

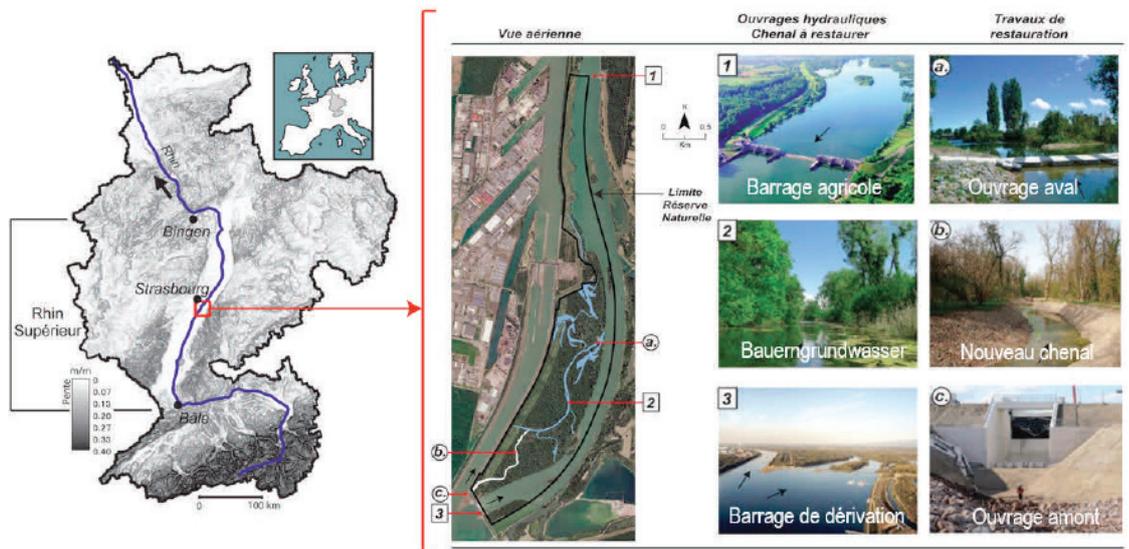
## Restauration fonctionnelle des habitats alluviaux dans la réserve naturelle de l'île du Rohrschollen

Le suivi scientifique de la restauration de l'île du Rohrschollen (projet européen LIFE+) a mobilisé le gestionnaire de la Réserve Naturelle (Ville de Strasbourg) et trois laboratoires de l'Université de Strasbourg : LIVE (coordination générale), LHYGES et ICUBE. Le financement initialement destiné au suivi scientifique a été complété par la Région Grand Est (demi-contrat doctoral régional), l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, EDF, l'Université de Strasbourg (IDEX), le réseau des Zones Ateliers et la ZAEU. Cette dernière a joué un rôle fondamental pour le développement de la démarche interdisciplinaire et le déploiement d'un important dispositif de mesure in situ.

### Contexte

Le Rhin est l'un des fleuves les plus domestiqués d'Europe, notamment dans sa partie méridionale, entre Bâle et Iffezheim (figure 1). Dans ce secteur, les aménagements ont débuté vers le milieu du XIXe siècle et se sont poursuivis jusqu'au XXe siècle.

En moins de 150 ans, le paysage rhénan a radicalement changé. Les chenaux multiples en tresses et anastomoses (figure 2, carte de 1828) ont laissé la place à un chenal unique. La forêt riveraine, qui présentait sur d'importantes surfaces un stade pionnier à bois tendre (Saules, Peupliers noirs), a évolué vers un stade mature à bois dur (Ormes, Chênes, Frênes...). Près de 90 % des milieux rhénans ont été convertis en terres agricoles, en surfaces industrielles ou en zones portuaires. De nos jours, relativement peu de massifs forestiers persistent le long du fleuve. C'est notamment le cas de la Réserve Naturelle de l'île du Rohrschollen, localisée à 8 km au sud-est de la ville de Strasbourg (figure 1) et qui a conservé une biodiversité élevée malgré l'importance des perturbations, notamment hydrologiques. Le chenal principal de l'île, appelé Bauerngrundwasser, ainsi que la forêt, nécessitent d'être restaurés pour pallier le déficit de fonctionnalité alluviale (inondations trop rares et non dynamiques, etc.).



**Figure 1 :** Gauche : bassin versant du Rhin, délimitation du Rhin Supérieur et localisation de l'île du Rohrschollen (carré rouge). Droite : localisation des principaux ouvrages hydrauliques et du Bauerngrundwasser (chiffres) et présentation des travaux de restauration (lettres).

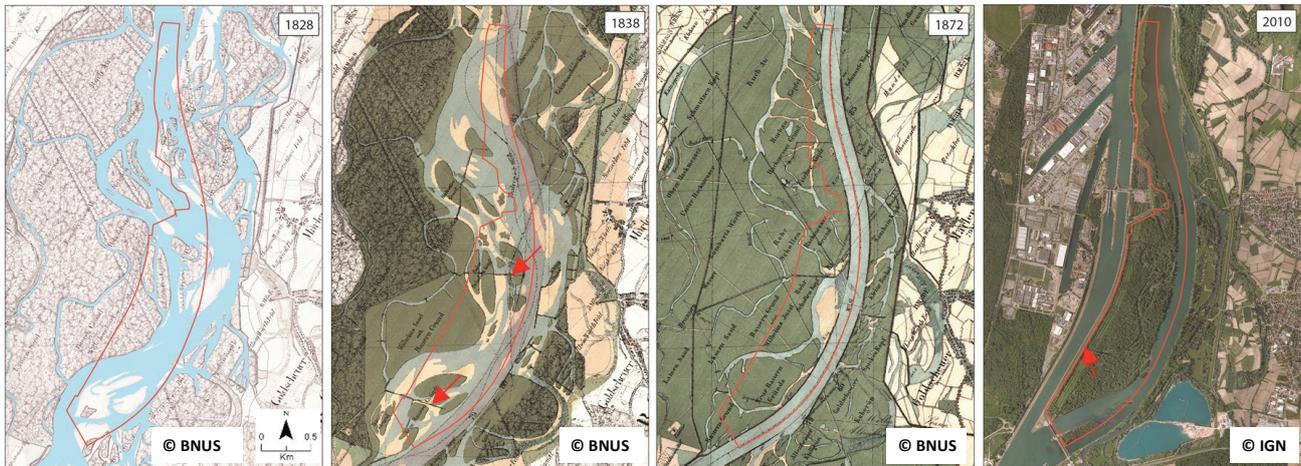


Figure 2 : Évolution du paysage fluvial dans le secteur du Rohrschollen entre 1828 et 2010.

## Conséquences des aménagements sur l'île du Rohrschollen

Identifiables sur la carte de 1828 (figure 2), les premiers aménagements du Rhin avaient pour objectif de protéger localement les villages contre les inondations et les déplacements latéraux du fleuve. Devant leur inefficacité, un projet d'ensemble dit « de correction », conçu par l'ingénieur badois Johann-Gottfried Tulla,

a été mené entre 1842 et 1876. Les objectifs étaient : (1) d'améliorer la navigation, (2) de limiter les inondations, (3) de fixer la frontière et (4) de favoriser l'agriculture. Le lit mineur a été rétréci et stabilisé par des digues submersibles, alors que le lit majeur a été délimité par des digues insubmersibles. Sur le Rohrschollen, des digues transversales ont aussi été construites pour repousser l'écoulement vers l'Est (figure 2, carte de 1838, flèches rouges). À ce premier aménagement ont succédé la régularisation (1930-

1936) pour faciliter la navigation grâce à des champs d'épis alternés, et la canalisation (1928-1977) dont le principal objectif était la production hydro-électrique. Au droit du Rohrschollen, ce dernier aménagement (1970), dit en « feston », a consisté à construire un canal de dérivation du côté français sur lequel furent mises en place une usine hydro-électrique et deux écluses (figure 2, 2010). Ce canal a court-circuité le lit corrigé (nommé « Vieux-Rhin ») et déconnecté la partie amont du Bauerngrundwasser. Entre 1970 et 2013, l'île « artificielle » du Rohrschollen n'était quasiment plus inondée : les anciens chenaux latéraux du fleuve devenaient des bras morts en cours de comblement. L'analyse a révélé que le Bauerngrundwasser correspond à un ancien lit du Rhin sauvage (figure 2), qui s'est contracté après la correction par des dépôts latéraux d'importants volumes de sédiments fins (sables, limons...). Le Bauerngrundwasser présentait des eaux quasistagnantes en raison du remous hydraulique du barrage agricole de Kehl (1984).

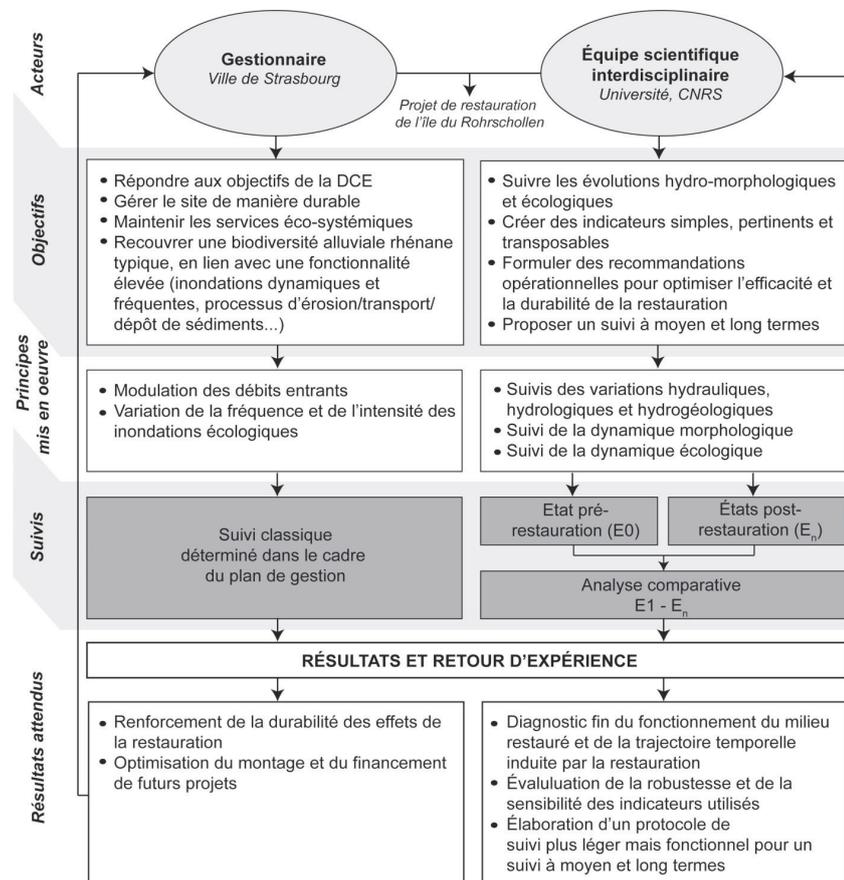


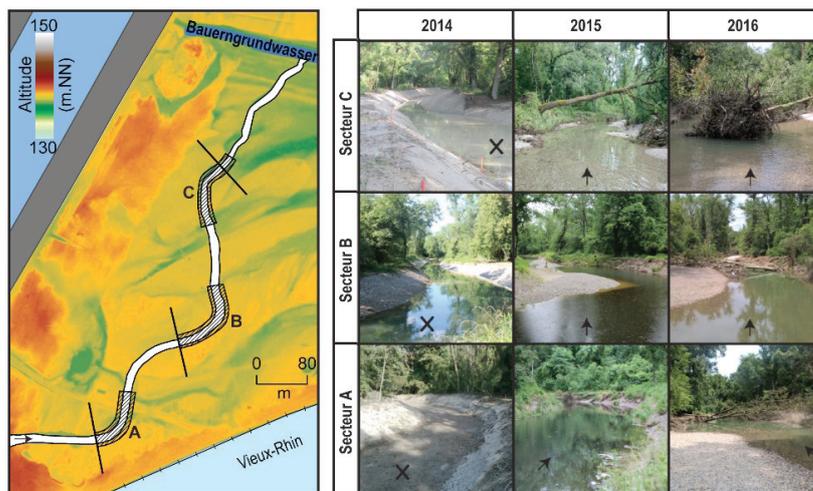
Figure 3 : Structure du suivi scientifique de la restauration au sein du partenariat entre le gestionnaire (Ville de Strasbourg) et les laboratoires (coordination scientifique : LIVE). 1828 et 2010.

## Le projet de restauration

L'île du Rohrschollen a fait l'objet d'un ambitieux projet européen de restauration (LIFE+) mené par la Ville de Strasbourg (2010-2015) pour remédier partiellement aux importantes altérations causées par ces aménagements. L'objectif est de restaurer la dynamique des habitats alluviaux du site, ce qui nécessitait de recouvrer des submersions dynamiques (eaux courantes) et fréquentes calquées sur le régime hydrologique du Rhin (dès que le débit du Rhin excède 1 550 m<sup>3</sup>/s). Trois interventions ont été nécessaires : un ouvrage hydraulique de prise, situé à l'amont de l'île et qui permet d'injecter des débits variables pouvant atteindre 80 m<sup>3</sup>/s (figure 1.C) ; un nouveau chenal (1 km de long) creusé dans le substrat naturel de l'île qui a permis de reconnecter le Rhin canalisé au Bauerngrundwasser (figure 1.B) ; et un ouvrage de restitution construit dans la partie aval de l'île qui a permis d'améliorer la connectivité hydraulique, piscicole et sédimentaire entre le Bauerngrundwasser et le Vieux-Rhin (figure 1.A). Le projet a fait l'objet d'un suivi scientifique, co-financé par la ZAEU, pour évaluer les effets de la restauration. La démarche de partenariat entre la Ville de Strasbourg et les laboratoires est détaillée dans la figure 3. Le suivi a démarré en 2012, soit 1 an avant le début des travaux de restauration, et s'est achevé en 2016. Il a notamment fait l'objet d'un travail de thèse, soutenu en septembre 2018, dont les principaux résultats sont synthétisés ci-dessous.

## Le nouveau chenal : un milieu restauré dynamique

Les premières crues, qui ont eu lieu entre 2014 et 2016, ont permis de suivre les importantes évolutions géomorphologiques du nouveau chenal dont les berges sont essentiellement constituées de sédiments grossiers. Une modélisation topographique 3D a été effectuée pour mettre en évidence les zones d'érosion et de dépôt de sédiments, et estimer les volumes sédimentaires déplacés, en particulier sur les trois tronçons. Les résultats montrent que l'érosion des berges a atteint localement 4m, notamment dans le secteur C où le chenal était initialement relativement étroit (figure 4). Le transport et le dépôt des graviers issus de l'érosion des berges ont induit la formation de nombreux bancs et ont diversifié les faciès d'écoulement (alternance seuils-mouilles...). Ces formes fluviales, régulièrement mises en mouvement lors des crues, constituent de nouveaux habitats alluviaux essentiels pour la biodiversité. Elles stimulent aussi les échanges nappe-rivière, un paramètre-clé du fonctionnement des écosystèmes aquatiques et riverains.



**Figure 4 :** Gauche : modèle numérique de terrain de la partie sud de l'île et localisation de trois tronçons d'étude du nouveau chenal où les évolutions morphologiques ont été particulièrement suivies. Droite : évolution des trois tronçons d'étude montrant la morphologie du chenal avant les premières injections-tests (photos 2014), après les premières injections (photos 2015) et après une submersion écologique d'intensité et de durée élevées (~70 m<sup>3</sup>/s, pendant 5 semaines ; photos 2016).

## Le Bauerngrundwasser : un bilan écologique positif

Le Bauerngrundwasser, où les évolutions géomorphologiques furent limitées par la faiblesse de la pente de la ligne d'eau (remous du barrage agricole), a fait l'objet d'un suivi écologique entre 2012 et 2015. Ce suivi a reposé sur les communautés de plantes aquatiques, une méthode couramment utilisée dans les bras du Rhin. Les résultats ont montré que la qualité écologique du Bauerngrundwasser s'est améliorée significativement avec la restauration (figure 5), en lien avec l'augmentation du débit et des vitesses. Les espèces arborées présentes sur le site sont caractéristiques des peuplements alluviaux à bois durs (Frênes, Ormes Aulnes, Peupliers blancs...) et n'ont pas évolué au cours de la période. Un suivi sur le long terme est donc nécessaire pour évaluer l'impact de la restauration sur ces peuplements.

## Limites et potentialités de la restauration

Le volume de sédiments fins (sables, limons, argiles) déposé sur l'île du Rohrschollen à partir du début des travaux de correction s'élève à environ 1 200 000 m<sup>3</sup>, les dépôts étant particulièrement importants de part et d'autre du Bauerngrundwasser. Cette granulométrie fine, peu abondante avant les aménagements, présente relativement peu d'intérêt pour les espèces biologiques aquatiques et riveraines rhénanes. De plus, des analyses de la qualité de ces sédiments ont révélé une pollution historique au Zinc. Le fait que les évolutions géomorphologiques latérales du Bauerngrundwasser soient faibles est donc positif pour le milieu. Dans des milieux comme l'île du Rohrschollen, il est recomman-

dé de créer de nouveaux chenaux dans les secteurs de la plaine présentant des sédiments grossiers, plutôt que de restaurer d'anciens chenaux fortement colmatés après la correction. C'est précisément ce qu'a fait la gestionnaire du Rohrschollen.

## Synthèse

Le suivi scientifique a permis de tirer de nombreux enseignements sur la restauration des habitats alluviaux de l'île du Rohrschollen, et de façon plus générale sur la restauration de la bande rhénane. À l'issue de cinq années de suivi (2012-2016), les résultats conduisent à un même constat : la restauration a permis d'améliorer le fonctionnement écologique de l'île, notamment grâce à une morphodynamique active du nouveau chenal. L'érosion latérale des berges de ce dernier fournit essentiellement des sédiments grossiers dont le transport sur de courtes distances et le dépôt a nettement contribué à créer de nouveaux habitats alluviaux essentiels aux biocénoses. L'absence d'érosion des berges du Bauerngrundwasser est positive car le risque de remobilisation de sédiments fins pollués est limité.

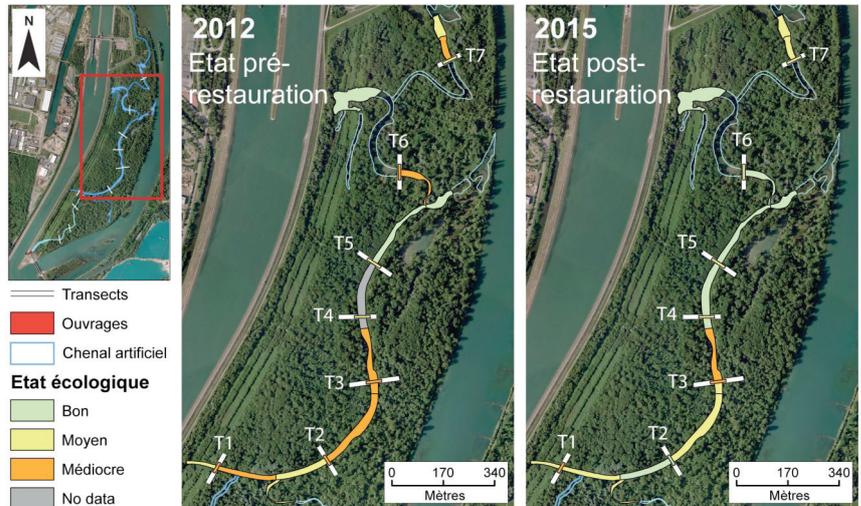


Figure 5 : Évolution de l'état écologique du Bauerngrundwasser entre 2012 et 2015 à partir du suivi des communautés de macrophytes aquatiques. Visualisation des résultats par tronçons et par transects.

L'amélioration de la qualité écologique de ce chenal s'explique par le retour d'eaux courantes. Dans le futur, il est essentiel de poursuivre les submersions écologiques de l'île du Rohrschollen autant que possible pour entretenir ce fonctionnement sur le moyen/long terme qui est favorable à la biodiversité de la réserve naturelle.



Conception graphique : Zone Atelier Environnementale Urbaine, Faculté de Géographie et d'Aménagement, 3 rue de l'Argonne, 67 000 Strasbourg, <https://zaeu-strasbourg.eu/>, Adrien Opeicle, JY's. Crédits photographiques première page : @AMirdass

### Pour aller plus loin

- Eschbach D. (2017) Trajectoire temporelle et monitoring hydro-morphologique d'une anastomose rhénane restaurée : le Bauerngrundwasser dans l'île du Rohrschollen (Strasbourg, France), *Thèse de doctorat*, Université de Strasbourg, LIVE UMR 7362 - CNRS, 233 p.
- Eschbach D., Piasny G., Schmitt L., Pfister L., Grussenmeyer P., Koehl M., Skupinski G., Serradj A. (2017) Thermal-infrared remote sensing of surface water-groundwater exchanges in a restored anastomosing channel (Upper Rhine River, France), *Hydrological processes*, 31(5) : 1113-1124.
- Eschbach D., Schmitt L., Imfeld G., May J.-H., Payraudeau P., Preusser F., Trauerstein M., Skupinski G. (2018) Long-term temporal trajectories to enhance restoration efficiency and sustainability on large rivers: an interdisciplinary study, *Hydrology and Earth System Sciences*, 22 : 1-21.
- Jeannot B., Weill S., Eschbach D., Schmitt L., Delay F. (2018) A low-dimensional integrated subsurface hydrological model coupled with 2-D overland flow: Application to a restored fluvial hydrosystem (Upper Rhine River - France), *Journal of Hydrology*, 563 : 495-509.
- Preusser F., May J.H., Eschbach D., Trauerstein M., Schmitt L. (2016) Infrared stimulated luminescence dating of 19th century fluvial deposits from the Upper Rhine River, *Geochronometria*, 43 : 131-142.

### Auteur(s) et contact(s)

- David Eschbach, Post-doctorant, Laboratoire Image Ville Environnement (eschbach.pro@gmail.com).  
Laurent Schmitt, Pr. Université de Strasbourg, Laboratoire Image Ville Environnement (laurent.schmitt@unistra.fr).  
Frédéric Lonchamp, Responsable du département espaces naturels de la Ville de Strasbourg.

### Accès aux données

- Les données relatives au suivi scientifique sont disponibles au LIVE (UMR 7362-CNRS-Unistra).  
Les demandes doivent être adressées à : live-contact-donnees@live-cnrs.unistra.fr