

## Fiche projet 2021-n°81-RIVERSIDE -

### Restitution du fractionnement des méso-habitats des rivières intermittentes par Imagerie Drone : le cas de l'Albarine

#### **TITRE DU PROJET :**

Restitution du fractionnement des méso-habitats des rivières intermittentes par Imagerie Drone : le cas de l'Albarine

#### **RESPONSABLE SCIENTIFIQUE DU PROJET :**

(scientifique d'une équipe membre de la ZABR)

LEJOT Jérôme, CAPRA Hervé

#### **EQUIPES DE RECHERCHES ZABR CONCERNEES et CONTACT SCIENTIFIQUE DE L'EQUIPE**

(équipe membre ou associée de la ZABR)

**CNRS UMR 5600 EVS :** LEJOT Jérôme, MICHEL Kristell, PERRET Franck

**INRAE - RiverLy - EcoFlowS :** CAPRA Hervé, PELLA Hervé

#### **AUTRES PARTENAIRES**

(préciser leur degré d'implication et leur accord)

- Recherche :
- Institutionnel :

#### **THEME DE RATTACHEMENT ZABR**

Flux, Formes, Habitat, Biocénose

#### **THEME DE RATTACHEMENT AGENCE DE L'EAU -QUESTIONS AGENCE DE L'EAU**

Thème : Restauration et fonctionnement physique

Thématique : Quelles sont les mesures spécifiques à mettre en œuvre sur les cours d'eau intermittents

#### **SITE OU OBSERVATOIRE DE RATTACHEMENT ZABR**

Vallée de l'Ain, Confluences et DisContinuités

#### **RESUME DU PROJET GLOBAL (15 lignes max)**

- Résumé 15 lignes :

Le travail de recherche proposé ambitionne d'apporter de nouveaux éléments de compréhension sur le fractionnement morphologique d'une rivière intermittente (l'Albarine) à travers l'utilisation d'images acquises à

---

Fiche projet ZABR – modèle type

partir d'un drone dédié aux applications photogrammétriques à positionnement RTK et par le biais de la technologie SfM (Structure from Motion). L'objectif est de produire en routine des modèles numériques de surface (MNS) de la topographie du chenal à sec à l'échelle des méso-habitats (plats, mouilles, radiés) afin d'identifier et de dénombrer les zones de refuge potentielles (piscicole) et d'analyser la fracturation spatiale de ces habitats lorsque le système se remplit ou se vidange. Les dérivées des données des MNS (végétation rivulaire présente sur les berges) serviront à produire des modèles d'ombrage pour spatialiser les secteurs d'abris en lien avec les refuges thermiques. Le but final du projet est de produire des indicateurs morpho-écologiques propres aux systèmes fluviaux intermittents et par extension de fournir de nouveaux outils dans la gestion des phénomènes d'assèchement partiel ou intégral des lits fluviaux.

### **Livrables :**

Durant la période du projet, plusieurs livrables seront produits. A la fin de l'année 2022, **un mémoire de niveau master** sera fourni (master 1 ou 2). Il inclura un état de l'art et détaillera l'intégralité du protocole de terrain, les missions réalisées, les résultats obtenus ainsi que les premiers indicateurs morpho-écologiques définis. A la fin de l'année 2, **un rapport final** reprendra l'ensemble des éléments traités au cours des deux années du projet mais cette fois-ci à l'échelle du linéaire asséché (entre 12 et 19 km de linéaire). En parallèle de ce rapport final, **une fiche technique** sera produite. Celle-ci fera état des réflexions qui auront été menées pour rendre le protocole méthodologique le plus transposable possible à l'attention des praticiens (bureaux d'étude, gestionnaires de bassin, etc.).

#### **ENCART 2021-81-RIVERSIDE - CNRS UMR 5600 EVS** (Responsable LEJOT Jérôme) (10 lignes max)

- Tache de l'équipe dans le projet

L'équipe CNRS UMR 5600 EVS se chargera de :

- la gestion globale du projet
- la programmation et la réalisation des campagnes de vol drone et des mesures complémentaires de topographie sur les deux années d'acquisition
- la constitution et la gestion de la base de données images
- le traitement du jeu de données acquis
- l'exploitation de l'ensemble des résultats
- la mise en place des indicateurs morpho-écologiques
- l'écriture des différents livrables

#### **ENCART 2021-81-RIVERSIDE - INRAE Riverly EcoFlowS** (Responsable CAPRA Hervé) (10 lignes max)

- Tache de l'équipe dans le projet

L'équipe INRAE RIVERLY EcoFlow se chargera de :

- la programmation et la réalisation des relevés piscicoles sur les deux années d'acquisition
- la mise en forme des données d'observation d'inventaire et leur géolocalisation
- participation à l'analyse des données morphologiques et piscicoles
- participation à la mise en place des indicateurs morpho-écologiques
- participation à l'écriture des différents livrables (en lien avec les données d'inventaires piscicoles)

### **FINALITES ET ATTENDUS OPERATIONNELS** (1 p. maxi) :

De nombreuses études scientifiques ont porté sur le fonctionnement des cours d'eau pérennes alimentant les réflexions et les pratiques des gestionnaires pour en améliorer le bon état hydro-écologique (Directive Cadre Européenne) et accompagner la mise en place de programmes de restauration. En revanche, des lacunes demeurent concernant la gestion des rivières intermittentes du fait d'un manque d'outils opérationnels.

La structure éco-morphologique du réseau hydrographique est un des facteurs clefs de la répartition des communautés aquatiques. La dispersion des individus, qui régit la dynamique des méta-communautés, ne peut se faire qu'au sein de ce réseau pour beaucoup d'espèces (ex : poissons). La continuité spatiale et temporelle du

réseau hydrographique est donc un déterminant majeur de l'accomplissement du cycle de vie de beaucoup d'espèces (ex : pour l'accès à des habitats de reproduction ou de croissance). L'assèchement de certains tronçons d'un bassin versant sont des ruptures de la connectivité au sein du réseau hydrographique. La phénologie de ces ruptures de connectivité (occurrences saisonnières), leur fréquence d'occurrence au cours du cycle annuel, leur durée ou encore leur emprise spatiale sont autant de caractéristiques qui permettent d'évaluer les effets des assèchements sur la structuration des méta-communautés (Datry et al., 2014 ; Leigh & Datry, 2017). Le caractère intermittent d'un cours d'eau n'étant pas spatialement homogène (les tronçons aval sont souvent plus sujets aux assecs que les têtes de bassin versant), la corrélation des données hydrologiques et des relevés d'habitat, en lien avec la morphologie du lit, est donc primordiale pour mieux comprendre la dynamique des assèchements. Mais cette relation est encore insuffisamment étudiée par la communauté scientifique faute de données et d'outils adaptés pour caractériser la répartition des méso-habitats (plats, mouilles, radiés) et des communautés aquatiques.

Des études sont menées pour modéliser les cycles hydrologiques des cours d'eau intermittents afin de prédire la fréquence des assecs (Larned et al., 2011, Capra et al., 2019). D'autres projets s'intéressent aux conséquences des assèchements et des remises en eau sur les dynamiques spatio-temporelles des méta-populations (piscicoles et macro-invertébrés; Datry et al., 2011). Le projet Mistral (T. Lefebure & T. Datry, en cours) qui vise à améliorer l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau intermittents et le projet DrYver (H2020 de T. Datry) dont un des objectifs est de comprendre la structuration des méta-communautés aquatiques (ex : poissons, invertébrés) à l'échelle des bassins versant, vont analyser les liens entre des caractéristiques des assecs (de l'Albarine entre autres) et des échantillonnages des méta-communautés. Le projet ALBACOM (Capra et al., 2019) s'est inscrit dans la même logique en y intégrant une prospective nouvelle à travers l'utilisation de la technologie LiDAR drone pour restituer le fractionnement topographique des habitats mais sans avoir pu aboutir à un protocole méthodologique viable. Le projet RIVERSIDE lui vise à combler certaines lacunes permettant de décrire précisément l'effet de l'assec et sa dynamique hydromorphologique (morphologie et niveau d'eau) sur la communauté piscicole à travers l'évaluation du rôle des habitats profonds : refuges ou pièges.

Le travail de recherche du projet RIVERSIDE ambitionne donc d'apporter de nouveaux éléments de compréhension à travers l'utilisation de l'imagerie drone pour 1) restituer la topographie des méso-habitats et 2) caractériser le fractionnement spatial des populations sur des secteurs clefs (représentatifs de l'hydromorphologie) d'une rivière intermittente afin de pouvoir les extrapoler à plus large échelle. Les données acquises par drone doivent en effet permettre la construction de modèles numériques de surface (MNS) à haute résolution par photogrammétrie SfM (Structure from Motion). Ces données seront corrélées avec des évaluations de l'abondance de poissons dans les habitats isolés (refuges et/ou pièges) le plus tôt possible après la rupture de la continuité hydrodynamique (2 ou 3 jours au maximum selon la température).

Enfin, la couverture végétale des berges (surfaces foliaires présentent dans les données des MNS) sera exploitée pour produire des modèles d'ombrage afin d'identifier et spatialiser les refuges thermiques potentiels, notamment en lien avec les habitats isolés restés en eau (Lejot et al., 2016, Wawrzyniak et al., 2017). Ces modèles seront corrélés avec les données topographiques. Ce couplage permettra d'affiner l'identification des habitats refuges et/ou piégeants et leur fractionnement spatial.

Dans un contexte de réchauffement climatique global, certaines portions des cours d'eau pérennes vont être de plus en plus concernés par ces phénomènes d'assèchement partiel ou intégral de leur lit. Ainsi, la gestion des rapports entre les différents usages de la ressource en eau, au sein des systèmes fluviaux devenant intermittents, risque de se compliquer. Il faudra être capable d'anticiper les nouvelles trajectoires de fractionnement spatio-temporel des habitats dans les réseaux hydrographiques. A partir du couplage issu des données MNS (topographiques et d'ombrage) et des relations habitats refuges - poissons, la finalité du projet RIVERSIDE est de produire des indicateurs morpho-écologiques dédiés aux systèmes intermittents, à préciser et à affiner en fonction des résultats produits et de fournir un protocole méthodologique qui puisse être le plus facilement transposable sur d'autres systèmes.

## **OBJECTIFS ET METHODOLOGIE (2 p. maxi) :**

### **1) Les objectifs du projet RIVERSIDE s'articule autour de deux volets : Recherche et Opérationnel**

D'un point de vue recherche, le projet RIVERSIDE doit permettre de valider/calibrer l'approche méthodologique qui mixte l'utilisation d'un drone léger et le traitement d'images par technique SFM à l'échelle de trois tronçons

tests au cours de la première année du projet (fig. 1). Cette approche permettra de restituer la topographie des chenaux à sec et par l'intermédiaire de la végétation rivulaire de spatialiser les zones d'ombre. Le protocole et le traitement des images acquises ont un triple objectif, i) générer en routine des modèles numériques de surface (MNS), ii) recontextualiser les données topographiques issues des MNS à partir des photographies afin d'avoir un état des faciès au moment des acquisitions et, iii) décrire la dynamique des habitats isolés (refuge et/ou piégeant) grâce au couplage des relevés piscicoles et topographiques.

D'un point de vue opérationnel, l'objectif est que l'ensemble des données acquises serviront à faire émerger des indicateurs morpho-écologiques permettant de mieux évaluer l'impact écologique de l'intermittence sur la communauté piscicole. Des préconisations de transposabilité de la méthode vers d'autres sites d'études seront formulées. Cette transposabilité se retranscrira par l'adaptation des protocoles de terrain mis en place (plateforme-image, données topographiques, relevés piscicoles) en fonction des considérations géographiques des nouveaux sites à évaluer et par l'adaptation des indicateurs morpho-écologiques aux contextes locaux.

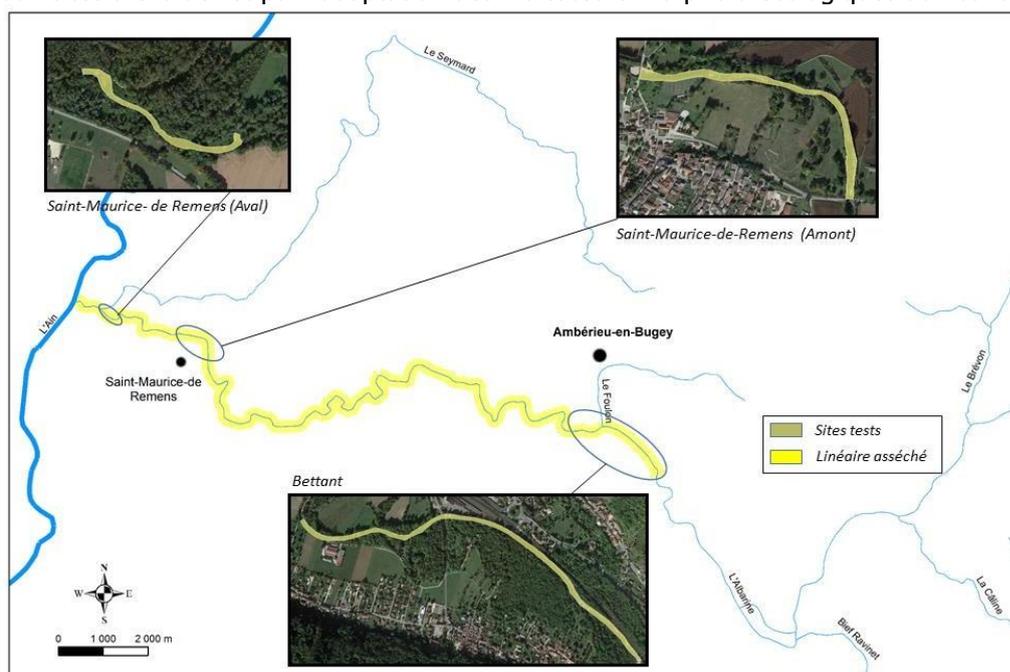


Figure 1. Localisation des 3 sites tests (année 2022 ; ovals et photos) et du linéaire survolé durant la 2<sup>e</sup> année (année 2023, surligné en jaune)

## 2) La méthodologie

Afin de pouvoir caractériser la topographie des sites tests et leurs habitats à méso-échelle, le choix technologique s'est porté sur l'utilisation d'images acquises à partir d'un drone léger dédié à la photogrammétrie. Cette approche méthodologique, largement répandue et maîtrisée par l'une des équipes du projet (Lejot et al., 2016) est basée sur l'utilisation d'un drone Phantom 4 RTK (DJI) (matériel à acquérir dans le cadre du projet). Il est équipé d'une caméra numérique haute résolution (CMOS 20 M de pixels) et d'un système de géolocalisation différentiel (télétransmission en temps réel des positions du drone vers une balise positionnée au sol). Grâce à la technique de restitution 3D SfM (Structure from Motion), des modèles numériques de terrain de précision centimétrique pourront ainsi être produits en routine là où le chenal est à sec, ouvert et sans végétation. Chaque portion du chenal survolée fera l'objet d'au moins deux passages drone successifs avec des angles d'acquisition différents pour répondre au mieux aux critères photogrammétriques de l'approche SFM. En parallèle, des mesures topographiques in-situ par dGPS seront réalisées à la fois pour acquérir des points de calibration de secteurs encore en eau (mouilles) et pour recalibrer les modèles numériques de surface sur des référentiels absolus (IGN). Au cours de l'année 1 du projet, deux campagnes seront réalisées à l'échelle des trois sites test :

- une mission en période hivernale (janvier / février) : cette période offre la possibilité d'avoir à la fois des assècs sévères et une couverture végétale minimale, conditions favorables pour restituer la topographie du chenal en l'absence de végétation.

- une mission en période estivale (de mai à août) : la surface foliaire sera à son développement maximal. Les données acquises serviront à alimenter la calibration de la modélisation des zones d'ombres.

Le même protocole sera mis en place lors de l'année 2 mais cette fois-ci sur la base du linéaire asséché (environ 15 km).

Les données topographiques issues des modèles numériques de surface seront croisées avec des relevés piscicoles. Dans la même logique que le protocole précédent, la méthode mobilisée par les membres de l'équipe Riverly - EcoFlows pour réaliser cet inventaire piscicole se calera sur un protocole de terrain léger basé sur une prospection en plongée libre (snorkeling ; Plichard et al., 2016). L'exploration se fera en surface avec masque, palmes et tuba. Les campagnes de terrain seront réalisées dès le début de la phase d'assèchement du système, quelques jours au maximum après la fracturation des secteurs en eau. Sur chacun des habitats aquatiques isolés sera réalisé, i) le dénombrement des espèces présentes et leur abondance (estimations visuelles), ii) une évaluation qualitative de leur stade de développement (juvénile, adulte). Pour chaque habitat, un relevé GPS sera réalisé afin de géo-localiser les observations et de les lier aux données topographiques. Cette inventaire piscicole se fera à l'échelle des 3 sites tests lors de la première année (2022) et sur l'ensemble de la zone d'assec lors de la seconde année en 2023 (fig. 1), avec éventuellement un sous échantillonnage dont la stratégie sera définie en fin de première année.

Grace au modèle numérique de surface qui offre en tout point du chenal détecté des données altimétriques, un test simulant le remplissage du système sera lancé à l'échelle du linéaire asséché. Sur la base de différentes hauteurs d'eau et en fonction d'une pente donnée (calibration à partir du modèle statistique des prévisions d'assec développé par l'INRAE, Capra et al., 2019), une ligne d'eau théorique sera drapée sur le modèle numérique de surface. Ce test doit permettre d'estimer, d'une manière simplifiée, la façon dont l'Albarine se remplit et notamment si ce remplissage suit une logique amont / aval ou bien un comportement « erratique » en fonction de conditions propres à la topographie locale ou encore lié à la spécificité géologique du site et au comportement de la nappe phréatique. (Datry et al., 2018).

#### **DUREE DU PROJET:**

Le projet soumis s'articulera sur 2 ans : année 2022 & année 2023

#### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Capra H., Datry T., Malard F., Sauquet E., Beaufort A., Lejot J., Forcellini M., Konecny-Dupre L., Veysière C., Michel K., Perret F., Piégay H. & Douady C. (2019). ALBACOM : Rôle de l'intermittence dans la structuration des communautés aquatiques (Fragmentation dynamique, dispersion et structuration des communautés aquatiques). Rapport de projet ZABR-Agence de l'Eau RMC, 58 p.
- Datry T., Corti R., Claret C. & Philippe M. (2011). Flow intermittence controls leaf litter breakdown in a French temporary alluvial river: the "drying memory". *Aquatic Sciences*, 73(4), 471-483.
- Datry T., Larned S.T., Tockner K. (2014). Intermittent Rivers: A Challenge for Freshwater Ecology. *BioScience*, 64(3), 229-235.
- Datry T., Cottet M., Robert A., Tronchère H., Graillot D., Paran F., Beaufort A., Sauquet E., Lamouroux N. (2018). Détermination et perceptions sociales des débits écologiques dans les rivières intermittentes « eFLOW-INT ». Rapport Agence de l'Eau RM&C – IRSTEA, 213 p.
- Larned S.T., Schmidt J., Datry T., Konrad C.P., Dumas J.K. & Diettrich J.C. (2011). Longitudinal river ecohydrology: flow variation down the lengths of alluvial rivers. *Ecohydrology*, 4, 532-548.
- Leigh C, Datry T. (2017). Drying as a primary hydrological determinant of biodiversity in river systems: a broad-scale analysis. *Ecography*, 40(4), 487-499.
- Lejot J., Wawrzyniak V., Piégay H. & Michel K. (2016). Caractérisation des méso-habitats fluviaux par imagerie drone. *La Houille Blanche*, 2, 38-40.
- Plichard L., Capra H., Mons R., Pella H. & Lamouroux N. (2016). Comparing electrofishing and snorkelling for characterizing fish assemblages over time and space. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 74(1), 75-86.
- Wawrzyniak V., Allemand P., Bailly S., Lejot J., Piégay H. (2017). Coupling LiDAR and thermal imagery to model the effects of riparian vegetation shade and groundwater inputs on summer river temperature. *Science of Total Environment*, 592, 616-626.