

## Accord Cadre ZABR - Agence de l'Eau

### Fiche projet

A remettre à la ZABR pour le 5 mai 2017

Titre du projet : Effet de la ripisylve sur l'échauffement thermique des cours d'eau : de l'évaluation in situ à l'extrapolation à l'échelle d'un bassin (Saône).

Personnes responsables :

*(scientifique d'une équipe membre de la ZABR)*

H. Piégay

A. Chandesris

J. Piffady

T. Tormos

F. Cernesson

Equipes de recherche « ZABR » concernées :

*(équipe membre ou associée de la ZABR)*

EVS UMR 5600

Irstea – LHQ

Irstea – FRESHCO

Autres partenaires :

*(préciser leur degré d'implication et leur accord)*

- Recherche : Univ. de Gembloux / Liège, Adrien Michez et Philippe Lejeune
- Institutionnel :

Thème de rattachement ZABR :

Flux Formes Habitat Biocénoses

Changements climatiques et ressources

Thème de rattachement Agence de l'Eau :

Q1 : Quelles incidences du changement climatique sur l'évolution du bassin ?

Q15 : Quelles pressions sur le fonctionnement physique des milieux aquatiques et quels risques d'altération ?

Q40 : Quelles préconisations pour la politique de gestion de l'eau pour s'adapter au changement climatique ?

Site ou Observatoire de rattachement ZABR : Site Zones humides

### Résumé

L'objectif du présent projet est d'évaluer l'effet de l'absence de ripisylve sur la thermie des cours d'eau au moment de la période critique estivale.

Deux principales finalités opérationnelles ont été identifiées dans le cadre de ce projet :

- Comprendre les dynamiques fonctionnelles qui agissent sur la thermie des rivières et mieux identifier les secteurs sensibles et les moyens d'action
- Disposer d'éléments de connaissance in situ permettant d'être utilisés à une échelle régionale pour identifier les secteurs potentiellement sensibles à un échauffement thermique du fait de l'absence de ripisylve afin de prioriser les actions de restauration ou de conservation sur les sites les plus pertinents.

Ce travail sera réalisé en combinant trois approches : une modélisation à base physique, l'analyse d'images thermiques aéroportées et une approche géomatique régionalisée. Ces démarches permettront de définir les paramètres clés pour envisager une approche régionalisée permettant de détecter les secteurs potentiellement sensibles à l'échauffement.

## Tâches de chaque partenaire

EVS sera plus particulièrement en charge de la modélisation simplifiée, de l'acquisition et de l'analyse d'images thermiques aéroportées et de l'approche géomatique régionalisée. En terme de livrable, il coordonnera la rédaction du rapport de synthèse et présentera plus spécifiquement les résultats scientifiques acquis lors des campagnes aéroportées. Il aura aussi la charge de réaliser le simulateur d'évaluation du risque d'échauffement thermique et la cartographie régionale identifiant les risques d'échauffement thermique estivaux résultant de l'absence d'ombrage.

Irstea sera en charge de l'installation d'enregistreurs disposés tout au long des tronçons suivis et participera à l'analyse des données. Irstea apportera également sa contribution à la rédaction du rapport.

## Finalités et attendus opérationnels (1 p. maxi) :

La ripisylve réfléchit et absorbe une partie du rayonnement solaire. Par conséquent, elle limite les augmentations de température des cours d'eau. Les tronçons sans couverture forestière s'échauffent ainsi beaucoup plus que les tronçons présentant une ripisylve bien développée. En été, lors des périodes les plus critiques, ils présentent des températures particulièrement élevées.

L'objectif du présent projet est d'évaluer l'effet de l'absence de ripisylve sur la thermie des cours d'eau au moment de la période critique estivale.

Deux principales finalités opérationnelles ont été identifiées dans le cadre de ce projet :

- Comprendre les dynamiques fonctionnelles qui agissent sur la thermie des rivières et mieux identifier les secteurs sensibles et les moyens d'action (quel linéaire faut-il reboiser dans tel ou tel contexte fonctionnel pour espérer atténuer la température de n degré au moment du pic estival).
- Disposer d'éléments de connaissance in situ permettant d'être utilisés à une échelle régionale pour identifier les secteurs potentiellement sensibles à un échauffement thermique du fait de l'absence de ripisylve afin de prioriser les actions de restauration ou de conservation sur les sites les plus pertinents. Ce travail pourra également intégrer différents scénarios de changement climatique et en évaluer ainsi les effets potentiels.

## Objectifs et méthodologie (2 p. maxi) :

Ce travail sera réalisé en combinant trois approches : une modélisation à base physique, l'analyse d'images thermiques aéroportées et une approche géomatique régionalisée. Les variations de températures le long de la rivière seront ainsi modélisées puis comparées à des profils longitudinaux issus de télédétection pour validation. Ces démarches permettront de définir les paramètres clés pour envisager une approche régionalisée permettant de détecter les secteurs potentiellement sensibles à l'échauffement.

La modélisation à base physique permet de simuler la température de l'eau en fonction des paramètres externes (rayonnement solaire, température de l'air, humidité...) et des propriétés des cours d'eau (largeur mouillée, vitesse et profondeur...). Il est possible dans la modélisation d'intégrer l'effet thermique de la ripisylve résultant de l'interception du rayonnement solaire direct par les houppiers et de l'évaluer sur un certain linéaire de cours d'eau. Pour valider cette modélisation, les résultats seront comparés à des mesures in situ dans le cours d'eau

réalisées avec des thermomètres enregistreurs et à des profils longitudinaux réalisés à partir d'images thermiques. Par rapport à des mesures *in situ* ponctuelles réalisées avec des thermomètres, l'imagerie IRT permet de spatialiser l'information thermique et d'obtenir une cartographie de la température de surface des cours d'eau. Il est ainsi par exemple possible de suivre l'évolution de la température le long du cours d'eau à un pas spatial fin et sur des distances de plusieurs kilomètres. L'équipe s'appuiera sur les travaux de modélisation réalisés sur l'Ain et récemment publiés dans *Sciences of the Total Environment* (Wawrzyniak et al., 2017) afin de réaliser des maquettes numériques des tronçons étudiés.

Pour la validation, l'objectif est d'effectuer l'étude sur une série de tronçons fluviaux présentant des linéaires déboisés significatifs et des conditions d'écoulement variées. Le travail permettra de déterminer l'effet de ces deux paramètres clés, longueur déboisée et condition d'écoulement, sur l'échauffement thermique. Les deux hypothèses sont que i) la structure de la zone déboisée (continuité, longueur) a un impact sur l'échauffement thermique estival et que ii) les tronçons présentant des vitesses d'écoulement faibles s'échaufferont plus. Les apports de nappe peuvent également avoir un impact sur la température de la rivière. Pour éviter une confusion entre les effets de l'ombrage et de l'hydraulique et les effets des apports froids d'eau de nappe, nous sélectionnerons des cours d'eau ne présentant pas d'apports de nappe et nous nous appuierons sur les suivis annuels réalisés par Irstea sur certains cours d'eau du secteur retenu. La présente contribution vise à évaluer l'effet de l'ombrage. L'effet des apports de nappe est un autre facteur qui pourra être appréhendé dans un second temps afin d'intégrer les contextes multi-factoriels mais il est d'abord nécessaire de bien évaluer le premier facteur (l'effet de l'ombrage) sur lequel il est possible d'agir via des politiques publiques incitatives.

Dans un troisième temps, nous utiliserons ces éléments de connaissance *in-situ* pour extrapoler le risque potentiel d'échauffement thermique lié à l'absence de ripisylve à l'échelle régionale (hors contribution des nappes à évaluer par ailleurs). Pour cela, seront utilisées les données hydromorphologiques (données Irstea Lyon et UMR 5600 EVS) et la carte de l'occupation des sols établie par l'Irstea Montpellier. Ce travail permettra d'identifier les secteurs où l'échauffement thermique est potentiellement élevé du fait de l'absence d'un couvert ripicole et du contexte hydraulique. A l'inverse, le travail permettra également d'identifier les zones boisées particulièrement importantes. La localisation de ces zones, qui permettent de réguler les augmentations de température, offrira des éléments opérationnels en termes de conservation et préservation. Des scénarios de reboisement des milieux riverains pourront également être testés. L'évaluation des effets thermiques potentiels de telles actions permettra d'intégrer ses éléments de connaissance dans les politiques publiques de restauration/conservation et d'adaptation au changement climatique en termes d'action et de prévention.

Nous avons choisi de travailler sur le Val de Saône car les cours d'eau y sont relativement lents et potentiellement sensibles à un échauffement thermique estival. Irstea Lyon dispose de plusieurs années de suivi de la température des cours d'eau dans ce secteur et d'une bonne connaissance des régimes thermiques et des facteurs qui les régissent. Cette bonne expertise scientifique permettra de faciliter l'analyse des données et servira à la sélection des sites d'étude en évitant notamment de sélectionner des cours d'eau où les apports de nappes sont importants. Nous disposons en outre de données régionales sur ce secteur, permettant potentiellement de définir une sélection de tronçons permettant d'évaluer l'effet thermique et d'extrapoler le risque d'altération à l'échelle d'un réseau hydrographique régional.

La modélisation sera réalisée à partir du modèle mis en place dans les précédentes études de l'UMR 5600 EVS sur la température des cours d'eau. Il sera également possible d'utiliser d'autres modèles tels que « Heat Source » ou « Delft3D ». Des données de stations météorologiques seront utilisées comme entrées du modèle pour les paramètres externes. Les données hydromorphologiques des cours d'eau (largeur, profondeur, vitesse) seront utilisées pour caractériser leurs propriétés hydrauliques et géométriques.

Les acquisitions d'images seront réalisées avec la caméra thermique de l'UMR 5600 EVS (Infratec hr research). Nous avons déjà utilisé cette caméra sur de nombreux cours d'eau (Ain, Cèze, Rhône, Drôme, Vienne et Loir notamment) sur lesquels elle a prouvé son efficacité. La caméra sera fixée sur un ULM. Ce dispositif a déjà été testé et validé sur la Cèze et le Rhône. L'ULM présente l'avantage d'être moins coûteux que l'hélicoptère. De plus, ce dispositif est tout à fait adapté pour des cours d'eau peu sinueux tels que ceux du val de Saône. Toutefois, en fonction des disponibilités, certaines acquisitions pourront être réalisées en hélicoptère.

Concernant l'analyse des données, l'UMR 5600 EVS dispose de bonnes compétences dans la chaîne de traitements des images thermiques du fait des nombreuses études réalisées dans ce domaine.

Nous conduirons également un suivi in situ avec l'installation d'enregistreurs disposés tout au long du continuum suivi et ce sur un ou plusieurs tronçons, afin de travailler les aspects complémentaires entre :

- les enregistreurs in situ, qui apportent des informations précises sur les variations temporelles (Tmax journalier, Tmin journalier, amplitude journalière, réponse aux événements pluvieux, etc....) mais qui sont moins pertinents pour comprendre l'organisation spatiale de la température du cours d'eau,
- les images thermiques qui nous donnent une information spatiale très fine, mais à un instant t (pour des cours d'eau dont l'amplitude estivale dépasse parfois 5°C).

L'objectif de ce couplage est de bien contrôler l'effet des différents facteurs (ombrage, hydraulique, apports de nappe, anthropique) sur les variations thermiques et formuler des conclusions robustes.

Un couplage sur la saison d'été des trois dispositifs pourrait être assez instructif, voire aider à construire des modèles d'extrapolation spatiale du régime thermique. Cela nécessite aussi que nous identifions des cours d'eau cibles dans les mois qui viennent pour commencer une campagne de mesures dès cet été. Nous retiendrons des tronçons déboisés les plus longs possibles et à minima de 1-2 km à l'amont desquels existent également un tronçon boisé de même longueur afin de pouvoir calculer des gradients thermiques sur ces continus (échauffement thermique par km linéaire en l'absence de ripisylve).

Nous prévoyons 6 demi-journées d'acquisition (ULM/Hélicoptère)

Attendus / délivrables

Plusieurs délivrables sont envisagés :

- Un rapport de synthèse présentant les résultats scientifiques acquis lors des campagnes aéroportées couplées aux suivis in situ via les capteurs. Ce rapport mettra en lumière les éléments de généralisation et les facteurs contextuels susceptibles de complexifier ou de limiter la validité de la démarche de régionalisation. A ce stade, une attention particulière sera notamment apportée aux apports de nappe susceptible de pondérer significativement l'impact d'un déboisement. Des recommandations seront formulées pour pouvoir mettre en œuvre une telle cartographie du risque à l'échelle régionale.
- Un simulateur d'évaluation du risque d'échauffement thermique en fonction du linéaire déboisé, de la température fluviale amont, de la température atmosphérique et des paramètres de géométrie hydraulique (vitesse, débit, largeur, profondeur). Ce simulateur permettra notamment de pouvoir tester l'effet de différents scénarios de changement sur la température du cours d'eau, qu'il s'agisse d'une augmentation de la température atmosphérique (changement climatique) ou encore d'une réduction ou d'une augmentation du linéaire couvert par une canopée.
- Une première cartographie régionale identifiant les risques d'échauffement thermique estivaux résultant de l'absence d'ombrage. Cette carte sera réalisée sur le réseau hydrographique du bassin de la Saône en combinant les données existantes (cartographie de l'occupation des sols de la MNT et données morphologiques disponibles au LHQ et à EVS).

**Tout projet ZABR doit répondre à 5 critères** : être pluridisciplinaire, entrer dans les problématiques scientifiques de la ZABR, impliquer au moins 2 équipes du GIS ZABR, s'appliquer sur un site ou un observatoire de la ZABR, provenir d'équipes ayant une production scientifique internationale garantissant la valorisation future du travail de recherche. Tous les renseignements sont disponibles sur le site internet de la ZABR. [www.zabr.org](http://www.zabr.org)

Remarque : le critère de site ou d'observatoire peut être levé s'il est démontré : soit que l'action est en lien avec des travaux en cours sur un site ou un observatoire de la ZABR (ex : test d'un outil sur un autre secteur), soit si l'action permet une analyse comparative avec les travaux réalisés sur les sites et observatoires et nécessite de passer à l'échelle du bassin versant du Rhône.

**Modalités d'intervention de l'Agence de l'Eau** :

Règle générale : une subvention de 50% d'un budget prévisionnel HT

**Montant global alloué par l'Agence de l'Eau sur l'accord cadre AE ZABR** : 250 k€ à 300 k€/an