

## Cadre et perspectives d'utilisation :

Les conditions de transférabilité de la méthodologie mise au point et expérimentée en phase 2, ainsi que des indicateurs de soutien d'étiage qui seront développés sur les sites de Luitel et Frasné, seront étudiées sur 3 sites complémentaires : marais de Vaux (Ain), tourbière de Praubert (Impluvium d'Évian, Haute-Savoie) et tourbière de Montselgues (Ardèche). Des tests sur de nouveaux sites pourront être envisagés en phase 3, notamment sur le réseau de zones humides du bassin versant de l'Aude.

À terme, les objectifs transversaux du projet ZHTB ouvrent plusieurs perspectives d'utilisations des résultats qui semblent prometteuses.

### → Élaboration de types fonctionnels conceptuels des ZHTB :

- typologies des zones humides de têtes de bassins versants
- coupes schématiques fonctionnelles
- flux entrants / flux sortants ; stockage / restitution

### → Modélisation numérique du soutien d'étiage :

- modèles théoriques simplifiés issues des types fonctionnels conceptuels de ZHTB ou de cas réels
- scénarios de modélisation tenant compte, par exemple, de l'influence de la géométrie et des propriétés hydrodynamiques, de la variation des flux entrants ou de perturbations du système (ex : fossés de drainage, changement climatique...)

### → Création d'indicateurs du soutien d'étiage :

- liés à des paramètres et variables clefs (ex : hydrologie, hydrogéologie, géomorphologie, hydrométéorologie, ...)
- simples d'acquisition et d'interprétation
- utilisables sous SIG si possible (analyse spatiale)
- liés à des enjeux et besoins de gestion (ex : diagnostic, suivi, restauration...)

### → Spatialisation du fonctionnement des zones humides :

- critères de présence, de maintien et d'évolution des zones humides favorables au soutien d'étiage (ex : géomorphologiques, géologiques, climatiques...)
- enrichissement du concept d'espace de bon fonctionnement des zones humides

### → Co-construction des documents de valorisation :

- besoins : guides, argumentaires, information...
- destinataires : scientifiques, gestionnaires, élus, grands publics...
- types de document : plaquettes, guides méthodologiques, guides techniques, formations...
- groupes de travail : enjeux et objectifs, besoins

## Références :

Paran, F., Ré-Bahaud, J. et Graillot D. (2017) *Étude et compréhension du rôle hydrologique et hydrogéologique des zones humides de têtes de bassins dans le soutien d'étiage des cours d'eau - Recherche de références dans les contextes très contrastés du bassin du Rhône. Rapport phase 1. Zabr, AE-RMC, UMR 5600 EVS, Mines Saint-Etienne, 117p + annexes.*

## Étude et compréhension du rôle hydrologique et hydrogéologique des Zones Humides de Têtes de Bassins (ZHTB) dans le soutien d'étiage des cours d'eau

*Recherche de références dans les contextes très contrastés du bassin du Rhône*

Phase 1 : projet ZHTB (2016-2017)

### Résumé :

Cette action de recherche vise à l'élaboration d'une méthodologie interdisciplinaire de caractérisation et de quantification du potentiel de soutien d'étiage des zones humides de têtes de bassins versants au cours d'eau. La phase 1 du projet ZHTB a permis : 1) de faire le point sur les typologies de zones humides et les méthodes de caractérisation du soutien d'étiage ; 2) de sélectionner 2 sites d'étude principaux et 3 sites complémentaires sur lesquels ces méthodes seront mises en œuvre. À terme, ce projet doit aboutir à la construction d'indicateurs de soutien d'étiage et à la publication d'un guide méthodologique et/ou technique pour la protection et la bonne gestion des zones humides.

## Contexte :

Ce projet de recherche est en lien avec le thème Zabr « Ressources et changements climatiques » et les sites ateliers « Zones humides », « Rivières cévenoles », « Arc-Isère » et « OHM-Vallée du Rhône ». Il se rattache de plus aux thèmes de l'Agence de l'eau RMC liés à la question 35 « Quels échanges aux interfaces eaux souterraines / eaux superficielles ? » et à la question 19 « Comment appréhender et qualifier l'état et le fonctionnement des zones humides ? ».

Le projet ZHTB repose sur le postulat qu'il existe un rôle important des zones humides dans le stockage et le soutien d'étiage des cours d'eau, voire des nappes. Il existe un fort besoin en termes de connaissance du fonctionnement de la triple interface zones humides / eaux souterraines / eaux de surface. Les résultats du projet seront utiles dans le cadre de la DCE pour l'évaluation du bon état des masses d'eau, le dimensionnement et le suivi d'opérations de restauration ou le « test » milieux humides dépendants des eaux souterraines (ex : identification / typologie, risque / dégradation, surveillance, indicateurs pluridisciplinaires). Les indicateurs qui seront mis en œuvre pourront de plus être intégrés dans des modèles économiques de quantification de services écosystémiques (ex : stockage, régulation, marché du carbone).

## Contact :

Frédéric Paran  
Mines Saint-Étienne – UMR 5600 EVS  
Centre SPIN  
Département Procédés pour l'Environnement et Géoressources (PEG)  
158, cours Fauriel CS 62362  
42023 Saint-Étienne Cedex 2  
e-mail : [frederic.paran@mines-stetienne.fr](mailto:frederic.paran@mines-stetienne.fr) ; Tél : 04 77 42 66 65



## Objectifs scientifiques :

Du point de vue scientifique, le projet ZHTB vise à apporter des éléments de réponse à la question suivante : *Quel est le rôle des zones humides pour le soutien d'étiage des cours d'eau ?* Les objectifs généraux du projet sont les suivants : 1) mieux comprendre les interactions cours d'eau / zones humides / eaux souterraines et la transformation du signal hydrologique à travers les zones humides ; 2) mieux appréhender les services rendus en termes de soutien d'étiage (ex : régulation, stockage) ; 3) préciser les vulnérabilités physiques des zones humides de têtes de bassins versants pour une meilleure protection et gestion.

De manière plus spécifique, le projet vise donc à préciser le rôle hydrologique des zones humides en : 1) quantifiant les capacités de stockage / transfert d'eau des zones humides ; 2) déterminant et quantifiant les origines des apports d'eau au cours d'eau à l'étiage. Ce travail tiendra compte du contexte (ex : altitude, géologie, géomorphologie, climat, type de zones humides...), des pressions anthropiques (ex : prélèvements, drainages, pollutions) et des incertitudes sur les mesures.

Le projet ZHTB est planifié en 3 phases dont les sous-objectifs à termes sont les suivants : **phase 1 (2016-2017)** - État de l'art - Choix des sites, des compétences et de l'instrumentation ; **phase 2 (2017-2018)** - Mesures et instrumentation sur 2 sites test – Modélisation -Développement et test des indicateurs de soutien d'étiage ; **phase 3 (à planifier)** - Analyse et interprétation des données - Test des indicateurs sur de nouveaux sites - Valorisation.

## Intérêt opérationnel :

D'un point de vue opérationnel, il y a des fortes attentes en termes de : 1) transfert de connaissance (ex : guide méthodologique ou technique) ; 2) production d'argumentaires pour la protection des zones humides ; 3) construction d'indicateurs simples de diagnostic et de suivi (ex : restauration, bon fonctionnement).

## Principaux résultats :

La phase 1 du projet a conduit à la sélection de 2 sites d'études principaux, la tourbière de Luitel (Isère, France) et la tourbière de Frasne (Doubs, France). Le travail bibliographique réalisé sur les typologies des zones humides et les méthodes de caractérisation du soutien d'étiage a conduit à l'élaboration d'une méthodologie interdisciplinaire (Figure 1) et de plans d'instrumentation des 2 sites d'étude principaux qui seront mis en œuvre en phase 2.

Ainsi, l'instrumentation et les campagnes de mesures visent à acquérir ou à compléter les connaissances pédologiques, géophysiques, hydrologiques, hydrogéologiques et géochimiques. La quantification du soutien d'étiage nécessite de : 1) « boucler » de manière précise les bilans hydrique et hydrologique du site en identifiant et quantifiant les sources d'apport localisées ou diffuses (ex : pluie, ruisseau, aquifère dont drainage) et d'export (ex : évapotranspiration, surverse, infiltration) ; 2) caractériser en 3D la géométrie (parfois variable dans le temps) de la zone humide et ses propriétés hydrodynamiques (ex : perméabilité, porosité).

L'accent sera plus particulièrement mis sur la caractérisation de deux interfaces : 1) l'interface tourbière / versant pour estimer les apports et les pertes diffuses liés à des écoulements souterrains ; 2) l'interface catotélme / acrotélme pour déterminer les propriétés hydrodynamiques de la zone hydrauliquement dynamique de la tourbière. Les données et connaissances acquises seront utilisées pour modéliser le comportement de stockage / restitution d'eau des tourbières sur un ou plusieurs cycles hydrologiques et déterminer les paramètres et variables clefs (Figure 2) en vue d'identifier des indicateurs de suivi.

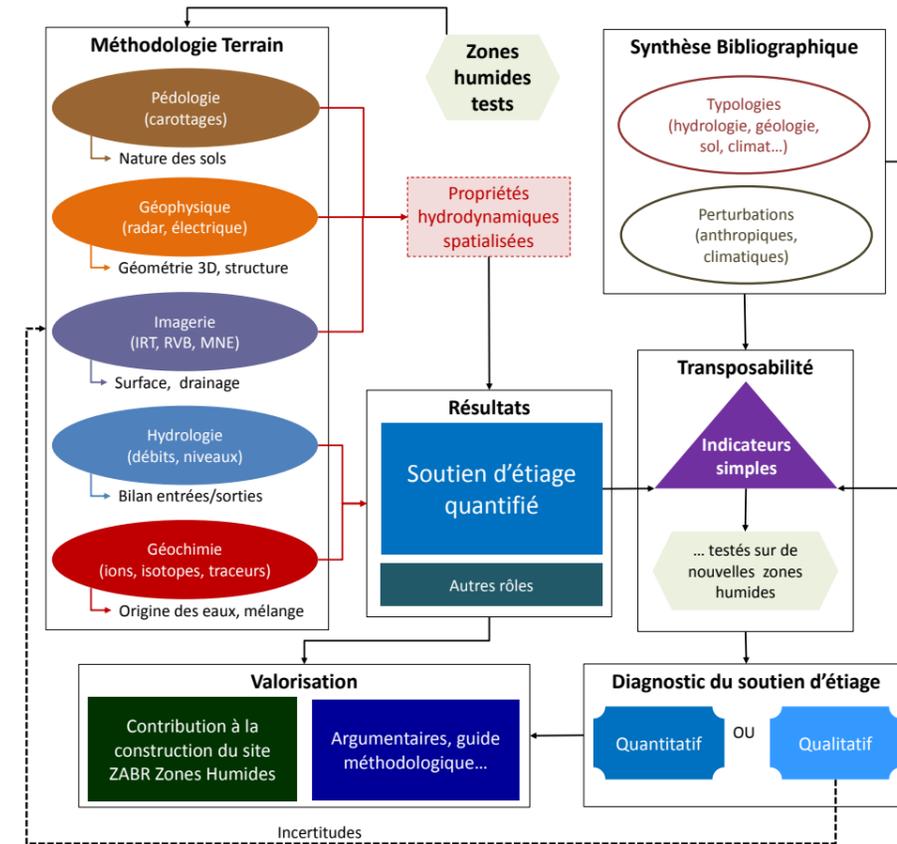


Figure 1 : Articulation interdisciplinaire de la phase 2

	Types de facteurs	Stockage : écrêtage et ralentissement dynamique des crues <i>Facteurs pris en compte</i>	Restitution : soutien d'étiage <i>Facteurs pris en compte</i>
FAVORISANT	Permanents	- Propriétés hydrodynamiques (S) des parties supérieures de l'acrotélme (forte macroporosité) - Forte capacité d'infiltration de l'acrotélme (liée à la forte macroporosité de surface) - Microtopographie de surface (ralentissement du ruissellement)	- Propriétés hydrodynamiques (K / S) des parties inférieures de l'acrotélme (perméabilité intermédiaire entre 10 <sup>-3</sup> et 10 <sup>-5</sup> m.s <sup>-1</sup> )
	Transitoires	- Forte ETP (libère de l'espace disponible pour le stockage en période sans précipitation) - Travaux de drainage (effet seulement à court terme)	- Travaux de drainage (effet seulement à court terme)
	Conditionnels	- Si fort volume de l'acrotélme (l'épaisseur étant toujours faible, la compensation peut se faire par des grandes surfaces)	- Configuration géométrique des tourbières minérotrophes (cote altimétrique haute de l'exutoire ralentissant potentiellement la décharge des nappes d'accompagnement) - Si fort volume de l'acrotélme (l'épaisseur étant toujours faible, la compensation peut se faire par des grandes surfaces) - Si pente du substratum faible (<5%)
DÉFAVORISANT	Permanents	- Faible épaisseur de l'acrotélme (faible volume disponible pour le stockage) - Propriétés hydrodynamiques (S) du catotélme (faible capacité de stockage)	- Propriétés hydrodynamiques du catotélme (perméabilités faibles et eau pas ou peu mobilisable) - Forte ETP et prélèvement des végétaux directement dans la nappe (l'eau reprise par les plantes n'est plus disponible pour le cours d'eau ou la nappe) - Faible épaisseur de l'acrotélme / Faible battement de nappe (donc faible déstockage)
	Transitoires	- Fréquence élevée de hauts niveaux piézométriques (peu d'espace de stockage disponible) - Travaux de drainage (effet à long terme)	- Travaux de drainage (effet à long terme)
	Conditionnels	- Si présence d'écoulement préférentiel en conduits souterrains (écoulement souterrain rapide)	- Si pente du substratum forte (>5%) - Si présence d'écoulement préférentiel en conduits souterrains (écoulement souterrain rapide)

Figure 2 : Synthèse des effets positifs ou négatifs des zones humides tourbeuses (en relation avec une nappe ou un cours d'eau) sur le rôle hydrologique (stockage et restitution) - Paramètres et variables clefs décrivant :

- un état permanent : commun à toutes les zones humides tourbeuses en tout temps ;
- un état transitoire : lié à des variations interannuelles ou pluriannuelles ;
- un état conditionnel : lié aux caractéristiques spécifiques d'une zone humide.

\* : [S : porosité efficace ; K : perméabilité ; ETP : Évapotranspiration]