisation, date de réalisation, hauteur et pente de la berge, position dans le méandre, coûts lors de la réalisation et actualisés en 2016, année précédant la création de la base de données). Elle renvoie ensuite à d'autres tables thématiques, entre autres :

- « TECHNIQUE » : description des techniques employées (type de technique, maître d'ouvrage, d'œuvre et entreprises impliquées) ;
- « TRONCON_EAU » : caractéristiques du tronçon de cours d'eau au droit de l'ouvrage (largeur, pente, débits importants, granulométrie) ;
- « EVENEMENT » : compte-rendu des visites terrain ou des modifications faites sur l'ouvrage (date, état de l'ouvrage, type de modification, commentaires).

Un ouvrage est défini comme un aménagement de berge réalisé d'un seul tenant et avec une seule technique en pied de berge (d'autres techniques peuvent être utilisées en milieu et haut de berge). Au moins une des techniques utilisées sur l'ouvrage doit être en génie végétal au sens large, c'est-à-dire construit pour tout ou partie à l'aide de matériel végétal vivant (fascines, boutures...) ou mort (tunage...). Cette base de données recense les ouvrages en berge de cours d'eau et sur les rivages de plans d'eau (lacs, étangs).

Le remplissage de la base de données est en cours, et si le nombre d'ouvrages présents dans la base est élevé, les connaissances acquises sur chacun d'entre eux sont

Figure 1 – Schéma relationnel de la base de données GeniVeg.



très hétérogènes. Ainsi, si pour certains ouvrages, on ne dispose que d'une référence avec une localisation relativement floue, pour d'autres on dispose des plans techniques de réalisation, de relevés botaniques et/ou d'une série chronologique de photographies. Les ouvrages proviennent de sources diverses : références bibliographiques (rapports, articles), travaux de recherche antérieurs (stages, thèses, projets), contacts auprès des gestionnaires de cours d'eau (entretiens téléphoniques, visites sur le terrain), des bureaux d'étude ou encore de recherches sur internet. Le remplissage est actuellement réalisé uniquement par l'équipe d'INRAE développant cette base de données. Cela permet de vérifier les données dans le détail et évite les problèmes d'import liés à une trop grande hétérogénéité des sources.

Chaque année, une ou plusieurs régions ont été ciblées pour réaliser des visites de nouveaux ouvrages à inclure dans la base. Les régions qui n'ont encore que peu d'ouvrages mentionnés dans la base de données ont été choisies en priorité.

La base de données est consultable sous forme cartographique sur le site internet Genibiodiv¹. Ce site bilingue français/anglais consacré au génie végétal pour la protection des berges de rivière propose, à un public large, différents types de contenus : publications, articles techniques et films courts de vulgarisation. Pour chaque ouvrage présent sur la cartographie en ligne, il est possible de télécharger une fiche PDF, générée à la volée, qui présente les principales informations sur l'ouvrage (localisation, réalisation, techniques employées) ainsi que des photos avant, pendant et après les travaux lorsqu'elles sont disponibles. La génération automatique des fiches permet de prendre en compte toute modification ou correction au sein de la base de données en temps réel. Le choix des champs présents sur la fiche résulte des discussions sur le terrain avec les gestionnaires de cours d'eau, ainsi qu'un questionnaire en ligne diffusé en 2018-2019 à destination de tous les acteurs de la gestion des cours d'eau (gestionnaires, bureaux d'études, recherche, public). Les ouvrages présentés sur cette cartographie sont choisis en fonction de leur taux de remplissage, des photos disponibles et de leur représentativité (géographique, techniques utilisées, etc.).

Une première vue générale des ouvrages de génie végétal en France

La base comportait 1 233 ouvrages à la fin 2020. Le tableau 1 présente les taux de remplissage de quelques variables disponibles dans la base de données.

Avec cette base de données, il est possible de faire un premier état des lieux du génie végétal en berge de cours d'eau en France. Dans la suite de cet article, on ne tiendra compte que des ouvrages pour lesquels la technique de pied de berge est indiquée, soit 772 ouvrages (figure 2a). C'est en effet très généralement en pied de berge que s'exercent les contraintes les plus fortes pour les ouvrages.

Les techniques de pied de berge les plus courantes en France sont les fascines de saules (26 %) et d'hélophytes (14 %) pour le génie végétal pur et les enrochements (22 %) pour des ouvrages en techniques mixtes (figure 2c). On trouve également beaucoup de peignes (11 %), de tressages (8 %) et de caissons végétalisés (5 %). La distribution géographique des ouvrages recensés n'est ni exhaustive ni homogène : ce projet nous a permis de cibler les régions Occitanie, Bretagne, Normandie et Grand Est en plus de Rhône-Alpes où est située l'équipe qui travaille sur cette base de données (carte figure 2a). Le choix des régions s'est fait en fonction de la bibliographie disponible, des opportunités et aussi en renforçant les enquêtes dans les zones où peu

1. <https://genibiodiv.inrae.fr/base-de-donnees-des-ouvrages>

Tableau 1 – Proportion de données disponibles pour quelques variables.

Variable	Longueur de l'ouvrage	Position par rapport au cours d'eau ou à l'étendue d'eau (rive gauche, droite, rivage)	Position par rapport au méandre	Exposition de l'ouvrage	Ombre sur l'ouvrage	Pente de la berge
Taux de remplissage	75,4 %	61,6 %	47,6 %	41,4 %	26,5 %	22,2 %

Figure 2 – a) Carte des 772 ouvrages ; b) Table des codes des techniques ; c) Proportion et nombre d'ouvrages dans la base selon la technique employée en pied de berge.

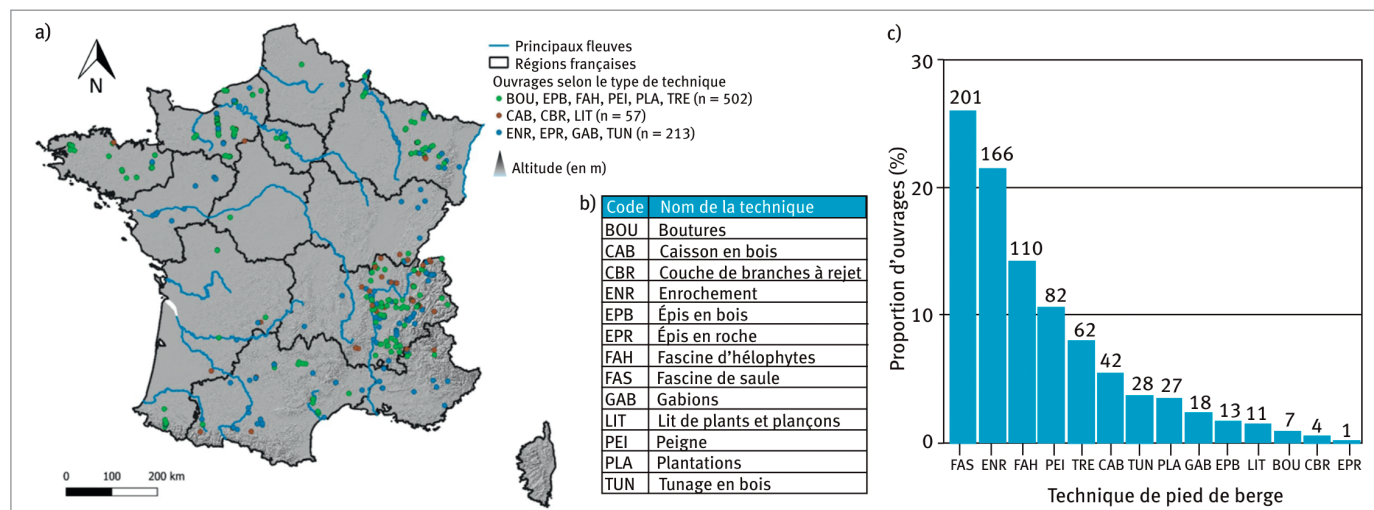
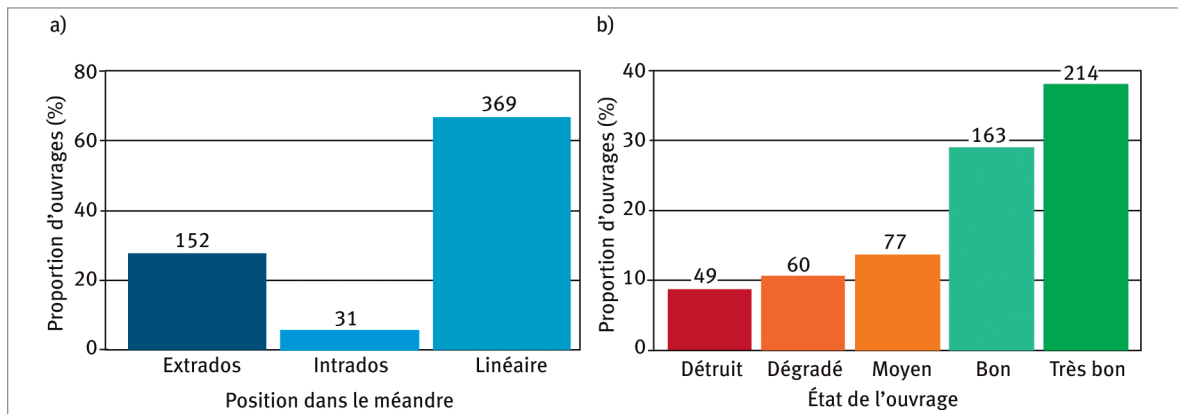


Figure 3 – a) Proportion et nombre d'ouvrages selon la position dans le méandre et b) l'état de l'ouvrage.



d'information était recensée jusque-là. La figure 3 présente la répartition des ouvrages de génie végétal selon leur position dans le méandre (567 données disponibles) et selon l'état de l'ouvrage (574 données disponibles) (voir encadré 1 pour la définition de l'état de l'ouvrage). Les ouvrages dans les tronçons linéaires (67 %, figure 3a) ainsi que ceux en très bon état (38 %, figure 3c) sont les plus représentés dans la base de données. Le faible nombre d'ouvrages en intrados² était attendu du fait de contrainte plus faible : un cours d'eau érode préférentiellement en extrados² et peut tendre à sédimenter en intrados. Le grand nombre d'ouvrages dans les tronçons linéaires pourrait être mis en lien avec le fait que les tronçons rectifiés sont souvent linéaires et abritent potentiellement des enjeux à protéger.

Les ouvrages détruits représentent eux 9 % des ouvrages recensés. Il est parfois difficile de recenser les ouvrages détruits : absence de trace sur le terrain, de document signalant leur existence, hésitation des gestionnaires à les montrer lors de visite sur le terrain. On peut tout de même en conclure que les ouvrages de génie végétal sont majoritairement en bon état en France. Les techniques utilisées semblent souvent bien maîtrisées par les personnes les appliquant, avec une connaissance empirique adaptée aux enjeux érosifs des cours d'eau et au territoire.

D'autres variables caractéristiques du tronçon de cours d'eau au droit de l'ouvrage sont intéressantes, comme

par exemple la pente et la largeur du cours d'eau. Des tests statistiques de comparaison des médianes indiquent que les caissons végétalisés, les lits de plants et plançons et les couches de branches à rejet sont plutôt situés sur des cours d'eau avec une pente forte, tandis que les enrochements, gabions, épis en roche et tunage en bois sont plutôt présents sur les cours d'eau larges. Les fascines, peignes, tressages, épis en bois, boutures et plantations sont quant à eux plutôt utilisés sur les cours d'eau de faible pente et de faible largeur.

Des analyses réalisées en 2020 sur 282 ouvrages ont montré que l'aspect temporel, et plus spécifiquement l'âge de l'ouvrage, est le facteur qui se démarque des analyses comme ayant le plus d'impact sur l'état d'un ouvrage de génie végétal. D'après le modèle réalisé, un ouvrage jeune en bon état a plus de chance de rester en bon état en vieillissant qu'un ouvrage jeune déjà catégorisé en état « moyen ». Les ouvrages récents ayant déjà subi des altérations et qualifiés de « moyen » seraient plus enclins quant à eux à passer à un état « dégradé ». En effet, les ouvrages de génie végétal se fortifient avec le temps sous réserve du bon développement de la végétation. La résistance d'un ouvrage les premières années après sa mise en place repose souvent essentiellement ou en partie sur des éléments de structure temporaires comme les géotextiles biodégradables, les rondins, les ramilles anti-affouillement ou les fascines mortes. Si cette structure temporaire se dégrade, la végétation

2. Intrados
(à l'intérieur
de la courbe)
par opposition
à extrados
(à l'extérieur
de la courbe).

Encadré 1 – Création d'un indice d'état de l'ouvrage.

Une variable quantitative à cinq niveaux a été créée afin de décrire l'état d'un ouvrage : détruit, dégradé, moyen, bon, très bon. L'évaluation porte sur trois aspects : la structure de l'ouvrage dans son ensemble, le développement de la végétation attendue et l'efficacité de l'ouvrage par rapport aux objectifs de sa réalisation. La végétation attendue correspond à la végétation plantée ou semée lors de la réalisation de l'ouvrage (il est donc important de prendre en compte l'âge de l'ouvrage pour estimer son état) et dont on attend un développement (ce qui exclut par exemple les pieux morts ou les ramilles anti-affouillement). Cette note est attribuée à l'aide des descriptions dans les rapports ou de visite directement sur le terrain.

Photos présentant les états d'un ouvrage tel qu'évalués sur le terrain par les opérateurs.

	Très bon	Bon	Moyen	Dégradé	Détruit
Structure	Moins de 10 % est abîmée.	Entre 10 et 25 % est abîmée.	Entre 25 et 50 % est abîmée.	Plus de 50 % est abîmée.	Traces seulement.
Végétation attendue	Plus de 75 % est développée.	Entre 50 et 75 % est développée.	Entre 25 et 50 % est développée.	Moins de 25 % est développée.	Absence de la végétation attendue.
Objectif	Rempli.	Principalement rempli.	Plutôt rempli.	À peine rempli.	Non rempli.

n'aura souvent pas l'occasion de se développer et ne pourra donc pas venir prendre le relais afin de stabiliser la berge. Ce résultat montre une nouvelle fois l'importance du suivi des ouvrages en génie végétal dans les premières années après leur mise en place. Les autres variables étudiées dans le modèle étaient : la position dans le méandre, la largeur du cours d'eau, la pente du cours d'eau, l'exposition et l'ombre de la berge, mais le modèle réalisé n'a pas permis de conclure quant à leur influence sur l'état d'un ouvrage.

Conclusion

À partir de la base de données GeniVeg, le présent article donne une première image générale des ouvrages de génie végétal pour la protection des berges de cours d'eau développés en France. Cette base de données recense un grand nombre d'ouvrages en génie végétal pour la protection de berges en France. Sur le plan spatial, la prospection doit maintenant être dirigée vers les régions actuellement sous-représentées ainsi que vers une amélioration du taux de remplissage des données pour les ouvrages connus.

L'enrichissement de cette base de données est essentiel pour avoir une vision plus complète du génie végétal pour la protection des berges de cours d'eau à l'échelle française. Il serait en effet intéressant d'évaluer les contraintes mécaniques auxquelles les ouvrages ont pu résister sur la base d'un très large échantillon pour aller au-delà des valeurs présentées dans Leblois *et al.* (2016). De même, le recueil d'expérience des pathologies et échecs observés sur un grand nombre d'ouvrages devrait permettre de mieux définir et classer les défaillances qui peuvent survenir. L'objectif serait ainsi de proposer des recommandations de conception à même d'éviter un certain nombre d'échecs qui auront pu être observés.

Des contacts sont actuellement pris avec d'autres partenaires européens pour le développement de cette base de données. Elle est en effet unique à l'échelle internationale et représente un outil de retour d'expérience intéressant pour le développement et l'adaptation de ces solutions fondées sur la nature aux prochains défis auxquels nous devons faire face, comme le changement climatique.

Remerciements

Nous tenons à remercier l'ensemble des personnes qui ont pris le temps de nous répondre, de nous recevoir et de nous transmettre des données sur les ouvrages en génie végétal ainsi que Abigail Killick et Camille Guillelot qui ont réalisé leurs stages autour de cette base de données.

Pour en savoir plus

Site internet Genibiodiv :

<https://genibiodiv.inrae.fr/>

RÉFÉRENCES

- Adam P., Debais N., Gerber F., Lachat B., 2008. Le génie végétal, Un manuel technique au service de l'aménagement et de la restauration des milieux aquatiques, Paris, Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. La Documentation française, 290 p.
- Dorget C., 2020. État des lieux du génie végétal sur les berges de cours d'eau, rapport de Master 2, Université de Lorraine, AgroParisTech, INRAE, Grenoble.
- Frossard P.-A., Evette A., 2009. Le génie végétal pour la lutte contre l'érosion en rivière : une tradition millénaire en constante évolution. Ingénieries Eau-Agriculture-Territoires, numéro spécial Écologie de la restauration et ingénierie écologique, 99-109, <https://revue-set.fr/article/view/6322>.
- Leblois S., Evette A., Recking A., Favier G., 2016. Amélioration des méthodes de dimensionnement des ouvrages de génie végétal en berges de cours d'eau par une approche empirique. Sciences Eaux & Territoires, article hors-série, 7 p., <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2016.HS.05>.