



Restauration morphologique de cours d'eau temporaires en forêt domaniale de Chaux (39)

► Type de MNRE

- N4 – Reméandrage
- N6 – Restauration et reconnexion de cours d'eau saisonniers
- F7 – Conduite « sensible à l'eau »
- F8 – Conception appropriée des routes et traversées de cours d'eau
- F10 – Gros débris ligneux

► Objectifs des MNRE

- Restaurer les flux hydriques
- Améliorer les habitats aquatiques

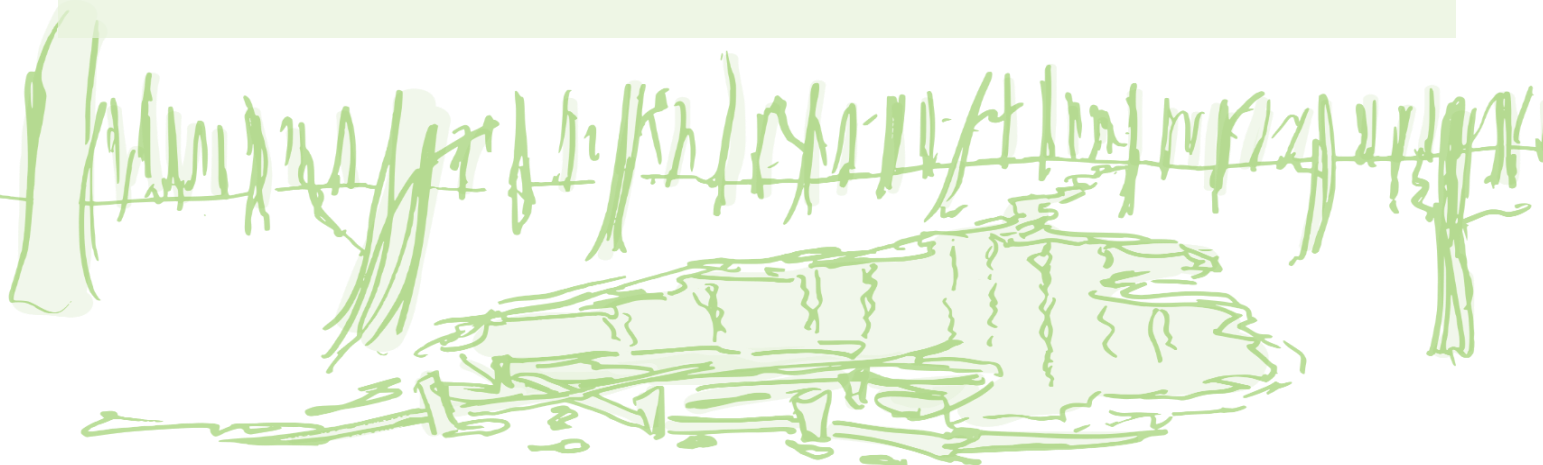
► Résumé

La forêt domaniale de Chaux est parcourue par un nombre important de petits ruisseaux qui constituent les têtes de bassin versant de la Clauge. A l'origine sinueux et de faible dimension, ils ont fait l'objet de recalibrages au siècle dernier. En conséquence, leur caractère temporaire a été accentué, et la durée de l'assèchement de la nappe superficielle après les précipitations a été étendue. Afin d'augmenter le temps de résidence de l'eau dans le réseau hydrographique et la nappe superficielle l'accompagnant, un programme de restauration hydromorphologique a été élaboré. S'appuyant sur les résultats d'un projet pilote réalisé en 2008, 45 km de cours d'eau ont été reméandrés. Pour cela, les drains et fossés ont été obstrués, le lit des cours d'eau rectifiés a été soit comblé soit bouché ponctuellement pour réactiver l'ancien lit, tandis que des ajouts d'embâcles et des recharges sédimentaires ont été effectuées pour rehausser les chenaux encore méandriformes mais incisés. Parallèlement, une partie des nombreux fossés a été obstruée. En complément, afin de réduire les franchissements et l'impact de la circulation des engins forestiers sur les milieux aquatiques et humides, la desserte a été réorganisée et des ouvrages hydrauliques ont été aménagés dans les bassins versants restaurés.

► Bilan des MNRE

Les MNRE ont eu un effet bénéfique sur le fonctionnement hydrologique des cours d'eau restaurés, avec une augmentation d'une quinzaine de jours du temps de présence d'eau dans le chevelu de la Clauge au printemps et à l'automne. En réponse, le temps de présence de la nappe superficielle est augmenté d'environ 1 mois au deux saisons, soit 2 mois sur l'ensemble de l'année hydrologique.

Les travaux ont en outre permis l'amélioration des habitats humides temporaires, s'accompagnant du retour de certains insectes aquatiques et de l'augmentation de la reproduction des batraciens. Les effets sur le peuplement forestier n'ont pas encore pu être mis en évidence, du fait du temps de réaction long.



Historique et contexte

▪ L'opération

Date Été 2015 / 2019

Maitre d'ouvrage et maitre d'œuvre :
ONF Agence Territoriale du Jura

Opérateur technique :
Bongarzone SAS, Famy SAS

Concepteurs des aménagements et ATDO :
Université de Franche-Comté et BE Teleos

Surface :
2700 ha

Masse d'eau :
FRDR621 - Clauge

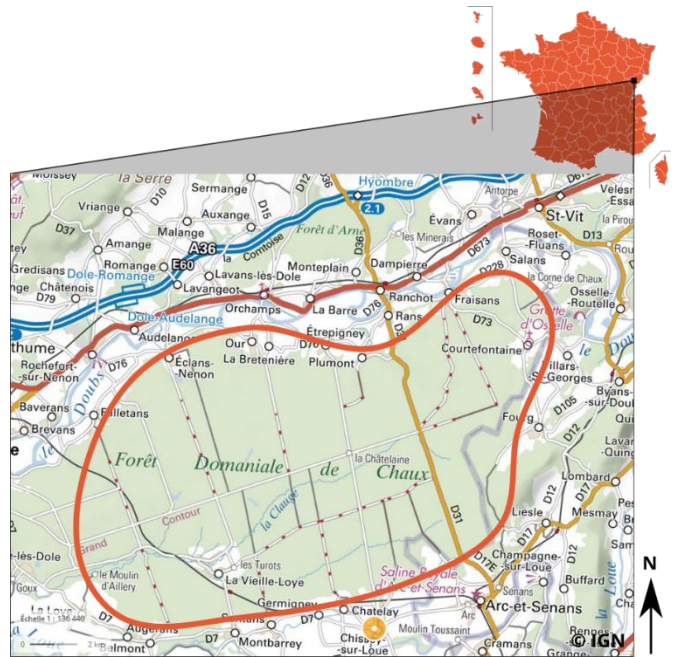
▪ La localisation

Bassin Rhône Méditerranée Corse

Région Bourgogne-Franche-Comté

Département Jura

Communes Chissey-sur-Loue, Chatelay, Etrepigny,
Germigney, Plumont.



► Contexte

La Clauge prend sa source dans la forêt de Chaux, avant de se jeter 35 kilomètres plus tard en rive gauche du Doubs. La forêt est parcourue par un nombre important de petits ruisseaux temporaires (plus de 400 km de linéaire) qui constituent les têtes de bassin versant de la Clauge.

Ces cours d'eau ont presque tous fait l'objet de recalibrage et de rectification dès les années 1920 avec un maximum dans les années 1960 pour favoriser les activités sylvicoles. Ces aménagements ont fortement réduit la capacité du massif de Chaux et des cours d'eau qui le drainent à retenir l'eau suite aux pluies.

Afin de restaurer le fonctionnement hydrologique du massif de Chaux et les habitats aquatiques temporaires associés, un projet de restauration des affluents temporaires de la Clauge a vu le jour. En 2008, quatre affluents ont fait l'objet d'une restauration hydromorphologique dans le cadre du Programme LIFE-Nature Ruisseaux, pour un linéaire de 5 kilomètres. Des suivis hydrobiologiques et piézométriques menés par l'université de Franche-Comté ont démontré l'efficacité de la restauration hydromorphologique pour augmenter le stockage de

l'eau dans le sol et la durée de présence d'eau dans les ruisseaux.

► Description du milieu et des pressions

Une grande partie des cours d'eau ont subi un recalibrage et une rectification (Figure 1). Les portions naturellement droites de cours d'eau sont surcreusées ou élargies, parfois les deux.



Figure 1 – État initial (chenal) © UNIVERSITE FRANCHE COMTE - FDEGIORGI

La réactivité hydrologique du bassin versant est donc augmentée, les crues étant rapidement transmises vers l'aval. Les cours d'eau ne restent en eau que quelques jours suite aux événements pluvieux

importants, et s'assèchent rapidement. La nappe temporaire qui apparaît lors de ces écoulements s'assèche elle aussi rapidement. Il en résulte un stress hydrique accentué pour la végétation arborée, susceptible de favoriser des dépérissements.

En outre, un réseau de drains et de fossés dans le massif de Chaux accélère l'évacuation de l'eau vers l'aval.

► Objectifs du porteur de projet

Les travaux visaient d'une part à restaurer le fonctionnement hydrologique de l'amont du bassin de la Clauge, ainsi qu'à améliorer la qualité des habitats humides temporaires.

► Cadre réglementaire

Le site comprend une réserve biologique intégrale gérée par l'ONF. Il se situe en zone Natura 2000, et appartient à la fois à une zone de protection spéciale (ZPS) et une zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO). Une autorisation environnementale précédée d'une évaluation des incidences a donc été nécessaire pour réaliser les travaux. Ceux-ci ont démarré après le 1^{er} juillet pour éviter le dérangement de la faune (avifaune notamment).

Les travaux réalisés sur les cours d'eau relevant de la nomenclature des installations, ouvrages, travaux et aménagements (IOTA), une autorisation au titre de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques précédée d'une enquête publique a été nécessaire.

► Facteurs déclencheurs du projet et acteurs associés à sa conception

Le projet se place dans la continuité du programme LIFE-Nature Ruisseaux (2008), mené en Bourgogne-Franche-Comté et piloté par le parc naturel régional du Morvan. La poursuite de la restauration des têtes de bassin de la Clauge apparaissait comme un prérequis à des travaux de restauration du lit de la Clauge.

Le constat de dépérissements forestiers liés au stress hydrique a favorisé l'émergence du projet, celui-ci étant accentué par l'altération hydromorphologique des cours d'eau temporaires du massif.

Les bons résultats du programme LIFE et la participation financière de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse ont été des arguments supplémentaires dans la volonté de mise en place de ce projet.

Description de la mesure

La restauration a été divisée en 3 tranches pour des raisons techniques et financières (Figure 2). Les tranches ont été organisées de manière à ce que la restauration des cours d'eau intervienne après les travaux de coupe forestière, afin d'éviter des franchissements de cours d'eau tout juste restaurés.

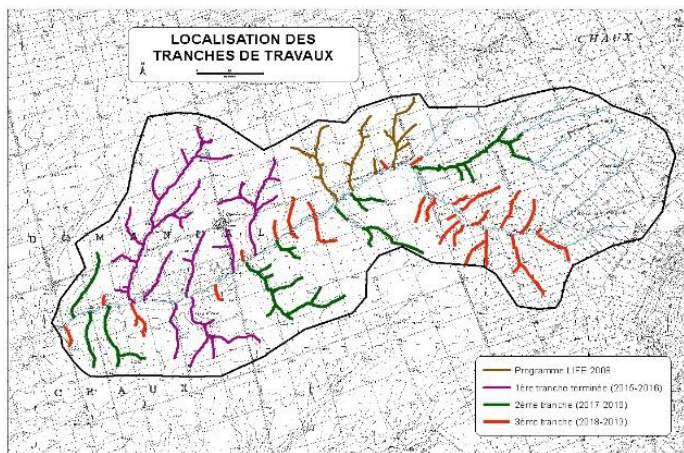


Figure 2 – Localisation des tranches de travaux, © ONF

Le projet visait le rebouchage total des drains creusés, en laissant ensuite les ruisseaux façonner leur nouveau lit. Toutefois, suite à leur tassement ou leur étalement, les matériaux de curage étaient insuffisants pour combler tout le linéaire de drains. Des travaux complémentaires ont donc été nécessaires. Au total, environ 30 à 35 ouvrages au kilomètre utilisant ces différentes techniques ont été nécessaires.

▪ Rebouchage d'une partie des fossés

Le rebouchage des fossés de drainage a été réalisé à l'aide des matériaux locaux issus des merlons de curage, par nivellement à la pelle mécanique.

▪ Reméandrage par construction de bouchons et contre-bouchons

Là où le lit méandriforme original était encore présent, le cours rectifié a été bouché à plusieurs endroits pour dévier le courant vers le lit d'origine (Figure 3). Les bouchons ont été localisés là où le lit rectifié croisait le

lit originel. Ils étaient constitués d'une palissade en bois maintenue par des piquets en bois, recouverte d'un feutre anti contaminant (type bidim©) afin d'assurer l'étanchéité de l'ouvrage. Ils ont été ancrés d'environ 50 cm dans chaque berge et recouverts par des matériaux argileux et des galets.

Des contre-bouchons ont aussi été installés à l'aval afin de protéger le bouchon, de permettre le retour du débit dans l'ancien méandre, et de créer des ruptures de charge hydraulique.

Les matériaux ont été pris localement dans des fouilles réalisées dans les talus du vallon, de part et d'autre du ruisseau. La fouille a été comblée et le terrain remis en état afin de conserver un profil avec un aspect « naturel » en continuité avec la pente locale.

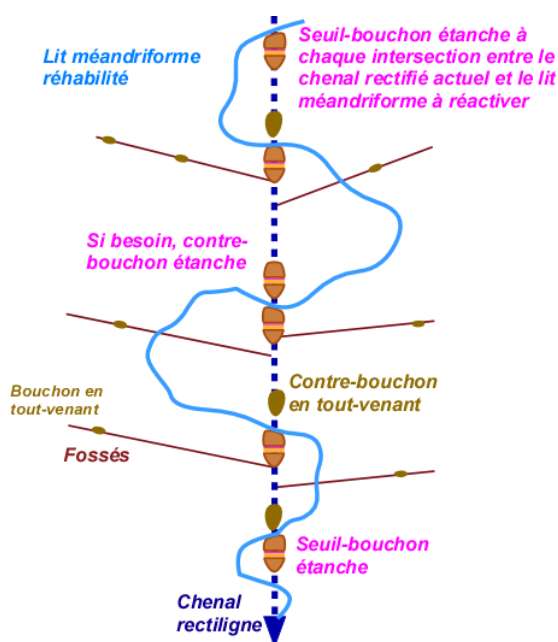


Figure 3 – Schéma d'emplacement des bouchons et contre-bouchons © DEGIORGI et al. 2007-2010

Le nombre de bouchons et contre-bouchon a été adapté selon la pente du cours d'eau restauré.

▪ **Fixation d'embâcles ligneux recouverts de matériaux argileux**

Sur les portions incisées, des embâcles (Figure 4) ont été ajoutés. Ancrés dans le ruisseau, ils rehaussent la ligne d'eau à l'amont de l'ouvrage, sans gêner la circulation des sédiments et de la faune aquatique pour laquelle ils ménagent en outre des abris. Ils étaient constitués d'un entrelacs de houppiers, de branchages de différentes tailles et d'un petit seuil en bois pris sur place et situé en dessous du terrain

naturel, le tout maintenu par des piquets de bois qui forment un peigne. Un rechargement en matériaux locaux a été effectué derrière et sur l'embâcle, afin de d'allonger la durée de vie de l'embâcle.



Figure 4 Lutte contre érosion par reconstitution d'embâcles © ONF - F SASSARD

Les matériaux de rechargement ont été prélevés localement dans des fouilles creusées dans les talus du bassin versant.

▪ **Recharges sédimentaires**

Là où le lit du ruisseau était encore méandrique mais enfoncé (à cause de curages anciens, ou de l'érosion induite par les rectifications aval), le fond du cours d'eau a été rehaussé afin de réduire la largeur de la lame d'eau, ralentir les écoulements et permettre un rechargement en matériaux, par leur déplacement. Pour cela, des recharges en galets argileux ont été réalisées sous forme de bancs de dépôts alternés au droit et à l'aval immédiat des méandres (Figure 5).

Les matériaux constitués d'un mélange graveleux et argileux ont été prélevés dans les talus sous la couche de limons. Ils ont ensuite été déposés dans le lit du ruisseau, compactés en bancs rustiques alternés de façon à ce que leur crête soit à 10 cm en dessous du niveau des berges.

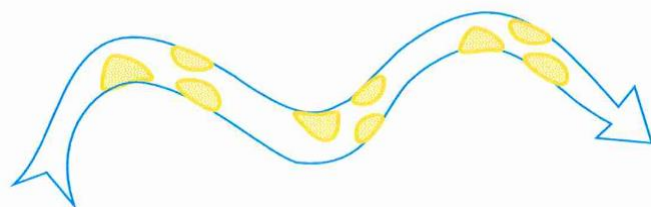


Figure 5 – Schéma d'emplacement des recharges en sédiments, © Université FC, DEGIORGI

▪ **Aménagement de desserte forestière**

Afin de permettre la poursuite de l'exploitation sylvicole tout en minimisant son impact sur les milieux

restaurés, des aménagements complémentaires ont été réalisés pour protéger les cours d'eau.



Figure 6 – Ponceau de franchissement, © ONF – Frédéric Sassard

Des pistes forestières incluant des places de retournement ont été retracées de façon à réduire le nombre de franchissements.

Parallèlement, l'implantation de busages de fort diamètre ou la pose de ponceaux en béton préfabriqués a permis de réduire l'impact des franchissements résiduels.

Les buses utilisées, de large diamètre (1000 mm), étaient enterrées d'environ 30 centimètres pour garantir la continuité entre le fond des lits amont et aval. Les ponceaux en béton préfabriqués ont été posés sans ajout de ciment sur site et sans

modification du lit du cours d'eau, seules les berges étant aménagées pour y poser les culées (Figure 6).

► Choix de la MNRE

La forte réactivité hydrologique de la Clauge amont étant liée aux aménagements réalisés sur le chevelu amont, une restauration hydromorphologique de ces cours d'eau temporaires devait permettre d'améliorer la rétention d'eau dans le massif. De plus, ces travaux avaient déjà fait leur preuve lors d'un projet antérieur.

Les cours d'eau disposaient d'une énergie suffisante pour retrouver leur lit naturel suite au comblement du lit rectifié. L'utilisation de bouchons permettait en outre l'apparition de poches d'eau temporaires lors des hautes eaux, très favorables à la faune des milieux humides forestiers.

La mise en place d'une conduite sensible à l'eau et d'ouvrages de franchissement adaptés devait permettre l'exploitation forestière sans impact sur le réseau hydrographique.

► Financement

| Intitulé | Dépense | Recette |
|----------------------------|------------------|------------------|
| Tranche 1 (15km) | 263 500 € | |
| Tranche 2 (15km) | 198 000 € | |
| Tranche 3 (10km) | 120 000 € | |
| Subvention Agence de l'eau | | 465 200 € |
| Autofinancement ONF | | 116 300 € |
| Total | 581 500 € | 581 500 € |

Bilan de l'action

► Freins et leviers

La principale contrainte a été la réalisation de l'enquête publique qui représentait un coût et une durée importants.

La nécessité de réduire le risque de dépérissement de chênes, ainsi que l'existence d'un retour d'expérience positif sur le même massif, ont favorisé la tenue du projet.

► Suivi

Un protocole de suivi a été mis en place en 2017 en partenariat avec l'Université de Franche-Comté.

▪ Suivi hydromorphologique

Le linéaire des cours d'eau restaurés a été mesuré au topofil pour les premiers ruisseaux, puis cartographiquement à partir de données LIDAR.

▪ Suivi écologiques

Un suivi entomologique a été réalisé avant et après les travaux, puis poursuivi durant 3 ans, dans un site témoin non restauré, dans la Clauge et dans 4 ruisseaux restaurés. L'analyse quantitative et qualitative du benthos est complétée par des prélèvements mensuels d'imagos (chasse en mai des adultes d'insectes à larve aquatiques).

Ce dispositif permet de mieux cerner l'évolution de la biodiversité des ruisseaux temporaires, en relation avec la durée de leur hyporhéa.

▪ Suivi piézométrique

Une soixantaine de piézomètres ont été installés dans les vallons de 6 ruisseaux restaurés et 2 ruisseaux non restaurés, avec une mesure du niveau de la nappe toutes les 12 heures.

▪ Suivi dendrométrique

Au niveau des piézomètres sont placés des placettes de suivi de végétation par l'ONF (hauteur, diamètre, état sanitaire, dominance) sur des parcelles témoins de 1000m². L'évolution du peuplement sera suivie sur le long terme.

▶ Effets des travaux sur le milieu, les habitats et les espèces

▪ Observations visuelles

Le temps de présence d'eau dans les cours d'eau est augmenté de 2 à 3 semaines au printemps et à l'automne. A l'année, cela représente un gain de mise en eau de plus d'un mois.

Les espaces entre bouchon et contre bouchon créent des mares forestières temporaires qui se sont avérées très intéressantes pour les amphibiens comme pour les macroinvertébrés aquatiques, en favorisant aussi l'accumulation de bois morts, de feuilles et de litière.

▪ Linéaire de cours d'eau

En fonction des contextes, le linéaire total de cours d'eau est multiplié par 2 à 3 sur les cours d'eau restaurés.

▪ Suivi piézométrique

En conséquence d'une plus longue mise en eau des cours d'eau temporaires, le suivi piézométrique révèle une augmentation du temps de présence d'une nappe

superficielle, pouvant atteindre jusqu'à 2 mois supplémentaires sur l'ensemble de l'année.

▪ Suivi écologique

Les suivis montrent une amélioration de l'habitat pour l'entomofaune, dont la richesse spécifique est multipliée par 2 en ce qui concerne les éphémères, les perlidés et les trichoptères. La fréquence et l'abondance de ces espèces de macroinvertébrés aquatiques exigeants et typiques de ces milieux humides temporaires forestiers sont nettement accrues.

Les suivis révèlent aussi une meilleure attractivité des sites de pontes pour les batraciens (reproduction multipliée par 10) ainsi qu'une augmentation des chances de survie des larves âgées puis des jeunes adultes, en particulier pour la Grenouille Rousse et la Salamandre tachetée.

▪ Suivi dendrométrique

Aucun résultat n'est à ce jour disponible sur le dispositif forestier car la réaction d'un peuplement forestier est longue.

▶ Gestion et entretien

Aucune mesure d'entretien des aménagements n'est nécessaire. La gestion intégrée a été améliorée par la proscription de l'enlèvement des embâcles et par la réduction du nombre et de la fréquence du franchissement des ruisseaux lors des débardages.

▶ Bilan du projet

Pour l'ONF, la réponse du milieu est satisfaisante (Figure 7 et Figure 8). Les cours d'eau restaurés ont retrouvé leur fonctionnement naturel, ainsi qu'une richesse spécifique plus importante.



Figure 7 – Embâcle en eau après travaux © ONF - F.SASSARD



Figure 8 – Situation après travaux © ONF - F SASSARD

Le point fort du projet a été la synergie entre l'ONF, les entreprises réalisant les travaux et l'université. Cette dernière a étudié la Clauge dès la fin des années 1960 et s'est intéressée aux sols et aux peuplements forestiers du massif de Chaux, particulièrement diversifiés et originaux, dès les années 1980.

La réduction de l'érosion et la restauration des zones humides associées aux ruisseaux améliore le stockage de la matière organique et contribue à la lutte contre le changement climatique.

► Valorisation

Le projet de restauration a été valorisé à différents niveaux, au cours de colloques, d'évènements publics (ex : Journée mondiale des zones humides), de visites techniques et d'articles dans des journaux locaux ainsi que dans des revues techniques nationales et internationales. Les travaux réalisés en 2008 font en outre l'objet d'un retour d'expérience du centre de ressources Génie écologique de l'AFB.

► Perspectives

Il est prévu de continuer la restauration sur les petits affluents restant et le lit principal de la Clauge dans le cadre d'une nouvelle convention entre l'agence de l'eau, l'université et la région.

L'université de Franche-Comté, partenaire de l'ONF, va publier au début de l'année 2020 un rapport sur les derniers résultats du suivi entomologique, ainsi que plusieurs articles scientifiques.

Identification des impacts biophysiques de la mesure, de leur contribution aux objectifs politique de l'UE et de l'amélioration des services écosystémiques. (Méthode du projet NWRM).

► Impacts biophysiques de l'action

- Ralentissement et stockage du ruissellement
- Réduction du ruissellement
- Réduction de la pollution
- Conservation des sols
- Création d'habitats
- Atténuation du changement climatique

► Services écosystémiques améliorés

- Approvisionnement
- Régulation et maintenance
- Culturel
- Abiotique

► Objectifs politique UE

- Directive cadre sur l'eau
- Habitats et oiseaux
- Directive inondations
- Stratégie pour la biodiversité 2020

Références

Dernière mise à jour de la fiche : 8 janvier 2020

Retour d'expérience rédigé à partir d'un entretien téléphonique réalisé le 26 août 2019 auprès de l'agence territoriale du Jura de l'Office national des forêts (ONF), et d'un entretien téléphonique complémentaire réalisé auprès de l'Université de Franche-Comté le 30 août 2019.

Pour en savoir plus

Contact : Office national des forêts, Agence territoriale du Jura.

- [Reconstitution des écoulements de surface de deux affluents temporaires de la Clauge amont](#), Agence française pour la biodiversité, 2010, [document]
- [Dossier de demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatique et de Natura 2000](#), Office National des Forêts, 2017, [document]

Retrouvez plus d'informations sur les MNRE dans le guide pratique : <http://nwrm.eu/guide-fr/>

Réalisé par l'Office international de l'eau, avec le soutien financier de l'Office français de la biodiversité



Office
International
de l'Eau



centre de ressources
Cours d'eau



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ